

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**FIRAT NEHRİ'NDE AĞ KAFESLERDE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) VE MERSİN BALIĞI (*Huso huso*)
YETİŞTİRİCİLİĞİNİN
TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ**

Ali Ekrem DEMİR

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

MAYIS 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**FIRAT NEHRİ'NDE AĞ KAFESLERDE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) VE MERSİN BALIĞI (*Huso huso*)
YETİŞTİRİCİLİĞİNİN
TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ**

Ali Ekrem DEMİR

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

MAYIS 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FIRAT NEHRİ'NDE AĞ KAFESLERDE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI
(*Oncorhynchus mykiss*) VE MERSİN BALIĞI (*Huso huso*)
YETİŞTİRİCİLİĞİNİN
TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ

Ali Ekrem DEMİR
SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 06/05/2025 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZBAŞ(Danışman)	[imza]
Prof.Dr. Süleyman AKHAN	[imza]
Doç. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY	[imza]

ÖZET

FIRAT NEHRİ'NDE AĞ KAFESLERDE GÖKKUŞAĞI ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss*) VE MERSİN BALIĞI (*Huso huso*) YETİŞTİRİCİLİĞİNİN TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZİ

Ali Ekrem DEMİR

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZBAŞ

Mayıs 2025; 48 sayfa

Bu çalışma, Türkiye'de Fırat nehri kıyısı bulunan Karkamış ilçesindeki ağ kafes sistemlerinde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve mersin balığı (*Huso huso*) yetiştiriciliğinin teknik performansı ve ekonomik sürdürülebilirliğini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Özellikle iki türün farklı biyolojik ve çevresel gereksinimlerinin ağ kafeslerdeki üretime etkisi incelenmiştir. Çalışma kapsamında, farklı bölgelerdeki ağ kafes işletmelerinden elde edilen veriler kullanılarak, iki türün büyüme performansı, yem dönüşüm oranı, üretim maliyetleri ve karlılık gibi faktörler değerlendirilmiştir.

Bu amaçla, deney süresince her iki türün büyüme oranları, yem dönüşüm oranları, yaşama oranları ve çevresel faktörlere uyum kapasiteleri gibi performans ölçütleri değerlendirilmiştir. Çalışmada ayrıca, yetiştiricilik süreçlerinde kullanılan yem türleri, su sıcaklığı ve oksijen seviyeleri gibi çevresel değişkenlerin bu iki balık türü üzerindeki etkileri de ele alınmıştır. Teknik değerlendirmelerin yanı sıra, maliyet analizi ve pazar araştırmaları gerçekleştirilerek her iki türün ekonomik fizibilitesi araştırılmıştır. Bu kapsamda, üretim sürecinde karşılaşılan ana maliyet kalemleri, pazar talepleri, kar marjları ve karlılık oranları detaylı olarak incelenmiş ve ekonomik açıdan uygulanabilirliği irdelenmiştir. Sonuçlar, gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliğinde kullanılan ağ kafes sistemlerinin teknik verimliliği ile birlikte bu sistemlerin ekonomik açıdan sürdürülebilirliğini ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulguları, ağ kafeslerde su ürünleri yetiştiriciliğinde yüksek getiri potansiyeline sahip bu türler için karşılaşılan zorluklara ve iyileştirme olanaklarına dair öneriler sunarak, sürdürülebilir akvakültür uygulamalarına katkı sağlamaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Ağ kafeslerde yetiştiricilik, Aşağı Fırat havzası, Büyük mersin balığı, gökkuşağı alabalığı, *Huso huso*, *Oncorhynchus mykiss*

JÜRİ: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZBAŞ

Prof. Dr. Süleyman AKHAN

Doç. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY

ABSTRACT

TECHNICAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF RAINBOW TROUT (*Oncorhynchus mykiss*) AND STURGEON FISH (*Huso huso*) CULTURE IN NET CAGES IN THE FIRAT RIVER

Ali Ekrem DEMİR

MScThesis in Aquaculture

Supervisor: Ass. Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ

May 2025; 48 pages

This study aims to analyze the technical performance and economic sustainability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and sturgeon (*Huso huso*) farming in net cage systems located in the Karkamış district, which lies on the banks of the Euphrates River in Turkey. In particular, the effects of different biological and environmental requirements of the two species on production in net cages were investigated. Within the scope of the study, factors such as growth performance, feed conversion ratio, production costs and profitability of the two species were evaluated using data obtained from net cage enterprises in different regions.

For this purpose, performance criteria such as growth rates, feed conversion ratios, survival rates and adaptation capacities to environmental factors of both species were evaluated during the experiment. The study also addressed the effects of environmental variables such as feed types used in the culture processes, water temperature and oxygen levels on these two fish species. In addition to technical evaluations, cost analysis and market research were conducted to investigate the economic feasibility of both species. In this context, the main cost items encountered during the production process, market demands, profit margins and profitability rates were examined in detail and their economic feasibility was examined. The results demonstrate the technical efficiency of net cage systems used in rainbow trout and sturgeon farming, as well as their economic sustainability. The findings of the study contribute to sustainable aquaculture practices by providing suggestions on the challenges and improvement opportunities for these species with high yield potential in net cage aquaculture.

KEYWORDS: Beluga sturgeon, *Huso huso*, Lower Euphrates Basin, Net cage aquaculture, *Oncorhynchus mykiss*, Rainbow trout

COMMITTEE: Asst. Prof.Dr. Mehmet ÖZBAŞ

Prof.Dr. Süleyman AKHAN

Assoc. Prof. Dr. Fatma DELİHASAN SONAY

ÖNSÖZ

Bu çalışma, dünya genelinde ve özellikle Türkiye'de giderek artan öneme sahip olan su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe, gökkuşuğu alabalığı ve mersin balığı gibi önemli türlerin ağ kafes sistemlerinde yetiştiriciliği üzerine derinlemesine bir inceleme sunmaktadır.

Son yıllarda, denizlerdeki doğal balık stoklarının azalması ve artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacı, su ürünleri yetiştiriciliğini sürdürülebilir bir gıda üretim sistemi olarak ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda, gökkuşuğu alabalığı ve mersin balığı gibi türlerin, hızlı büyüme potansiyelleri, yüksek besin değeri ve ekonomik önemleri nedeniyle yetiştiricilikte sıkça tercih edildiği görülmektedir.

Çalışmamızda, öncelikle dünya ve Türkiye'deki su ürünleri üretimine dair genel bir bakış sunulmakta, ardından gökkuşuğu alabalığı ve mersin balığının biyolojik özellikleri, yetiştiriciliği ve bu türlerin yetiştiriciliğinde kullanılan ağ kafes sistemleri detaylı bir şekilde incelenmektedir. Ayrıca, bu iki türün yetiştiriciliği sırasında dikkat edilmesi gereken su kalitesi parametreleri, beslenme ihtiyaçları ve üretim süreçleri gibi konulara da yer verilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, gökkuşuğu alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliği konusunda güncel bilgi ve verileri bir araya getirerek, bu sektörde çalışan üreticilere, araştırmacılara ve politika yapıcılara yol gösterici bir kaynak sunmaktır. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçları, Türkiye'deki su ürünleri yetiştiriciliğinin daha da geliştirilmesi ve sürdürülebilir hale getirilmesi için önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Tez konusu ve çalışmasında beni yönlendiren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZBAŞ'a, tez verilerinin toplanması esnasında yardımlarını esirgemeyen balık üretim tesisi çalışanlarına, tez sürecinde destek olan Erbülen ALTAN ve Afşin CEYLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimi Yüksek Lisans Eğitimim sürecinde hayatını kaybeden kıymetli babam Merhum Mustafa DEMİR'e adıyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	7
2.1. Gökkuşuğu Alabalığının(<i>Oncorhynchus mykiss</i>)Biyolojisi	7
2.2. Gökkuşuğu AlabalığınınYetiştiriciliği	9
2.3. Gökkuşuğu Alabalığı Çiftliklerinin Yapısal ve Teknik Özellikleri	11
2.4. Gökkuşuğu Alabalığı Yetiştiriciliğinin Ekonomik ve Teknik Analizi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar.....	16
2.5. Mersin balığı (<i>Huso huso</i> LINNAEUS 1758) Biyolojisi	18
2.6. Mersin Balığı Yetiştiriciliği.....	21
2.7. Mersin Balığı Yetiştiriciliğinin teknik ve ekonomik analizi üzerine yapılmış çalışmalar.....	22
2.8. Havyar Üretimi.....	23
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Çalışmanın sahası ve özellikleri	26
3.1.2. Araştırma materyali.....	29
3.2. Metot	30
4. BULGULAR	31

4.1. İşletmelere Ait Teknik Bulgular	31
4.2. İşletmelere Ait Ekonomik Bulgular	33
5. TARTIŞMA	36
5.1. İşletmelere Ait Teknik Analiz	36
5.2. İşletmelere Ait Ekonomik Analiz	37
6. SONUÇLAR	41
7. KAYNAKLAR	44
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Fırat Nehri’nde Ağ Kafeslerde Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve Mersin Balığı (*Huso huso*) Yetiştiriciliğinin Teknik Ve Ekonomik Analizi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

06/05/2025

Ali Ekrem DEMİR



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	:	Derece
%	:	Yüzde
\$	:	Amerikan Doları
g	:	Gram
mg/l	:	Mili gram/ litre
mj	:	Mega Joule
mm	:	Milimetre
pH	:	Çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
ppm	:	Milyonda bir birim
Cm	:	santimetre
FCR	:	Yem Değerlendirme Oranı
Kg	:	Kilogram
km	:	Kilometre
m	:	Metre
m ²	:	Metrekare
m ³	:	Metreküp
R	:	Kafes Çapı

Kısaltmalar

FAO	:	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
TL	:	Türk Lirası
HDPE	:	High Density Polyethylene (Yüksek Yoğunluklu Polietilen)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Gökkuşaağı alabalığı üretim şeması (Leitritz ve lewis, 1980).	10
Şekil 2.2. Fırat Baraj gölünde faaliyet gösteren 1.nolu tesis	14
Şekil 2.3. Aşaağı Fırat havzasında bulunan 1.nolu alabalık üretim tesisi	15
Şekil 2.4. Havyar ve et için hasat edilen Gökkuşaağı alabalığı.....	16
Şekil 2.5. Mersin balığı (<i>H.huso</i>).....	18
Şekil 2.6. Mersin balığı ve somon balığı havyarı içerikleri (Ural ve Topuz, 2024)	24
Şekil 2.7. Mersin balığı ve somon balığı türlerinin havyar şekilleri (Ural ve Topuz, 2024)	25
Şekil 3.1. Çalışma alanının uydu görüntüsü	26
Şekil 3.2. 1.nolu tesis alabalık, kafes sistemleri Fırat Nehri/Karkamış	27
Şekil 3.3. Alabalık kafesinden yemleme zamanı bir görüntü	28
Şekil 3.4. Mersin balığı materyali (<i>H. huso</i>) kafesinden bir görüntü.	29
Şekil 4.1. Yemleme makinesi	32

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Dünya su ürünleri yetiştiricilik üretimi (ton) (FAO 2023).....	2
Çizelge 1.2. Türkiye su ürünleri üretiminde türlere göre pay değişimleri (TÜİK 2023)..	3
Çizelge 1.3. Dünya su ürünleri üretim miktarı (ton) (FAO 2023).....	4
Çizelge 1.4. Türkiye su ürünleri üretim miktarı (ton) (TÜİK ,2024)	5
Çizelge 2.1. Gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği su kalitesi kriterleri (Aydın, 2009).....	8
Çizelge 2.2. İşletmelerde kullanılan alabalık yemlerinin boyutlarına göre içerikleri.....	12
Çizelge 2.3. Abalıoğlu <i>Huso Huso</i> Yemi Besin Değerleri	13
Çizelge 4.1. 1 Nolu İşletme (Gökkuşığı Alabalığı- <i>O. mykiss</i>) ve 2 Nolu İşletme (<i>H. huso</i>) verileri	31
Çizelge 4.2. 1 Nolu Gökkuşığı Alabalığı işletmesi ve 2 Nolu Mersin İşletmesine ait işletme dönemi parametreleri	33
Çizelge 4.3. 1 Nolu Gökkuşığı Alabalığı işletmesi ve 2 Nolu Mersin İşletmesine ait işletme dönemi giderleri.....	34
Çizelge 4.4. 1 Nolu Gökkuşığı Alabalığı işletmesi ve 2 Nolu Mersin İşletmesine ait işletmeleri verileri	34

1. GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, gündelik hayatımızın birçok alanına önemli katkılar sağlayan, stratejik bir sektör olarak dikkat çekmektedir. Gıda güvenliği açısından düşünüldüğünde, dünyanın artan nüfusu ve azalan doğal stoklar, su ürünlerinin alternatif bir protein kaynağı olarak önemini daha da artırmaktadır (Anonymus 4). Bunun yanında, su ürünleri yetiştiriciliği, köyden kente göçü azaltma ve yerel ekonomileri destekleme gibi toplumsal faydaların yanında, çeşitli iş alanları yaratarak istihdama da büyük ölçüde katkı sağlamaktadır (Subasinghe at al. 2009). Ayrıca, bu sektörün gelişim göstermesi, bilimsel araştırmalara iş birliği yapma fırsatı sunarak, teknoloji ve inovasyonun yayılmasına olanak tanır. Dolayısıyla, hem ekonomik hem de ekolojik açıdan büyük bir potansiyele sahip olan su ürünleri yetiştiriciliği, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Naylor at al. 2021).

Dünyada su ürünleri yetiştiriciliği hızlı bir şekilde büyüyerek, global gıda tedarik zincirinin kritik bir parçası haline gelmiştir. Özellikle Çin, Hindistan ve Norveç gibi ülkeler bu alanda öncü rol oynamakta ve global üretimin önemli bir kısmını karşılamaktadır (Anonymus 5). Türkiye ise, su ürünleri yetiştiriciliğinde Akdeniz bölgesinde öne çıkan ülkelerden biridir. Özellikle çipura (*Sparus aurata*), levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) gibi türlerin üretimi konusunda önemli bir kapasiteye sahiptir (Anonim 6). Bunun yanında, son yıllarda mersin balığı (*Huso huso*) gibi değerli türlerin yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar artış göstermiş ve sektör çeşitlilik kazanarak yüksek katma değerli üretime geçiş yapmıştır (Kara vd. 2022).

Dünyada ülkelere göre yapılan su ürünleri yetiştiricilik üretimine dair veriler (Anonymus 5) kaynaklarına göre Çizelge 1.1 de verilmiştir. Çizelgeye göre yapılacak kıyaslanmada su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin en fazla olduğu ülkelere erişebilmek mümkündür.

FAO'nun 2023 yılında yayımladığı rapor, dünya su ürünleri yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve gelecekteki eğilimleri hakkında önemli veriler sunmaktadır. 2021 yılı itibarıyla, dünya genelinde toplam su ürünleri üretimi 182,8 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve bu üretimin %49'u yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir.

Türkiye, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği konusunda dünya çapında önemli bir üretici konumundadır. Hem ekonomik hem de bilimsel açıdan bu alandaki çalışmalar, ülkenin su ürünleri sektörünün gelişimine katkıda bulunmaktadır. Sürdürülebilir üretim yöntemleri ve çevreyle dost tekniklerin benimsenmesi, sektörün geleceği için hayati önem taşımaktadır (Anonim 6).

FAO'nun 2023 yılında yayımladığı rapor, dünya su ürünleri yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve gelecekteki eğilimleri hakkında önemli veriler sunmaktadır. 2021 yılı itibarıyla, dünya genelinde toplam su ürünleri üretimi 182,8 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve bu üretimin %49'u yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir.

Çizelge 1.1. Dünya su ürünleri yetiştiricilik üretimi (ton) (FAO 2023).

Ülkeler	2015	2016	2017	2018	2019	2022
Çin	43.749.817	45 817 580	46 824 891	47.559.779	48.246 867	52.884.362
Hindistan	5.260.000	5.700.000	6.180.000	7.066 000	7.795.000	10.230.000
Endonezya	4.379.970	4.952.018	5.570.686	5.451.806	5.975.000	5.413.887
Vietnam	3.462.352	3.570.402	3.820.960	4.134.000	4.442.250	5.159.860
Bangladeş	2.060 408	2.203.554	2.333 352	2.405.416	2.488.600	2.731.070
Mısır	1.174 83	1.370.660	1.451.841	1.561.457	1.641.949	1.648.248
Norveç	1.380.839	1.326.157	1.308.485	1.354.941	1.452.926	1.552.430
Şili	1.045.790	1.035.254	1.202.948	1.266.054	1.384.704	1.508.576
Myanmar	997.306	1.017.614	1.048.692	1.130.350	1.082.141	1.197.078
Tayland	920.323	962.673	893.974	890.864	964.266	1.364.813
Diğer	3.795.205	3.895.818	4.165.384	4.260.430	4.579.567	12.089.890
Dünya	72.812.262	76.557.980	79.610.229	82.121.853	85.362.832	94.415.401

FAO'nun 2023 yılında yayımladığı rapor, dünya su ürünleri yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve gelecekteki eğilimleri hakkında önemli veriler sunmaktadır. 2021 yılı itibarıyla, dünya genelinde toplam su ürünleri üretimi 182,8 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve bu üretimin %49'u yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir.

Türkiye, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği konusunda dünya çapında önemli bir üretici konumundadır. Hem ekonomik hem de bilimsel açıdan bu alandaki çalışmalar, ülkenin su ürünleri sektörünün gelişimine katkıda bulunmaktadır. Sürdürülebilir üretim yöntemleri ve çevreyle dost tekniklerin benimsenmesi, sektörün geleceği için hayati önem taşımaktadır (Anonim 6).

Su Ürünleri Yetiştiriciliği için Uygunluk; Hem gökkuşağı alabalığı (*O. mykiss*) hem de büyük mersin balığı (*H. huso*) ağ kafeslerde yetiştiricilik için çok uygundur. Gökkuşağı alabalığı 10°C ile 20°C arasındaki sıcaklıklarda gelişen bir soğuk su türüdür. Mersin balığı, türüne bağlı olarak, daha geniş bir su sıcaklığı aralığını tolere edebilir ve bu da onu Türkiye'deki çeşitli bölgelere uyarlanabilir bir tür konumuna getirir.

Çizelge 1.2 incelendiğinde 2022 ve 2023 tarihli çizelgeye bakıldığında gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde %5,7 artış gözlenirken mersin balığı yetiştiriciliğinde gözle görülür bir değişim yoktur.

Çizelge 1.2. Türkiye su ürünleri üretiminde türlere göre pay değişimleri (TÜİK 2023)

Yetiştiricilik ürünleri	2022	Pay Oranı (%)	2023	Pay Oranı (%)	Değişim (%)
Alabalık (Gökkuşağı)	144.347	28,0	152.566	27,5	5,7
Alabalık (Salmo sp.)	1.302	0,3	1.440	0,3	10,6
Aynalı sazan	293	0,1	216	0,0	-26,3
Mersin balığı	1	0,0	1	0	0,0

Çizelge 1.2 incelendiğinde 2022 ve 2023 tarihli çizelgeye bakıldığında gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde %5,7 artış gözlenirken mersin balığı yetiştiriciliğinde gözle görülür bir değişim yoktur.

2019 yılında 177,9 milyon ton su ürünleri üretimi gerçekleştiği ve bunun 85 milyon tonunun (%48) yetiştiricilikten elde edildiği görülmektedir. Dünyadaki su ürünleri yetiştiricilik üretiminin 32 milyon tonu denizlerden ve 53 milyon tonu ise iç sulardan sağlanmaktadır (Anonymus 6).

