

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**VAN GÖLÜ İNCİ KEFALİ (*Alburnus tarichi* Güldenstädt, 1814)'NİN
HİDROAKUSTİK İZLEME MODELİNİN OLUŞTURULMASI VE STOK
ANALİZİ**

Ferhat DEMİROL

DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Fahrettin YÜKSEL
Prof. Dr. Ali Cemal GÜCÜ

TUNCELİ-2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

VAN GÖLÜ İNCİ KEFALİ (*Alburnus tarichi* Güldenstädt, 1814)'NİN
HİDROAKUSTİK İZLEME MODELİNİN OLUŞTURULMASI VE STOK
ANALİZİ

Ferhat DEMİROL

DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. Fahrettin YÜKSEL
Prof. Dr. Ali Cemal GÜCÜ

TUNCELİ-2022

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

VAN GÖLÜ İNCİ KEFALİ (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814)'NİN
HİDROAKUSTİK İZLEME MODELİNİN OLUŞTURULMASI VE STOK
ANALİZİ

Ferhat DEMİROL

DOKTORA TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 17/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza Prof. Dr. Rahmi AYDIN (Munzur Üniversitesi)	İmza Prof. Dr. Fahrettin YÜKSEL (Munzur Üniversitesi)	İmza Doç. Dr. Mehmet Zülfü ÇOBAN (Fırat Üniversitesi)
BAŞKAN	DANIŞMAN	ÜYE
İmza Doç. Dr. Mustafa DÜŞÜKCAN (Fırat Üniversitesi)		İmza Dr. Öğr. Üyesi Bilgin ZENGİN (Munzur Üniversitesi)
ÜYE		ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir.

Proje No: TAGEM/HAYSUD/G/17/SU/P-02/05

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

17/05/2022

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Ferhat DEMİROL

Danışman
Prof. Dr. Fahrettin YÜKSEL

TEŞEKKÜR

Bu tez, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (*TAGEM*) tarafından desteklenen ve Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yürütülen *TAGEM/HAYSUD/G/17/SU/P-02/05* numaralı “Van Gölü İnci Kefali (*Alburnus tarichi*) Stoğunun İzlenmesi” isimli proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen *TAGEM* ailesinin değerli çalışanlarına ve yöneticilerine teşekkürlerimi sunarım.

Tüm yüksek lisans ve doktora öğrenimim süresince yanımda olan, bilgisine ve tecrübesine ihtiyaç duyduğum anlarda bunu cömertçe paylaşan tez danışmanım Prof. Dr. Fahrettin YÜKSEL’e, hidroakustik sefere katılıp tecrübesini ve bilgisini benimle paylaşma nezaketi gösteren, daha sonra hidroakustik verilerin analizinde birlikte çalıştığım ve çalışırken araştırmacı düşünce, iş ahlakı ve bilgiye duyulan sonsuz merak konularında bana çok şey öğreten, teze başlarken aklımdaki şüpheleri giderip beni cesaretlendiren yalnızca benim tez danışmanım olmaktan öte benimle benzer konuları çalışan tüm *TAGEM* personeli arkadaşlarımın da gönüllü danışmanlığını yapan *ODTÜ* Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü’nden çok kıymetli hocamız Prof. Dr. Ali Cemal GÜCÜ’ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

Yine bu tez çalışmasının başlangıç aşamasında şahsının ve dekanlık görevini yürüttüğü fakültenin tam desteğini vaadedip, hidroakustik sefer esnasında karşılaştığımız sorunları süratle çözen ve seferin tamamlanmasında büyük katkısı olan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi dekanı Prof. Dr. Fazıl ŞEN hocama şükranlarımı sunarım. Aynı fakültede görev yapan ve hidroakustik çalışmada bizlere eşlik eden Dr. Öğr. Üyesi Ataman Altuğ ATICI’ya ve akustik sefere gemi kaptanı olarak katılan ve tüm çalışma boyunca çalışkan ve pozitif kişiliğiyle ekibin neşe kaynağı olan ve gemideki tüm işlerde bize yardımcı olan kaptan İsmail BULOVA’ya teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tezimi de kapsayan “Van Gölü İnci Kefali (*Alburnus tarichi*) Stoğunun İzlenmesi” isimli projenin yürütülmesi sürecinde katkılarını esirgemeyen Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Özkan ÖZBAY’a ve başta Sayın Dr. Songül YÜCE, Burcu Çelik ve Ahmet ULUER olmak üzere projede görevli tüm araştırmacı arkadaşlarım ile çalışmalarımız süresince bizlere eşlik eden kurumumuzun vefakâr balıkçı ve şoförlerine de teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin veri analizi ve yazımı aşamalarında özellikle grafik tasarım ve istatistiksel analiz konularında büyük katkılar sağlayan meslektaşım ve yakın arkadaşım Dr. Mehmet CİLBİZ’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Van Gölü’ndeki çalışmalarım esnasında yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen cefakâr Van Gölü balıkçılarına ve sektör çalışanlarına da teşekkürü borç bilirim.

Son olarak, tez çalışmam süresince zaman zaman biriken stresten müzdarip ettiğim, buna rağmen desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen hayat arkadaşım sevgili eşim Amine AYHAN DEMİROL’a ve biricik kızım Elif DEMİROL’a sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Ferhat Demirel
TUNCELİ–2022

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLOLAR LİSTESİ	VI
RESİMLER LİSTESİ	VII
SEMBOLLER LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	X
ÖZET	XI
ABSTRACT	XII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Geçmişten Günümüze İnci Kefali Avcılığı	2
1.2. İnci Kefalinin Morfolojik Özellikleri ve Sistematikteki Yeri	4
1.3. İnci Kefalinin Fizyolojik ve Ekolojik özellikleri.....	5
1.4. İnci Kefali Avcılık Yöntemleri.....	6
1.5. İnci Kefali ile İlgili Yapılan Çalışmalar	7
1.6. Hidroakustik Yöntem ve Balıkçılıkta Kullanımı.....	10
1.7. Çalışmanın Önemi	13
2. MATERYAL VE METOT.....	14
2.1. Çalışma Alanı	14
2.2. Hidroakustik Metot.....	16
2.2.1. Hidroakustik ön çalışmalar	16
2.2.2. Hidroakustik sörvey dizaynı	19
2.2.3. Hidroakustik ekipman	20
2.2.4. Hidroakustik veri analizi	21
2.2.4.1. Batimetrik yaklaşım (tabakalı hesaplama)	22
2.2.4.2. Geoİstatistiksel (geostatistical) yaklaşım	24
2.3. Çevresel Parametreler.....	24
2.4. Balıkçılık Verilerinin Toplanması	26
2.4.1. Balıkçılıktan bağımsız (biyolojik) verilerin toplanması	26
2.4.2. Balıkçılığa bağlı verilerin toplanması	27
2.5. Populasyon Parametrelerinin Hesaplanması	28
2.5.1. Boy-ağırlık ilişkisi	28
2.5.2. Kondisyon faktörü	29
2.5.3. Büyüme parametrelerinin hesaplanması.....	29
2.5.4. Yaş boy anahtarı	30
2.5.5. Ölüm oranlarının hesaplanması	31
2.5.5.1. Doğal ölüm oranı (M).....	31
2.5.5.2. Balıkçılık ölüm oranı (F).....	32
2.5.5.3. Toplam ölüm oranı (Z)	32
2.5.5.4. Yaşama Oranı (S)	32
2.5.6. Stok işletim oranı (E).....	32
2.5.7. Populasyon büyüklüğünün tahmini	33
2.5.7.1. Yaşa dayalı kohort analizi	33
2.5.8. Geleceğe yönelik ürün ve biyokütle tahmini	35
2.6. İstatistiksel Analizler	36

3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	37
3.1. Van Gölü İnci Kefali Avcılığına Ait Genel Bilgiler	37
3.2. Sıcaklık Tabakalaşması	42
3.3. Hidroakustik Bulgular	45
3.3.1. Balık boyu ve TS dağılımı.....	45
3.3.2. İnci kefallerinin Van Gölü'ndeki dağılımı	46
3.3.2.1. Alansal dağılım.....	46
3.3.2.2. Derinliğe bağlı dağılım.....	49
3.3.3. Biyokütle tahmini	52
3.3.3.1. Batimetrik yaklaşım (tabakalı hesaplama)	52
3.3.3.2. Geoİstatistiksel (geostatistical) yaklaşım	56
3.4. Populasyon Dinamiği ve Stok Analizi	59
3.4.1. Eşey kompozisyonu.....	59
3.4.2. Boy kompozisyonu	60
3.4.3. Ağırlık kompozisyonu	64
3.4.4. Yaş kompozisyonu	67
3.4.4.1. Yaş ve eşey gruplarına göre balık sayı ve oranları	67
3.4.4.2. Yaş ve eşey gruplarına göre ortalama total boylar	69
3.4.4.3. Yaş ve eşey gruplarına göre ortalama vücut ağırlıkları.....	70
3.4.4.4. Sezonlara göre toplam avın yaş dağılımı.....	72
3.4.4.5. Yaş boy anahtarı	73
3.4.5. Boy ağırlık ilişkisi	75
3.4.6. Kondisyon faktörü	76
3.4.7. Büyüme parametreleri	79
3.4.8. Ölüm oranları.....	84
3.4.8.1. Doğal ölüm oranı (M).....	84
3.4.8.2. Balıkçılık ölüm oranı (F)	84
3.4.8.3. Toplam ölüm oranı (Z)	85
3.4.9. Stok işletim oranı (E).....	85
3.4.10. Stok analizi	85
3.4.10.1. Yaşa dayalı kohort analizi (aged based cohort analysis).....	85
3.4.10.2. Thompson ve Bell metodu ile geleceğe yönelik ürün ve biyokütle tahmini.....	89
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
5. KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Türkiye iç su balıkları avcılık miktarları.....	4
Şekil 2.1. Van Gölü'nün konumu ve batimetrik haritası.....	15
Şekil 2.2. 28-29 Ağustos 2018 tarihlerinde yapılan deneme seyri.....	16
Şekil 2.3. İnci kefali sürülerini gösteren bir yankı grafiği (echogram)	17
Şekil 2.4. 23-27 Ekim 2018 tarihli ön seyir için planlanan akustik hatlar	18
Şekil 2.5. 23-27 Ekim 2018 tarihli ön çalışmada, akustik hatlardaki balık yoğunluğu.....	19
Şekil 2.6. Van Gölü'ndeki hidroakustik hatlar.....	20
Şekil 2.7. Çalışma alanı ve alt bölgeler	23
Şekil 2.8. Van Gölü'ndeki çevresel parametre ölçüm istasyonlarının konumları.....	25
Şekil 3.1. Van Gölü'ndeki karaya çıkış noktaları ve tekne sayıları	37
Şekil 3.2. Van Gölü yüzey suyu sıcaklık dağılımı	43
Şekil 3.3. Ölçüm istasyonlarındaki su sıcaklıklarının derinliğe bağlı değişimi	44
Şekil 3.4. Ekim 2020 tarihinde Van Gölü'ndeki sıcaklık tabakalaşmasını gösteren kesit..	45
Şekil 3.5. Van Gölü inci kefali popülasyonunun boy, yaş ve TS dağılımı	46
Şekil 3.6. Hidroakustik hatlardaki balık yoğunluğu (NASC)	47
Şekil 3.7. İnci kefallerinin Van Gölü'ndeki dağılımı	47
Şekil 3.8. Küçük balık gruplarını gösteren yankı grafiği	48
Şekil 3.9. İnci kefali sürülerinin gündüz dağılımını gösteren bir yankı grafiği (echogram)	50
Şekil 3.10. İnci kefallerinin gece dağılımını gösteren bir yankı grafiği (echogram)	50
Şekil 3.11. Balıkların bulundukları derinliğe bağlı dikey dağılımları.....	51
Şekil 3.12. Balıkların batimetrik derinliğe bağlı dikey dağılımları.....	52
Şekil 3.13. Geoistatistiksel yaklaşımda kullanılan akustik hatlar ve veri noktaları	56
Şekil 3.14. Veri noktaları arasındaki değişimin modellendiği semivariogram	57
Şekil 3.15. Geoistatistiksel modelle üretilen dağılım haritaları	58
Şekil 3.16. Avcılık dönemlerine göre eşey gruplarının yüzdelik dağılımı.....	60
Şekil 3.17. Örneklem dönemleri ve eşey gruplarına göre avın boy dağılımı (%)	62
Şekil 3.18. Örneklem dönemleri ve eşey gruplarına göre total boy dağılımları.....	63
Şekil 3.19. Örneklem dönemleri ve eşey gruplarına göre avın ağırlık dağılımı (%).....	65
Şekil 3.20. Örneklem dönemleri ve eşey gruplarına göre ağırlık dağılımı.....	66
Şekil 3.21. Yaş gruplarına göre eşey oranları	68
Şekil 3.22. Yaş ve eşey gruplarına göre total boy dağılımları	70
Şekil 3.23. Yaş ve eşey gruplarına göre total ağırlık dağılımları	71
Şekil 3.24. Örneklem dönemine göre avın yaş dağılımı (%).....	72
Şekil 3.25. İnci kefallerinin boy ağırlık dağılım grafiği.....	76
Şekil 3.26. Eşey ve yaş gruplarına göre ortalama FCF değerleri	78
Şekil 3.27. Van Gölü inci kefali popülasyonunun boyca büyüme eğrileri	80
Şekil 3.28. Van Gölü inci kefali popülasyonunun ağırlıkça büyüme eğrileri	80
Şekil 3.29. Kohort analizi sonuçları	87
Şekil 3.30. Van Gölü inci kefali stokunda av çabasının ürün ve biyokütle ile ilişkisi.....	90
Şekil 3.31. Çeşitli F-faktör (X) değerlerine göre yaş sınıflarında hayatta kalan birey sayıları.....	94

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Van Gölü’ndeki çevresel parametre ölçüm istasyonlarının konumları ve derinlikleri.....	25
Tablo 2.2. Balık avcılığında kullanılan ağların teknik özellikleri	26
Tablo 3.1. Van Gölü inci kefalı avcılığına dair genel bilgiler	41
Tablo 3.2. Van Gölü balıkçılığının 1996-2006 yılları arasındaki değişimi	41
Tablo 3.3. Alt bölgelerin ve derinlik katmanlarının yüzey alanları ve NASC değerleri	53
Tablo 3.4. Deniz mili kare başına düşen balık bolluğu ve yoğunluğu.....	54
Tablo 3.5. Alt bölgeler ve tüm göl için hesaplanan bolluk ve biyokütle miktarları	55
Tablo 3.6. Örneklemeye dönemlerine ait eşey oranları	59
Tablo 3.7. Farklı örneklemeye dönemlerine ve eşey gruplarına ait frekans tablosu	61
Tablo 3.8. Örneklemeye dönemine ve eşey gruplarına göre avın boy dağılımı	63
Tablo 3.9. Örneklemeye dönemleri ve eşey gruplarına göre ağırlık frekansı tablosu.....	64
Tablo 3.10. Örneklemeye dönemleri ve eşey gruplarına göre avın ağırlık dağılımı	66
Tablo 3.11. Yaş ve eşey gruplarına ait birey sayısı ve oranları.....	67
Tablo 3.12. Yaşlara göre ortalama total boylar.....	69
Tablo 3.13. Yaşlara göre ortalama ağırlıklar	71
Tablo 3.14. Yaş boy anahtarı	74
Tablo 3.15. Van Gölü inci kefallerinin boy ağırlık ilişkisine ait değerler	75
Tablo 3.16. Yaş ve eşey gruplarına göre ortalama kondisyon faktörü (FCF) değerleri	77
Tablo 3.17. Çeşitli parametreler arasındaki korelasyon matrisi	78
Tablo 3.18. Büyüme parametreleri, boyca ve ağırlıkça büyüme denklemleri	79
Tablo 3.19. İnci kefalı ile ilgili geçmişte yapılan çalışmalar	81
Tablo 3.20. İnci kefallerinin yaşlarıyla ilgili geçmişte yapılan çalışmalar	83
Tablo 3.21. Farklı yöntemlerle hesaplanan “M” değerleri	84
Tablo 3.22. Son 4 avcılık sezonuna ait (2017-2021) ticari avın, yaş gruplarına göre dağılımı	85
Tablo 3.23. Yaşa dayalı kohort analizi sonuçları.....	86
Tablo 3.24. Stok analiz sonucunun gölde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırılması....	88
Tablo 3.25. Av çabasının %100 (F-faktör=X=0) azaltılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini	91
Tablo 3.26. Av çabasının %50 (F-faktör=X=0,5) azaltılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini.....	91
Tablo 3.27. Av çabasının değişmediği (F-faktör=X=1) durumda ürün ve biyokütle tahmini	91
Tablo 3.28. Av çabasının %150 (F-faktör=X=1,5) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini	92
Tablo 3.29. Av çabasının %200 (F-faktör=X=2,0) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini	92
Tablo 3.30. Av çabasının %250 (F-faktör=X=2,5) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini	92
Tablo 3.31. Av çabasının %300 (F-faktör=X=3,0) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini	93
Tablo 3.32. Farklı av çabalarına göre hesaplanan ürün ve biyokütle miktarları.....	93

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.1. İnci kefali (<i>Alburnus tarichi</i> Güldenstädt, 1814).....	5
Resim 2.1. Araştırmada kullanılan YÜSAŞ isimli gemi ve monte edilen transducer mekanizması	21
Resim 2.2. Farklı bölgelerdeki balıkçılara ait ürün teslim defterleri	28
Resim 3.1. Van Gölü'ndeki en büyük karaya çıkış noktası olan Dereagzı iskelesi.....	38
Resim 3.2. Van Gölü'ndeki 2. büyük karaya çıkış noktası olan Dağönü köyü limanı	39
Resim 3.3. Yol kenarında bulunan perakende balık satış noktası.....	39



SEMBOLLER LİSTESİ

‰	: Binde işareti
mOsm/kg	: Milliosmol/kg
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
%	: Yüzde işareti
I	: Roma rakamıyla “1”
II	: Roma rakamıyla “2”
III	: Roma rakamıyla “3”
IV	: Roma rakamıyla “4”
V	: Roma rakamıyla “5”
VI	: Roma rakamıyla “6”
VII	: Roma rakamıyla “7”
VIII	: Roma rakamıyla “8”
IX	: Roma rakamıyla “9”
X	: Roma rakamıyla “10”
g	: Gram
mm	: Milimetre
m	: Metre
kg	: Kilogram
L_{∞}	: Balığın sonsuzda ulaşacağı varsayılan teorik boy (asimptotik boy)
K	: Brody büyüme katsayısı
t_0	: Balık boyunun sıfır olduğu teorik yaş (-yıl)
Ø	: Büyüme performansı indeksi
W	: Vücut ağırlığı
L	: Balık boyu
t	: Yaş
L_t	: Balığın “t” yaşındaki boyu
W_t	: Balığın “t” yaşındaki ağırlığı
e	: Exponentiel (Üstel)
FL	: Çatal boy
m/s	: Metre/saniye
km²	: Kilometrekare
km³	: Kilometre küp
cc	: Santimetre küp (cubic centimeter)
m³	: Metre küp
nmi	: Deniz mili
knot	: Saatte 1 deniz miline karşılık gelen hız birimi
kHz	: Kilohertz; saniyedeki titreşim sayısının 1000’e bölümü
s	: Saniye
dB	: Desibel
m²	: Metrekare
Log	: Logaritmik taban
a	: Regresyon sabiti, kesişme noktası
b	: Regresyon sabiti, eğim
TL	: Total boy
Sv	: Volume backscattering strength

σ	: Acoustic cross-section
π	: Pi sayısı
mg	: Miligram
L	: Litre
FCF	: Fulton kondisyon faktörü
W_{∞}	: Balığın sonsuzda ulaşacağı varsayılan teorik ağırlık (asimptotik ağırlık)
M	: Doğal ölüm oranı
Ln	: Doğal logaritma fonksiyonu
t_{max}	: Maksimum yaş
T	: Su sıcaklığı
F	: Balıkçılık ölüm oranı
Z	: Toplam ölüm oranı
E	: Sömürülme oranı (exploitation rate)
N	: Balık sayısı
C	: Avlanan balık miktarı
Δt	: Delta “t”
$\bar{W}$	: Ortalama ağırlık
$\bar{B}$	: Ortalama biyokütle
Y	: Ürün
X	: F-faktörü, X-faktör
V	: Ekonomik değer
nmi^2	: Deniz mili kare
ha	: Hektar
X^2	: Ki-kare
p	: Olasılık (probability)
♀	: Dişi cinsiyet simgesi
♂	: Erkek cinsiyet simgesi
SE	: Standart hata
X	: Ortalama
R^2	: Regresyon katsayısı
t_c	: Hesaplanan “t” değeri
t_t	: Tablo “t” değeri
TW	: Toplam canlı ağırlık
K_{brody}	: Brody büyüme katsayısı
K_{fulton}	: Fulton kondisyon faktörü
S	: Yaşama oranı
F_{msy}	: Maksimum sürdürülebilir ürün için balıkçılık ölüm oranı
F_c	: Mevcut balıkçılık ölüm oranı
hp	: Horse power
USD	: Amerikan doları
Σ	: Toplam işareti

KISALTMALAR LİSTESİ

IUCN	: International Union for Conservation of Nature
URL	: Uniform Resource Locator
D	: Dorsal yüzgeç
A	: Anal yüzgeç
pH	: Power of Hydrogen
BSGM	: Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
TOKB	: Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı
SF	: Seçicilik Faktörü
VPA	: Virtual Population Analysis
BG	: Beygir Gücü
TS	: Target Strength
ICES	: International Council for the Exploration of the Sea
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
sp	: Species
GPS	: Global Positioning System
NASC	: Nautical area scattering coefficient,
EDSU	: Elementary Distance Sampling Unit
Landsat	: Doğal Kaynak inceleme Uyduları
Copernicus	: Yeryüzü İnceleme Uyduları
CNES	: The French Space Agency
USA	: United States of America
EN	: European Norms
CEN	: European Committee for Standardization
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
IBM	: International Business Machines
ANOVA	: Analysis of Variance
ODV	: Ocean Data View
vBBD	: Von Bertalanffy Büyüme Denklemi

ÖZET

Çalışma kapsamında Van Gölü ticari balıkçılığına ait son 4 yılın balıkçılığa bağlı ve balıkçılıktan bağımsız verileri toplanmış ve 2020 yılının Ekim ayında Van Gölü'nde ilk kez uygulanan ve gölün tamamının tarandığı kapsamlı bir hidroakustik sörvey gerçekleştirilmiştir. Akustik verilerin toplanmasında 1 adet splitbeam transduser (Simrad ES 120-7C) ile donatılmış 120 kHz frekanslı Simrad EY60 marka taşınabilir bilimsel yankısayar (echosounder) kullanılmıştır. Sörvey deseni, aralarındaki mesafenin 2,28 nmi olduğu toplam 25 paralel hat şeklindedir. 10 gün süren sörvey esnasında toplam 540 nmi'lik akustik veri toplanmıştır. Hidroakustik sörveyin paralelinde gölde EN 14757 standardı galsama ağlarıyla biyolojik örneklemeler de yapılmıştır. Örneklenen balıkların total boyları; 7,5-25,5 cm, akustik hedef büyüklükleri (TS); -60,54 ile -46,92 dB aralığındadır. Ortalama toplam boy= 18,12 cm, ortalama vücut ağırlığı= 50,93 g ve ortalama TS= -49,99 dB olarak hesaplanmıştır. Sohbahar mevsiminde balıkların Erciş bölgesini neredeyse tamamen terk etmiş oldukları, Van Körfezi, Tatvan Baseni ve Adilcevaz-Ahlat bölgelerinde yoğun olarak bulundukları tespit edilmiştir. Balıkların vertikal dağılımını göldeki sıcaklık tabakalaşmasının doğrudan etkilediği ve buna bağlı olarak inci kefali sürülerinin sonbahar mevsimi itibarıyla termoklinin hemen üzerinde bulundukları (18-25 m) ve daha derine inmedikleri gözlemlenmiştir. Gölde toplanan akustik verilerin analizinde, “batimetrik” ve “Geoİstatistiksel” olmak üzere iki farklı yaklaşım kullanılarak balık biyokütlesi hesaplanmıştır. Van Gölü'ndeki inci kefali biyokütlesi batimetrik yaklaşıma göre 17.513 ton; Geoİstatistiksel yaklaşıma göre ise 16.200 ton olmak üzere birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Hidroakustik metodun yanında stok değerlendirmede “Yaşa dayalı kohort analizi” metodu kullanılmış olup göldeki toplam balık miktarı yaklaşık 579 milyon adet, biyokütle ise 21.919 ton olarak tahmin edilmiştir. Populasyon için balıkçılık ölüm oranı (F) 0,38; toplam ölüm oranı (Z); 0,58 ve sömürülme oranı (E); 0,657 olarak hesaplanmıştır.

Van Gölü inci kefali populasyonunun %54,6 dişi, %45,4 erkek bireylerden oluştuğu ve ♀:♂ oranının 1,20:1 olduğu hesaplanmıştır. Populasyonun 0 ile 7 yaş aralığındaki bireylerden oluştuğu tespit edilmiş olup yaş sınıflarının ortalama total boyları 0 yaş gurubundan başlamak üzere sırasıyla: 7,95; 14,37; 18,92; 21,96; 23,14; 23,97; 24,65; 25,60 cm ortalama ağırlıkları ise yine sırasıyla: 3,38; 22,37; 54,98; 89,07; 105,87; 120,42; 132,02 ve 154,75 g olarak hesaplanmıştır. Total-boy ile ağırlık arasındaki ilişki incelenmiş olup aralarında $W = 0,0033TL^{3,3044}$ şeklinde üssel bir ilişki olduğu hesaplanmıştır ve bu ilişkiye ait regresyon katsayısı (R^2); 0,969 olarak bulunmuştur. Populasyonun geneli için Fulton kondisyon faktörü; 0,790, L_{∞} ; 25,9937 cm, K_{brody} ; 0,4674 yıl⁻¹, t_0 ; -0,7713 yıl, W_{∞} ; 156,1708 g; Von Bertalanffy boyca büyüme denklemi $L_t = 25,9937[1 - e^{(-0,4674(t+0,7713))}]$; ağırlıkça büyüme denklemi ise $W_t = 156,244[1 - e^{(-0,4674(t+0,7713))}]^{3,3044}$ olarak hesaplanmıştır.

Van Gölü'nde aktif olarak 118 teknenin avcılık yaptığı ve tekne başına ortalama 3500-4500 m uzatma ağı kullanıldığı hesaplanmıştır. Tekne başına sezonluk ortalama 45,8 ton balık avlandığı, toplamda ise son 4 sezonun (2017-2021) ortalaması olarak yıllık 5400 ton balık avlandığı belirlenmiştir.