Su ürünleri üretimi küresel bağlamda 2018 yılından ile 177 milyon ton üzerinde bir değere ulaşmıştır ve bu toplam değer içerisindeki 85.3 milyon tonluk payı su ürünleri yetiştiriciliği oluşturmuştur. Su ürünleri alanında dünya geneli üretimde avcılık üretim miktarı durağanlığa yakın bir seyir sürdürdüğü gösterirken, 1980’li yıllardan beri yetiştiriciliğin payı ise her yıl artış göstermeye devam etmiştir. 2021 yılı için Birleşmiş Milletler’in Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre (FAO) su ürünleri alanındaki dünya geneli üretimin 182 milyon tonlara eriştiği bildirilmektedir. Bu üretimin avcılıktan 91,2 milyon tonu elde edilirken, 90,8 milyon tonu ise yetiştiricilikten elde edilmiştir (Aktop 2024). Söz konusu bu durum 2010 yılı ve 2020 yılları arasındaki dünya su ürünleri üretimi FAO verileri Çizelge 1.3.’de gösterilmiştir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, türlerin biyolojik gereksinimleri kadar, üretim sistemlerinin etkinliği de büyük önem taşımaktadır. Gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı gibi türlerin ağ kafeslerde yetiştiriciliğe uygun olması, bu yöntemin yaygın olarak tercih edilmesini sağlamaktadır. Ancak, yetiştiricilikte verimliliği artırmak ve sürdürülebilirliği sağlamak için geleneksel yöntemlerin yanı sıra modern teknolojilere dayalı alternatif sistemler de değerlendirilmektedir. Özellikle su kalitesinin korunması, hastalıkların önlenmesi ve çevresel etkilerin azaltılması açısından ileri yetiştiricilik teknikleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, türlerin biyolojik gereksinimleri kadar, üretim sistemlerinin etkinliği de büyük önem taşımaktadır. Gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı gibi türlerin ağ kafeslerde yetiştiriciliğe uygun olması, bu yöntemin yaygın olarak tercih edilmesini sağlamaktadır.

Çizelge 1.3. Dünya su ürünleri üretim miktarı (ton) (FAO 2023)

Dünya Su Ürünleri Üretimi							
Yıllar	Avcılık Üretimi (Ton)			Yetiştiricilik Üretimi (Ton)			Toplam
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2010	76.278.358	10.863.861	87.142.219	21.861.535	35.945.661	57.807.196	144.949.415
2011	81.136.060	10.502.636	91.638.696	22.737.131	37.105.127	59.842.258	151.480.954
2012	77.767.502	10.881.090	88.648.592	23.925.870	39.576.434	63.502.304	152.150.896
2013	78.832.286	10.915.515	89.747.801	24.855.137	42.130.065	66.985.202	156.733.003
2014	79.349.911	11.045.110	90.395.021	26.225.099	44.329.027	70.554.126	160.949.147
2015	80.521.369	11.149.469	91.670.838	27.039.998	45.772.262	72.812.260	164.483.098
2016	78.285.821	11.365.442	89.651.263	28.578.979	47.978.996	76.557.975	166.209.238
2017	81.222.361	11.908.155	93.130.516	30.055.941	49.554.288	79.610.229	172.740.745
2018	84.421.966	12.021.387	96.443.353	30.782.285	51.339.568	82.121.853	178.565.206
2019	80.419.970	12.098.653	92.508.623	32.060.104	53.302.727	85.362.832	177.871.455
2020	78.790.000	11.470.000	90.265.933	33.000.000	54.000.000	87.502.609	177.768.543

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, türlerin biyolojik gereksinimleri kadar, üretim sistemlerinin etkinliği de büyük önem taşımaktadır. Gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı gibi türlerin ağ kafeslerde yetiştiriciliğe uygun olması, bu yöntemin yaygın olarak tercih edilmesini sağlamaktadır. Ancak, yetiştiricilikte verimliliği artırmak ve sürdürülebilirliği sağlamak için geleneksel yöntemlerin yanı sıra modern teknolojilere dayalı alternatif sistemler de değerlendirilmektedir. Özellikle su kalitesinin korunması, hastalıkların önlenmesi ve çevresel etkilerin azaltılması açısından ileri yetiştiricilik teknikleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Türkiye’de su ürünleri üretimi geçmişe bakıldığında avcılık ile yapılmasına karşın, su ürünleri yetiştiriciliğinin üretimdeki payı ise son yıllarda artış göstermektedir. Türkiye’de özellikle son dönemlerde yetiştiricilik sistemlerinde kayda değer gelişmeler yaşanmış, denizlerdeki balık çiftlikleri açık ve derin sulara taşınmıştır. Bu nedenle buradaki şartlara elverişli yeni tekniklerin kullanılması zorunlu kılınmıştır. Böylece ağ sistemlerinde, kafes boyutlarında ve yapılarında, yemleme sistemlerinde dünyadaki standartların üzerinde teknolojiler uygulanarak iyileştirmeler yapılmıştır (Anonim 12). TÜİK 2024 verilerine göre Türkiye su ürünleri üretim miktarı, Çizelge 1.4’de verilmiştir.

Çizelge 1.4. Türkiye su ürünleri üretim miktarı (ton) (TÜİK 2024)

Yıllar	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460.521	42.824	503.345	35.646	43.385	79.031	582.376
2005	380.381	46.115	426.496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488.966	44.082	533.048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589.129	43.321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453.113	41.011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425.046	39.187	464.233	82.481	76.248	158.729	622.962
2010	445.680	40.259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477.658	37.097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396.322	36.120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339.047	35.074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266.078	36.134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397.731	34.176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241
2016	301.464	33.856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715
2017	322.173	32.145	354.318	172.492	104.010	276.502	630.820
2018	283.955	30.139	314.094	209.370	105.167	314.537	628.631
2019	431.572	31.596	463.168	256.930	116.426	373.356	836.524
2020	331.281	33.119	364.400	293.175	128.236	421.411	785.811
2021	295.018	33.140	328.158	335.644	136.042	471.686	799.844
2022	301.747	33.256	335.003	368.742	146.063	514.805	849.808
2023	420.527	33.532	454.059	399.529	156.758	556.287	1.010.346

Çizelge 1.4'e bakıldığında, Türkiye'de su ürünleri üretiminin 2020 yılında 2019 yılına göre %6 oranında bir azalmanın olduğu görülmektedir. Yine 2020 yılında avcılıkla gerçekleştirilen üretimin 2019 yılına göre %21 oranla düşerek 364 bin 400 ton olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu azalışların nedeni ise Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Doğu Karadeniz Bölgesi'nde hamsi anaçlarını koruma altına alarak av sezonunda hamsi avcılığını durdurmasıdır. Balık yetiştiriciliğine bakıldığında ise 2020 yılında bir önceki yıla göre %13 oranında bir artışla 421 bin 411 ton olarak gerçekleştiği dikkati çekmektedir (Aktop 2024).

Her iki türün de özel beslenme gereksinimleri vardır. Gökkuşuğu alabalığı öncelikle peletlenmiş ticari yemlerle beslenirken, mersin balığı genellikle balık unu ve yüksek kaliteli protein kaynakları içeren özel diyetler gerektirir. Yem maliyetleri her iki durumda da karlılığı önemli ölçüde etkileyebilir.

Gökkuşığı alabalığı genellikle mersin balığına kıyasla daha hızlı bir büyüme oranına sahiptir ve bu da pazar büyüklüğüne ulaşmak için gereken süreyi etkileyebilir. Daha hızlı büyüme, alabalık yetiştiriciliği için daha hızlı yatırım getirisi sağlayabilir. Her iki tür de çeşitli hastalıklara ve parazitlere karşı hassas olabilir. Hastalık yönetimi uygulamaları, su kalitesinin izlenmesi ve veterinerlik hizmetleri sağlıklı stokların korunması için gereklidir. Ağ kafes yetiştiriciliğinin atık birikimi ve potansiyel kaçışların yabani popülasyonları etkilemesi gibi çevresel etkileri olabilir.

Bu tez çalışması, Fırat Nehri'nde ağ kafeslerde gökkuşığı alabalığı (*O.mykiss*) ve mersin balığı (*H.huso*) yetiştiriciliğinin teknik ve ekonomik açıdan detaylı bir analizini yapmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel hedefi, bu iki türün yetiştiriciliğini optimize etmek için uygulanabilir stratejiler önermek, ekonomik karlılık ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirmeler yaparak sektöre yol göstermektir. Aynı zamanda, sektördeki teknik gelişmeleri inceleyerek, bu alanda akademik literatüre katkı sağlamak da çalışmanın bir diğer hedefidir. Bu bağlamda, tez çalışmasının bulgularının hem uygulamacılara hem de politika yapıcılara yol gösterici nitelikte olması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Gökkuşığı Alabalığının(*Oncorhynchus mykiss*)Biyolojisi

Gökkuşığı alabalığı ekonomik değeri yüksek bir tür olup dünya genelinde üretimi yapılan bir balık türüdür. Bu tür 25,4 kg ağırlığa ve 120 cm boya erişebildikleri bildirilmiş ve sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir (Froese ve Pauly 2009; Woynarovich vd. 2011;).

Alem: *Animalia*

Şube : *Chordata*

Sınıf : *Actinopterygii*

Takım : *Salmoniformes*

Aile : *Salmonidae*

Cins : *Oncorhynchus*

Tür : *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792)

Sistematikte alabalık olarak adlandırılan türler *Salmonidae* familyası içinde yer almakta, yağ yüzgecine sahip olmaları ile birçok türden kolayca ayrılabilir. Türkiye’de gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği üzerine yapılan akademik çalışmalar, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi, hastalık yönetimi, genetik çeşitliliğin artırılması ve pazar dinamiklerinin anlaşılması gibi konuları kapsamaktadır. Bu çalışmalar, üretim ve ekonomik göstergelerin incelenmesinden, yetiştiricilik işletmelerinin sosyo-demografik özelliklerine kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır (Kuzucu 2017).

Gökkuşığı alabalığı, soğuk ve temiz akarsularda doğal olarak yaşayan bir türdür. Ancak yetiştiricilikte, kontrollü koşullarda büyütülerek ticari amaçlı olarak dağıtılmaktadır. Bu tür, hızlı büyüme potansiyeli, sağlam et yapısı ve lezzetli eti nedeniyle dünya genelinde tercih edilen bir akvakültür türüdür. *O. mykiss*, Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe önemli bir yere sahip olan bir türdür. Hem ticari hem de rekreasyonel balıkçılık açısından büyük öneme sahip olan bu türün yetiştiriciliği, Türkiye’deki su kaynakları yönetimi ve ekonomik kalkınma için kritik bir rol oynamaktadır. Gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliği için en uygun yöntemlerden biri, ağ kafes sistemleridir. Ağ kafesler, doğal su kaynaklarında veya denizlerde yüzen yapılar aracılığıyla balıkların kontrollü bir şekilde büyütüldüğü sistemlerdir. Bu sistemlerin kullanımı, su kalitesinin izlenmesini ve çevresel etkilerin minimize edilmesini sağlar

Gökkuşığı alabalığının anavatanı, Kuzey Pasifik Okyanusu çevresindeki bölgelerdir. Alaska, Aleutlar ve Batı Pasifik boyunca Güney Kaliforniya, Kamçatka Yarımadası ve Okhotska Denizi drenajlarının alanları, gökkuşığı alabalığının en sık görüldüğü doğal ortamlarıdır. Kuzey Pasifik’in doğusunda ve batısında tatlı sularda yaşayan gökkuşığı alabalığı sürüleri bulunmaktadır (Froese and Pauly, 2023). Bu balık türü 1870’li yıllarda ilk kez ABD’nin Kaliforniya eyaletinde yetiştirilmeye başlanmış

başta sportif balıkçılığın desteklenmesi amaçlanmış olsa da doğadaki balık popülasyonlarının ve bunların arttırılmasının hedeflenmesine yönelik yetiştiricilik çalışmaları 1880’li yıllarda Avrupa’da daha sonrada 1970’li yıllarda ülkemizde başarılı bir şekilde sürdürülmüştür (Emre ve Kürüm 2007).

Gökkuşağı alabalığının yetiştiricilikte tercih edilme sebepleri kolay döl alımı çevre koşullarının yanı sıra hastalıklara karşı dayanıklılığı, yem değerlendirmesinin yüksek oluşu ve ağırlık artışının iyi olması şeklinde sıralanmaktadır (Aras vd. 2000), (Tekelioğlu 2000; Çağıltay 2011;Woynarovich at al. 2011).

Çizelge 2.1. Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği su kalitesi kriterleri (Aydın 2009)

Parametre	Sınır Değeri
Sıcaklık	13-20 °C’a kadar
Oksijen	7 mg/l ve üzeri
pH	5,5-8,5
Asit Bağlama Kapasitesi (SBV)	1,5Vol/m ³ ’ün üstünde
Ammonium	1,5Vol/m ₃ ’ün üstünde
Demir, toplam	0,5 mg/l’t’e kadar
Nitrit	0,2 mg/l’t’e kadar
Nitrat	10 mg/l’t’e kadar
Potasyum permanganat tüketimi(KMnO ₄)	40 mg/l’t’e kadar
Kimyasal Oksijen Gereksinimi	40 mg/l’t’e kadar
Biyokimyasal Oksijen Gereksinimi	15 mg/l’t’e kadar
Oksijen Tüketimi	6 mg/l’t’e kadar
Serbest CO ₂ (Larvalar İçin)	15 ppm/l’t’nin altında
Serbest CO ₂ (Sofralık Balıklar İçin)	30 ppm/l’t’nin altında

Yetiştiricilik çalışmalarında önceleri Asya, Avrupa, Güney Amerika’nın yanı sıra Balkanlar, Avusturalya ve Afrika’ da dahil etmek suretiyle neredeyse dünyanın 82’den fazla ülkesinde bu balık türünün yetiştiriciliği yapılmaktadır (Adeli and Baghaei, 2013).

Bu türü üreten ülkeler arasında İran'ın yanı sıra Şili, Norveç, Türkiye, İtalya ve Peru yer almaktadır. Söz konusu ülkelerdeki gökkuşağı alabalığı üretimi toplam üretimin %64'üne denk gelmektedir,(Singh at al. 2001).

Bu türü üreten ülkeler arasında İran'ın yanı sıra Şili, Norveç, Türkiye, İtalya ve Peru yer almaktadır. Söz konusu ülkelerdeki gökkuşağı alabalığı üretimi toplam üretimin %64'üne denk gelmektedir,(Singh at al. 2001).

Yüksek oksijenli sulara ihtiyaç duyarlar. Oksijen seviyesi 7 mg/l'tnin üzerinde olmalıdır. Sularının ideal sıcaklıkları 13-20°C olarak belirtilmektedir. İdeal pH değeri 5.5-8.5 aralığında olmalıdır. Nitrit miktarı 0.2 mg/l't'e kadar ve nitrat miktarı ise 10 mg/l't'e kadar olmalıdır. Türün yetiştiriciliği için diğer su kriterleri Çizelge 2.1'de verilmiştir (Aydın 2009).

Türkiye'deki gökkuşağı alabalığı çiftlikleri için yem kalitesine ve su koşullarına bağlı olarak 1,2 ila 1,5 arasında değişen FCR değerleri bildirmektedir. Ayrıca, uygun bir karşılaştırmaya olanak tanıyan benzer işletmeler için fayda-maliyet oranları da sağlamaktadırlar. Örneğin, ağ kafes sistemleri için ortalama 1,3 FCR ve verimli çiftlikler için %25-35'lik bir fayda-maliyet oranı belirtmektedirler.(Taban ve Çelikkale 2001).

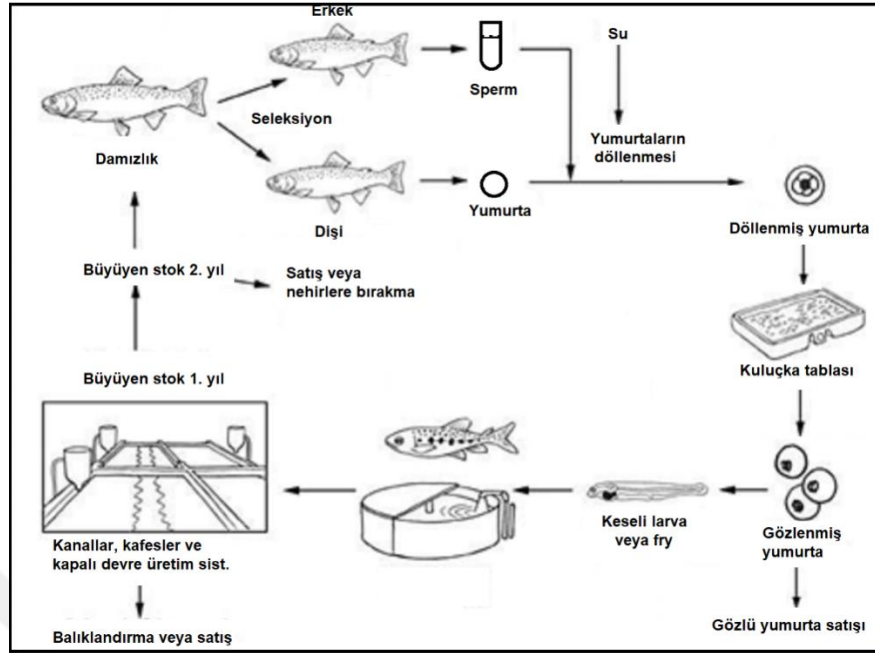
2.2. Gökkuşağı Alabalığının Yetiştiriciliği

O.mykiss, yumurtlamak için tatlı suya göç eden anadrom bir balıktır. Yetiştiricilik için uygun olan balıklar, denizden nehir ağızlarına yakın yerlerde yakalanır. Yakalanan balıkların cinsiyeti, yaşları ve olgunluk durumları belirlenir. Olgunlaşmış dişi ve erkek balıklar, yumurta ve sperm almak için hipofiz enjeksiyonu ile uyarılır. *O.mykiss* 8-12°C'de olgunlaşır. Yumurta ve sperm alındıktan sonra, döllenme yapay olarak gerçekleştirilir. Döllenmiş yumurtalar, uygun sıcaklık, oksijen ve akıntı koşullarına sahip kuluçka tanklarında inkübe edilir. Yumurtalar, 10-12°C civarındaki sıcaklıkta 20-30 gün içinde çatlar ve içlerinden yavrular çıkar(Aydın 2009).

Şekil 2.1.'de görüldüğü üzere yumurtadan çıkan yavrular büyük yumurta kesesine sahiptirler ve tüm enerji ve besin ihtiyaçlarını buradan karşılarlar. 10°C'de yaklaşık 20 gün ve 15°C'de, 10 günde bu kese kaybolur ve bu aşamadan sonra, gökkuşağı alabalığı su yüzeyinde yiyecek aramak için çakıl ve kumların içinden çıkmaya başlar (Özgür 2009).

Fırat Nehri kıyısında bulunan kuluçkahanelerde, yüksek kaliteli yavru üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu tesisler, modern teknoloji ve bilimsel araştırmalarla desteklenerek, sağlıklı ve verimli bir üretim süreci sağlar.Kuluçka evinin büyüklüğü döllenmiş yumurta miktarı ve kullanılan kuluçka gereçlerinin tipine bağlıdır. Orta büyüklükte bir kuluçka evinin su gereksinimi saniyede 3-5 litredir (Kuzucu 2017).

Döllenmiş yumurtaların kuluçka işleminin yapılacağı kuluçkahane verilecek suyun kalitesine dikkat etmek büyük önem taşır. Alabalık yumurtalarının kuluçkası ve larvaların ihtiyaçları için mümkün olduğunca temiz ve kirlenmemiş su kullanılmalıdır. Bu nedenle, kuluçka evine verilen suyun önceden filtre edilmesi faydalı olacaktır. Kuluçkahane büyüklüğü, döllenmiş yumurta miktarına ve kullanılan kuluçka ekipmanının türüne bağlıdır(Aydın 2015).



Şekil 2.1. Gökkuşáğı alabalığı üretim şeması (Leitritz and lewis 1980).(Anonymus 7).

Döllenmiş yumurtaların kuluçka işleminin yapılacağı kuluçkahane verilecek suyun kalitesine dikkat etmek büyük önem taşır. Alabalık yumurtalarının kuluçkası ve larvaların ihtiyaçları için mümkün olduğunca temiz ve kirlenmemiş su kullanılmalıdır. Bu nedenle, kuluçka evine verilen suyun önceden filtre edilmesi faydalı olacaktır. Kuluçkahane büyüklüğü, döllenmiş yumurta miktarına ve kullanılan kuluçka ekipmanının türüne bağlıdır(Aydın 2015).