İleriye dönük öngörülerin oluşturulmasında “Yaşa dayalı Thompson ve Bell” modeli kullanılarak yapılan analizde gölde en yüksek ürünü av gücünü %40 oranında azaltarak almanın mümkün olduğu görüldü de mevcut filo ve av araçlarıyla 0 ve I yaş kohortlarının tamamen, II yaş kohortunun ise kısmen sömürülüyor olması nedeniyle stokun aşırı avlanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: İnci kefali, *Alburnus tarichi*, hidroakustik, stok tahmini, Van Gölü

ABSTRACT

Hydroacoustic Monitoring Modelling and Stock Assessment of Tarek (*Alburnus tarichi* Güldenstädt, 1814) in Lake Van

In this study, fisheries-dependent and independent data were collected from Lake Van in fishing season from 2017-2021. In addition, a comprehensive hydroacoustic survey was carried out in October 2020, which was applied for the first time in the Lake Van. A Simrad EK60 portable echosounder with 120 kHz frequency equipped with a splitbeam transducer (Simrad ES 120-7C) was used to collect acoustic data. The survey pattern is a total of 25 transects with a 2.28 nmi inter transects distance. A total of 540 nmi acoustic data was collected during the 10-days survey. Biological data were collected by using gill-nets (by rigged with EN 14757 standard), synchronously with the hydroacoustic survey. The total length of the sampled fish were between 7.5 – 25.5 cm, and the target sizes (TS) were in the range of -60.54 -46.92 dB. Average total length, average body weight and average TS were calculated as 18.12 cm, 50.93 g and -49.99 dB respectively. It has been determined that the fish have almost completely left the Erciş region in the autumn season, and they were concentrated in the Van Bay, Tatvan Basin and Adilcevaz-Ahlat regions. It has been observed that the vertical distribution of fish is directly affected by the temperature stratification in the lake, and accordingly, the tarek schools are just above the thermocline (18-25 m) and do not go deeper. Fish biomass was calculated from the acoustic data that collected in the lake with two different approaches, “bathymetric” and “geostatistical”. The biomass of tarek in Lake Van was calculated 17513 tons by bathymetric approach; It was calculated as 16200 tons with the geostatistical approach. In addition to the hydroacoustic method, “Age-based cohort analysis method” was used to stock assessment. Total fish amount in the lake was estimated as 579 millions and the biomass as 21919 tons. For the tarek population, fishing mortality rate (F); 0.38, total mortality (Z); 0.58 and the exploitation rate (E); 0.657 were calculated.

The tarek population of Lake Van was consisted of 54.6% female and 45.4% male individuals and the ♀:♂ ratio was 1.20:1. The age distribution of population was found 0-7 range. Average total length of the age classes were calculated as, 7.95, 14.37, 18.92, 21.96, 23.14, 23.97, 24.65 cm, average weights were calculated as, 3.38, 22.37, 54.98, 89.07, 105.87, 120.42, 132.02, 154.75 g. The length-weight relationship of population (for all individuals) was described as $W=0.0033TL^{3.3044}$. The growth type of the fish was determined as positive allometric. For the all individuals fulton condition factor; 0.790, L_{∞} ; 25.9937 cm, K_{brody} ; 0.4674 year⁻¹, t_0 ; -0.7713 year, W_{∞} ; 156.1708 g; Von Bertalanffy growth equation for length $L_t=25.9937[1-e^{(-0.4674(t+0.7713))}]$; the growth equation for weight was calculated as $W_t=156.244[1-e^{(-0.4674(t+0.7713))}]^{3.3044}$.

It has been determined that 118 boats are actively fishing in Lake Van and each boat is used an average of 3500-4500 m of gillnet. It was determined that 45.8 tons/season of fish were caught per boat and 5400 tons of fish were caught each seasons as the average of the last 4 seasons (2017-2021) in total.

In the analysis made using the “Thompson and Bell prediction model”, although it was seen that it was possible to obtain the highest yield in the lake by reducing the catch power by 40%; it was concluded that the stock was not overfished because the 0, I and partially II age cohorts were not exploited with the existing fleet and fishing gears.

Key Words: Tarek, *Alburnus tarichi*, hydroacoustic, stock assessment, Lake Van

1. GİRİŞ

İnsanlığın 250-300 bin yıl olduğu kabul edilen geçmişinde bildiğimiz anlamda mahsul veren bitkilerin evcilleştirilmesi ve tarıma geçiş son 10 bin yıllık süreçte yaşanmıştır. Tarıma geçiş için bu kadar beklenmesi sanıldığığının aksine uzak atalarımızın yetersizliğinden ya da iklimin uygun olmayışından değil, insanların uzun süredir devam ettirdikleri avcı toplayıcı alışkanlıklarını ve kültürünü terk etmek istememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zamanla artan insan nüfusunun ve değişen iklim koşullarının etkisiyle avcılığı yapılan hayvanların popülasyonları azalmış ve pek çok canlının soyu tükenmiştir. Bu soy tükenişi önce Afrika'da başlamış insanların göç yollarına paralel diğer kıtalarda da sürmüştür. Ta ki şartlar başka bir alternatif bırakmayıncaya kadar atalarımız yerleşik hayata ve tarım kültürüne geçiş yapmamışlardır (Longrich, 2020).

Günümüzde karasal kaynaklı avcılık ve toplayıcılık faaliyetleri neredeyse ya tamamen yok olmuş ya da geleneksel amaçlarla yürütülmektedir. Oysa sucul kaynaklar üzerindeki bu antik avcı toplayıcı alışkanlıklarımız tümüyle ve hatta artarak devam etmektedir. Öyle ki son 100 yılda insanlık tarihinde yaşanan devrimsel nitelikteki teknolojik ilerlemelerin de nimetlerinden yararlanarak, insanoğlu sucul kaynaklardan olabildiğince faydalanma ve onları yok etme pahasına sömürme yarışı içine girmiştir.

1800'lü yılların ortalarında başlayan adeta sömürme ve yok etme yarışı 1900'lü yıllar boyunca gezegenimizi iyice yıpratmış ve pek çok canlının soylarının tükenmesine, yaşam alanlarının tahrip edilmesine, doğal çevrenin kirletilmesine ve küresel anlamda iklim değişikliklerine varan olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Bu kötüye gidiş bilim insanlarının gayreti ve medeni toplumların önderliğinde yavaş yavaş insanlığın gündemine getirilmiş ve belirli bir düzeyde doğal kaynakların korunması, sürdürülebilir yönetimi ve çevresel olumsuz etkilerin azaltılması konularında bilinçlenme yaşanmıştır.

Ülkemizde de bu gelişmelere paralel hali hazırda doğal balık stoklarımızın avcılığına dayanan balıkçılık faaliyetlerinin kontrol altına alınmasına ve doğal sucul kaynaklarımızın sürdürülebilir avcılığına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların sonucu olarak da sucul kaynaklarımızın kullanımına yönelik öteden beri var olan yasal düzenlemeler bilimsel bulgularla da desteklenerek daha sistematik şekilde hayata geçirilmiştir. Ülkemizin farklı özelliklere sahip 4 denize hatırı sayılır uzunlukta kıyısı bulunması ve pek çok doğal göl, nehir ve baraj göllerine sahip olması pek çok insanın geçimini balıkçılıktan ya da balıkçılık

kaynaklı çeşitli iş kollarından sağlamasına olanak vermektedir. Sahip olduğumuz su kaynakları içerisinde iç su balıkçılığımız açısından en önemlisi ise Van Gölü'dür. Van Gölü'nde yaşayan ve ticari olarak avcılığı yapılan tek balık türü ise inci kefali (*Alburnus tarichi* Guldenstädt, 1814)'dir.

Van Gölü havzasında endemik olan inci kefali, 1966 yılında Burdur Gölü'ne ve 1989 yılında Erçek Gölü'ne aşılmiştir. Burdur Gölü'nde aşılmanın başarılı olduğu, fakat ekonomik istihsalin tahmin edilen seviyede olmadığı bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak, göle boşaltılan atıklar gösterilmiştir (Akşiray, 1982). Ancak günümüzde, Burdur Gölü'nde inci kefali örneğine rastlanmamaktadır (Balık ve Ustaoglu, 2006). Van Gölü ile benzer karakterdeki Erçek Gölü'nde, günümüzde de inci kefali bulunmakta ve avcılığı yapılmaktadır (Elp ve Şen, 2006). Ayrıca, Nazik Gölü, Koçköprü Baraj Gölü ve Aygır Gölü'nde birbirinden bağımsız inci kefali populasyonları vardır (Elp, 1996; Şen ve ark., 1999; Elp, 2002; Elp ve ark., 2014). En büyük inci kefali populasyonu, Van Gölü populasyonudur (Şen ve ark., 2015).

1.1. Geçmişten Günümüze İnci Kefali Avcılığı

İnci kefali ile ilgili ulaşılabilen ilk yazılı bilgiler, arapların Van Gölü çevresini fetihleri ile başlamaktadır. El-Belazuri'nin 860-870'li yıllarda yazdığı "Fütuḥ-ul Buldan" adlı eserde Van Gölü'nden "*Et-Tarriḥ Gölü*" olarak bahsedilmekte ve Vali Muhammed bin Mervan'ın Van Gölü'nden avlanma hakkını kendisine tahsis ettiği ve bu hakkı satarak kazanç sağladığının kayıt altına alındığı bildirilmiştir (Çetinkaya, 1999). Yakuti'nin "Mu'cemul Buldan" isimli eserinde Van Gölü'nden "*Dünya'da eşi benzeri olmayan bir deniz*" olarak bahsedilirken; gölden "*Tırrıyh*" adında yılın 10 ayı ortalarda gözükmeyen, ancak 2 ay boyunca bol miktarda görülen bir balığın avlandığından bahsetmekte olduğu bildirilmiştir. Balığın, sadece yılın iki aylık döneminde görülme sebebinin sürgün edilen bir büyücü tarafından tıslımlanmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Çetinkaya, 1999; Şen ve ark., 2015).

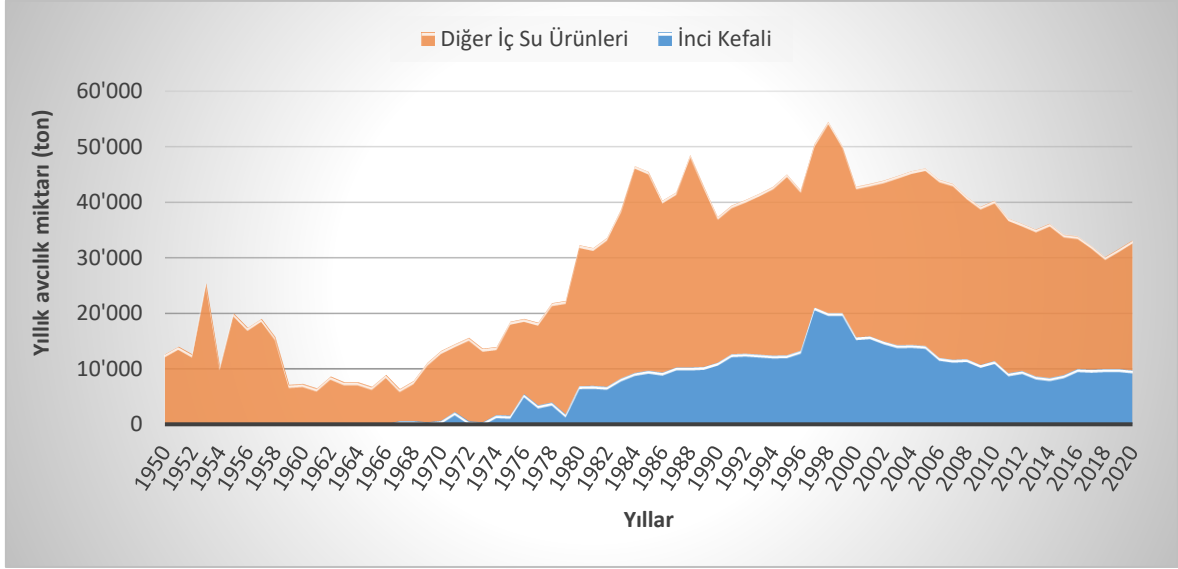
Evliya Çelebi, inci kefali ile ilgili olarak "yılda bir gün Bend-i Mahi'de, Van Gölü'nün balıklarının görüldüğünü, bir ay boyunca balıkların kaynağın yukarılarına doğru çıktıklarını, dönüşte Van Defterdarlığı'nın yüzlerce kişiyle göle dönen balıkları avlayıp tuzladıklarını ve tuzlanmış balıkların farklı ülkelere satıldığını" bildirmektedir (Çetinkaya, 1999; Şen ve ark., 2015).

İbn Haldun, Abbasiler zamanında Memun döneminde 813-833 yılları arasında “beytü’l-mal”’a yani hazineye ayni vergi olarak sevk edilen malların listesini verirken, Ermen bölgesi yani Van Gölü çevresinden 9,5 ton salamura balık (meyic-i sur-ı mâhî) gönderildiğini yazmaktadır. Bu balıklara meyic-i sur-ı mâhî denilmesi bunların büyük bir kısmının Bendimâhî Çayı’ndan toplanan balıklar olduğunu da düşündürmektedir (İbn Haldun (haz. Süleyman Uludağ, 2009); Kılıç, 2019).

11. yüzyıl bilim adamlarından Beyrûnî, eski metinlerde “hamuhmalah” adı verilen bir balığın tîrrîh adıyla Ermenistan’da Vatsan Denizi’nde bulunduğunu yazar. Beyrûnî, o bölgenin balığının tuzun ince doğasından dolayı tuzlu hale geldiğini söylemektedir (Beyruni; Kılıç, 2019). 13 yüzyılın önemli bilim adamlarından Zekerîyyâ Kazvinî de; Van Gölü’nden et-tîrrîh adlı bir balık çıkarıldığını ve bu balıkların yılın iki ayında gölde çok fazlalaştığını ve elle yakalamanın bile mümkün olabildiğini kaydeder. Kazvinî bu balıkların dünyanın her yerine özellikle de Musul ve El-Cezire şehirleri ile Horasan’a gönderildiğini belirtir. Hatta kurutularak Hindistan gibi uzak ülkelere bile gönderildiğini ifade etmektedir (Kazvinî; Kılıç, 2019).

Bahsi geçen tarihi kayıtlardan anlaşılmaktadır ki, inci kefalî avcılığı bin yılı aşkın bir süredir yapılmakta ve genellikle üreme amacıyla akarsulara giren balıklar üzerinde gerçekleştirilmektedir. Avlanan balıklar tuzlandıktan sonra, çevre beldelere satılarak önemli bir gelir elde edilmektedir (Şen ve ark., 2015).