Yumurtadan çıktıktan bir hafta sonra larva halindeki yavrular beslenmeye başlar. Yavrular, ilk aylarda canlı yemlerle (*artemia*, *zooplankton*, vb.) beslenir. Daha sonra, yem taneleri, küçük balıklar ve omurgasızlar gibi yapay yemlere alıştırılır. Yavrular, kuluçkahanelerden sonra büyüme havuzlarına transfer edilir. Bu havuzlar, balıkların büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan geniş alanı ve besin kaynaklarını sunar (Subasinghe at al. 2009).

Yavrular, büyüklüklerine göre sınıflandırılır ve farklı büyüme havuzlarına aktarılır. Büyüme havuzlarının su kalitesi, sıcaklığı, oksijeni, pH'ı, tuzluluğu ve akıntısı düzenli olarak kontrol edilir. Balıkların sağlığı, hastalık ve parazitlere karşı izlenir ve gerekli tedaviler uygulanır. Balıklar, ortalama 2-3 yıl içinde cinsel olgunluğa ulaşır (Karaman 2012).

Dişiler 2000 yumurta/kg vücut ağırlığına kadar üretebilmektedir. Yumurtaların çapı yaklaşık 3-7 mm büyüklüktedir. Balıkların çoğu ilkbaharda yalnızca bir kez yumurtlar, ancak seçici üreme ve fotoperiyot ayarlaması, daha erken olgunlaşabilen ve tüm yıl boyunca yumurtlayabilen kuluçkahane tesisleri geliştirilmiştir. Gökkuşáğı alabalıkları, kültür sistemlerinde doğal olarak yumurtlamaz; bu nedenle larvalar, ya bir kuluçkahanede suni yumurtlama yoluyla ya da yabani stoklardan yumurta toplayarak elde

edilmektedir. Kuluçka başarısı genel olarak %95'tir. Balıklar yumurtadan çıktıklarında büyük bir yumurta sarısına sahiptirler. Bu yumurta sarısı, onları ilk beslenmeye kadar besler. Besleme sürecinin ilk 7-10 günü ise ortama sürekli yem takviyesi yapılır. Balık büyüdükçe beslenme sıklığı azalır ve daha büyük havuzlara veya dairesel tanklara aktarılır. Balıklar 15-20 grama ulaştığında hasada kadar bu ortamlarda stoklanırlar. 6-7 aylık yetiştirmeden sonra ABD'de balıklar yaklaşık 500- 600 gr ve Avrupa'da 1-1.5 kg olacak şekilde hasat edilirler. Deniz ağ kafeslerinde yetiştirilen balıklar ise 2.5-3.5 kg'da hasat edilir (Anonymus 6), (Woynarovich at al. 2011).

Balıklar, cinsel olgunluğa ulaştıklarında, havyar veya et için hasat edilir. Havyar için hasat edilen balıkların karın bölgesi nazıkçe sıkılır ve yumurtaların olgunlaşma durumu kontrol edilir. Olgunlaşmış yumurtalar, balığın karın boşluğundan cerrahi olarak çıkarılır. Yumurtalar, tuzlanır, süzülür ve ambalajlanır. Et için hasat edilen balıkların ise başı, kuyruğu ve iç organları çıkarılır. Et, fileto haline getirilir veya bütün olarak satılır (Bledsoe at al. 2003).

2.3. Gökkuşığı Alabalığı Çiftliklerinin Yapısal ve Teknik Özellikleri

Gökkuşığı alabalığını, yetiştiricilik için tercih edilme sebebinin balığın farklı özelliklerinden ileri geldiği bildirilmiştir. Bu özelliklerden biri, gökkuşığı alabalığından yumurta almanın kolay olmasıdır. Yavrularının beslenmesi, diğer tatlı su balıklarının çoğuna kıyasla çok daha kolaydır. Özellikle ilk beslemede bile hazırlanan pelet yemlerle beslenebilmektedirler. Öte yandan gökkuşığı alabalığının gelişimi hızlıdır ve yoğun bir pazar talebi vardır. Gökkuşığı alabalığının son bir özelliği ise yumurtlama zamanlarının foto periyot uygulaması ile manipüle edilebilmesidir. Daha açık bir ifade ile gerekli ışık ayarlamaları ile yumurtlama dönemlerinde devamlılık arz edebilmektedir. Bu sayede, gökkuşığı alabalığı çiftliklerinden pazarlara yıl boyunca taze balık tedarik edilebilmesi mümkün kılınmıştır (Atasever ve Bozkurt 2015), (Korkut vd. 2016).

Okumuş ve Çelikkale (1999) gökkuşığı alabalığı yetiştiriciliğinde çevresel faktörleri incelemiş ve 7 mg/L oksijenin ideal olduğunu, ancak 5-6 mg/L kadar düşük seviyelerin düşük stok yoğunluğu ve yüksek su akışına sahip iyi yönetilen sistemlerde (örneğin, ağ kafesler) büyümeyi destekleyebileceğini belirtmişlerdir. 5 mg/L'nin minimum eşik olduğunu, optimum olmadığını, ancak belirli koşullar altında uygulanabilir olduğunu vurgulamaktadırlar.

Gökkuşığı alabalığı yetiştirme sistemleri tüm dünyada genel itibariyle benzerdir. Balıkların stoklama yoğunlukları toprak veya beton kanallarda akan suda, su akışına ve sıcaklık ve çözünmüş oksijen içeriği gibi bazı su kalitesi kriterlerine bağlı olarak tüm dünyada benzer standartlara sahiptir. Su akışı genellikle yerçekimi tarafından yönlendirilir, ancak istenirse, yapay su akışı sistemleri de kurulabilmektedir. Ancak yapay su akışı sistemlerinin kuruluşu, doğal sistemlere nazaran daha maliyetlidir. Idaho'daki ilk tesiste düzenlenen standartlar doğrultusunda, tipik yetiştirme yoğunlukları litrede 1,8 kg iken daha sonraları bu yoğunluk litrede 9,6 kg'a kadar çıkmıştır. Bunun dışında İtalya'daki gökkuşığı alabalığı çiftliğinde ise, 1000 m'den uzun, geniş, sığ gibi görünen toprak kanallar, alabalık yetiştirmek için kullanılmaktadır (Woynarovich at al. 2011).

Günümüzde gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan tesislerde beslenme ve çevre koşulları en uygun limitler içerisinde ayarlanmaya çalışılmaktadır. Toplu bir şekilde yetiştirilen alabalıklara dengeli ve yeterli beslenmenin yapılması oldukça önemlidir. Çünkü alabalıkların üremeleri, büyüklüğü, renkleri ve gelişimleri aldıkları gıdalara göre değişim göstermektedir (Aydın 2015).

Çizelge 2.2. İşletmelerde kullanılan alabalık yemlerinin boyutlarına göre içerikleri (Profeed)

Besin değerleri	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm
Ham Protein %	46	44	44	44	48	48	48
Ham Yağ %	14	16	16	16	13	13	13
Ham Kül %	11	11	11	11	11	11	11
Ham Lif %	2	2	2	2	2	2	2
NFE	20	20	19	19	19	19	19
Brüt Enerji (Mj/kg)	4730	4730	4977	4977	4977	4977	4977
Sindirebilir Enerji (Mj/kg)	3700	3700	3955	3955	3955	3955	3955
DP / DE (Mj/kg)	26,79	26,79	23,25	23,25	23,25	23,25	23,25
Vitamin A (IU)	18000	18000	18000	18000	18000	18000	18000
Vitamin D (IU)	3750	3750	3750	3750	3750	3750	3750
Vitamin E (mg)	400	400	400	400	400	400	400
Vitamin C (mg)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Alabalık gıdaları da diğer sıcakkanlı hayvanlardaki gibi yağ, protein, mineral ve karbonhidrat gibi maddelerden oluşmaktadır. Özellikle Vitamin B1 ve B2 yokluğunda ya da eksikliğinde balıklarda mide barsak ve sinir sistemi bozuklukları başta olmak üzere gelişim geriliği, iştahsızlık ve sonuçta ölümler görülebileceği için bu vitaminlerin varlığına özellikle dikkat edilmektedir. Ayrıca, gökkuşağı alabalıklarının larvalarının yemlerinde %40, yavru yemlerinde %30 ve sofralık balıkların yemlerinde ise %30 protein bulunmaktadır. Çizelge 2.2 ve 2.3’de Türkiye’de tanınmış bazı firmaların (Abalıoğlu ve Profeed) ürettikleri alabalık ve Mersin balığı besi yemlerinin içerikleri görülmektedir.

Türkiye, su ürünleri yetiştiriciliği konusunda zengin bir potansiyele sahip olup, özellikle gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği, ülkenin su ürünleri sektöründe önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye’deki gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin coğrafî dağılımı, ekonomik boyutları ve bu alanda yapılan akademik çalışmalar literatürde yer almaktadır(Kuzucu 2017). Özellikle Elazığ, Gaziantep, Sinop, Samsun, Trabzon ve Şanlıurfa illeri bu alanda öne çıkmaktadır. Bu illerdeki yetiştiricilik faaliyetleri, hem iç sularda hem de denizel ağ kafes işletmelerinde gerçekleştirilmektedir. “Türk Somonu”

olarak da bilinen gökkuşağı alabalığı, iç piyasa ve ihracat ürünü olarak değerlendirilmektedir(Kuzucu 2017).

Çizelge 2.3. *Huso Huso* Yemi Besin Değerleri (Abaloğlu)

Ham Protein	%45-50
Ham Yağ	%15-25
Selüloz	%5
Karbonhidrat (NFE)	%20
Kül	%8-12
Enerji	18-22 MJ/kg
Kalsiyum	%1-2
Vitamin	%1-2

Türkiye, su ürünleri yetiştiriciliği konusunda zengin bir potansiyele sahip olup, özellikle gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği, ülkenin su ürünleri sektöründe önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye’deki gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin coğrafi dağılımı, ekonomik boyutları ve bu alanda yapılan akademik çalışmalar literatürde yer almaktadır(Kuzucu 2017). Özellikle Elazığ, Gaziantep, Sinop, Samsun, Trabzon ve Şanlıurfa illeri bu alanda öne çıkmaktadır. Bu illerdeki yetiştiricilik faaliyetleri, hem iç sularda hem de denizel ağ kafes işletmelerinde gerçekleştirilmektedir. “Türk Somonu” olarak da bilinen gökkuşağı alabalığı, iç piyasa ve ihracat ürünü olarak değerlendirilmektedir(Kuzucu 2017).

Ülkemiz alabalık yetiştiriciliğine uygun olan akarsular bakımından zengin bir coğrafyada yer almaktadır. Dönemsel barajlar dört mevsim barajlar. Atatürk barajı125 ton /yıl(bayındır alabalık) alabalık ve somon porsiyonluk,canlı(keban ve karadenize canlı sevk), ihracat amaçlı somon yılın 12 ayı üretim yapmaktadır. Somon üretimine olonak tanır. Kötü yönü alan ve derinlik sorunu var (Anonim 5).

Aşağı fırat havzasındaki Somon çiftlikleri ile yapılan bir çalışmada Baraj Gölü’nde 28 ağ kafes işletmesi faaliyet göstermektedir; bunlardan 17’si Şanlıurfa, 11’i ise Gaziantep illerinde yer almaktadır. Ayrıca havzada 2 kuluçkahane bulunmaktadır. Yapılan anketlerde, bazı işletmelerin ekonomik nedenlerle faaliyetlerini durdurduğu belirlenmiştir. İşletmelerin ilçe merkezlerine uzaklıkları 5 km ile 36 km arasında değişirken, il merkezlerine en uzak olan işletme 130 km uzaklıktadır. Tüm işletmelerin ağ kafesleri, bağlı oldukları il müdürlüklerinden kiralanan su alanlarında faaliyet göstermektedir. (Kuzucu 2017).

Beş işletme karada özel mülk alanlarda bulunurken, diğerleri kıydan hazine arazisi kiralamaktadır. 23 işletme besi, 5 işletme ise kombine üretim yapmaktadır. Yavru temini ve üretim modeliyle ilgili zorluklar yaşanmaktadır. İşletmelerin idari binaları, ortalama 96,1 m², yem depoları ise ortalama 139,6 m² büyüklüğündedir. Sadece 4 işletmede bekçi kulübesi bulunmakta, bunlar 10-30 m² arasında değişen alanlara sahiptir.

Şanlıurfa'daki 2 işletmede perakende satış alanları mevcuttur. Havzadaki işletmelerin toplam bina alanı ortalaması 359,8 m²'dir. Çoğu işletme 12-20 m çapında off-shore kafes kullanırken, 3 işletme metal çerçeveli kare kafes kullanmaktadır. Metal kafeslerin korozyon ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı düşüktür. İşletmelerin ortalama kafes sayısı 23 olup, küçük ölçekli işletmelerde teknik personel istihdamı yokken, büyük işletmelerde birden fazla teknik personel çalışmaktadır. Havzada toplam 17 su ürünleri mühendisi istihdam edilmektedir (Kuzucu 2017).



Şekil 2.2. Fırat Baraj gölünde faaliyet gösteren 1.nolu tesis

O.mykiss, hem ticari hem de rekreasyonel balıkçılık açısından büyük öneme sahip olan bu türün yetiştiriciliği, Türkiye'deki su kaynakları yönetimi ve ekonomik kalkınma için kritik bir rol oynamaktadır. Gökkuşuğu alabalığı 10°C ile 20°C arasındaki sıcaklıklarda gelişen bir soğuk su türüdür. Çevresel koşullara hızlı adapte olur. Aktif yem alımı sayesinde hızlı büyüme gösterir. Türkiye iç sularında yetiştiriciliğe uygun bir türdür (Çakmak vd. 2024).



Şekil 2.3. Aşağı Fırat havzasında bulunan 1.nolu alabalık üretim tesisi

Alabalığın ticari üretiminde başlangıçta toprak ve beton havuz yetiştiriciliği oldukça yaygın üretim yöntemi iken, günümüzde açık deniz kafes sistemlerinde yüksek kapasitede üretim yapılmaktadır (Ateş ve Atar 2012).

Kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinin geçmişi çok eski değildir. Ülkemizde ilk olarak basit ahşap kafeslerin kullanımı ile başlayan kafeslerde alabalık yetiştiriciliği, günümüzde açık deniz kafes sistemleri olarak bilinen HDPE yapıda borulardan oluşturulmuş kafeslerde yapılan yetiştiricilikle sürmektedir. Açık deniz kafes sistemleri baraj, göl, gölet ve denizde üretim için ideal sistemlerdir. Birim hacimde üretim miktarı 30 kg'ın üzerinde olabilen bu sistemlerde alabalık hem daha kısa sürede büyümekte, hem de 2 kg ve üzeri balıkların üretimine imkan sağlamaktadır. Alabalık yetiştiriciliğinde polyester tanklar da kullanılmaktadır. Genellikle kapalı devre yetiştiricilik ve yavru üretim amacıyla kullanılan bu tanklarda ülkemizde porsiyonluk balık üretimi yapılmamaktadır. Avrupa'da ve gelişmiş ülkelerde porsiyonluk alabalık kapalı devre sistemlerde ve polyester tanklarda yapılmaktadır. Ancak ülkemizde ticari anlamda böyle bir yetiştiricilik işletmesi bulunmamaktadır. Ülkemizde alabalık yetiştiriciliği kafeslerde veya akışkan sistemlerde yapılmaktadır (Doğan 2023).



Şekil 2.4. Havyar ve et için hasat edilen Gökkuşaağı alabalığı

2.4. Gökkuşaağı Alabalığı Yetiştiriciliğinin Ekonomik ve Teknik Analizi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Çetin ve Bilgüven (1991), Güney Marmara bölgesinde faaliyet gösteren Gökkuşaağı Alabalığı üretim işletmelerini yapısal ve ekonomik açıdan incelemiş ve işletmelerin %50'sinin dere suyu, %30'unun kaynak suyu, %10'unun artezyen suyu, kalan %10'unun ise hem kaynak hem de dere suyunu kullandığını tespit etmiştir.

Yavuz vd. (1995), Erzurum'daki alabalık işletmelerini analiz ederek, işletmelerin aktif sermayesinin %53,2'sinin balık, %35,4'ünün ise bina ve havuz giderlerinden oluştuğunu, işletme maliyetlerinin %63,4'lük kısmını yem maliyetlerinin oluşturduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, sorunların çözümünde kooperatifleşmenin önemine değinmişlerdir.

Türkiye'de gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde üretim maliyetleri, toplam giderlerin büyük bir kısmını oluşturur. Yem maliyetleri, toplam giderlerin yaklaşık %70-80'ini kapsarken, işçilik giderleri %10-15'lik bir paya sahiptir; kalan giderler ise enerji, yavru balık temini ve bakım maliyetlerinden oluşur. İşletme ölçeğine bağlı olarak, küçük ölçekli tesislerde birim üretim maliyeti daha yüksekken, büyük ölçekli tesislerde ölçek ekonomisi sayesinde maliyetler düşmektedir. Yem

dönüşüm oranı (FCR), 1,1-1,3 arasında değişmekte ve ekonomik verimliliği doğrudan etkilemektedir. Yem maliyetlerinin etkin yönetimi, işletmelerin karlılığını artırmada temel bir unsurdur (Rad 1999).

Türkiye'deki gökkuşağı alabalığı çiftçiliğinin ekonomik yapısını, pazar talebi eğilimleri de dahil olmak üzere analiz ediyor. Gökkuşağı alabalığının Türkiye'nin tatlı su su ürünleri üretiminin yaklaşık %80'ini oluşturduğunu ve uygun fiyatlı olması ve mutfak çeşitliliği (örneğin, restoranlarda ve perakendede) nedeniyle güçlü bir iç talebe sahip olduğunu bildiriyorlar. Ayrıca, Türkiye'de kişi başına düşen balık tüketiminde istikrarlı bir artış olduğunu belirterek yıllık tüketim eğilimlerini de ölçüyorlar (Korkut vd. 2016).

Gökkuşağı alabalığı işletmelerinin gelirleri, porsiyonluk balık (200-250 g), filetoluk balık (400-600 g) ve Türk Somonu (3000 g) satışlarından elde edilmektedir. 1990'lı yıllarda Türkiye'de iç piyasa talebi ağırlıklı olarak porsiyonluk balığa yönelik olmuş, ihracata yönelik Türk Somonu üretimi ise sınırlı kalmıştır. İşletmelerin Fayda-maliyet oranı genellikle 1,2-1,5 arasında olup, bu oran büyük ölçekli işletmelerde ve denizel ağ kafes sistemlerinde daha yüksektir. Bununla birlikte, uzun üretim süreleri ve piyasa fiyatlarındaki dalgalanmalar, özellikle küçük ölçekli işletmelerin karlılığını olumsuz yönde etkilemektedir (Rad 1999).

Gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği için başlangıç yatırım maliyetleri, işletme türüne (karasal havuz, ağ kafes, kuluçkahane) göre farklılık göstermektedir. Karasal beton havuz sistemlerinde birim üretim kapasitesi başına yatırım maliyeti yaklaşık 500-700 USD/ton, ağ kafes sistemlerinde ise 300-500 USD/ton seviyesindedir. Yatırım geri dönüş süresi, büyük ölçekli işletmelerde 3-5 yıl, küçük ölçekli işletmelerde ise 5-7 yıl arasında değişmektedir. Ekonomik fizibilite açısından, su kaynaklarının etkin kullanımı ve devlet destekleri, işletmelerin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sağlamada önemli bir rol oynamaktadır (Rad 1999).