Günümüzde toplam iç su balıkları avcılığının yaklaşık %30’unu inci kefalî oluşturmaktadır. Buna rağmen, bu türün kapalı ve sınırlı bir havzada neslini sürdürüyor olması ve sık sık insan kaynaklı müdahalelere maruz kalması; popülasyonunun devamı açısından her zaman olumsuz sonuçlar doğurma potansiyeline sahiptir. İnci kefalî 1996 yılından itibaren, IUCN (International Union for Conservation of Nature – Dünya Doğayı Koruma Birliği) tarafından “popülasyon trendi düşüşte olan yakın tehdit altındaki bir tür” olarak, kırmızı listedeki türler arasına dahil edilmiştir (Şen ve ark., 2015; URL-1, 2021). 1950 yılından günümüze kadar yıllık avlanan inci kefalî miktarları Şekil 1.1’de görülmektedir (URL-2, 2021)

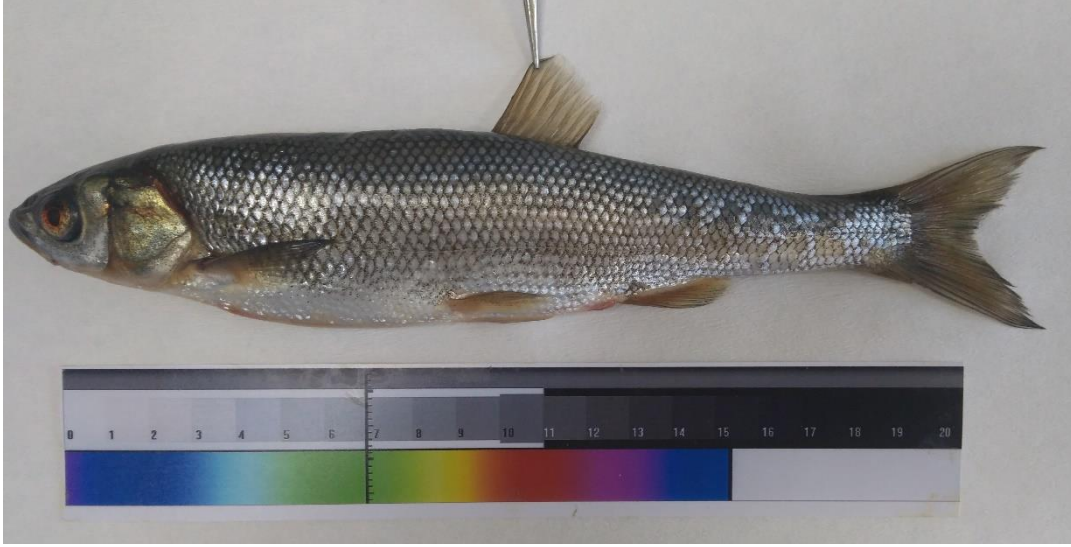


Şekil 1.1. Türkiye iç su balıkları avcılık miktarları

1.2. İnci Kefalinin Morfolojik Özellikleri ve Sistematikteki Yeri

İnci kefalı fusiform vücut şekline sahip bir balıktır. Ağız terminal konumlu ve eğiktir. Dorsal ve anal yüzgeçler sırasıyla D III 7-8 ve A III 9-11 ışına sahiptir (Berg, 1964). Solungaç dikenleri 14-27 arasında değişir. Farinks dişleri iki sıralı olup 5:2-2:5 şeklinde dizilmişlerdir. Yanal çizgideki pul sayısı 55-92 arasında değişir. Yanal çizgi dorsal yüzgeç arası ve yanıl çizgi ventral yüzgeç arası pul sayıları sırasıyla 13-16 ve 4-6 adettir (Danulat ve Selçuk, 1992).

İnci kefalinin vücut rengi parlak gümüşidir. Sırt kısmı koyu grimsi, yeşil veya koyu gri renkte olup, karın kısmı ise parlak gümüşü renklidir. Doğal olarak balık karaya çıktıktan sonra renk değişkenlik gösterebilmektedir. Vücut pullarla örtülü olup anal yüzgeçle ventral yüzgeç arasında pulsız bir karına bulunur (Resim 1.1) (Geldiay ve Balık, 1988). Gözleri oldukça iri olan inci kefallerinde 40-41 adet omur bulunmakta olup bıyık bulunmaz (Akgül, 1980; Kuru, 1987).



Resim 1.1. İnci kefalı (*Alburnus tarichi* Güldenstädt, 1814)

Sistematik olarak ilk çalışma Pallas (1811) tarafından yapılmıştır. Sarı (2001), inci kefalinin sınıflandırılmasını aşağıdaki gibi bildirmiştir (Ataman, 2010):

Alem :	Animalia
Şube :	Chordata
Sınıf :	Actinopterygii
Takım :	Cypriniformes
Aile :	Cyprinidae
Cins :	Chalcalburnus
Tür :	<i>Chalcalburnus tarichi</i> , Sinonim <i>Alburnus tarichi</i>

1.3. İnci Kefalinin Fizyolojik ve Ekolojik özellikleri

İnci kefalı genellikle planktonla beslenen tipik bir planktivordur (Danault ve Selçuk, 1992; Sarı, 2001). Yılın farklı dönemlerinde yapılan araştırmalar inci kefalı diyetinin; *Copepoda*, *Diatome*, *Chronomid*, *Tricoptera*, *Coleoptera*, *Diptera* ve larvaları, karasal böcekler, omurgalı ve omurgasız hayvanların yumurtalarından oluştuğunu göstermektedir (Akgül, 1980; Danulat ve Selçuk, 1992; Çetinkaya ve ark., 1995).

İnci kefalı, en fazla üreme göçü ile gündeme gelen bir türdür. Kış aylarını Van Gölü'nde geçiren balıkların, nisan ayının ortalarından itibaren suların ısınmaya başlamasıyla göle dökülen akarsuların mansap kısımlarında toplanmaya başladığı ve buralarda bir-iki haftalık bekleme süresinden sonra, mayıs ayından itibaren sürüler halinde akarsulara

girmeye başladıkları ve haziran ayı sonuna kadar bu olayın devam ettiği bildirilmiştir (Elp, 1996).

Akarsu ağzlarında beklemelerinin nedenleri arasında, akarsuların sıcaklıklarının balıkların üreme sıcaklıklarına yaklaşması ve tuzlu (%19) ve sodalı karakterde, pH'sı oldukça yüksek (9,7) olan göl suyundan tatlısu ortamına girme sırasında, iki ortam arasındaki iyon farkının dengesinin kurulması sayılabilir. Farklı türler üzerinde yapılan osmoregülasyon yeteneğine yönelik çalışmalara göre, inci kefalinin 550 mOsm/kg değeri ile dünya genelinde bugüne kadar tespit edilmiş, osmolaritesi en yüksek balık türü olduğu bildirilmiştir (Oğuz, 2013; Oğuz, 2015).

Üreme döneminde inci kefalinin erkek bireylerinin özellikle baş bölgelerinde üreme tüberkülü denilen sivilce benzeri çıkıntılar görünmeye başlar. Bu oluşumlar sayesinde, çıplak gözle ya da baş bölgelerine dokunularak balıkların cinsiyetleri belirlenebilir. 3 yaşından itibaren 12,5 – 13 cm çatal boya ulaşan inci kefali bireyleri üreme olgunluğuna eriştiği öne sürülmektedir (Elp, 1996). Cinsel olgunluğa ulaşan balıklar üremek için gölden akarsulara girerek, doğal set ve benzeri engelleri sıçrayarak aşarlar. Sığ, taşlı-çakıllı ve bitki örtüsü bakımından zengin bölgelere 8500-9000 adet/anaç civarında yumurta bıraktıkları bildirilmiştir (Elp, 1996).

Yosun ve bitkilere, sert kaya ve zeminlere yapışan yumurtaların, 19 °C su sıcaklığında 3-4 günde açıldığı ve değişken su sıcaklığının, inkübasyon süresini etkilediği bildirilmiştir. Larvaların yumurtadan çıktıklarında, karın kısımlarında sarı-turuncu renkli, besin kesesi denilen bir yapı görüldüğü ve dış beslenmeye geçinceye kadar bu keseden beslendiği bildirilmektedir. Besin kesesinin, 15-20 °C su sıcaklığında 3-5 günde çekildiği ve dış beslenme başladığı belirtilmektedir (Elp, 1996).

Erkek ve dişi bireyler ile yumurtadan çıkan larvaların tatlısulardan Van Gölü'ne doğru yeni bir yolculuğa başladıkları, akarsu mansaplarına geldiklerinde, tatlısuya girerken olduğu gibi bir süre bekleyip, vücutlarını göl suyuna adapte ettikleri ifade edilmektedir. Üreme döneminde tekrar dönmek üzere akarsulardan ayrıldıkları bildirilmiştir (Elp, 1996).

İnci kefallerinin 7 yıla kadar yaşayabildiği ifade edilmektedir (Sarı, 2001).

1.4. İnci Kefali Avcılık Yöntemleri

İnci kefalleri yılın farklı dönemlerinde uygulanan iki farklı avcılık metoduyla avlanmaktadır. Bunlardan ilki antik zamanlardan beri süre gelen, inci kefallerinin üremek

amacıyla akarsulara çıktıkları nisan-temmuz ayları arasındaki üreme döneminde yapılan ve “üreme dönemi avcılığı” diye tabir edilen avcılık yöntemidir. Cinsel olgunluğa erişmiş inci kefalleri, üremek için çıkacakları akarsuların tatlı sularına adapte olabilmek için ya da üreme göçünü tamamlamış bireylerin göl suyuna tekrar adapte olabilmeleri için akarsu mansaplarında bir süre beklemek durumunda kalırlar (Sarı, 2001). Bu dönemde manyat ve ıgırp gibi kıyı sürütme ağılarıyla yoğun olarak avlanırlar (Sarı, 2001). Ayrıca yine bu dönemde akarsular üzerine kurulan tuzaklarla da yoğun olarak avlanırlar. Bunların dışında 1995’ yılına kadar Karadeniz’den getirilen küçük gırgır tekneleriyle de balığın bu davranışından faydalanılarak özellikle Bendimahı Çayı mansabında avcılığı yapılmıştır (Sarı, 2001). 1997 yılında bu avcılık metodu sürdürülebilir balıkçılık yönetimine uygun olmadığı gerekçesiyle Van Gölü’nün genelinde ve göle dökülen akarsuların tamamında yasaklanmıştır (URL-3, 2021). Bu yasak günümüzde de sürmektedir.

İnci kefali avcılığındaki diğer bir yöntem ise üreme sezonunun (15 Nisan-15 Temmuz) dışında kalan dönemlerde uzatma ağılarıyla gölde yapılan ve “kış balıkçılığı” diye tabir edilen avcılık yöntemidir. Bu yöntem 1950’li yıllarda başlamış olup 1997 yılında üreme dönemi avcılığının yasaklanmasıyla birlikte artış göstermiştir. BSGM (Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü) kayıtlarına göre 2020-2021 avcılık sezonunda Van Gölü’nde toplam 118 adet balıkçı teknesi kış dönemi avcılığını sürdürmektedir (URL-4, 2021).

1996 yılında, yıllık toplam inci kefali avcılığının yaklaşık %90’ı üreme döneminde yapılmışken (Sarı, 2001), bu oran 2006 yılında %60’a (Sarı, 2008) gerilemiştir. Günümüzde ise bu oranın balıkçıların ve yöre insanın beyanlarına göre %15-25 civarında olabileceği tahmin edilmektedir.

1.5. İnci Kefali ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Akgül (1980), inci kefalinin biyo-ekolojisini incelediği çalışmasında, Van Gölü’ne dökülen Zilan, Haydarbey, Bendimahı, Timar ve Engil Çayları ile göl içinden toplam 354 örnek üzerindeki inci kefalinin sistematik konumu ve morfolojisinin yanı sıra boy-ağırlık ilişkileri, yıllık boy ve ağırlık artışları, yaş gruplarının popülasyondaki yüzde oranları, habitatın besleyicilik kapasitesi, üreme beslenme, besin ve balığın bölgesel dağılımını araştırmıştır. Buna göre popülasyonun I-VI yaşlarındaki balıklardan oluştuğu yaşların popülasyon içindeki yüzde oranlarının sırasıyla %8,4; %22,3; %35; %26,3; %5,7 ve %2,3 olduğu, popülasyondaki erkek:dişi oranının 1:1,13 olduğu ve yumurta sayılarının yaşlara

göre değişmek üzere 6785 ile 14519 arasında görüldüğünü bildirmiştir (Sarı, 2001).

Özdemir (1982)'in, inci kefalinin boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü üzerine yaptığı çalışmasında, 105 adet (43 erkek, 62 dişi) balığı incelediği erkek ve dişi balıkların boy grupları arasında gözlenen farklılığın istatistiki olarak önemli olmadığı sonucuna ulaştığı bildirilmiştir (Sarı, 2001).

Özdemir ve ark. (1985), inci kefalinin et randımanı ve yöre halkı için önemini araştırmışlar ve araştırma sonucunda inci kefalinin kılçığının az, et veriminin yüksek ve satış fiyatının oldukça düşük olduğunu bildirmişlerdir (Sarı, 2001).

Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı (TOKB, 1986), karaya çıkartılan inci kefalinin yaş dağılımı, cinsiyet oranı, embriyonik ve larval gelişim özelliklerini araştırmıştır. Araştırmada inci kefali popülasyonunun I-V yaşındaki fertlerden oluştuğunu, yaş gruplarının örneklemdeki oranlarını sırasıyla %10,2; %34,3; %36,4; %11,4 ve %7,6 olduğunu; yaşlara göre ortalama çatal boy değerlerinin sırasıyla 16,3 cm, 18,2 cm, 22,3 cm, 25,3 cm ve 27,2 cm olduğunu, ortalama ağırlık değerlerinin sırasıyla 60,8 g, 85,1 g, 102,6 g, 110,2 g, 110,2 g ve 120,8 g olduğunu bildirmişlerdir. Popülasyonun cinsiyet oranının %36,8 erkek ve %63,2 dişi olduğunu bildirmişlerdir.

Çetinkaya ve ark. (1995), inci kefali avcılığında kullanılan fanyalı uzatma ağlarının av verimleri ve seçicilikleri üzerine yaptıkları bir ön denemede, 17 mm, 22 mm ve 24 mm göz genişliğine sahip ağların her biri için ayrı ayrı toplam av, birim av, yakalanan balıkların boy ve ağırlık kompozisyonları ve seçicilik parametrelerini hesaplamışlardır. Ağlarda yakalanan balıkların ortalama boy ve ağırlıklarını sırasıyla 15,6 cm; 20,2 cm; 20,8 cm ve 60,2 g; 79,0 g; 92,4 g olarak bulmuşlardır.

Özdemir (2000), Van Gölü'nde ticari olarak da kullanılan monofilament ağlarla inci kefali için seçicilik ve av verimini çalışması gerçekleştirmiştir. İki farklı göz açıklığı (18 ve 20 mm), iki farklı ip kalınlığı (0,17 ve 0,20 mm) ve üç farklı donam faktörü (0,40, 0,50 ve 0,60) dikkate alınarak donatılan 30 m standart uzunlukta 12 ağ kullanarak bu ağların av verimi ve seçiciliğini, göz açıklığı, ip kalınlığı ve donam faktörünün nasıl etkilediği tespit edilerek, inci kefali avcılığında kullanılması gerekli optimum monofilament ağın teknik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, üreme dönemi balıkçılığı için en yüksek av verimi 0,7234 kg/m/12 saat ile göz açıklığı 18 mm, ip kalınlığı 0,20 mm ve donam faktörü 0,60 olan ağda elde edilmiştir. Kış dönemi balıkçılığında ise göz açıklığı 20 mm, ip kalınlığı 0,17 mm ve donam faktörü 0,40 olan ağda 0,3883 kg/m/12 saat olarak en yüksek av verimi elde edilmiştir. Seçicilik parametrelerinden optimum yakalama boyu göz açıklığı 18 mm

olan ağlar için 14,8-17,1 cm arasında, göz açıklığı 20 mm olan ağlar için ise 16,4-19,1 cm arasında değiştiği gözlenmiştir. Seçicilik faktörü (SF) 4,1-5,1 arasında değişim göstermiştir. Sonuç olarak, inci kefalinin avcılık dönemleri dikkate alındığında kış aylarında monofilament ağın optimum teknik özellikleri göz açıklığı 20 mm, ip kalınlığı 0,17 mm ve donam faktörü 0,40 olarak tespit edilmiştir. Üreme dönemi balıkçılığı için ise göz açıklığı 18 mm, ip kalınlığı 0,20 mm ve donam faktörü 0,60 olan monofilament ağın optimum teknik özelliklere sahip olduğu araştırmacı tarafından tespit edilmiştir.

Sarı (2001), 1994-1995 ve 1995-1996 avcılık sezonunda Van Gölü'nde inci kefalî popülasyonuna yönelik yaptığı araştırmada popülasyonun erkek dişi oranının ilk yıl için 1:1,37, ikinci yıl için 1:1,353 olduğunu tespit etmiştir. Popülasyonun avlanan bireylerinin yaşlarının II-VII arasında olduğunu, ortalama boy ve ağırlığı çalışılan ilk yıl için 18,05 cm ve 66,29 g, ikinci yıl için ise 17,15 cm ve 56,35g olarak belirlemiştir. Popülasyonun geneli için L_{∞} değerini 22,170 cm, K değerini 0,301, t_0 değerini -1,158 ve $\emptyset$ değerini ise 2,170 olarak hesaplamıştır. Van Gölü'nde 1994-1995 avcılık sezonunda toplam ticari avcılık miktarının 13.637 ton olduğunu bunun %92,7'sinin üreme döneminde, %7,3'ünün ise kış döneminde avlandığını, 1995-1996 avcılık sezonunda toplam ticari avcılık miktarının ise 12.143 ton olduğunu bunun %91'inin üreme döneminde, %9'unun ise kış döneminde avlandığını bildirmişlerdir. VPA (Virtual Population Analysis) metoduyla yaptığı hesaplamada Van Gölü'ndeki toplam balık miktarını her iki yılın ortalaması olarak 42.700 ton, total avlanabilir balık miktarını ise 8.400 ton olarak tespit etmiştir.

Gündoğdu (2010), Erçek Gölü'ndeki inci kefalî popülasyonuna yönelik yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında; serpm ve uzatma ağlarıyla yakalan 527 adet inci kefalinin II ile VII yaş aralığında olduklarını, ortalama boyun $21,985 \pm 0,9$ cm olduğunu, ortalama ağırlığın ise $136,65 \pm 1,7$ g olduğunu hesaplamıştır. Boy ağırlık ilişkisini; $W=0,0201 \cdot L^{2,8449}$, boyca ve ağırlıkça von Bertalanffy büyüme eşitlikleri ise sırasıyla $L_t=39,5229 \cdot (1-e^{-0,089(t+5,096)})$, $W_t=699,2525 \cdot (1-e^{-0,089(t+5,096)})^{2,8449}$ olarak hesaplamıştır.

Ataman (2010), Van Gölü inci kefalinde güvenli yaş tayini için uygun yapıyı belirlemek üzere Ocak 2009-Mayıs 2009 tarihleri arasında toplam 300 adet balık örneğiyle gerçekleştirdiği yüksek lisans tez çalışmasında, en güvenilir yapının sırasıyla; otolit, omur, pul ve son olarak da operkulum olduğunu saptamıştır.

Bostancı ve Polat (2011), 2008 yılı şubat ayında Van Gölü'nde avlanan 240 inci kefalî üzerinden yaptıkları araştırmada, dişi erkek oranını 1,47:1, çatal boylarını 14,3-19,2 cm, ağırlıklarını ise 45,76-99,63 gram aralığında bulmuşlardır. En büyük yaş grubu olarak 6

yaşında balıklara rastlamışlardır. Boy ağırlık ilişkisini dişi, erkek ve her iki grup için sırasıyla $W=0,057FL^{2.582}$, $W=0,102FL^{2.513}$, $W=0,074FL^{2.544}$ olarak tespit edilmiştir.

Bozaoğlu ve ark. (2019)'nın Van Gölü'nde 77 balıkçıyla görüşerek anket yoluyla yaptıkları çalışmada, inci kefali avcılığında sadece uzatma ağlarının kullanıldığı ve Van Gölü'nde bir balıkçı teknesinin ortalama 4393 m uzatma ağı kullandığını saptamışlardır. İnci kefali avcılığında kullanılan balıkçı teknelerinin ortalama 92 ± 36.75 BG motor gücüne sahip olduğu ve teknelerin ortalama uzunluklarının $12\pm2,25$ m olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca gölde bir avcılık sezonunda yaklaşık olarak 8.000 ton inci kefali avlandığını belirtmişlerdir.

1.6. Hidroakustik Yöntem ve Balıkçılıkta Kullanımı

Geçtiğimiz yıllar içerisinde balıkçılıkta hidroakustik yöntemi ile stok tahmini daha klasik olan trol av eğrisi (catch curve yöntemi) ya da sanal (virtual) populasyon analizi ve buna bağlı tertip (cohort) analizi, boya dayalı stok miktarı tahmin yöntemleri gibi diğer biyoistatistiki yöntemler (Clark, 1981; Gulland, 1983; Jones, 1984; Spare ve ark., 1989) ve balık yumurta ve larva incelemelerine karşı bir üstünlük kazanmıştır (Bückmann, 1929; Hjort, 1914; Lasker, 1975).

Balık stoklarının büyüklüğünün tahmininde kullanılan biyoistatistiki yöntemler pek çok avantajına rağmen temelde 3 önemli konuda sınırlı kalmaktadır. Bunlar verilerin toplanması, işlenmesi ve sonuçlandırılması aşamaları için çok uzun zamana gereksinim duyulması; emek-masraf oranının çok yüksek olması ve otomazisyon olanaklarının sınırlı olmasıdır. Diğer taraftan uzaktan (uydudan) algılama yöntemleri hızlı veri toplama, kapsanabilen alanın genişliği ve zaman sınırlamasının olmaması ile canlıların yaşam alanını (habitatı) etkilemeksizin örnekleme yapabilmesi gibi pek çok avantajına rağmen deniz yüzeyi ile sınırlı olması, hassasiyetinin henüz yeterli olmaması ve gerçek verilerle kalibrasyon yapılmasının gerekliliği nedenlerinden dolayı henüz yetersiz kalmaktadır (Ünlüata ve ark., 1996).

Akustik yöntemlerin balıkçılık araştırmalarında özellikle de stok tahmini çalışmalarındaki avantajlarına örnek olarak şunlar sıralanabilir:

- Birkaç balık stokunun durumu hakkında zamanlıca (hızlı) ve özet bilgileri sağlanması,
- Oldukça geniş alanı kapsaması,
- Veri toplama ve işlemenin hızlı olması,

- Balıkçılık kayıtları ya da diğer bir kaynağa gereksinim duymaksızın stok büyüklüğü tahmininin yapılabilmesi,
- Başka yöntemlerle ulaşılması hemen hemen imkânsız olan sürü oluşumu, şekli ve hareketleri gibi balık biyolojisi ile ilgili verilerin toplanabilmesi,
- Diğer hidrografik verilerle birlikte kullanıldığında deniz biyolojisinin temel problemlerine ışık tutabilmesi (örneğin; balık davranışları, göçler ve besin organizmalarının varlığı) (Ünlüata ve ark., 1996).

“Ses” enerjisi, daha geniş dalga boyuna sahip olduğundan suya nüfuz etmesi ışıktan çok daha fazladır (Simmonds ve MacLennan, 2005). Bu nedenle ses dalgaları gönderip yansıyan ekoları alabilen aktif akustik cihazların sudaki balıkları ya da herhangi bir objeyi tespit etme mesafesi, herhangi bir görüntüleme sisteminin görüş mesafesinin çok ötesindedir. Sesin bu özelliğinden faydalanarak çalışan akustik sistemler günümüzde balıkların ve deniz tabanının durumunu belirlemek amacıyla balıkçı gemilerinde kullanılmakta olup son derece gerekli ve yaygındırlar. Benzer şekilde akustik uygulamalar balıkçılık araştırmalarında balık, plankton ve diğer deniz organizmalarının bolluğu, dağılımı ve davranışlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca av araçlarının performanslarının izlenmesinde de kullanılmaktadırlar (Walsh ve ark., 2002).

Balıkçılık akustiğinin temel aracı bilimsel yankısayar (echo sounder)’dır. Bu cihaz bir transdüser (transducer) tarafından akustik atım (pulse) diğer bir ifadeyle “çın”a (ping) dönüştürülecek olan elektrik sinyalinin üretir. Transdüser geminin gövdesi gibi uygun bir platforma monte edilir ve çın direk olarak aşağıya doğru tıpkı bir fenerden gelen ışık hüzmesi gibi akustik bir hüzme (beam) olarak (genel olarak 10°) gönderilir. Ses dalgaları, su içerisinde bulunan balık ya da diğer objelere çarptığında enerjisinin bir kısmı yansıtılır, yansıtılan bu miktar transdüser tarafından algılanarak tekrar elektrik sinyali haline getirilip yankısayara iletilir. Yankının elde edildiği objenin transdüserine olan uzaklığı, sesin sudaki hızı bilindiğinden (yaklaşık 1500 m/s) sinyalin gönderilme ve yankının alınma arasındaki süre hesaplanarak bulunur. Alınan bu enerji daha sonra geometrik yayılma ve soğrulma etkilerinin telafi edilmesi için yükseltilir (Fernandes ve ark., 2002).

Bir yankısayarda çın hızı çalışılan bölgenin derinliği dikkate alınarak genellikle saniyede bir vuruş olacak şekildedir. Kalibre edilmiş bir yankısayar, hedeflerden yansıyan ortalama enerji miktarından, yankı biriktirme (echo integration) tekniği kullanılarak doğrusallık ilkesine göre balık yoğunluğunun belirlenmesine olanak sağlar (Foote, 1983). Belirlenmiş olan bölgelerdeki balık yoğunluğu geminin bu bölgelerden topladığı akustik

verilerle hesaplanır. Daha sonra bu veriler tüm çalışma alanındaki balık bolluğunu tahmin etmek için extrapolasyona tabi tutulur ve yükseltilir (Simmonds ve ark., 1992). Balıklarda her türün türe özgü hedef büyüklüğü (Target Strength: TS) değerleri tanımlanarak akustik özellikleri belirlenmelidir. Her ne kadar türleri tanımlamak için yankı karakteristiği yeterli olsa da (Reid, 2000) aynı zamanda eşey, yaş ve boy kompozisyonunun da belirlenebildiği trol vb. örneklemeleri ile de desteklenmelidir (Fernandes ve ark., 2002).

ICES (International Council for the Exploration of the Sea) üyesi ülkelerde çoğu ringa, çaça, sardalya ve hamsi gibi pelajik türler olan 20'den fazla balık türünün stok değerlendirmesi akustik metotla yapılmaktadır. Bu teknik geleneksel olarak, akustik ölü bölge (dead zone) olarak da adlandırılan tabana çok yakın bölgelerde bulunan demersal türler için uygun değildir (Mitson, 1983). Bununla birlikte bu durum deniz tabanının tanınmasındaki ve düzeltme faktörlerindeki gelişmelerle birlikte değişmektedir (Ona ve Mitson, 1996). Akustik sörveylerden toplanan veriler boy dağılımı ya da mutlak biyokütle tahmini gibi stok değerlendirme konularında kullanılır. Akustik teknik ayrıca Antarktika krili (Everson, 1982; Hewitt ve Demer, 1991) ve Tazmanya'nın derin sularındaki turuncu imparator balığı sörveyleri (Kloser, 1996) gibi pek çok türle ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Fernandes ve ark., 2002).