Büyükçapar ve Sezer (2006), Rize'deki 8 alabalık işletmesinin biyoteknik özelliklerini incelemiş ve bu işletmelerin toplam proje kapasitelerini 362 ton/yıl, toplam üretim kapasitelerini ise 253 ton/yıl olarak belirlemiştir. Ortalama yem değerlendirme oranı (FCR) 1,4 olarak hesaplanmıştır. Kayacı (2008), Kahramanmaraş'taki ağ kafeslerde ve karada faaliyet gösteren 15 işletmenin toplam proje kapasitelerini 6.529 ton/yıl, toplam üretim kapasitelerini ise 2.991 ton/yıl olarak belirlemiştir. Ortalama yem değerlendirme oranı (FCR) 1,28 bulunmuştur.

Karaman ve Yüngül (2015), Karkamış Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapan 5 firmaya ait 10 işletmeyi incelemiş ve toplam kiralanan su yüzey alanını 190.500 m² olarak tespit etmiştir. Bu işletmelerin teorik ve fiili kapasiteleri sırasıyla 6.515 ton/yıl ve 4.126 ton/yıl olarak raporlanmıştır. Karaman ve Yüngül (2016), aynı bölgedeki işletmelerin mekanizasyonunu araştırmış, ağ kafeslerin %80,43'ünün yüksek yoğunluklu polietilen, %19,57'sinin ise galvanizli demir borulu ve ahşap çerçeveli olduğunu bildirmiştir.

Gökkuşağı alabalığına dair yapılan teknik ve ekonomik analizlerin ardından, bu çalışmada incelenen ikinci tür olan mersin balığının biyolojik özelliklerine yer verilmektedir.

2.5. Mersin balığı (*Huso huso* LINNAEUS 1758) Biyolojisi

Mersin morinası yada büyük mersin balığı olarak da isimlendirilen *Huso huso*, *Acipenseridae* familyasına mensuptur. Sistematığı aşağıdaki gibidir.

Alem: *Animalia*

Şube : *Chordata*

Sınıf : *Chondrostei*

Takım : *Acipenseriformes*

Aile : *Acipenseridae*

Cins : *Huso*

Tür : *Huso huso* (Froese, R. at al. 2023)



Şekil 2.5. Mersin balığı (*H.huso*)

H.huso, yani mersin morinası, dünya genelinde en değerli balık türlerinden biri olarak kabul edilir. Özellikle havyarıyla tanınan bu tür, yüzyıllardır hem besin hem de ticari amaçlarla avlanmıştır. Ancak aşırı avlanma ve habitat kaybı nedeniyle nesli tehlike altına girmiştir. Bu durum, *Huso huso* yetiştiriciliğine olan ilgiyi artırmış ve sürdürülebilir bir balıkçılık için önemli bir alternatif haline getirmiştir. Karadeniz'de bulunan ve Türkiye deniz balıkları içinde en büyük balığı oluşturan mersin morinası 3-4 metre boy ve 1300-1600 kg. ağırlığa kadar ulaşmaktadır.

H.huso yetiştiriciliğinin kökenleri tam olarak bilinmemekle birlikte, tarihi balıkçılık uygulamalarına dayanmaktadır. Eski medeniyetlerde mersin balıkları, besin değeri yüksek olmaları ve kolaylıkla yakalanabilmeleri nedeniyle önemli bir gıda kaynağı olmuştur. Ancak kontrollü yetiştiricilik uygulamaları, daha modern zamanlara aittir. 20. yüzyılın ortalarından itibaren, artan havyar talebi ve doğal stokların azalmasıyla birlikte, birçok ülkede *Huso huso* yetiştiriciliği çalışmalarına başlanmıştır. Özellikle Sovyetler Birliği, Çin ve İran gibi ülkeler, bu alanda öncü olmuşlardır (Chebanov and Billard 2001).

Son yıllarda, *H.huso* yetiştiriciliği teknolojilerindeki gelişmeler, bu sektörün daha da büyümesini sağlamıştır. Yapay döllenme, yavru balık besleme ve hastalık kontrolü gibi konularda elde edilen başarılar, üretim miktarlarını artırmış ve ürün kalitesini yükseltmiştir. Bununla birlikte, *Huso huso* yetiştiriciliği hala bazı zorluklarla karşı karşıyadır. Bu zorluklar arasında uzun büyüme süreleri, yüksek yatırım maliyetleri ve hastalık riskleri sayılabilir. Ancak sürdürülebilir balıkçılık hedefleri doğrultusunda, *H.huso* yetiştiriciliğinin önemi giderek artmaktadır (Mohseni 2007).

Türkiye sularında doğal olarak bulunan mersin balıklarının, 1997 yılından itibaren avcılığının yasaklanması nedeniyle yalnızca birkaç kültüre alma denemesinin özel izinle gerçekleştirildiğini, ancak doğal ortamdan elde edilen sınırlı sayıdaki erişkin balıkla yapılan döl alma çalışmalarında başarı sağlanamadığını belirtmiştir. 1990'lı yılların sonlarından itibaren bazı üniversite ve enstitüler, yurtdışından getirilen döllenmiş yumurtaların kuluçkalanması, larva ve yavru besleme ile besi balığı yetiştiriciliği konularında başarılı sonuçlar elde etmiştir. Örneğin, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi 1996 yılında Fransa'dan getirilen juvenil *Acipenser baerii* ile Sakarya-Çifteler Balık Üretim ve Araştırma İstasyonu'nda kültür çalışmaları başlatmıştır (Tırıl ve Memiş 2013). Balıklarla büyüme performansı ve yem değerlendirme üzerine bilimsel araştırmalar yürütmüştür. 2001 yılında ise İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ile bir özel sektör girişimcisi iş birliğiyle döllenmiş *Acipenser gueldenstaedtii* yumurtaları Sapanca İç Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Birimi'ne getirilmiş ve yetiştiricilik çalışmaları başlamıştır (Atar vd. 2008).

FAO'nun desteği ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın koordinasyonu ile yürütülen, DSI Genel Müdürlüğü, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi ve Mersin Balıklarını Koruma ve Yaşatma Derneği iş birliğiyle gerçekleştirilen "Türkiye'deki Mersin Balığı Populasyonlarının İyileştirilmesi: Habitat Değerlendirilmesi ve Stok Takviyesi Projesi" kapsamında 2009 yılında Rusya'dan ithal edilen *Acipenser gueldenstaedtii* ve *Acipenser stellatus* türlerine ait birer kilogram yumurta, DSI Genel Müdürlüğü'ne bağlı Yedikır Su Ürünleri İstasyonu'nda başarıyla kuluçkalanmıştır. Elde edilen yaklaşık 60.000 yavrudan 10.000'i 2010 yılındaki stok takviyesi çalışmalarında kullanılmış, geri kalanı ise yetiştiriciliğe ilgi duyan girişimcilere deneyim kazanmaları için dağıtılmıştır. Ayrıca, Amasya-Taşova'da bulunan ve yıllık 15 ton et ile 1 ton havyar üretim kapasitesine sahip Kızılırmak firması, proje kapsamında aldığı 5000 adet mersin balığını yetiştirmeye devam etmektedir. Sakarya-Akyazı'daki bir işletmede de bu proje kökenli mersin balıkları beslenmeye devam etmektedir (Anonim 13).

Mersin balığı yetiştiriciliği 1869 yılında Rusya'da F.V.Ovsiyannikov tarafından *Acipenser ruthenus* türünün üretiminin başarılmasıyla başlamıştır. Günümüzde birçok ülkede, 27 mersin balığı türüyle temsil edilmektedir. Bu balıklar, kıkırdak iskelete sahip olmalarına rağmen, vücut üzerindeki kemik plakalar ve zırh şeklindeki baş yapısı dolayısıyla diğer kemikli balıklardan farklıdır (Dettlaff 1993).

Türkiye'de mersin balığı doğal olarak, özellikle Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya ve Çoruh nehirlerinde bulunmaktadır. Ancak, bu balıkların doğal yumurtlama alanlarına yapılan barajlar nedeniyle azalmış ve üreme alanlarına geçiş engellenmiştir. Mersin balığı avcılığı, Türkiye'de özellikle Rusya ihtilali sonrasında önem kazanmıştır. İhtilal sonrası

komünist rejim kurulunca Rusya’da morina avcılığı yapılamamış ve bu durum mersin balığı avcılığını artırmıştır (Mohseni 2007).

Ülkemizde havyar üretimi ve mersin balıklarının mevcut durumlarını değerlendirebilecek bilimsel kayıtlar yetersizdir. Ancak, sürdürülebilir balıkçılık politikaları ve koruma çalışmaları, mersin balığının geleceği için önemlidir. Bu türün korunması ve üretiminin sürdürülebilirliği için bilimsel araştırmalar ve yönetim stratejileri büyük önem taşımaktadır (Anonim9).

H. huso, yani büyük mersin balığı, dünya çapında değerli havyar üretimiyle tanınan büyük bir tatlı su balığıdır. Türkiye’de, bu türün üretimi ve korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tür belugga havyarı olarak bilinen havyar türünün üretiminde kullanılmaktadır. *Acipenseridae* ailesine mensup olup bu ailenin *Huso* cinsindendir. Maksimum boyu 5 m ve ağırlığı 2 ton kadardır. Havyarı kıymetlidir. Eti de önemli kaynaktır. Avrupa sularında bilinen en büyük ve pahalı Tatlısu balığıdır. Karadenizde bulunan ve Türkiye deniz balıkları içinde en büyük balığı oluşturan mersin morinası 3-4 metre boy ve 1300-1600kg ağırlığa kadar ulaşmaktadır. Sırtı siyah, yanlar daha açık ve karın beyaz renktedir. Sırtta 11-14 yanlarda 41-52 karında 9-11 plaka bulunur. Ağız büyük yarım ay şeklinde, alt dudak ovuntulu burun oldukça kısa ve küttür. Erkekler 12-14 yaşında, dişiler ise 16-18 yaşında cinsî olgunluğa ererler. Nisan-Mayıssarasında akarsuların çakıl ve kum zeminli, 2-10 m su derinliği olan hızlı su akıntılı yerlerinde, 12- 13 C’de yumurtlarlar. Yumurta çapı 3,5-4,0 mm olup yumurta sayısı 550.000-1.400.000 arasında değişir. Larvalar 7-10 gün içinde çıkarlar. Mersin morinası Karadeniz, Azak, Hazar, Adriyetik denizleri ile bunlara bağlı nehirlerde yaşar (Anonim 5).

H. huso'nun yetiştiriciliği, doğal yaşam alanlarında ve çeviklikle yapılan akvaryum ortamlarında gerçekleştirilir. Yetiştiricilik süreci, aşağıdaki adımları içerir:

1. **Yumurtlama:** Mayıs aylarında nehirlerde yumurtlama yaparlar. Bir dişi, bir seferde yaklaşık 7 milyon yumurta bırakabilir.
2. **Yumurtaların İnkübasyonu:** Yumurtalar, 13°C sıcaklıkta bir hafta içinde açılır ve içlerinden yavrular çıkar.
3. **Yavru Balıkların Gelişimi:** Yavru balıklar, nehirlerde gelişir ve yetişir. Genellikle ilk yıllarında açık denize geçmezler.
4. **Yetişkin Balıkların Avlanması:** Yetişkin balıklar, denizlerde avlanarak büyürler ve yaşarlar.

2.6. Mersin Balığı Yetiştiriciliği

H. huso, anadrom bir tür olup, tarihsel olarak Karadeniz, Hazar Denizi ve Azak Denizi gibi tuzlu su ekosistemlerinde bulunmuş; yumurtlama için nehir sistemlerine göç etmiştir (Chebanov and Billard 2001).

Mersin balığı, yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Hazar Denizi'nden getirilmiştir. Mersin balığı siyah havyar sağlamasıyla bilinir ve *Huso Huso* ailedaki en yüksek kaliteyi üretir. Bu nedenle, *Huso Huso* 'laraşırı avlanmanın bir başka kurbanı oldu ve şimdi nesli tükenmekte olan bir tür olarak listeleniyorlar. Bu nedenle AyFish kendi balıklarını kullanarak Beluga Mersin Balığı sayısını artırmak için büyük sorumluluk üstlenmektedir. Dişi Beluga Mersin Balıklarının karaca üretmesi yaklaşık 11 yıl sürer ve bu aşamada 300 kg'a ulaşabilmektedir. (Anonim 11).

Ayfish firması 3 yıl içinde yaklaşık 2000 ton Beluga Mersin Balığı stoklamayı hedeflemektedir. Tam ölçekli ve sürekli Beluga / siyah havyar satışlarının 2028 yılına kadar başlaması beklenmemektedir. Bu aşamada, AyFish, büyük bir ölçekte döllenmiş Beluga yumurtaları sağlamak için tamamen kendi kendine yeterli olacak ve doğru sırayla farklı yaş gruplarına ve miktarlara sahip olacaktır. Dünya çapındaki toplam Beluga Mersin Balığı sayısını artırmak için diğer üreticiler için yavru mersin balığı sağlamanın yanı sıra nehirlere ve denize bırakma çalışmaları sürdürülmektedir (Anonim, 10).

Detlaf (1993), mersin balığı üretiminin 1869 yılında Rus araştırmacı F.V. Ovsyannikov'un Volga Nehri'nden elde ettiği *Acipenser ruthenus* yumurtalarını suni olarak dölemeyi başararak başladığını belirtmiştir. Bu başarıyı, 1875 yılında ABD'de S. Green'in *Acipenser fulvescens* ile, 1881 ve 1886'da Frauen ve Mohr'un *Acipenser sturio* üretim denemeleri takip etmiştir.

Vasilyeva ve Mikodina (2012), 1930'lu yıllarda Volga Nehri üzerinde barajların inşası ve mersin balıklarının üreme alanlarının yok edilmesi sonucu, türün varlığının tehlikeye girmesiyle Rusya'da üretim faaliyetlerinin yoğunlaştığını ifade etmektedir. Bu süreçte üretim teknolojisiyle ilgili birçok sorun çözülmüştür. 1962 yılına kadar Rusya'da yıllık 26 milyon yavru kapasiteli 11 kuluçkahane kurulmuş, 1970'li yıllarda bu sayı 21'e, kapasite ise 126 milyon/yıla yükselmiştir. 1954'ten itibaren başlatılan stok takviyesi çerçevesinde Hazar Denizi'ne, büyük çoğunluğu Rus kuluçkahanelerinden olmak üzere toplamda 3 milyar yavru salınmıştır.

Akbulut (2002), mersin balıklarının yapay üretime 1868 yılında başladığını belirtmektedir. Günümüzde anaç balıklara hormon enjeksiyonu uygulanarak yumurta alınmaktadır. Ancak, yeterli sayıda üretime uygun ergin dişi birey bulma zorluğu ve yumurtaların yapışkan özellikleri nedeniyle döllenme gücü, ayrıca yavruların büyütülmesinde karşılaşılan zorluklar devam etmektedir. Mersin balıkları, ikinci derecede tehlike altındaki türler arasında yer almaktadır.

Çelikkale (2003), Mersin balıklarının stoklarının izlenmesi, üreme alanlarının korunması, avlanma ve uluslararası ticaretin bilimsel temellere dayandırılması için çalışmaktadır. Türkiye'de 1990'lı yıllarda yapılan projelerde Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya ve Çoruh Nehirleri'ne yumurtlamak için giren mersin balıklarının doğal

stoklarının ekonomik değerini kaybettiği, bu stokların takviye edilerek yeniden ekonomiye kazandırılması gerektiği belirtilmiştir.

Akbulut (2006), Türkiye’de mersin balıkları ve havyar üretimine ilişkin bilimsel kayıtların yetersiz olduğunu vurgulamaktadır. Kızılırmak ve Yeşilirmak gibi Karadeniz’e dökülen Sakarya, Melet Irmağı, Çoruh Nehri ve daha küçük akarsulardaki üreme durumları net değildir. Mersin balıklarının avcılığı yasak olduğu için, başka türlerin avcılığı sırasında yakalanan mersin balıklarının orijini kesin olarak belirlenememektedir. Bu balıkların Türkiye nehirlerinde üreyen türler mi yoksa Ukrayna ve Rusya gibi ülkelerde kuluçkahanelerde üretilip doğaya salınan bireyler mi olduğu belirsizdir.

Tırıl ve Memiş (2013), mersin balıklarının üreme alanlarını oluşturan nehirlerde barajlar, HES’ler, nehir yatağı faaliyetleri ve kirlilik gibi faktörlerle tahrip olan habitatların orta ve uzun vadede iyileştirilebileceğini ve mevcut erişkin bireylerin doğal ortamda üremesine fırsat tanınabileceğini belirtmiştir. Ancak bu tür çalışmalar yüksek maliyetlidir ve uzun vadede kararlılık gerektirir. Öte yandan, havyar piyasasında talep oldukça yüksektir ve havyar ticareti birçok ülke için önemli bir gelir kaynağıdır. Doğal stoklardaki azalmayı telafi etmek adına mersin balığı yetiştiriciliği kısa vadede önemli bir çözüm olarak görülmektedir. 1980’li yıllardan itibaren dünya genelinde artan ilgi, son 10 yılda daha da yoğunlaşmıştır. 2001’de 3.091 ton olan üretim, 2011’de 52.049 tona çıkarak yaklaşık 17 kat artmıştır. Doğal stoklardaki gerilemenin kısa vadede telafi edilemeyeceği düşünüldüğünde, bu artışın önümüzdeki yıllarda da sürmesi beklenmektedir. Türkiye’de bu sektöre geç başlanmış olsa da havyarın yüksek ekonomik değeri nedeniyle ilgilinin artacağı tahmin edilmektedir (Anonim 2).

Türkiye’de mersin balığı avcılığı yasak olduğu için, doğal sulardan anaç birey temini mümkün değildir. Bu nedenle yetiştiricilik yapmak isteyen işletmeler, yurt dışından kültür kökenli mersin balığı yumurtası, yavrusu veya anaç temin etmek zorundadır. Ayrıca, balıkçılar tarafından tesadüfen yakalanan erişkin mersin balıklarının yasa dışı yollarla satıldığı bilinmektedir. Bu değerli gen kaynaklarının korunması amacıyla, mevcut erişkin bireylerin Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın kontrolünde uygun istasyonlarda koruma altına alınarak üretiminin sağlanması, hem stokların takviye edilmesi hem de girişimcilerin yavru taleplerinin karşılanması açısından önemlidir (Anonim 1).

Türkiye’de ticari anlamda ilk mersin balığı yetiştiriciliğini başlatan ve ilk havyar üretimini gerçekleştiren işletmenin, 2006 yılında Adana’nın İmamoğlu ilçesinde 29 ton/yıl kapasiteli kurulan Royal Hayvancılık olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, Adana-Seyhan Baraj Gölü’nde 1.000 ton/yıl kapasiteli bir işletme için de ön izin alınmıştır. İlk havyar üretimi 2013 yılında 500 kilogram olarak gerçekleşmiş ve 2019 yılına kadar bu tesis Türkiye’nin tek mersin balığı üretim merkezi olmuştur (Anonim, 6).

2.7. Mersin Balığı Yetiştiriciliğinin teknik ve ekonomik analizi üzerine yapılmış çalışmalar

Mersin balığı çeşitleri, 1869 yılında Rusya’da *Acipenser ruthenus*’un üretiminin gerçekleştirilmesiyle başlamıştır. Bugün, *Huso huso* gibi türler, yüksek ekonomik değerli havyar üretimi nedeniyle ticari yetiştiricilikte öne çıkıyor. FAO istatistiklerine göre mersin balığı yetiştiricilik miktarı 1987’de 160 ton iken, 2011’de 52.049 tona ulaştı.

Yetiştiricilikte toprak havuz, beton tank, kafes ve kapalı devre sistemleri (RAS) gibi kullanımda olup, *Huso huso* için özellikle kapalı devre sistemleri tercih edilmektedir. Bu sistemler, su sıcaklıklarını kontrol ederek yoğunlukları azaltır ve yüksek sıcaklıkta üretim sağlar, ancak başlangıç sıcaklıkları yüksektir (Memiş 2021).