Akustik sörveyler balık stoklarının değerlendirilmesinde ve benzer şekilde bolluk tahminlerinde giderek yaygınlaşarak balıkçılığının temel taşı olarak kalmaya devam etmektedir. Balıkçılığa bağlı verilere dayanan geleneksel stok değerlendirmelerin büyük eksiklikleri bulunduğundan dolayı balıkçılıktan bağımsız sörvey verilerine olan ihtiyaç artmaktadır (Anderson, 1996). 50 yıl önce Parrish (1953) tarafından öne sürülen öncü fikirler, bugün ICES tarafından kuzey denizindeki ringa balığı sörveyi gibi geniş alanları kapsayan çok uluslu büyük akustik sörveylerle gerçekleştirilmektedir. Bunlara ilaveten morina gibi demersal türler artık akustik olarak araştırılmaya başlanmıştır (Rose, 1995; Michalsen ve ark., 1996; McQuinn ve ark., 1999). Ayrıca çok türlü ve ekosistem yaklaşımı balıkçılık yönetimine doğru artan eğilim, balığın büyüklük ve yaşa göre mekânsal dağılımı, oşinografi ve av ilişkisi ve mide içerikleri gibi ihtiyaç duyulan çeşitli veriler yalnızca entegre sörveylerle elde edilebilmektedir (Fernandes ve ark., 2002).

1.7. Çalışmanın Önemi

Hidroakustik metot, günümüzde dünyanın pek çok bölgesindeki önemli pelajik balık stoklarının izlenmesinde ve değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde akustik sörveylerin karedenizde hamsi, istavrit ve çaça gibi pelajik balık stoklarına yönelik 1950’li yıllarda başladığı ve artarak devam ettiği görülmektedir (Aasen ve ark. 1956; Johannesson ve Losse, 1973; Stepnowski ve ark., 1993; Ünlüata ve ark., 1996; URL-5, 2021; Gücü ve ark., 2022). Ülkemiz iç sularında ise yalnızca iki çalışma mevcuttur bunlardan ilki Keban Baraj Gölü’nde 1998 yılında yapılan bir TÜBİTAK projesi (Yemişen ve ark., 2000) diğeri ise 2005 yılında Atatürk Baraj Gölü’nde yapılan bir yüksek lisans çalışmasıdır (Akoğlu, 2008). Dünyanın çeşitli bölgelerindeki iç sularda hidroakustik yöntemle stokların izlenmesi ve değerlendirilmesi 60 yılı aşkın süreyle kullanılıyor olmasına rağmen (Muska ve ark., 2012; Pollom ve Rose, 2015), ülkemiz iç sularında maalesef ihmal edilmiş durumdadır.

Bu çalışma, ülkemiz doğal göllerinde hidroakustik yöntem kullanılarak balıkların vertikal ve horizontal dağılımları ve biyomaslarının hesaplanması konularında yapılan ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır. İnci kefali gibi iç su balıkçılığımız açısından son derece önemli olan bir türün hidroakustik gibi modern bir teknik kullanılarak Van Gölü’ndeki yatay ve dikey dağılımının belirlenmesi, biyokütlesinin tahmin edilmesi ve izleme modelinin oluşturulmasının, sonraki çalışmalar için öncü niteliğinde olacağı düşünülmektedir. Ayrıca hidroakustik yöntemin iki farklı hesaplama metoduna ilaveten geleneksel stok analiz yöntemleri de kullanılarak Van Gölü için en uygun stok izleme modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın başarıyla sonuçlanmış olmasının, ülkemizdeki çeşitli su kaynaklarında da buna benzer çalışmaları yaygınlaştıracığı umulmaktadır.

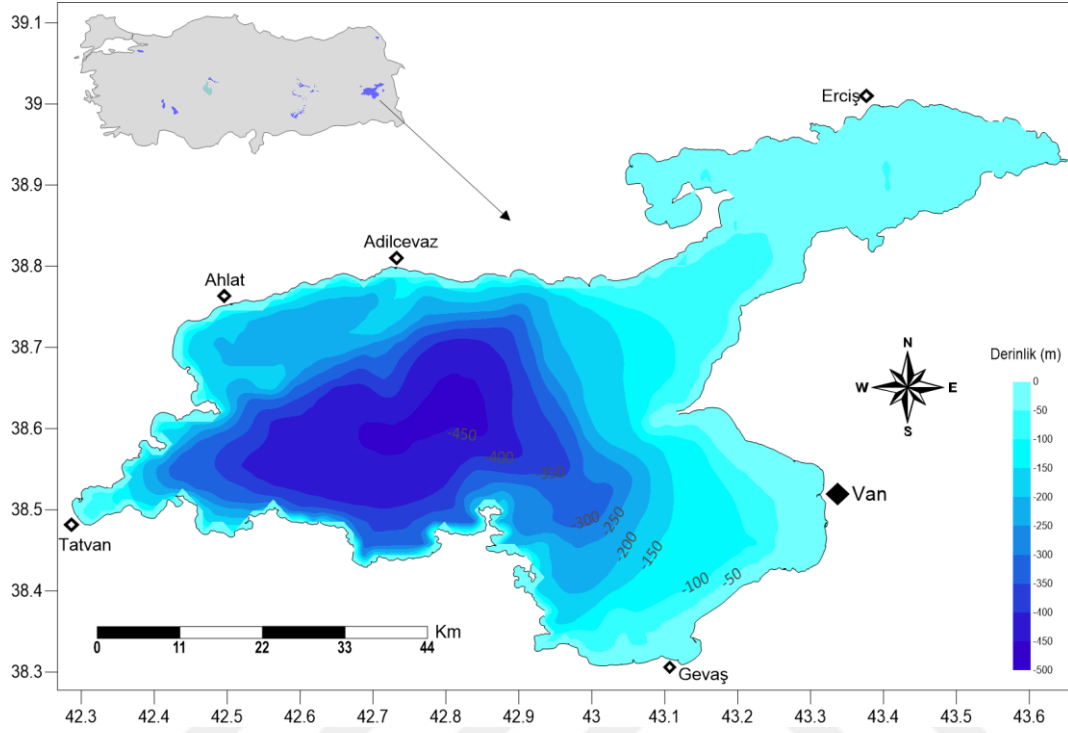
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı

Dünya genelinde, çeşitli kıtalara yayılmış farklı büyüklüklerde birçok soda gölü mevcuttur. Soda gölleri arasında; Birleşik devletlerdeki Büyük Soda Gölü, Mono Gölü ve Owens Gölü, Hindistan'daki Lonar Gölü, Mısır'daki Wadi Natrun Gölü, Kenya'daki Magadi Gölü ve ülkemizde bulunan Van Gölü, en fazla bilinen göllerdir (Grant ve Sorokin, 2011).

Ülkemizin en büyük gölü olan Van Gölü, 3602 km²'lik yüzey alanına ve maksimum 451 m derinliğe sahiptir. Gölün tuzluluk oranı %21.7 olup su hacmi 614 km³'tür. Ayrıca Van Gölü 9.7 pH değeri ile dünyanın en büyük sodalı gölüdür (Şekil 2.1) (Degens ve Kurtmann, 1978). Bu nedenle göl, biyolojik bakımdan canlı yaşamına çok uygun değildir. Buna rağmen gölde sodalı suya uyum sağlamış endemik bir balık türü olan ve “Van Balığı” olarak da bilinen inci kefali (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt, 1814) yaşamaktadır. Gölün deniz seviyesinden yüksekliği 1648 metredir ve su toplama havzası, Erçek Kapalı Havzası da içine dâhil edildiğinde yaklaşık 17.000 km² olarak hesaplanmıştır (Aydın, 2017). Van Gölü'ne dökülen akarsular içinde Karasu, Bendimahi, Zilan ve Engil uzunluk ve debileri bakımından en dikkat çekici olanlardır. Gölün kapalı bir havza halini nasıl aldığı konusunda farklı görüşler ileri sürülmüştür. Maxcon (1936), Nemrut Dağı'ndan çıkan lavların eski Murat Vadisi'ni kaplamış olduğunu ve bu lavların gerisindeki alanda suların birikmesi ile Van Gölü'nün meydana geldiğini belirtmiştir. Foley (1938), Van Gölü; batı tarafta lav akıntılarının set çekmesiyle meydana gelmiş, ancak gölü meydana getiren çanağın, yeraltında bulunan lavların boşalması ve bu nedenle arazinin çökmesi nedeniyle oluştuğunu belirtmiştir. Genel görüşe göre havzanın güneybatı kesiminde bulunan Nemrut volkanizması, daha önce birleşik bir havza olan Van-Muş Depresyonu'nu pleistosen Döneminde (2.600.000 ila 11.700 yıl önce) (URL-6, 2021) ikiye ayırmıştır. Nemrut Volkanı'na ait lav akıntıları Rahva Düzlüğü'nde volkanik bir set oluşturmuştur. Bu setin gerisinde suların birikmesi ile Van Gölü kapalı bir havza olarak gelişmiştir. Son yıllarda Van Gölü'nde yapılan sondaj çalışmaları ile Van Gölü'nün yaşı ile ilgili önemli bulgular elde edilmiş ve yaşı 600.000 yıl olarak belirlenmiştir (Stockhecke ve ark., 2014). Van Gölü'nün geçmişten günümüze önemli seviye değişimlerine sahne olduğu yapılan çeşitli araştırmalarda ortaya konulmuştur (Lahn, 1948; Erinç, 1953; Schweizer, 1975; Valetton,

1978; Kempe ve ark., 2002; Wick ve ark., 2003; Lit ve ark., 2009; Kuzucuoğlu ve ark., 2010; Akköprü ve ark., 2019).



Şekil 2.1. Van Gölü'nün konumu ve batimetrik* haritası

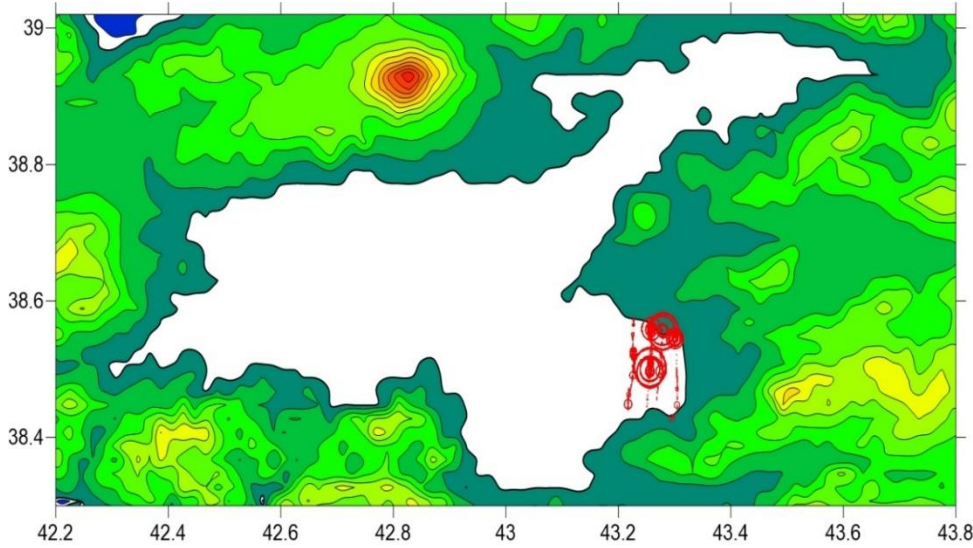
*Batimetrik harita Huguet ve ark. (2011)'ndaki haritanın sayısallaştırılmasıyla çizilmiştir.

Gölün biyolojik çeşitliliği hem tatlı sulardan hem de denizlerden önemli derecede farklılık göstermektedir. Tuğrul ve ark. (1984), Van Gölü'nde *Copepoid* zooplanktonlardan *Calanoid* ile *Cyclopoid'in* bulunduğunu, fitoplanktonlardan ise *Diatomelerin* yoğun olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar hacimsel olarak göldeki ortalama plankton yoğunluğunu 430 cc/m^3 olarak hesaplamışlardır. Buna göre en yoğun plankton topluluğunun Erciş Körfezi'nde, en düşük yoğunlukların ise Tatvan Baseni ve Gevaş'ta bulunduğunu bildirmişlerdir. Selçuk (1993) ise Van Gölü'nün zooplankton varlığının *Rotatoria*, *Cladocera* ve *Copepoda* gruplarına ait 36 türden oluştuğunu; fitoplankton varlığını ise *Diatome*, *Bacteriophyta*, *Cynophyta*, *Chlorophyta*, *Flagellata* ve *Phaeophyta* gruplarına ait 103 türden oluştuğunu bildirmiştir.

2.2. Hidroakustik Metot

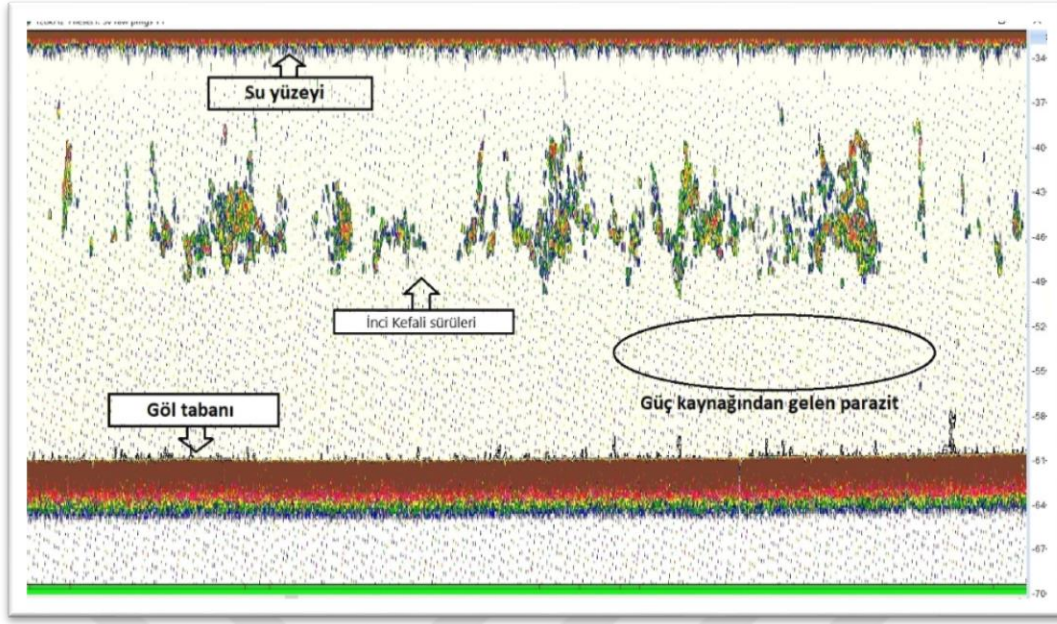
2.2.1. Hidroakustik ön çalışmalar

Doktora tezine başlamadan önce çalışma alanının ve çalışılacak türün hidroakustik bir araştırma için uygun olup olmadığını anlamak ve tezde kullanılacak akustik cihazları test etmek amacıyla 28-29 Ağustos 2018 tarihlerinde, Van Gölü'nde 2 günlük bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Akustik sistemin kurulumunun ardından sistemin denenmesi amacıyla Van Körfezinde 1 günlük seyir gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.2).



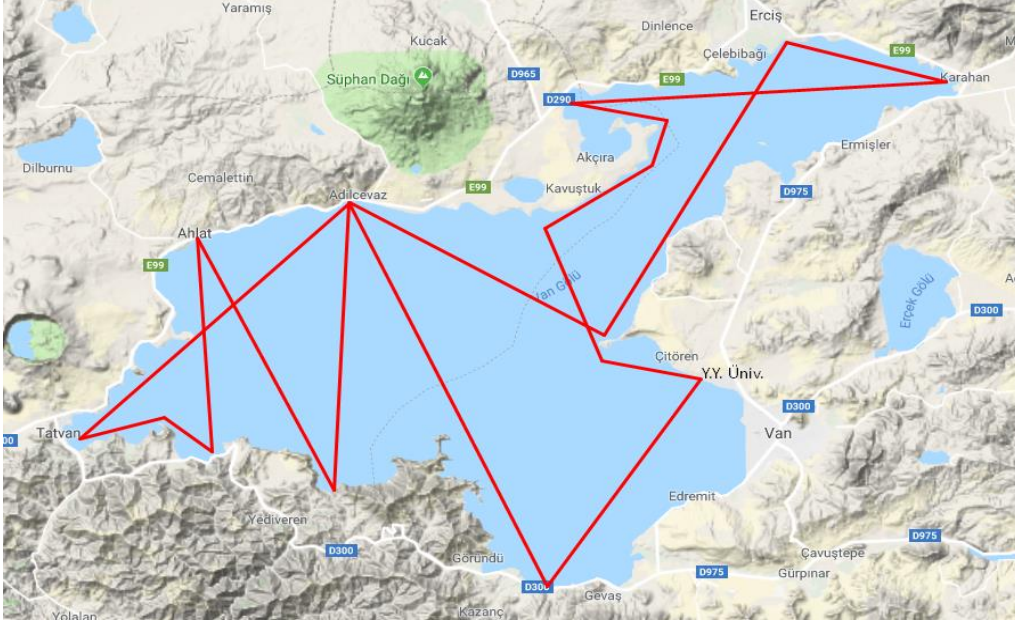
Şekil 2.2. 28-29 Ağustos 2018 tarihlerinde yapılan deneme seyri

Sistemin denenmesi amacıyla yapılan bu seyirden toplanan akustik veriler incelendiğinde inci kefallerinin sürüler halinde bulundukları, bu sürülerin ise ne akustik sistem tarafından tespit edilemeyecek kadar yüzeye yakın ne de zemin yankısıyla karışacak kadar göl tabanına yakın bulundukları anlaşılmıştır. Dikey konum itibarıyla inci kefallerinin su kolonunun ortalarında bulunduğu ve konumlarının hidroakustik bir çalışmaya son derece uygun olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 2.3). Bu deneme çalışmasında ayrıca geniş kapsamlı hidroakustik sorveyde kullanılacak olan YÜSAŞ isimli geminin elektrik sisteminin akustik manada çok fazla parazite neden olduğu görülünce sistemin 180 amperlik akülerle beslenmesine karar verilmiştir.



Şekil 2.3. İnci kefalı sürülerini gösteren bir yankı grafiği (echogram)

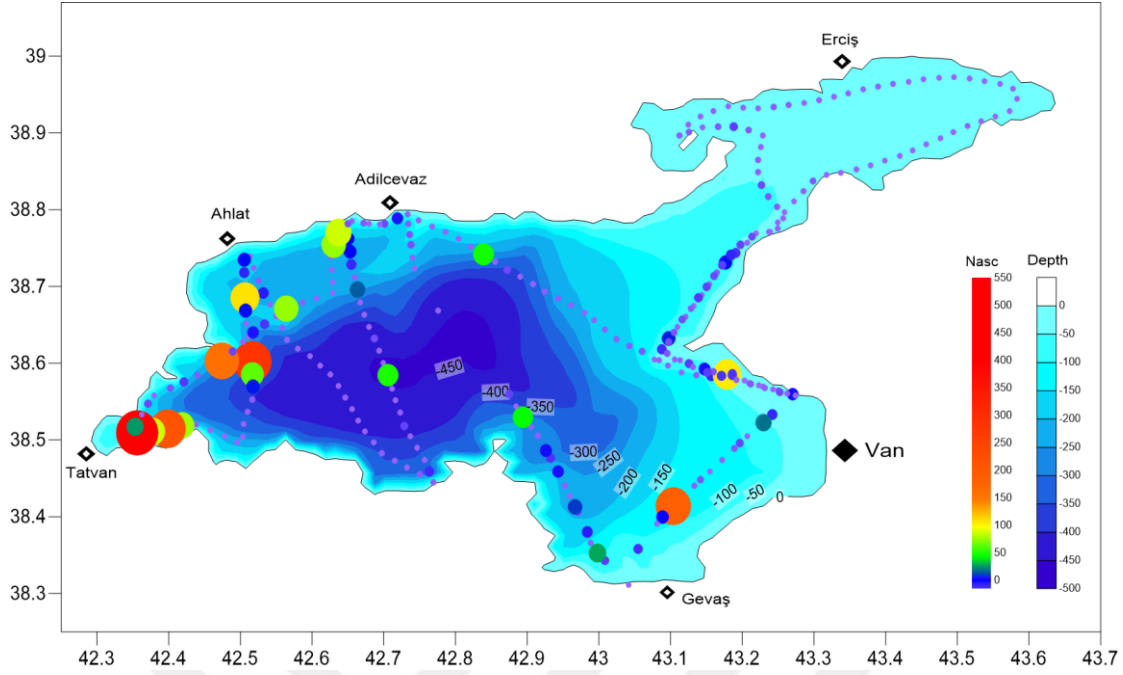
Mevcut hidroakustik sistemin Van Gölü ve inci kefalı için uygun olduğunun görülmesinin ve inci kefallerinin göldeki dikey konumunun hidroakustik bir çalışmaya uygunluğunun anlaşılmasının ardından tezde oluşturulmak istenen hidroakustik izleme modeli için en uygun sörvey deseninin belirlenebilmesi amacıyla 23-27 Ekim 2018 tarihleri arasında gölde 5 günlük bir akustik sefer düzenlenmiştir. Seferin başlıca amacı inci kefallerinin göldeki alansal ve derinliğe bağlı dağılımları hakkında akustik izleme modelinde ihtiyaç duyulan verinin toplanması olmuştur. Bu amaçla gölün derin ve sığ bölgelerinin örneklenebileceği ayrıca balığın alansal dağılımının da kısmen anlaşılabilceği ve gölün tüm kesimlerinin temsil edileceği bir ön seyir gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.4) (Demirel ve ark., 2019).



Şekil 2.4. 23-27 Ekim 2018 tarihli ön seyir için planlanan akustik hatlar

23-27 Ekim 2018 tarihlerinde Van Gölü’nde gerçekleştirilen ön akustik seyirden elde edilen balık yoğunluk değerlerinin akustik hatlar üzerindeki dağılımları Şekil 2.5’te görülmektedir. Bu çalışma sonucunda inci kefallerinin ekim ayı sonu itibariyle göldeki alansal dağılımlarının homojen olmadığı anlaşılmıştır. Diğer bölgelere göre daha sık olan gölün kuzeydoğusundaki Erciş bölgesinde neredeyse hiç balığa rastlanılmamış olup, gölün daha derin ve sıcak olan Tatvan ve Ahlat bölgelerinde ise daha yoğun balık sürülerine rastlanmıştır (Demirol ve ark., 2019).

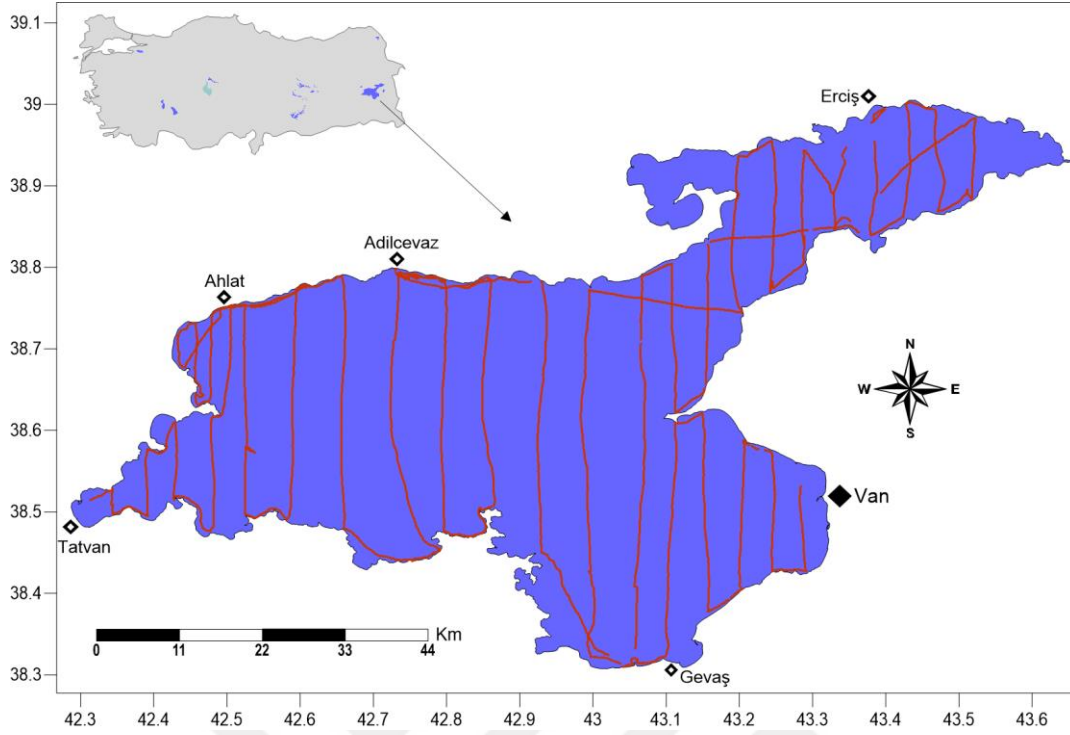
İnci Kefalinin göldeki dikey dağılımı incelendiğinde sürülerin genellikle kıyılarda yoğunlaştığı ancak gölün tüm batimetrik derinliklerinde de küçük de olsa balık sürülerine rastlandığı görülmüştür. Böyle bir durumda gölün sadece kıyılarını kapsayan bir akustik sörvey deseninin yetersiz kalacağı sonucuna ulaşılmıştır (Demirol ve ark., 2019).



Şekil 2.5. 23-27 Ekim 2018 tarihli ön çalışmada, akustik hatlardaki balık yoğunluğu

2.2.2. Hidroakustik sörvey dizaynı

Van Gölü'nde 3-13 Ekim 2020 tarihleri arasında kapsamlı bir hidroakustik sörvey gerçekleştirilmiştir. Sörvey deseni, kuzey-güney istikametinde, aralarında ortalama 2,28 nmi olan toplam 25 transect şeklindedir. 10 gün süren sörvey esnasında toplam 540 nmi'lik akustik veri toplanmıştır (Şekil 2.6). Sörvey esnasında geminin hızı 5-7 knots olacak şekilde ayarlanmıştır. Hatlar geminin yaklaşabileceği minimum derinliğe kadar (ortalama 5-7 m) kıyıya yaklaştırılmıştır. Tüm akustik veri gündüz toplanmıştır. Seyire, güneş doğduktan 1 saat sonra başlanıp güneş batınca durdurulmuştur.



Şekil 2.6. Van Gölü’ndeki hidroakustik hatlar

2.2.3. Hidroakustik ekipman

Akustik veri ve biyolojik örnek toplamada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesine ait “YÜSAŞ” isimli gemi kullanılmıştır (Resim 2.1). YÜSAŞ araştırma gemisi; 12,4 m uzunluğa, 3,6 m genişliğe, 1,2 m karina yüksekliğine sahip olup 15,37 groston ağırlığındadır. Akustik verilerin toplanmasında 1 adet splitbeam transduser (Simrad ES 120-7C) ile donatılmış 120 kHz frekanslı bir Simrad EY60 marka taşınabilir yankısayar (echosounder) kullanılmıştır. Transduser yaklaşık 1 m derinlikte olacak şekilde geminin iskele vasatına monte edilmiştir (Resim 2.1).