Mersin balığı çeşitleri, havyar üretiminin yüksek katma değeri nedeniyle ekonomik açıdan sınırlıdır, ancak uzun üretim koşulları ve yüksek yatırım maliyetleri önemli zorluklar yaratır. Örneğin, Moldova'daki Aquatir üretimi, *H. huso* ve hibrit türlerin üretiminde kapalı devre sistemleri kullanılarak 5 ton/yıl havyar üretim aşamasına sahiptir. Çin, küresel mersin balığı üretiminin %75'ini karşılamakta ve ekonomik verimliliği artırmak için hibrit türler üzerinde çalışmaktadır. Türkiye'de ise Eskişehir-Çifteler'de 100 ton/yıl kapasiteli bir işletme gibi projeler, *H.huso* kazançlarının ekonomik potansiyelini göstermektedir. Bu tür kesintisiz, ağ kafes sistemlerine kıyasla daha yüksek başlangıç maliyetlerine rağmen, uzun vadeli karlılık sunabilir (Memiş 2021).

Mersin balığı özellikleri, uzun üretim koşulları (cinsel olgunluk için 6-8 yıl) ve yoğunluk yoğunlukları nedeniyle teknik açıdan karmaşıktır. Avrupa ve Asya'daki çalışmalarda, bu türlerin performansında genellikle kapalı devre sistemlerinde veya kontrollü tankların dağılımı görülmektedir. Su sıcaklığı, oksijen seviyeleri ve pH gibi verimin hassas yönetimi, balık sağlığı ve büyüme oranları için kritik öneme sahiptir. Literatürde su kalitesinin izlenmesini vurgulayan, bu ölçüde öne çıkan bir çıkar; özellikle amonyak ve nitrit gibi kazancın, kayıplara yol açabilir. Ayrıca, yem ücretleri mersin balığı için FCR 2,0-2,5), üretim maliyetleri doğrudan etkiler ve İşletme 2'de yem maliyetlerin kesintileriyle paralellik gösterir (Verdegem 2023).

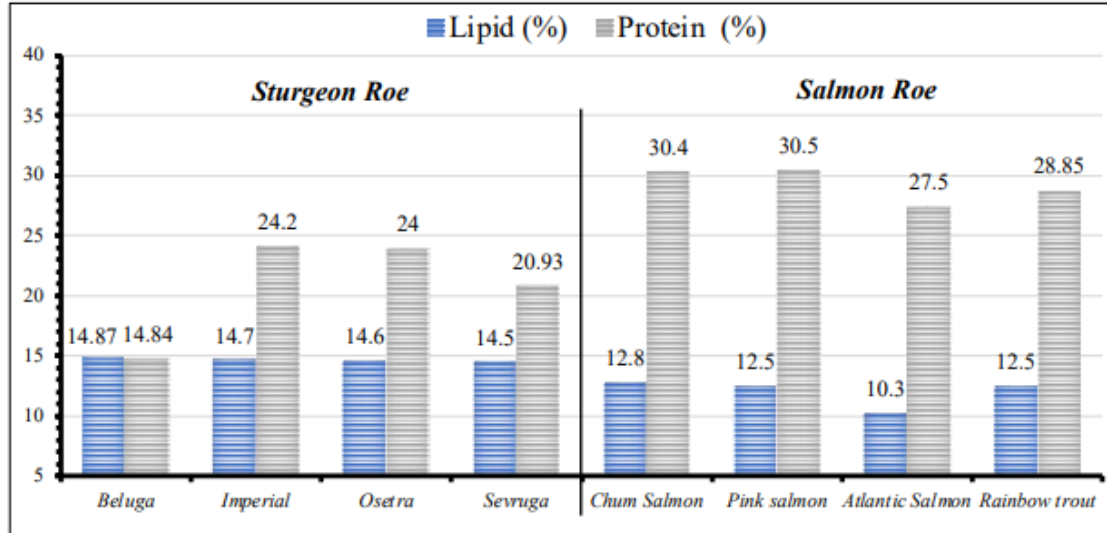
Türkiye'de su ürünleri üretimi, ekonomik ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir sektördür. *H. huso* gibi yüksek değerli türlerin çeşitleri, özellikle havyar üretimiyle dikkat çeker. Ancak bu türlerin üretiminde ekonomik analizler, yüksek yem maliyetleri ve uzun üretim biçimleri gibi faktörlere odaklanılıyor. Örneğin, ağ kafes sistemleri yem maliyetleri, toplam giderlerin %70-98'ini davranışları ve bu da karlılığı doğrudan etkiler. Türkiye'de *H. huso* sonuçları genellikle baraj göllerinde veya nehir sistemlerinde gerçekleştirilmekte olup, ekonomik analizler, Fayda-maliyetlerin toplanma havyar gelirleriyle iyileşebileceği görülmektedir (Froese at al. 2023).

Su ürünlerinin ürünlerinde, özellikle *H. huso* gibi hassas türlerde, su kalitesi ve kimyasal kirliliği önemli bir sorundur. Balık metabolizması üzerinde yapılan çalışmalar, sudaki amonyak (NH₃) ve ağır metallerin balık sağlığı ve ekonomik verimliliği üzerinde mevcut olup olmadığı incelenmektedir. Örneğin, *H. huso* bileşenlerinde suyun pH'sı ve sıcaklığı, amonyak dayanıklılığını artırabilir; bu da solungaç hasarına ve kayıplara yol açar. Ağ kafes sistemlerinde bu risk daha yüksektir, çünkü su kalitesi doğal akıntıya bağlıdır. Bu nedenle, *H. huso* veriminde teknik analizlerde, su kalitesinin elde edilmesi veriminin vurgulandığı vurgular (Filazi 2016).

2.8. Havyar Üretimi

Balık yumurtası, yüksek kaliteli bir protein kaynağı olarak kabul edilmektedir. Yetişkin dişilerden havyar elde etmek için, yumurtalıkların dikkatlice çıkarılması ve işlenmesi gerekmektedir. Havyar, tuzlanmış ve kürlenmiş yumurtalardan oluşur ve bu süreç, ürünün kalitesini belirleyen en önemli adımlardan biridir. Literatür sonuçlarına

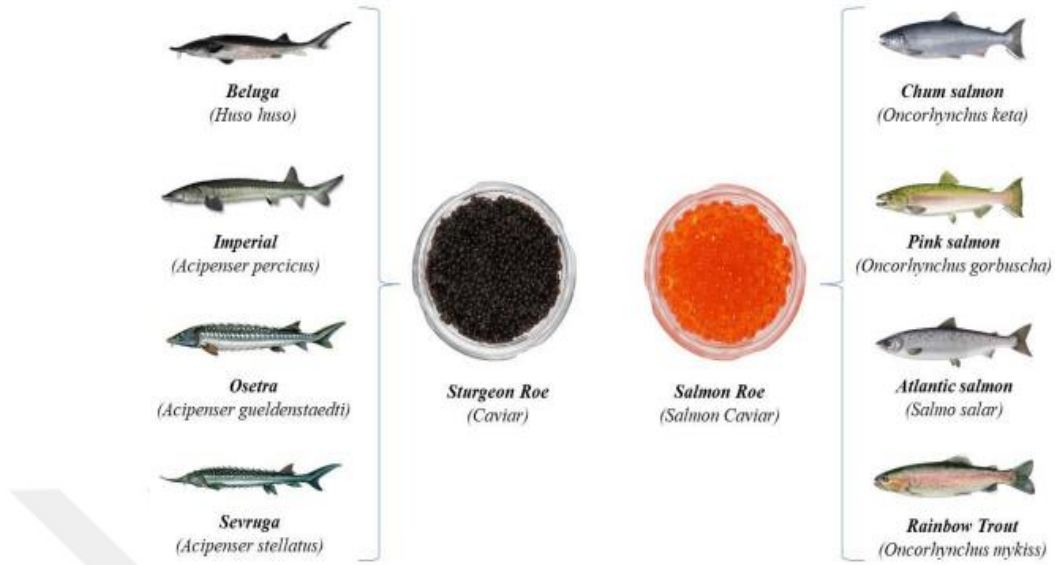
göre, mersin balığı yumurtasının protein kompozisyonu %14,84 - %24,2 arasında değişmektedir (Şekil 2.6). Somon yumurtası ise %27,5 - %30,4 arasında bir protein oranına sahiptir. Somon yumurtası türleri arasında en düşük protein değeri (%27,5) Atlantik somonuna aittir. Mersin balığı yumurtası türleri arasında ise en yüksek protein değeri (%24,2) İmparator mersin balığı yumurtasına aittir.



Şekil 2.6. Mersin balığı ve somon balığı havyarı içerikleri (Ural ve Topuz 2024)

İlginç bir şekilde, somon yumurtasının en düşük değeri bile mersin balığı yumurtasından daha yüksektir. Ayrıca, mersin balığı yumurtası ve somon yumurtasının protein kompozisyonu üzerine bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma, balık yumurtası ürünlerinde protein çözünürlüğünün, fonksiyonel özelliklerini ve potansiyel olarak biyokimyasal veya mikrobiyolojik stabilitelerini tahmin etmek için önemli bir gösterge olduğunu ortaya koymuştur. Tuzda çözünebilir proteinler, mersin balığı ve somon yumurtasında sırasıyla %86,1 ve %84,2 oranında bulunmuştur. Mersin balığı yumurtasının protein elektroforetik deseninde, vitellin ve ovomucoid veya fosvitin en belirgin proteinler olarak tespit edilmiştir, oysa somon yumurtasında küçük proteinler, örneğin lysozyme veya fosvitin bulunmuştur. (Ural ve Topuz2024). Şekil 2.7’da mersin balığı ve somon somon balığı türlerinin havyar şekilleri gösterilmiştir.

Balık yumurtası, yüksek kaliteli bir protein kaynağı olarak kabul edilmektedir. Yetişkin dişilerden havyar elde etmek için, yumurtalıkların dikkatlice çıkarılması ve işlenmesi gerekmektedir. Havyar, tuzlanmış ve kürlenmiş yumurtalardan oluşur ve bu süreç, ürünün kalitesini belirleyen en önemli adımlardan biridir. Literatür sonuçlarına göre, mersin balığı yumurtasının protein kompozisyonu %15–%25 arasında değişmektedir, somon yumurtası ise %26–%31 protein oranına sahiptir. Somon yumurtası türleri arasında en düşük protein değeri (%27 civarında) Atlantik somonuna (*Salmo salar*) aittir. Mersin balığı yumurtası türleri arasında ise en yüksek protein değeri (%24 civarında) İmparator mersin balığına (*Acipenser gueldenstaedtii*) aittir. Şekil 2.6’da mersin ve somon yumurtası içerikleri verilmiştir. (Bledsoe at al. 2003).



Şekil 2.7. Mersin balığı ve somon balığı türlerinin havyar şekilleri (Ural ve Topuz 2024)

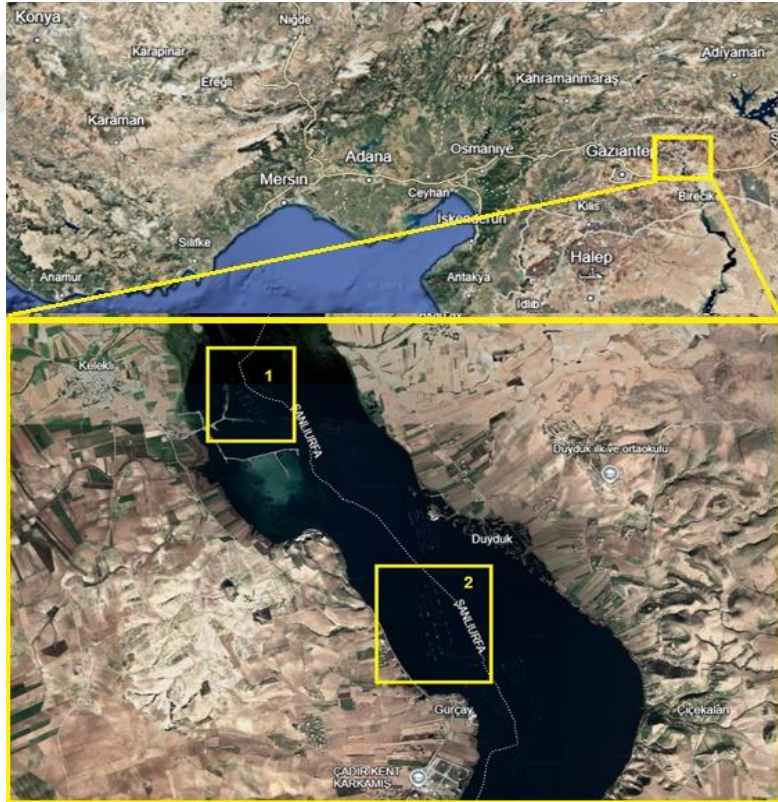
Balık yumurtası, yüksek kaliteli bir protein kaynağı olarak kabul edilmektedir. Yetişkin dişilerden havyar elde etmek için, yumurtalıkların dikkatlice çıkarılması ve işlenmesi gerekmektedir. Havyar, tuzlanmış ve kürlenmiş yumurtalardan oluşur ve bu süreç, ürünün kalitesini belirleyen en önemli adımlardan biridir. Literatür sonuçlarına göre, mersin balığı yumurtasının protein kompozisyonu %15–%25 arasında değişmektedir, somon yumurtası ise %26–%31 protein oranına sahiptir. Somon yumurtası türleri arasında en düşük protein değeri (%27 civarında) Atlantik somonuna (*Salmo salar*) aittir. Mersin balığı yumurtası türleri arasında ise en yüksek protein değeri (%24 civarında) İmparator mersin balığına (*Acipenser gueldenstaedtii*) aittir. Şekil 2.6’da mersin ve somon yumurtası içerikleri verilmiştir. (Bledsoe at al. 2003).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmanın sahası ve özellikleri

Araştırma, Fırat Nehri üzerinde yer alan bir numaralı (*Oncorhynchus mykiss*) gökkuşağı alabalığı ve iki numaralı (*Oncorhynchus mykiss*, *Huso huso*) gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliği yapmakta olan iki tesiste gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresi 24 ay olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın araştırma sahası, Gaziantep ilinde faaliyet gösteren ve su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe farklı türlerde üretim yapan iki ayrı işletmedir. İşletmelerin yer aldığı Fırat nehrinin çözünmüş oksijen seviyesi 7mg/l ve üzerinde ph 8-9 ppm aralığında su sıcaklığı ise yaz aylarında 15-20°C, kış aylarında ise 12-15°C'dir. Söz konusu işletmeler, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde stratejik bir konumda yer alan Gaziantep iline resmi olarak kayıtlı olup, bölgesel akuakültür sektörünün dinamiklerini yansıtan önemli örnekler sunmaktadır. İşletmelerin coğrafi konumları ve üretim tesislerinin genel özellikleri Şekil 3.1'de detaylı bir şekilde görselleştirilmiştir. İncelenen ilk işletme, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğine odaklanmış bir tesis olup, yüksek kaliteli soğuk su balığı üretimiyle tanınmaktadır. Diğer işletme ise hem gökkuşağı alabalığı hem de mersin balığı yetiştiriciliği yapan bir tesistir ve çok türlü üretim modeliyle bölgesel akuakültürde yenilikçi bir yaklaşım ortaya koymaktadır.



Şekil 3.1. Çalışma alanının uydu görüntüsü

Her iki tür için offshore kafes sistemleri kullanılmıştır. Şekil 3.1’de Çalışma yapılan tesislerin uydu görüntüleri yer almaktadır. Bu işletmelerde kullanılan kafesler 20 metre çapındır. Kafeslerde kullanılan ağ göz açıklığı balık türü ve büyüklüğüne göre Ağ yapıları, 5+1 metre derinliğinde olduğu gibi, derinliği fazlada olabilmektedir (Çizelge 4.1). Kafeslerde yan çevre göz açıklıkları ise 8 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm ve 25 mm olarak tasarlanmıştır.Yine çalışmada BSGM ve TÜİK, FAO verilerinden de yararlanılmıştır.



Şekil 3.2. 1.nolu tesis alabalık, kafes sistemleri Fırat Nehri/Karkamış

Yemleme oranları, çevresel faktörler arasında özellikle su sıcaklığındaki mevsimsel değişimlere bağlı olarak önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Yaz aylarında, su sıcaklıklarının 15-20°C aralığında olduğu dönemde, günlük yemleme oranı balık biyokütlesinin %2-2,5’i olarak uygulanmış; kış aylarında ise su sıcaklıklarının 10-12°C’ye düştüğü koşullarda bu oran %1’e indirilmiştir.



Şekil 3.3. Alabalık kafesinden yemleme zamanı bir görüntü

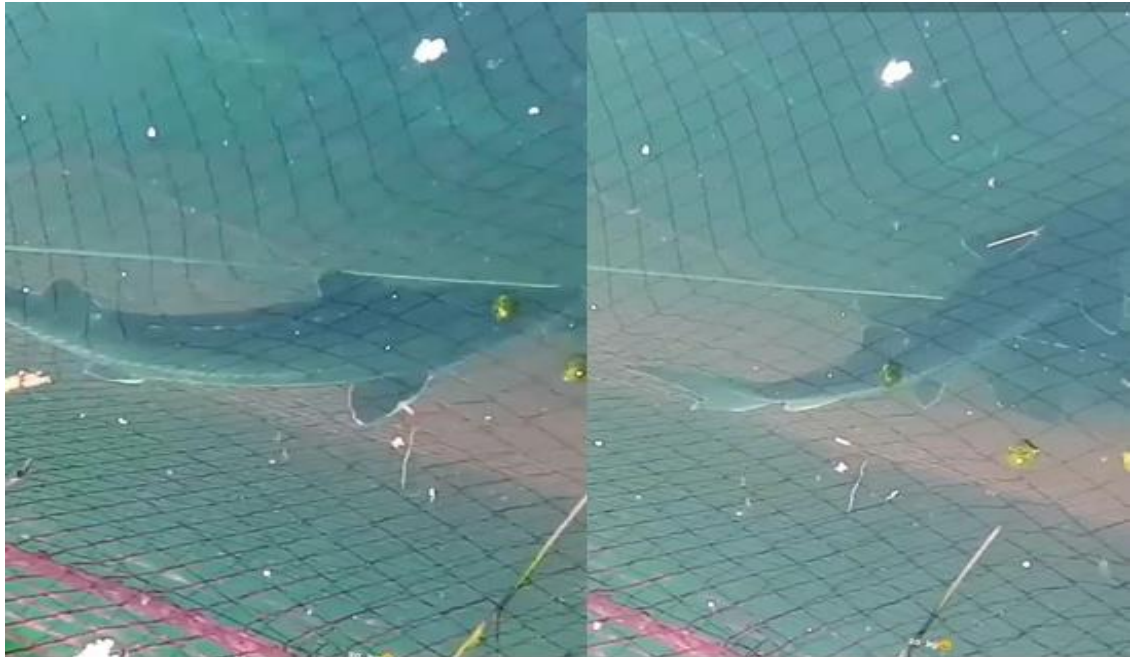
Çalışma süresince, su kalitesinin balık yetiştiriciliği üzerindeki kritik etkisi göz önünde bulundurularak, su parametreleri sistematik bir şekilde izlenmiş ve kontrol edilmiştir. Su sıcaklığı, pH değeri, çözünmüş oksijen seviyeleri, amonyak, nitrit ve nitrat konsantrasyonları gibi temel parametreler, yüksek hassasiyetli sensörler ve düzenli laboratuvar analizleri ile işletmelerce günlük olarak kayıt edilmiştir. Gökkuşaağı alabalıkları için optimum su sıcaklığı 13-18°C aralığında, mersin balıkları için ise 18-20°C aralığındadır. Bu sıcaklık aralıkları, her iki türün metabolik ihtiyaçları ve büyüme performansları dikkate alınarak belirlenmiştir. Su sıcaklığı yıl içerisinde 12-20°C olarak ölçülmüştür. Su akışı, türlerin doğal yaşam koşullarını taklit edecek şekilde düzenlenmiş; debi oranları, gökkuşaağı alabalıkları için 0,5-1,0 L/s/kg biyokütle, mersin balıkları için ise 0,3-0,7 L/s/kg biyokütle olacak şekilde optimize edilmiştir. Çözünmüş oksijen seviyeleri, gökkuşaağı alabalıkları için minimum 7 mg/L, mersin balıkları için ise minimum 7 mg/L olacak şekilde sabit ölçülmüş, bu amaçla havalandırma sistemleri ve oksijen jeneratörleri kullanılmıştır. Yemleme programları, balıkların büyüme evrelerine (yavru, juvenil ve yetişkin) ve tür-spesifik besin gereksinimlerine göre detaylı bir şekilde planlanmıştır. Protein içeriği gökkuşaağı alabalığı ve mersin balığı için %40-45 arasında

değişen yüksek kaliteli pelet yemler kullanılmış, (FCR) yem dönüşüm oranı, mersin balığı için 2-2,5 aralığında gökkuşağı alabalığı için 1,2-1,5 aralığında tutularak besleme verimliliği maksimize edilmiştir. Besleme süreçleri, otomatik yemleme sistemleri ve manuel kontrollerle desteklenmiş, yem atımı balık davranışları ve çevresel koşullar gözlemlenerek günlük olarak ayarlanmıştır. Bu entegre yaklaşım, hem su kalitesinin sürekliliğini hem de balıkların optimum büyüme ve sağlık koşullarını sağlamayı amaçlamıştır.

3.1.2. Araştırma materyali

Bu araştırmanın materyalini, Gaziantep ilinde faaliyet gösteren ve su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe farklı türlerde üretim yapan iki ayrı işletmeden toplanan kapsamlı veriler oluşturmaktadır. Söz konusu işletmeler, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde stratejik bir konuma sahip olan Gaziantep iline resmi olarak kayıtlı olup, bölgesel akuakültür sektörünün dinamiklerini yansıtan önemli örnekler sunmaktadır. İşletmelerin coğrafi konumları ve üretim tesislerinin genel özellikleri Şekil 3.1'de detaylı bir şekilde görselleştirilmiştir. İncelenen işletmelerden ilki, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğine odaklanmış bir tesistir ve yüksek kaliteli soğuk su balığı üretimiyle tanınmaktadır. İkinci işletme ise hem gökkuşağı alabalığı hem de mersin balığı yetiştiriciliği yapan bir tesis olup, çok tür odaklı üretim modeli ile bölgesel akuakültürde yenilikçi bir yaklaşım sergilemektedir. Veri toplama süreci, her iki işletmenin üretim parametreleri, çevresel koşullar ve işletme yönetimi uygulamaları dikkate alınarak sistematik bir şekilde yürütülmüş; bu veriler, araştırmanın analitik temelini oluşturmak üzere standardize edilmiş ve doğrulanmıştır.

Söz konusu işletmelerin seçimi, hem akuakültürde tür çeşitliliğini yansıtmaya hem de bölgesel üretim dinamiklerini temsil etme yetkinlikleri doğrultusunda, araştırma kapsamında stratejik açıdan önemli birer örnek olarak tercih edilmiştir.



Şekil 3.4. Mersin balığı materyali (*H. huso*) kafesinden bir görüntü.

3.2. Metot

Bu araştırmada, veri toplama yöntemi olarak tabakalı örnekleme yerine, Gaziantep iline bağlı Karkamış Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde akuakültür faaliyetleri yürüten iki işletmenin tamamına yönelik tam sayım yöntemi benimsenmiştir. Bu kapsamda, Üstündağ vd. (2000) tarafından geliştirilen ve akuakültür işletmelerinin yapısal ve operasyonel özelliklerini değerlendirmek için kullanılan standardize anket formu, saha koşullarında titizlikle uygulanmıştır.

Araştırmanın temel amacı, Aşağı Fırat Havzası'nda gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliği yapan işletmelerin mevcut yapısal durumlarını detaylı bir şekilde ortaya koymak, biyo-teknik performanslarını analiz etmek ve sürdürülebilir üretim pratiklerini değerlendirmektir. Bu doğrultuda, araştırma materyalini oluşturmak üzere anket ve saha görüşmeleri yoluyla sistematik veri toplama süreci yürütülmüştür. Anketler, işletmelerin üretim kapasiteleri, işletme maliyetleri, gelir yapıları, yem kullanım pratikleri, yem dönüşüm oranı (FCR), su kalitesi yönetimi uygulamaları ve çevresel etkiler gibi çok boyutlu parametreleri kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. Veri toplama süreci, Karkamış Baraj Gölü'nde faaliyet gösteren iki işletmeden gerçekleştirilmiştir: Birinci işletme, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğine odaklanmış olup yüksek verimli soğuk su balığı üretimiyle tanınırken; ikinci işletme, mersin balığı yetiştiriciliği gerçekleştiren ve tür-spesifik biyo-teknik gereksinimlere uygun üretim pratikleri uygulayan bir tesistir.

Toplanan veriler, işletmelerin ekonomik performansını, çevresel sürdürülebilirlik etkilerini ve biyo-teknik verimliliklerini karşılaştırmalı olarak analiz etmek için standardize edilmiş ve istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Bu entegre yaklaşım, bölgesel akuakültür sektörünün mevcut durumunu anlamak ve gelecekteki iyileştirme stratejileri için bilimsel bir temel oluşturmak amacıyla tasarlanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. İşletmelere Ait Teknik Bulgular

Elde edilen bulgular, gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliğinde önemli faktörleri ortaya koymaktadır. Gökkuşağı alabalığı, hızlı büyüme oranı ve kısa üretim süresi ile dikkat çekmektedir. Bu balık türü, uygun su koşullarında yılda ortalama 1 kilogram ağırlığa ulaşmakta ve üretim döngüsü hızlanmaktadır. Bu durum, yatırım geri dönüş süresinin kısalmasına neden olmakta ve üreticilere ekonomik avantaj sağlamaktadır. Gökkuşağı alabalığının sıcaklık değişimlerine kolayca adapte olabilmesi, onu farklı coğrafi bölgelerde yetiştirmeye uygun hale getirmektedir. Gökkuşağı alabalığı ve mersin balığı üreten işletmelerden elde edilen teknik veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 1 Nolu İşletme (*O. mykiss*) ve 2 Nolu İşletme (*H. huso*) verileri

Değişken	1 Nolu İşletme	2 Nolu İşletme
Üretilen Tür	Gökkuşağı Alabalığı	<i>Huso huso</i> (Mersin Balığı)
İşletme Kapasitesi	3.000 ton/yıl	1.500 ton/yıl
Nihai Pazar Ürünü	Taze/Tütsülenmiş Balık, Fileto	Taze sofralık balık ve havyar
Üretim Sistemleri	Ağ Kafes	Ağ Kafes
Ağ-Kafes Çapı	10-20 metre	20-30 metre
Ağ-Kafes Materyali	HDPE	HDPE
Ağ-Kafes Demirleme Sistemi	Beton Bloklar ve Çapalar	Beton Bloklar ve Çapalar
Ağ Derinliği	5-10 metre	10-15 metre
Ağ Göz Açıklığı	15-25 mm	25-50 mm
Yemleme	Otomatik Yemleme Makineleri	Otomatik Yemleme Makineleri
Öğün Sayısı	Günde 2-3 kez	Günde 2 kez
Su Derinliği	10-20 metre	20-30 metre
Su Sıcaklığı	10-18°C	12-20°C
Ph	6,5-8,5	7,0-8,5

Çizelge 4.1'in devamı

Nitrit	<0,1 mg/L	<0,1 mg/L
Oksijen	7 mg/L	7 mg/L
Tekne Sayısı	2	2
Yemleme Makinası	Mevcut	Mevcut
Diğer Ekipmanlar	Su Kalitesi İzleme Cihazları	Su Kalitesi İzleme Cihazları
Motorlu Araçlar	2	1
Su Araçları	2	1



Şekil 4.1. Yemleme makinesi

İşletme 1 ve İşletme 2 ağ kafes sistemlerinde, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) malzemeden yapılmış, sırasıyla 10-20 m ve 20-30 m çaplı kafesler kullanılmıştır(çizelge 4.1). Su sıcaklığı İşletme 1 için 10-18°C ve İşletme 2 için 12-20°C arasında ölçülmüş, oksijen seviyeleri 7 mg/L ve pH 6,5-8,5 aralığında sabit kalmış her iki türün optimum büyüme koşulları olduğu belirlenmiştir. Su sıcaklığının 15°C civarında olduğu dönemlerde gökkuşağı alabalığında büyüme oranları %20 artarken, mersin

balığında 18°C üzerindeki sıcaklıklarda yem tüketimi %10 yükselmiştir, ancak bu FCR’de anlamlı bir değişikliğe yol açmamıştır.

Otomatik yemleme makineleri, İşletme 1’de günde 2-3 öğün ve İşletme 2’de 2 öğün yem dağıtımıyla yem israfını %15 azaltmış, gökkuşağı alabalığında FCR İşletme 1’de 1.8’den 1.6’ya düşerken, mersin balığında ise 2,0-2,5 aralığında saptanmıştır. Mortalite oranları her iki işletmede %0,2 ile düşük seyretmiş, bu durum düzenli su kalitesi izleme cihazları ve biyogüvenlik önlemlerinin (vitamin-aşı uygulamaları) etkinliğini yansıtmaktadır.

Öte yandan işletme 2’de 24 aylık mersin balığı yetiştiriciliğinde 100 g’dan 2.500 g’a ulaşan büyüme hızı ve havyar üretiminin toplam gelirin %70’ini oluşturması, türün ekonomik değerini ortaya koyarken, havyar kalite parametreleri (tane büyüklüğü, renk) ve dişi/erkek oranının verimliliğe etkisi öne çıkmıştır. Gökkuşağı alabalığının 6-7 aylık hızlı üretim döngüsü pazar talebine yanıt verme kapasitesini artırırken, işletmelerin teorik (İşletme 1: 2500 ton/yıl, İşletme 2: 1200 ton/yıl) ve fiili üretim (125 ton/yıl ve 600 ton/yıl) arasındaki fark, su akıntı hızı, kafes bakım süreçleri ve yemleme stratejilerinin optimizasyon potansiyelini göstermektedir. Bu bulgular, ağ kafes sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik karlılık açısından geliştirilebileceğini ortaya koymaktadır. Söz konusu teknik değerlendirmeler ışığında, işletmelerin ekonomik performansı da dikkate alınmalı; bu amaçla her iki tesisin üretim süreci boyunca kayıt altına alınan ekonomik verileri aşağıda sunulmuştur.

4.2. İşletmelere Ait Ekonomik Bulgular

1 Nolu İşletme ve 2 Nolu İşletmelere ait işletme döneminde kayıt edilen veriler ile elde edilen bulgular Çizelge 4.2-4.3 ve 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. 1 Nolu Gökkuşağı Alabalığı işletmesive 2 Nolu Mersin İşletmesine ait işletme dönemi parametreleri

Değişken	1 Nolu İşletme	2 Nolu İşletme
Stok Zamanı	İlkbahar ve Sonbahar	İlkbahar
İlk Stoklama Gramajı	50-100 gram	500-1.000 gram
Pazar Gramajı	250-300 gram	10-15 kg
Verilen Yem Miktarı	1,5-2,0 kg yem/kg balık	2,0-2,5 kg yem/kg balık
Birim Yem Fiyatı	2\$/kg	2\$/kg
Toplam Satılan Ürün	125 ton/yıl	600 ton/yıl olması
Birim satış fiyatı	4\$/kg	10\$/kg

Yem dönüşüm oranı (FCR), mersin balığı için ortalama %2-2,5 olarak hesaplanmıştır ancak, bu oran türler arasında ve üretim döngüsünün farklı aşamalarında varyasyon göstermiştir. Gökkuşuğu alabalığında FCR, 6-7 aylık üretim süresinde 1,5-2,0 arasında değişirken, mersin balığında 24 aylık süreçte 2,0-2,5 aralığında kalmıştır. Bu fark, mersin balığının daha uzun büyüme döngüsü ve yüksek enerji gereksiniminden kaynaklanmaktadır. Mortalite oranları ise her iki tür için oldukça düşük seviyelerde seyretmiş ve çalışma süresince %0,2 olarak kaydedilmiştir; bu, optimum su kalitesi koşulları (oksijen 7 mg/L, pH 6,5-8,5) ve etkin sağlık yönetimi uygulamalarının bir göstergesidir. Mersin balıklarının büyüme parametreleri detaylı bir şekilde incelendiğinde, 24 aylık yetiştiricilik sürecinde başlangıç ağırlığı 100 gram olan bireylerin 2.500 grama ulaştığı tespit edilmiştir. Bu büyüme hızı, türün doğal biyolojisine uygun olarak nispeten yavaş bir seyir izlemiş; ancak, havyar üretimi hedefiyle uzun vadeli yetiştiricilik için tatmin edici bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu bulgular, ağ kafes sistemlerinin her iki tür için de etkin bir yetiştiricilik ortamı sunduğunu ve yemleme stratejilerinin büyüme performansı üzerindeki kritik rolünü ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.3. 1 Nolu Gökkuşuğu Alabalığı işletmesi ve 2 Nolu Mersin İşletmesine ait işletme dönemi giderleri

Değişken	1 Nolu İşletme (Gökkuşuğu Alabalığı-O. mykiss)	2 Nolu İşletme (<i>Huso huso</i>)
İşletmelere ait çalışan bilgisi		
Mühendis sayısı	1	2
Mühendis ücreti (bürüt)	72000 TL	72000 TL
İşçi sayısı	3	5
İşçi ücreti bürüt	41300 TL	41300 TL
Vitamin Aşı miktarı	Muhtelif	Muhtelif
Vitamin Aşı gideri/yıl	200000 TL	200000 TL
Yem gideri	500000\$	3000000\$
Pazarlama gideri		
Amortisman	51120 TL	64320 TL

Çizelge 4.4. 1 Nolu Gökkuşuğu Alabalığı işletmesi ve 2 Nolu Mersin İşletmesine ait işletme verileri

Değişken	1 Nolu İşletme	2 Nolu işletme
Ekonomik veriler		
İşletme giderleri	20.163.440 TL	110.179.840 TL
İşletme gelirleri	47.500.00 TL	273.000.000 TL
Havyar temin oranı	%4	%30
Havyar Fiyatı	5000-6000 tı/kg	5.000.000 tı/kg
Fayda-maliyet oranı	%235	%247

Öte yandan, mersin balığı dayanıklı yapısı ve uzun ömrüyle öne çıkmaktadır. Hastalıklara ve parazitlere karşı dirençli olması, sağlık yönetimi maliyetlerini azaltırken uzun vadeli gelir sağlamaktadır. Mersin balığının ticari değerini artıran bir diğer unsur ise havyar üretimidir; bu, yüksek kâr marjları sunmaktadır.

İşletme 1’de gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliği için birim üretim maliyeti 3\$/kg, satış fiyatı 4\$/kg olarak gerçekleşirken, İşletme 2’de mersin balığı için birim üretim maliyeti 7\$/kg, satış fiyatı 10\$/kg ve havyar satış fiyatı 100\$/kg düzeyindedir; bu, havyar gelirinin İşletme 2’nin toplam gelirinin %70’ini oluşturmasını sağlamıştır. Yem giderleri, İşletme 1’de toplam maliyetin %45’ini (35.625.000 TL), İşletme 2’de ise %50’sini (228.000.000 TL) oluşturur. İşçilik ve enerji giderleri sırasıyla %20 ve %15’lik paylarla dikkat çekmektedir. Fayda-maliyet oranları İşletme 1’de %235, İşletme 2’de %247 olarak hesaplanmış, ancak yem fiyatlarında %10’luk bir artışın karlılığı %5-7 oranında düşürebileceği hassasiyet analiziyle belirlenmiştir. Havyar kalite sınıflarına (örneğin, A sınıfı: 120\$/kg, B sınıfı: 80\$/kg) bağlı fiyat farklılıkları, İşletme 2’nin gelir dalgalanmalarını etkilemekte, ancak bu parametrelerin optimizasyonu ekonomik verimliliği artırabilir. İşletme 1’in 6-7 aylık üretim döngüsü hızlı nakit akışı sağlarken, İşletme 2’nin 24 aylık döngüsü için yatırım geri dönüş süresi yaklaşık 3 yıl olarak tahmin edilmiştir. Karkamış Baraj Gölü’nün düşük işletme maliyetleri avantajına rağmen, küresel pazarda Türkiye’nin havyar ihracatındaki payı (%2) ve fiyat rekabetçiliği, işletmelerin ölçek büyütme potansiyelini sınırlamaktadır. Bu bulgular, maliyet optimizasyonu ve pazar çeşitlendirmesinin ekonomik sürdürülebilirlik için kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Elde edilen teknik ve ekonomik bulgular ışığında, aşağıdaki bölümde bu sonuçların mevcut literatür ve sektörel koşullar çerçevesinde değerlendirilmesi yapılmıştır.

5. TARTIŞMA

5.1. İşletmelere Ait Teknik Analiz

Gökkuşaağı alabalığının hızlı büyüme oranı ve kısa üretim süresi, bu türü yetiştiricilik açısından cazip hale getirmektedir. Çalışmada, gökkuşaağı alabalığının uygun su koşullarında yılda yaklaşık 1 kg ağırlığa ulaştığı ve üretim döngüsünün 6-7 ay gibi kısa bir sürede tamamlandığı belirtilmiştir. Bu bulgular, Çelikkale (1994) tarafından alabalıkların soğuk su balıkları olarak tanımlanması ve 10°C'nin altındaki sularda üremesi ile uyumludur. Ayrıca, kısa kuluçka süresi (20-30 gün) ve sıcaklık değişimlerine adaptasyon kabiliyeti, gökkuşaağı alabalığını farklı coğrafi bölgelerde yetiştiriciliğe uygun kılmaktadır.

Çetin ve Bilgüven (1991), Güney Marmara'daki işletmelerin su kaynaklarını incelediğinde, %50'sinin dere suyu kullandığı belirtilmiş; bu da gökkuşaağı alabalığının farklı su koşullarına uyum sağlayabildiğini desteklemektedir. İşletme 1'in ağ kafes sistemlerinde su sıcaklığının 10-15°C arasında tutulması ve oksijen seviyesinin 7 mg/L olması, türü optimum büyütme koşullarına sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgu Çakmak (2024)'ın "Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) endüstrisinde yeni bir yaklaşım" çalışmasındaki verilerle uyumaktadır.

Mersin balığı ise dayanıklı yapısı, uzun ömrü ve hastalıklara karşı direnci ile dikkat çekmektedir. Ancak, cinsel olgunluğa ulaşma süresinin 6-8 yıl gibi uzun bir zaman dilimini kapsaması, yatırım geri dönüş süresini uzatmaktadır. İşletme 2'de mersin balığının ilk stoklama gramajının 500-1.000 g, pazar gramajının ise 10-15 kg olması, türün uzun büyüme sürecini yansıtmaktadır. Su sıcaklığının 12-20°C arasında olması ve ağ derinliğinin 10-15 m olarak düzenlenmesi, mersin balığının daha derin ve geniş alanlarda yetiştirildiğini göstermektedir. Bu bulgu Tırıl ve Memiş (2012;2013)'in Mersin balığı yetiştiriciliği ve mersin balıklarının korunmasına yönelik çalışmalarındaki bulgular ile uyumludur.

Ağ kafes sistemlerinin her iki tür için de kullanımı, su kalitesinin izlenmesi ve balık sağlığının korunması açısından etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Karaman ve Yüngül (2016), Karkamış Baraj Gölü'ndeki ağ kafeslerin %80,43'ünün yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) malzemeden yapıldığını bildirmiştir ki bu, İşletme 1 ve İşletme 2'de kullanılan materyallerle uyumludur. Ancak, bu sistemlerin yüksek başlangıç maliyetleri, Rad ve Köksal (2001) tarafından işletmelerin verimliliğini artırmak için teknik bilgi ve mühendis istihdamının gerekliliğine yapılan vurguyu desteklemektedir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen bulgular ile de Karaman ve Yüngül (2016)'ün bulguları bu çalışmada elde edilen bulgular ile de büyük oranda örtüşmektedir.

Teknik performans değerlendirmesinin ardından, bu iki türün yetiştiriciliğine ait ekonomik göstergeler aşağıda karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

5.2. İşletmelere Ait Ekonomik Analiz

Bu bölümde, gökkuşuğu alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliğine yönelik teknik ve ekonomik analizler detaylı bir şekilde ele alındığı bu çalışmadan elde edilen bulgular, her iki türün yetiştiricilik süreçlerinde kendine özgü avantajlar ve dezavantajlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, literatürdeki önceki çalışmalarla karşılaştırmalı bir tartışma yapılmış ve mevcut verilerin sektörel dinamikler içerisindeki yeri değerlendirilmiştir. Balık sağlığı ve hastalık yönetimi kapsamında, düzenli sağlık kontrolleri yapılmış, hastalık belirtileri gösteren balıklar izole edilmiş ve gerekli tedavi protokolleri uygulanmıştır. Büyüme performanslarının değerlendirilmesi için balıkların ağırlık ölçümleri belirli aralıklarla gerçekleştirilmiş ve veriler kaydedilmiştir. Üretim süreçlerinin ekonomik verimliliği, yem maliyetleri, enerji tüketimi ve iş gücü giderleri gibi parametreler dikkate alınarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, gökkuşuğu alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliğinin teknik ve ekonomik açıdan değerlendirilmesine katkı sağlamıştır.

Küresel akvakültür sektörü, gökkuşuğu alabalığı ve mersin balığı gibi ekonomik değeri yüksek türlerin yetiştiriciliğine giderek daha fazla odaklanmaktadır. Gökkuşuğu alabalığı, hızlı büyüme oranı ve geniş pazar talebiyle, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaygın olarak üretilirken, mersin balığı havyar üretiminin yüksek getirisi nedeniyle Asya ve Avrupa'da önem kazanmıştır. FAO'nun 2020 verilerine göre, gökkuşuğu alabalığı küresel tatlı su üretiminin yaklaşık %15'ini oluştururken, mersin balığı yetiştiriciliği 2000'li yıllardan itibaren havyar talebiyle hızla büyümüştür. Ancak, her iki türün yetiştiriciliği, su kalitesi, yem verimliliği ve çevresel etkiler gibi faktörlere bağlıdır. Karkamış Baraj Gölü'ndeki ağ kafes sistemleri, küresel trendlerle uyumlu olarak, su değişiminin doğal akıntılarla sağlandığı bir yöntem sunar, ancak bu sistemlerin çevresel sürdürülebilirliği için daha ileri teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır.

İşletme 1'in Fayda-maliyet oranı %31,7'dir. Kayacı (2008) tarafından Kahramanmaraş'ta raporlanan FCR 1,28'e sahip işletmelere kıyasla daha düşüktür; bu, stok yoğunluğu ve su kalitesi yönetimindeki farklılıklarla açıklanabilir. Yem maliyetlerinin giderlerin %98'ini oluşturması,

Yavuz ve diğerleri (1995) tarafından işletme maliyetlerinin %63,4'ünün yemden kaynaklandığı bulgusuyla uyumludur. Türün geniş tüketim alanı, pazarda istikrarlı bir talep sağlar.

İşletme 2'de mersin balığının ilk stoklama gramajının 500-1.000 g, pazar gramajının ise 10-15 kg olması, türün uzun büyüme sürecini yansıtmaktadır. Su sıcaklığının 12-20°C arasında olması ve ağ derinliğinin 10-15 m olarak düzenlenmesi, mersin balığının daha derin ve geniş alanlarda yetiştirildiğini göstermektedir.

. Mersin balığı, uzun üretim süresi (24 ay) ve yüksek FCR (2,0-2,5) ile daha fazla yem maliyeti gerektirse de, havyar üretimi sayesinde yüksek katma değer sunmaktadır. 2 Nolu İşletme'nin Fayda-maliyet oranı %247, Ancak, cinsel olgunluğa ulaşma süresinin uzunluğu (6-8 yıl), yatırımın geri dönüşünü geciktirmektedir. Havyar gelirin toplam gelirin %70'ini oluşturması, türün niş pazarlardaki değerini gösterir.

Ağ kafes sistemlerinin her iki tür için de kullanımı, su kalitesinin izlenmesi ve balık sağlığının korunması açısından etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Karaman ve Yüngül (2016), Karkamış Baraj Gölü'ndeki ağ kafeslerin %80,43'ünün yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) malzemeden yapıldığını bildirmiştir ki bu, İşletme 1 ve İşletme 2'de kullanılan materyallerle uyumludur.

Ancak, bu sistemlerin yüksek başlangıç maliyetleri, Rad ve Köksal (2001) tarafından işletmelerin verimliliğini artırmak için teknik bilgi ve mühendis istihdamının gerekliliğine yapılan vurguyu desteklemektedir. Karaman ve Yüngül (2015), Karkamış Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde alabalık yetiştiriciliği yapan 5 firmaya ait 10 işletmeyi incelemiş ve toplam kiralanan su yüzey alanını 190.500 m² olarak tespit etmiştir. Bu işletmelerin teorik ve fiili kapasiteleri sırasıyla 6.515 ton/yıl ve 4.126 ton/yıl olarak raporlanmıştır.

Kayacı (2008), Kahramanmaraş'taki işletmelerin fiili kapasitelerinin teorik kapasitelerin altında kaldığını (6.529 ton/yıl teorik, 2.991 ton/yıl fiili) belirtmiş; bu, ağ kafes sistemlerinin bakım ve yönetim zorluklarını yansıtmaktadır.

Zengin ve Tabak (1997), Doğu Karadeniz'de tatlı su üretim tesislerinin kapasite kullanım oranını %76,8, denizde üretim yapan tesislerin ise %87,3 olarak raporlamıştır. Her iki türün yetiştiriciliğinde ağ kafes sistemlerinin teknik avantajları göz ardı edilemez; ancak başlangıç maliyetlerinin düşürülmesi ve verimliliğin artırılması için kooperatifleşme (Yavuz ve diğerleri 1995) ve teknik personel istihdamı (Rad ve Köksal 2001) gibi stratejiler benimsenmelidir.

Türkiye'de gökkuşağı alabalığı ve mersin balığına olan pazar talebi, yatırım kararlarını doğrudan etkilemektedir. Gökkuşağı alabalığı, geniş tüketim alanı ve yüksek pazar talebi ile popülerken, mersin balığı havyar üretimi ile yüksek katma değer yaratmaktadır. Her iki tür de farklı pazar segmentlerine hitap etmekte, ancak mersin balığı, özellikle havyar üretimiyle katma değer yaratma potansiyeline sahiptir. Öte yandan, havyar piyasasında talep oldukça yüksektir ve havyar ticareti birçok ülke için önemli bir gelir kaynağıdır. Doğal stoklardaki azalmayı telafi etmek adına mersin balığı yetiştiriciliği kısa vadede önemli bir çözüm olarak görülmektedir. 1980'li yıllardan itibaren dünya genelinde artan ilgi, son 10 yılda daha da yoğunlaşmıştır. 2001'de 3.091 ton olan üretim, 2011'de 52.049 tona çıkarak yaklaşık 17 kat artmıştır. Doğal stoklardaki gerilemenin kısa vadede telafi edilemeyeceği düşünüldüğünde, bu artışın önümüzdeki yıllarda da sürmesi beklenmektedir. Türkiye'de bu sektöre geç başlanmış olsa da havyarın yüksek ekonomik değeri nedeniyle ilgilinin artacağı tahmin edilmektedir (Anonim 2). Türkiye'de gökkuşağı alabalığı geniş tüketim alanıyla popülerken, mersin balığı havyar üretimiyle yüksek katma değer yaratmaktadır. Büyükçapar ve Sezer (2006), Rize'deki işletmelerin ortalama yem değerlendirme oranını (FCR) 1,4 olarak hesaplamış; bu, İşletme 1'de otomatik yemleme makineleriyle optimize edilen yemleme stratejileriyle uyumludur. Çizelge 4.2, 4.3 ve 4.4'te Gökkuşağı alabalığı çiftliği İşletme 1 ve *Huso huso* çiftliği İşletme 2 olarak belirtilmiştir. İşletme 1, 2500 ton kapasiteli, İşletme 2 ise 1200 ton kapasiteli işletmelerdir. Gelir gider maliyetleri verilmiştir. Buna göre 2 Nolu İşletme, 1 Nolu İşletme'ye göre çok daha yüksek giderlere sahiptir, ancak gelirleri de çok daha yüksektir. Özellikle havyar temin oranı (%30) ve havyar fiyatı (500.000 TL/kg), 2 Nolu İşletme'nin ekonomik olarak çok daha karlı olduğunu göstermektedir. Havyar, 2 Nolu İşletme için önemli bir gelir kaynağıdır. 1 Nolu İşletme'nin havyar temin oranı düşük

(%4) ve havyar fiyatı da nispeten düşüktür. Bu, 1 Nolu İşletme'nin gelirlerinin daha çok balık satışına dayandığını gösterir. 1 Nolu İşletme: Daha küçük ölçekli bir işletme gibi görünmektedir. Gelirleri ve giderleri nispeten düşüktür. Havyar üretimi sınırlıdır ve gelirler büyük ölçüde balık satışına dayanmaktadır. 2 Nolu İşletme: Büyük ölçekli ve yüksek kapasiteli bir işletmedir. Havyar üretimi ve satışı, işletmenin ana gelir kaynağıdır. Havyarın yüksek fiyatı ve temin oranı, işletmeyi oldukça karlı hale getirmektedir. Ancak, yem giderleri ve amortisman gibi maliyetler de oldukça yüksektir. 2 Nolu İşletme, 1 Nolu İşletme'ye göre daha büyük ölçekli ve daha karlı bir işletme gibi görünmektedir. Ancak, yüksek giderleri de dikkate alındığında, işletmenin finansal yönetimi ve maliyet kontrolü büyük önem taşımaktadır. 1 Nolu İşletme ise daha küçük ölçekli olmasına rağmen, daha düşük giderleri ve dengeli bir gelir-gider yapısına sahiptir. Havyar üretimini artırması durumunda, gelirlerini önemli ölçüde artırabilir. 1 Nolu İşletme'nin geliri 47.500.000 TL (125 ton x 4 \$ x 95 TL), gideri 36.072.020 TL'dir (yem: 35.625.000 TL, personel: 195.900 TL, diğer: 251.120 TL); net kâr 11.427.980 TL'dir. 2 Nolu İşletme'nin geliri 1.920.000.000 TL (et: 570.000.000 TL, havyar: 1.350.000.000 TL), gideri 228.614.820 TL'dir (yem: 228.000.000 TL, personel: 350.500 TL, diğer: 264.320 TL); net kâr 1.691.385.180 TL'dir.

Mersin balığı yetiştiriciliğinin ekonomik çekiciliği, havyar üretiminin küresel piyasalardaki yüksek değeriyle doğrudan ilişkilidir. Uluslararası çalışmalar, havyarın kilogram başına fiyatının 5.000-10.000 USD arasında değiştiğini ve bu talebin özellikle Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'daki lüks tüketim pazarlarından kaynaklandığını göstermektedir. İşletme 2'nin havyar gelirlerinin toplam gelirin %70'ini oluşturması, bu küresel trendle uyumludur ve havyarın niş pazarlardaki stratejik önemini vurgular. Ancak, havyar üretiminin uzun üretim süreleri ve yüksek işletme maliyetleri, yatırım risklerini artırmaktadır. Örneğin, Çin ve İran gibi önde gelen havyar üreticileri, üretim süreçlerini optimize ederek maliyetleri düşürmüş, ancak çevresel düzenlemelere uyum konusunda zorluklarla karşılaşmıştır. Türkiye'de mersin balığı yetiştiriciliğinin havyar odaklı gelişimi, bu küresel örneklerden öğrenerek hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından planlanmalıdır (Bronzi at al. 2021).

Sürdürülebilir üretim için çevresel düzenlemelere uyum ve etkin risk yönetim stratejilerinin uygulanması önemlidir. İşletmelerin uzun vadeli başarıları, çevresel etkiyi en aza indirirken aynı zamanda ekonomik faydayı maksimize etmeye yönelik stratejilere dayanmalıdır. Sürdürülebilirlik açısından, çevresel düzenlemelere uyum ve risk yönetimi kritik öneme sahiptir.

Tırıl ve Memiş (2013)'e göre Mersin balığının doğal habitatlarının tahribatı ve gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinde su kalitesi yönetimi ihtiyacı, işletmelerin uzun vadeli stratejiler geliştirmesini gerektirmektedir. mersin balıklarının üreme alanlarını oluşturan nehirlerde barajlar, HES'ler, nehir yatağı faaliyetleri ve kirlilik gibi faktörlerle tahrip olan habitatların orta ve uzun vadede iyileştirilebileceğini ve mevcut erişkin bireylerin doğal ortamda üremesine fırsat tanınabileceğini belirtmiştir. Ancak bu tür çalışmalar yüksek maliyetlidir ve uzun vadede kararlılık gerektirir.

Zengin ve Tabak (1997), Doğu Karadeniz'deki kapasite kullanım oranlarının yüksek olduğunu raporlamış; ancak çevresel etkilerin azaltılması için İşletme 1 ve 2'de kullanılan su kalitesi izleme cihazlarının etkinliği artırılmalıdır. Türkiye'de havyar üretimine olan talep artışı göz önüne alındığında, mersin balığı yetiştiriciliğinin teşvik

edilmesi sektörel büyümeyi destekleyebilir. Gelecek çalışmalar, su kalitesi yönetim tekniklerini ve havyar üretim süreçlerini optimize etmeye odaklanmalıdır.

Çetin ve Bilgüven (1991)'de Güney Marmara bölgesinde faaliyet gösteren Gökkuşuğu Alabalığı üretim işletmelerini yapısal ve ekonomik açıdan incelemiş ve işletmelerin %50'sinin dere suyu, %30'unun kaynak suyu, %10'unun artezyen suyu, kalan %10'unun ise hem kaynak hem de dere suyunu kullandığını tespit etmiştir.

Çelikkale (1994) alabalıkların yaşamlarını soğuk suda geçirdiklerini ve 10°C'nin altındaki sularda yumurtlayıp döl verdiklerini belirterek, soğuk suya ihtiyaç duyan bu türlerin "Soğuksu Balıkları" olarak adlandırıldığını ifade etmiştir.

Yavuz ve diğerleri (1995), Erzurum'daki alabalık işletmelerini analiz ederek, işletmelerin aktif sermayesinin %53,2'sinin balık, %35,4'ünün ise bina ve havuz giderlerinden oluştuğunu, işletme maliyetlerinin %63,4'lük kısmını yem maliyetlerinin oluşturduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca sorunların çözümünde kooperatifleşmenin önemine değinmişlerdir.

Üstündağ ve diğerleri (2000), Karadeniz bölgesindeki su ürünleri üretim tesislerinin %95'inin Gökkuşuğu Alabalığı ürettiğini belirtmiş, Tesislerin %49'unun yıllık 5 ton, %51'inin ise 5 tonun üzerinde üretim kapasitesi olduğunu bildirmiştir.

Rad ve Köksal (2001), Türkiye'deki su ürünleri işletmelerinin %93'ünün kombine, %7'sinin ise besi işletmesi olduğunu belirlemiş; işletmelerin ortalama 573 anaç balığa ve her anaçtan 2.168 yumurta verimine sahip olduğunu kaydetmiştir. İşletmelerin hasat yoğunluğu ve yem dönüşüm oranları küçük, orta ve büyük ölçekli gruplarda sırasıyla 15,8 kg/m³, 16,3 kg/m³, 21,8 kg/m³ ile 1,60, 1,45 ve 1,42 olarak bulunmuştur. Çalışma, işletmelerin verimliliğini artırmak için su ürünleri mühendislerinin istihdam edilmesi ve teknik bilginin yayılması gerektiğini vurgulamıştır.

Büyükçapar ve Sezer (2006), Rize'deki 8 alabalık işletmesinin biyoteknik özelliklerini incelemiş ve bu işletmelerin toplam proje kapasitelerini 362 ton/yıl, toplam üretim kapasitelerini ise 253 ton/yıl olarak belirlemiştir. Ortalama yem değerlendirme oranı (FCR) 1,4 olarak hesaplanmıştır.

Kayacı (2008), Kahramanmaraş'taki ağ kafeslerde ve karada faaliyet gösteren 15 işletmenin toplam proje kapasitelerini 6.529 ton/yıl, toplam üretim kapasitelerini ise 2.991 ton/yıl olarak belirlemiştir. Ortalama (FCR) 1,28 bulunmuştur.

Akbulut (2006), Türkiye'de mersin balıkları ve havyar üretimine ilişkin bilimsel kayıtların yetersiz olduğunu vurgulamaktadır. Kızılırmak ve Yeşilirmak gibi Karadeniz'e dökülen Sakarya, Melet Irmağı, Çoruh Nehri ve daha küçük akarsulardaki üreme durumları net değildir. Mersin balıklarının avcılığı yasak olduğu için, başka türlerin avcılığı sırasında yakalanan mersin balıklarının orijini kesin olarak belirlenmemektedir. Bu balıkların Türkiye nehirlerinde üreyen mi yoksa Ukrayna ve Rusya gibi ülkelere kuluçkahanelerde üretilip doğaya salınan bireyler mi olduğu belirsizdir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma, gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) ve mersin balığı (*Huso huso*) yetiştiriciliğinin teknik ve ekonomik boyutlarını kapsamlı bir şekilde ele almıştır. Elde edilen bulgular, her iki türün yetiştiricilik açısından taşıdığı potansiyeli, avantajlarını ve karşılaşılan zorlukları ortaya koymaktadır.

Gökkuşağı alabalığı, hızlı büyüme oranı, kısa üretim süresi ve düşük yem maliyetleri ile öne çıkmaktadır. Ortalama 6-7 ayda hasat edilebilmesi, üretim döngüsünün hızlı tamamlanmasına olanak tanımakta ve pazar talebine etkin bir şekilde cevap verilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, gökkuşağı alabalığının farklı coğrafi koşullara kolay adapte olabilmesi, yetiştiricilik potansiyelini artırmaktadır. Kısa kuluçka süresi, üretim süreçlerini hızlandırarak ekonomik avantaj sağlamaktadır. Bu türün geniş bir tüketim alanına sahip olması, pazardaki talebin sürekliliğini desteklemekte ve işletmelere sürdürülebilir bir gelir modeli sunmaktadır.

Mersin balığı ise dayanıklı yapısı, hastalıklara ve parazitlere karşı yüksek direnci ve ticari değeri yüksek olan havyar üretimi ile dikkat çekmektedir. Uzun ömrü ve dayanıklılığı, uzun vadeli gelir elde etme potansiyelini artırırken, yüksek yem maliyetleri ve cinsel olgunluğa geç ulaşması (6-8 yıl), yatırım geri dönüş süresini uzatmaktadır. Ancak havyar üretimi, özellikle ihracat pazarında sağladığı yüksek kâr marjları ile bu dezavantajları dengeleyebilmekte ve mersin balığını uzun vadeli yatırımlar için cazip bir seçenek haline getirmektedir.

Her iki türün yetiştiriciliğinde kullanılan offshore ağ kafes sistemleri, su kalitesinin düzenli izlenmesi, balık sağlığının korunması ve üretim verimliliğinin artırılması için etkili bir yöntem olarak öne çıkmıştır. Ancak bu sistemlerin başlangıç yatırım maliyetlerinin yüksek olması, küçük ölçekli işletmeler için bir engel teşkil edebilmektedir. Buna karşılık, su kalitesinin düzenli kontrol edilmesi, yemleme stratejilerinin optimize edilmesi ve hastalık yönetiminin etkin bir şekilde uygulanması, işletme maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

Ağ kafes sistemlerinin her iki tür için kullanımı, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) malzemeden yapılan kafeslerle (İşletme 1: 10-20 m, İşletme 2: 20-30 m çap) su kalitesinin etkin izlenmesine olanak sağlamış ve üretim verimliliğini artırmıştır. Su sıcaklığı (10-18°C ve 12-20°C), oksijen seviyeleri (7 mg/L) ve pH (6.5-8.5) gibi parametrelerin optimum aralıklarda olması, büyüme performansını desteklemiştir. Dip ağ göz açıklığı bölgesel şartlar göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Bunun nedeni Küçük göz açıklığına sahip dip ağlar, balık dışkı ve yem artıkları gibi organik atıkların çevreye kontrollü bir şekilde geçişini sağlar. Bu durum, kafes çevresinde aşırı azot birikimini sınırlayarak sucul bitki örtüsünün dengesiz büyümesi engellenmiş olur. Ancak, sistemlerin yüksek başlangıç maliyetleri ve bakım zorlukları, özellikle küçük ölçekli işletmeler için engel teşkil etmektedir. İşletmelerin teorik kapasiteleri (İşletme 1: 2500 ton/yıl, İşletme 2: 1200 ton/yıl) ile fiili üretim (125 ton/yıl ve 600 ton/yıl) arasındaki fark, su akıntı hızı, kafes bakım süreçleri ve yemleme stratejilerinin optimizasyonunda iyileştirme potansiyelini ortaya koymaktadır.

Huso huso ve gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde yem dönüşüm oranı (FCR) değerleri, üretim verimliliği, ekonomik sürdürülebilirlik ve çevresel etkiler açısından kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir. *Huso huso* yetiştiriciliğinde, uygulanan yemleme rejimlerine ve su sıcaklığı, oksijen seviyeleri gibi çevresel faktörlere bağlı olarak FCR değerlerinin 2 ile 2.5 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu nispeten yüksek FCR oranları, mersin balıklarının yüksek protein içerikli yemlere olan bağımlılığını ve büyüme süreçlerinde daha uzun yemleme sürelerini yansıtmaktadır. Buna karşılık, gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliğinde FCR değerleri 1,2 ile 1,5 arasında seyretmiş olup, bu türün daha düşük yem tüketimiyle yüksek biyokütle artışı sağladığı belirlenmiştir. Düşük FCR değerlerinin, özellikle gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliğinde, yem maliyetlerini %20-30 oranında azalttığı ve işletme karlılığını artırdığı hesaplanmıştır. Ayrıca, optimize edilmiş FCR oranlarının, yem atıklarından kaynaklanan azot ve fosfor yükünü azaltarak su kalitesini koruduğu ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunduğu saptanmıştır. *Huso huso* yetiştiriciliğinde FCR'yi iyileştirmek için yüksek kaliteli, sindirilebilirliği artırılmış yem formülasyonlarının kullanımı ve yemleme sıklığının optimizasyonu gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, akuakültür işletmelerinde yem yönetimi stratejilerinin ekonomik ve ekolojik performans üzerindeki kritik rolünü ortaya koymakta olup, gelecekteki çalışmalarda FCR'yi daha da optimize etmeye yönelik yenilikçi yem teknolojileri ve hassas yemleme uygulamalarının araştırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Çevresel sürdürülebilirlik açısından, yem atıklarının su kalitesine etkisi ve ağ kafes sistemlerinin potansiyel ekolojik ayak izi önemli bir odak noktasıdır. Otomatik yemleme sistemleri ve hassas yemleme stratejileri, yem atıklarından kaynaklanan azot ve fosfor yükünü azaltarak su kalitesini korumuş, ancak su akıntı hızının üretim performansına etkisi ve kafes bakım süreçlerinin çevresel sonuçları daha fazla araştırılmalıdır. Ayrıca, mersin balığı yetiştiriciliğinde doğal stokların azalması nedeniyle, ağ kafes sistemlerinin doğal popülasyonlar üzerindeki baskıyı azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Gökkuşaağı alabalığı için ise su kalitesi yönetimi ve düşük FCR değerleri, çevresel etkileri en aza indirerek sürdürülebilir üretim modellerine katkı sağlamaktadır.

Ekonomik analizler, yem fiyatlarında %10'luk bir artışın karlılığı %5-7 oranında düşürebileceğini göstermiştir. Bu durum, yem formülasyonlarının sindirilebilirliğini artırmak ve alternatif yem kaynaklarını değerlendirmek için yenilikçi yaklaşımlar gerektiğini vurgulamaktadır. Türkiye'nin havyar ihracatındaki düşük payı (%2) ve küresel pazardaki fiyat rekabetçiliği, mersin balığı yetiştiriciliğinde ölçek büyütme ve pazar çeşitlendirme stratejilerinin önemini ortaya koymaktadır. Gökkuşaağı alabalığı ise geniş tüketim alanıyla yerel ve bölgesel pazarlarda istikrarlı bir talep sağlamakta, ancak ihracat potansiyelinin artırılması için kalite standartlarının yükseltilmesi gerekmektedir.

Çalışmada elde edilen teknik bulgular, gökkuşaağı alabalığının kısa vadede ekonomik verimliliği artırma ve pazar talebine hızlı yanıt verme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, mersin balığı yetiştiriciliği, uzun vadeli yatırımlar için yüksek kâr potansiyeli sunmaktadır. Özellikle havyar üretimi, mersin balığını niş pazarlar için cazip bir seçenek haline getirmektedir.

Türkiye'de gökkuşaağı alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliği, artan pazar talebi ve su ürünleri sektöründeki gelişmelerle birlikte önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Gökkuşığı alabalığı, geniş tüketim alanı ve düşük üretim maliyetleri ile yaygın bir tercih olurken, mersin balığı, havyar üretimi ile yüksek katma değer yaratmaktadır.

Sürdürülebilir bir su ürünleri yetiştiriciliği için çevresel düzenlemelere uyum, su kalitesi yönetimi, yemleme stratejilerinin optimize edilmesi ve risk yönetim protokollerinin etkin bir şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır. İşletmelerin çevresel etkileri en aza indirirken ekonomik faydayı maksimize etmeye yönelik stratejiler geliştirmesi, hem teknik hem de ekonomik başarıyı destekleyecektir.

Sonuç olarak, bu çalışma, gökkuşığı alabalığı ve mersin balığı yetiştiriciliğinin teknik ve ekonomik potansiyelini aydınlatarak, Türkiye'nin su ürünleri sektöründeki rekabet gücünü artırmak için rehber niteliğinde veriler sunmuştur. Gökkuşığı alabalığı, düşük maliyetli ve hızlı üretim döngüsüyle kısa vadeli yatırımlar için ideal bir türken, mersin balığı havyar üretimiyle uzun vadeli yüksek getiri sunmaktadır. Sürdürülebilirlik için, çevresel düzenlemelere uyum, su kalitesi yönetimi, yemleme optimizasyonu ve risk yönetimi stratejilerinin entegrasyonu kritik önem taşımaktadır. Gelecek çalışmalar, hassas yemleme teknolojileri, alternatif yem kaynakları, havyar üretim süreçlerinin optimizasyonu ve ağ kafes sistemlerinin çevresel etkilerinin azaltılmasına odaklanmalıdır. Bu bulgular, Türkiye'nin su ürünleri yetiştiriciliğinde sürdürülebilir büyüme hedeflerine ulaşmasına katkı sağlayarak, hem yerel üreticilere hem de politika yapıcılara yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Adeli, A. and Baghaei, F. 2013. Production and supply of rainbow trout in Iran and the world. *World Journal of Fish and Marine Sciences(WJFMS)*, 5(3): 335–341.
- Aktop, Y. 2024. Batı Akdeniz Bölgesindeki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792) çiftliklerinden izole edilen bakteriyel hastalık etkenlerinin, antibiyotik direnç genlerinin ve bazı endemik mercan köşk (*Origanum* Spp.) yağlarının etkenlere karşı antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 107s.
- Anonim 1 Mersin Balığı Çalıştayını Bildirgesi, 25-26 Nisan 2024– SİNOP. BELGE TARIHI:3.06.2024 BELGE SAYISI: 2400103812. Erişim Adresi: <https://www.omu.edu.tr/sites/default/files/files/1-mersin-baligi-calistayi-bildirgesi/document32-5-9.pdf>
- Anonim 2 Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020. Mersin Balığının Kahramanmaraş İlinde Yetiştirilmesi ve Siyah Havyar Elde Edilmesi Fizibilite Raporu. Erişim Adresi: <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokuman/mersin-baliginin-kahramanmaraş-ilinde-yetistirilmesi-ve-siyah-havyar-elde-edilmesi-fizibilite-raporu/1958>
- Anonim 3 Karadeniz Havzası Programı. 2020. Ortak ülkelerde su ürünleri yetiştiriciliğinde iyi uygulamalar veritabanı - Türkiye (BSB461 DACIAT). Erişim adresi: https://www.blacksea-cbc.net/images/e-library/BSB461_DACIAT_-_Database_with_good_practices_in_aquaculture_in_partner_countries_TR.pdf
- Anonim 4 TC. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. 2021. Denizlerde faaliyet gösteren balık çiftliklerinin çevresel yönetimi yönetmeliği. Rg: 28.10.2020-31288
- Anonim 5 TC. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 2021. Fırat kalkınma ajansı Elazığ ili kafeste alabalık yetiştiriciliği ön fizibilite raporu. Erişim adresi: <https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/fizibilite/elerazig-ili-kafeste-alabalik-yetistiriciligi-on-fizibilite-raporu2021.pdf>
- Anonim 6 TÜİK. (2023). Turkish Statistical Institute. Fisheries Statistics.
- Anonim 7 TÜİK. (2024). Fisheries Statistics.
- Anonim 8 2023. https://royalfishery.com/tr/?page_id=321 -2024
- Anonim 9 Ayfish. (2025). Ürünler <https://ayfish.com.tr/tr/urunler/>
- Anonim 10 Akbulut, H. 2002. SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni, 2(2), Haziran.
- Anonim 11 Akbulut, H. 2006. SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni, Haziran.
- Anonim 12 Ukav, İ. (2020). Türkiye Su Ürünleri Ekonomisinin Tarihsel Gelişimi ve Gelecek Vizyonu. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/341446271_Turkiye_Su_Urunleri_Ekonomisinin_Tarihsel_Gelisimi_ve_Gelecek_Vizyonu
- Anonim 13 Tarım ve Orman Bakanlığı. (2013). Biyolojik Çeşitlilik Sempozyumu Bildiri Kitabı. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Anonymous 1 <https://eumofa.eu/dashboards-2024>

- Anonymous 2 <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/1152976/turkiyede-gokkusagi-alabaligi-yetistirciliginin-uretim-ve-ekonomik-gostergelerinin-incelenmesi>
- Anonymus3
[https://en.wikipedia.org/wiki/Beluga_%28sturgeon%29#/media/File:%D0%91%D1%96%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%B0_\(Huso_huso\).jpg-2005](https://en.wikipedia.org/wiki/Beluga_%28sturgeon%29#/media/File:%D0%91%D1%96%D0%BB%D1%83%D0%B3%D0%B0_(Huso_huso).jpg-2005)
- Anonymus 4 FAO. 2020. The state of world fisheries and aquaculture. Sustainability in action. Rome. Acces Address: <https://openknowledge.fao.org/items/b752285b-b2ac-4983-92a9-fdb24e92312b>
- Anonymus 5 FAO. (2023). Fisheries & Aquaculture, Chapter 14 Freshwater Cage for Fish. Acces Address: <https://www.fao.org/4/x5744e/x5744e0f.htm>
- Anonymus 6 FAO. (2023). The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome. Acces Address: <https://www.fao.org/publications/fao-flagship-publications/the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture/en>
- Anonymus 7 FAO.(2006). Cultured Aquatic Species InformationProgramme. Labeo rohita. Cultured Aquatic SpeciesInformation Programme. Text by Jena, J.K. In: FAOFisheries and Aquaculture Department [online]. Rome.Updated 21 February 2006. [Cited 5 October 2018].
- Aras, N.M., Kocaman, E.M. ve Aras, M.S. 2000. Genel su ürünleri ve kültür balıkçılığının temel esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, no: 216, Erzurum.
- Ateş, M. ve Atar, M.M.(2012)Su ürünlerinde kapalı devre sistemleri.Tunceli Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 62000, Tunceli
- Aydın, F. (2009). *Gökkuşuğu alabalığı (Oncorhynchus mykiss) yetiştiriciliğinde su kalitesinin önemi*. Su Ürünleri Dergisi, 26(1), 45-52.
- Aydın, 2015. Alabalık biyolojisi ve yetiştirme teknikleri. A.Ü. Ziraat fakültesi su ürünleri bölümü.
- Bledsoe, G. E., Bledsoe, C. D., & Rasco, B. (2003). Caviars and fish roe products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43(3), 317-356. DOI: 10.1080/10408690390826545
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K. and Corner, R. 2010. Aquaculture: global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2897-2912.
- Bronzi, P., Rosenthal, H., & Gessner, J. (2021). Global sturgeon aquaculture: A review of the current state and future trends. *Aquaculture International*, 29(3), 1123-1148.
- Büyükçapar, H. M. ve Sezer, Ö. 2006. Rize yöresi alabalık işletmelerinin yapısal ve biyo-teknik analizi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(1), 104-107.
- Chebanov, M., and Billard, R. 2001. The culture of sturgeons in Russia: Production of juveniles for stocking and meat for human consumption. *Aquatic Living Resources*, 14(5), 375-381.
- Çağıltay, F. 2011. İç Su Balıkları yetiştiriciliği. Nobel Yayın Dağıtım. Yayın No:29, Fen Bilimleri Dizi No:2. Ankara, 290 s.

- Çakmak, E., Özel, O. T., Batır, E. ve Evin, D. 2024. Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) endüstrisinde yeni bir yaklaşım: "Türk Somonu" üretim ve pazarlama eğilimleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*
- Çelikkale, M. S. 1994. İç su balıkları ve yetiştiriciliği Cilt 2 (No. 2). Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi.
- Çelikkale, M. S., Memis, D., & Ercan, E. (2003). "Black Sea sturgeon stocks and their rehabilitation." *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3(1), 23–29.
- Çetin, B., ve Bilgüven, M. 1991. Güney Marmara bölgesinde alabalık üretimi yapan işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Sempozyumu*, İzmir, 181-195.
- Çetin, S. K. 2019. Türkiye'de büyük boy (2 kg ve üzeri) gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinin durum analizi.
- Detlaf, T. A. (1993). Development of Sturgeon and Paddlefish. *Russian Academy of Sciences*.
- Doğan, S., & Yüngül, M. (2023). Ağ Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği. In *Ziraat ve Orman ve Su Ürünleri Alanında Uluslararası Araştırma ve Değerlendirmeler II* (pp. 165–196). Serüven Yayınevi.
- Emre, Y. ve Kürüm, V. 2007. Havuz ve kafeslerde alabalık yetiştiriciliği kitabı. İkinci Baskı. Posta Basım, İstanbul, 272 s.
- Filazi, A., et al. (2016). Balık toksikolojisi. Erişim Adresi: <https://www.researchgate.net/publication/309393711>
- Froese, R. and Pauly, D. 2009. FishBase. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org> version.
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2023). *Huso huso*. In *FishBase*. Retrieved March 30, 2025, from
- Karaman, Z., ve Yüngül, M. 2015. Karkamış Baraj Gölü'ndeki alabalık işletmelerinin yapısal ve biyoteknik yönden incelenmesi. *Aquaculture Studies* 15, 2:29-43.
- Karaman, Z., Yüngül, M. ve Dörücü, M. 2016. Karkamış Baraj Gölü'ndeki yetiştiricilik tesislerinin su ürünleri mekanizasyonu yönünden araştırılması. *Aquaculture Studies* 16, sy. 1 (Şubat 2016): 37-46.
- Karaman, S., & Yeşilayer, N. (2012). Alabalık Tesisleri ve Havuzlarının Planlama İlkeleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2), 138–146. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/417732>
- Kara, K., Aydın, H., and Aral, O. 2022. The future of sturgeon farming in Turkey: Challenges and opportunities. *Aquaculture International*, 30(2), 1-13.
- Kayacı, A. 2008. Kahramanmaraş ilinde su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal ve biyo-teknik analizi (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Korkut, AY, Kop, A., & Demirci, A. (2016). Türkiye'de alabalık üretiminin ekonomik analizi ve pazar yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* , 33(2), 123-130.

- Kuzucu, O. 2017. Aşağı Fırat Havzası su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal ve biyo-teknik analizi (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (10th ed.). Stockholm: Laurentii Salvii.
- Memiş, D., & Aydın, C. (2021). Dünyada ve Türkiye'de Mersin Balığı Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu ve Geleceği. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/348327730_Dunyada_ve_Turkiye%27de_Mersin_Baligi_Yetistirciliginin_Mevcut_Durumu_ve_Gelecegi-The_current_status_and_future_perspective_of_sturgeon_aquaculture_in_the_world_and_Turkey
- Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., & Falahatkar, B. (2007). Effects of feeding rate and frequency on growth performance of yearling great sturgeon, *Huso huso*. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(S1), 278–283.
- Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P. and Nichols, P. D. 2021. A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591(7848), 551-563.
- Okumuş, I., & Çelikkale, MS (1999). Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) belirtilerindeki performansı etkisi. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* , 1(1), 23-30.
- Özgür M. E. 2009. Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) üretiminde yumurta, embriyo ve larva kalitesi e, yeme katıla -3 Serisi Esansiyel yağ asitlerinin etkisi
- Rad, F. and Köksal, G. 2001. Türkiye'deki gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin yapısal ve biyo-teknik analizi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25, 567-575.
- Rad, F. (1999). Türkiye’de gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin teknik ve ekonomik analizi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Singh, V., Moreau, R.A., Hicks, K.B., Belyea, R.L. and Staff, C.H. 2001. Recovery of phytosterols from fiber removed from distiller dried grains with solubles (DDGS). Paper No. 016012. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Society of Agricultural Engineers*.
- Subasinghe, R., Soto, D., and Jia, J. 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 2-9.
- Taban, S., & Çelikkale, MS (2001). Türkiye'de alabalık ürünlerinde yemden yararlanma oranı ve ekonomik verimlilik. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi* , 1(1), 45-52.
- Tekelioğlu, N. 2000. İç su balıkları yetiştiriciliği (Soğuk ve Sıcak İklim Balıkları). Çukurova Üniveritesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 367 s.

- Tırlı, S., ve Memiş, D. 2013. Dünyada ve Türkiye'de mersin balığı yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve geleceği. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 28(2), 135-142.
- Ural, G.N. and Topuz, O.K. 2024. Comparison of nutritional value of salmon and sturgeon caviar. *Records of Agricultural and Food Chemistry*. 4 (1), 28 - 33
- Üstündağ, E., Aksungur, M., Dal, A. ve Yılmaz, C. 2000. Karadeniz Bölgesi'nde su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal analizi ve verimliliğinin belirlenmesi. SÜMEA Sonuç Raporu, Trabzon.
- Vasilyeva, L. M. and Mikodina, E. V. 2012. History of the development and consolidation of the artificial propagation of sturgeons in Russia. *World Aquaculture Society Presentation Abstract*.
- Verdegem, M. C. J., & Buschmann, A. H. (2023). The contribution of aquaculture systems to global aquaculture production. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(2), 198-216.
- Woynarovich, A., Hoitsy, G. and Moth-Poulsen, T. 2011. Small-scale rainbow trout farming. Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Volume 561, Rome, 31-181 p.
- Yavuz, O., Yavuz, F. ve Türkmen, M. 1995. Gümrük birliği bağlamında Türkiye-Avrupa topluluğu su ürünleri üretim ve tüketiminin son durumu. Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum, 14-16 Haziran.
- Zengin, M. ve Tabak, I. 1997. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki balık işletmelerinin yapısal özellikleri. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, İzmir, 9-11 Nisan, 451-461.

ÖZGEÇMİŞ

Ali Ekrem DEMİR

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2022-2025	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2010-2015	Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği,

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Rozafa-14 Orkinos Gemisi 2022-2022	Orkinos Yetiştiriciliği Su Ürünleri Mühendisi
Gaziantep Büyükşehir Belediyesi 2022-	Su Ürünleri Mühendisi

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1--

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- -