Resim 2.1. Araştırmada kullanılan YÜSAŞ isimli gemi ve monte edilen transducer mekanizması

Sörvey esnasında geminin konumu Garmin GPS 18X USB marka GPS (Global Positioning System; Küresel Konumlama Sistemi) cihazıyla otomatik olarak kaydedilmiştir. Hidroakustik verilerin toplanmasında bilimsel yankısayarın kendi yazılımı olan Simrad ER60 v2.4.3 versiyonu kullanılmıştır. Çın (sinyal atım) sıklığı örnekleme derinliği ve 120 kHz'in penetrasyon mesafesi dikkate alınarak 0,3 s olarak ayarlanmıştır. Sistemin kalibre edilmesinde -40,4 dB akustik hedef büyüklüğüne (target strength; TS) sahip 23 mm çapında bakır bir küre kullanılmıştır. Kalibrasyon işlemi “Standart Küre Metoduna” (Standard Sphere Method) göre yapılmıştır (Simrad, 2012).

2.2.4. Hidroakustik veri analizi

Akustik ham veriler, Echoview v5.4 yazılımı kullanılarak uyumlu formatlara dönüştürülmüş ve işlenmiştir. Akustik biyokütle, küresel saçılma katsayısı (spherical scattering coefficient; σ_{sp}) ve deniz mili (1852 m) cinsinden tanımlanan ve yankı biriktirme (echo-integration) tekniğiyle elde edilen NASC (Nautical area scattering coefficient, m^2/nmi^2) olarak ifade edilmiştir (Simmonds and MacLennan, 2005).

Akustik sörveylerde balık bolluğunu tahmin edebilmek için balık boyunun bir fonksiyonu olan ve $TS = a_i \log_{10} L_i + b_i$, (a_i ve b_i , i numaralı balığın türüne özgü sabitler; L_i , santimetre biriminden i numaralı balığın boyu) formülüyle ifade edilen akustik hedef büyüklüğünün (TS) bilinmesi gerekir (Simmonds and MacLennan, 2005).

Literatürde inci kefali için hesaplanmış TS sabitleri bulunmadığından, balık bolluğunun hesaplanmasında Frouzova ve ark. (2005)'nın 120 kHz yankısayar kullanarak 4 tatlı su balığı türü için dikey ve yatay bakıyla hesapladıkları ortalama değerler kullanılmıştır ($a = 25,95$ ve $b = -95,69$). Balıkların toplam boyları, sıfırdan başlanıp 0,5 cm aralıklarla toplam 60 boy sınıfına ayrılarak TL ve TS dağılımları hesaplanmıştır. Akustik verilerin analizi öncesinde akustik hedef büyüklüğü (TS) için minimum eşik değeri -65 dB, hacimsel geri saçılma gücünün (volume backscattering strength; Sv) minimum eşik değeri ise -71 dB olarak kabul edilmiştir (Perivolioti ve ark., 2020).

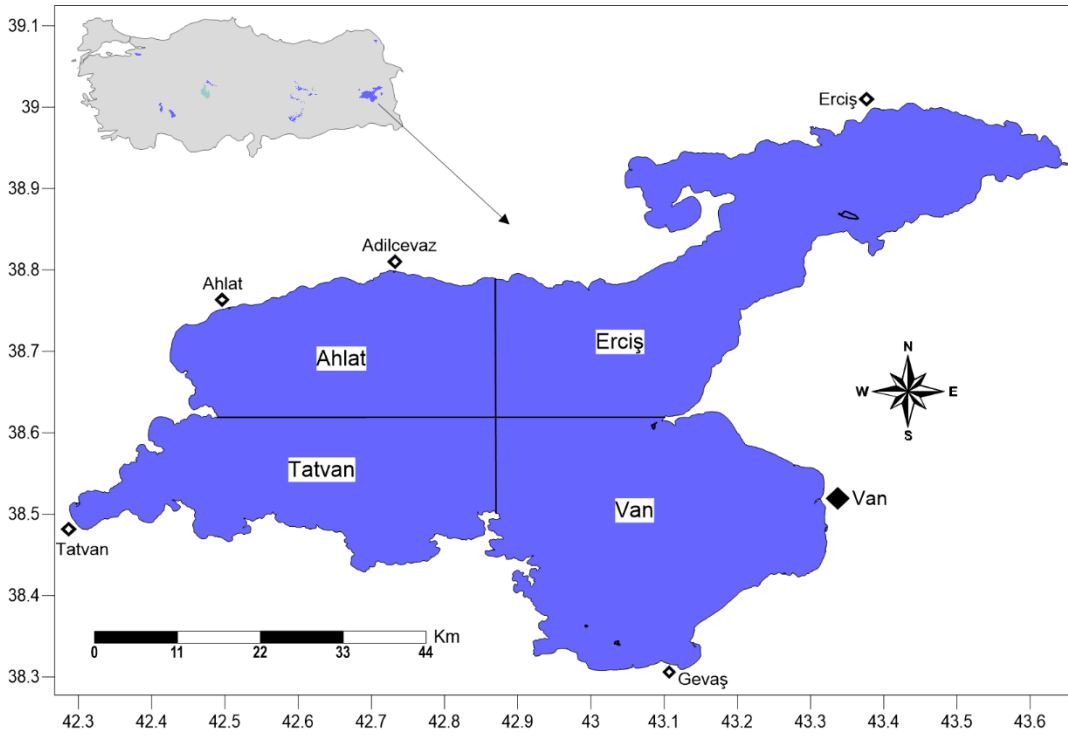
Toplanan akustik veriler, gürültü ve balık olmayan diğer sinyallerin temizlenmesi için göz ile kontrol edilerek, balık dışındaki unsurlar veriden çıkartılmıştır. Taban geri saçılma etkisini ortadan kaldırmak için tespit edilen göl tabanı çizgisinden 0,5 m yukarısına kadar olan kısım “ölü alan” (dead-zone) olarak kabul edilmiş ve analize dâhil edilmemiştir. Ayrıca göl yüzeyinden 3 m derinliğe kadar olan kısım dalga, kabarcık ve pervane gürültüsü etkisinin ortadan kaldırılması için analiz dışı tutulmuştur. Akustik hatlar üzerinde toplanan veriler 0,1 nmi'lere ayrılarak “Temel Mesafe Örnekleme Birimi” (Elementary Distance Sampling Unit; EDSU) (Simmonds and MacLennan, 2005) olarak analiz edilmiştir. Balıkların dikey dağılımlarının analiz edilmesi amacıyla toplanan akustik veriler 1 m'lik derinlik katmanlarına bölünmüştür. Hidroakustik verilerden yararlanarak göldeki balık biyokütlesi iki farklı yaklaşımla hesaplanmıştır.

2.2.4.1. Batimetrik yaklaşım (tabakalı hesaplama)

Bu yaklaşım balık miktarının alansal olarak farklılaşma gösterdiği durumlarda ortalama biyokütlenin varyansının düşürülmesi için, örnekler benzerlik gösteren tabakalara ayrılır, ve her tabaka önce kendi içinde değerlendirilir.

Gölde yapılan ilk gözlemlerde inci kefaline gölün her yerinde rastlanılmasına karşın sürü yoğunluklarında bölgesel ve batimetriye bağlı olarak farklılıklar olduğu, balığın belli alanlarda yoğunlaştığı ve genel olarak sığ alanlarda birikme eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu nedenle biyokütleyi hesaplarken bölgeler arasındaki balık yoğunluğundan kaynaklı farkı azaltabilmek ve varyansı düşürebilmek için Van Gölü alansal olarak; Ahlat, Erciş, Tatvan ve Van olmak üzere 4 alt bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2.7). Ayrıca her bir alt bölge kendi içerisinde 0-10, 10-20, 20-30.....90-100, 100+ olmak üzere 11 batimetrik derinlik katmanına ayrılmıştır.

Van Gölü'nün ve alt bölgelerin alanı Google Earth Pro Programı yardımıyla hesaplanmıştır. Bu amaçla Landsat/Copernicus ve CNES/Airbus uydularından alınan Ekim 2020 tarihine ait gölün güncel su seviyesini gösteren uydu görüntüleri üzerinden gölün kıyı şeridi hassas şekilde taranarak göl alanı poligon içerisine alınmıştır. Böylece gölün güncel yüzey alanı program tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır. Daha sonra göldeki 4 adanın (Aktamar, Adır, Çarpanak ve Kuş adaları) yüzey alanı düzlemsel olarak hesaplanarak toplam göl alanından düşülmüştür. Her bir derinlik katmanının yüzey alanı ise bu çalışma kapsamında toplanan akustik verilerin ekstrapolasyonu ile elde edilmiş batimetri haritası yardımıyla hesaplanmıştır.



Şekil 2.7. Çalışma alanı ve alt bölgeler

Biyokütle hesaplanmasında Echoview programının önerdiği aşağıdaki formül kullanılmıştır (Echoview teknik klavuzu, 1. Bölüm):

$$\text{Biyokütle yoğunluğu (ton/nmi}^2\text{)} = \frac{\text{NASC}}{4\pi\bar{\sigma}} \times \frac{\text{W(g)}}{1000000}$$

$$\text{Sigma Ortalama}(\bar{\sigma}) = 10^{\frac{\text{TS}}{10}}$$

Formüldeki;

NASC = Nautical Area Scattering Coefficient (m^2/nmi^2)

W = İnci kefali popülasyonunun ortalama ağırlığı (g)

TS = İnci kefali popülasyonunun ortalama akustik hedef büyüklüğü (dB)

2.2.4.2. Geoİstatistiksel (geostatistical) yaklaşım

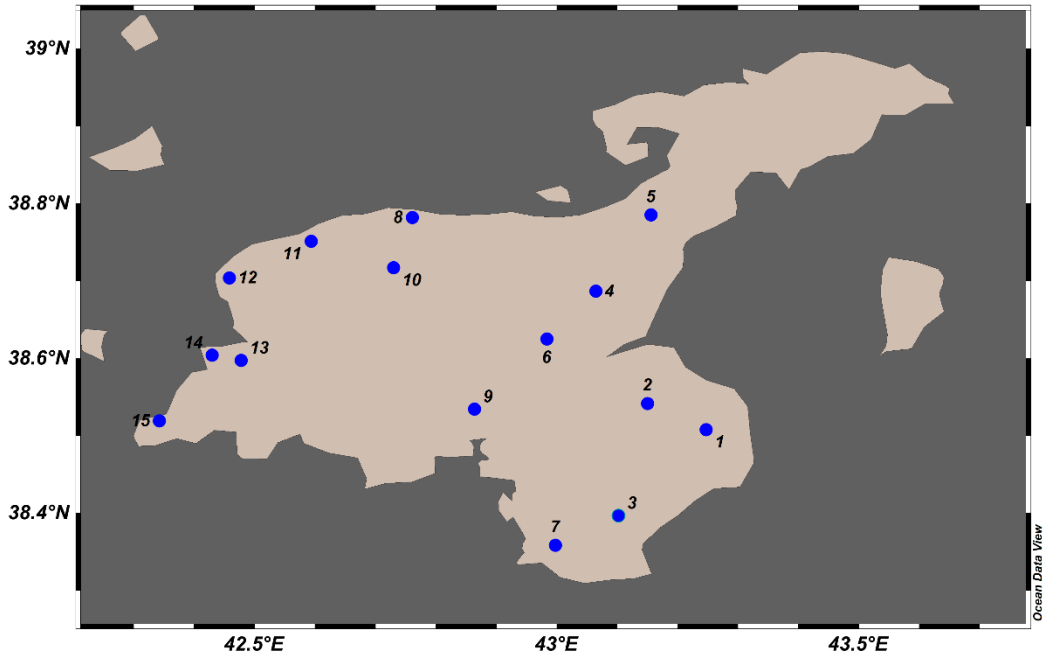
Geoistatistiksel yaklaşım; incelenen alan içindeki noktalarda bir dizi yoğunluk gözlemine dayalı olarak bir popülasyonun haritalanmasını, enterpolasyonunu ve varyans tahminini kapsayan bir analitik teknikler ailesidir (Matheron, 1971; Cressie, 1993). Bunlar arasında “kriging” yoğunluk beklentisinin uzaysal değişimini temsil eden bir yüzeyi hesaplamak için kullanılabilen güçlü bir enterpolasyon tekniğidir (Simmonds ve MacLennan, 2005). Simmonds ve MacLennan’a (2005) göre, geoistatistiksel yöntemler artık güvenilir bir yol olarak kabul edilmektedir. ICES sponsorluğundaki “Araştırma Tasarımı ve Veri Analizi Çalıştayı” (ICES, 2005), tek bir türün bolluğunu tahmin etmek amacıyla yapılacak olan akustik bir araştırma için optimal olarak Geoistatistike dayalı bir varyans tahmini ile sistematik bir araştırma tasarımı önermektedir (Walline, 2007).

Jolly ve Hampton (1990), birbirine paralel hatlardan oluşan bir veri toplama tasarımının bu yöntem için ideal olduğu ifade eder. Bununla birlikte Simmonds ve Fryer (1996), araştırma alanının alt bölgelere ayrılmış olması durumunda kesitlerin konumlandırılmasının her bölge için bağımsız olacak şekilde yapılmasını önerir (Simmonds ve MacLennan, 2005).

Çalışmamızda yalnızca kuzey-güney istikametinde düzenli aralıklardan birbirine paralel akustik hatlardan toplanan akustik veriler, geoistatistiksel yaklaşımla analiz edilmiştir.

2.3. Çevresel Parametreler

Van Gölü’nde gerçekleştirilen hidroakustik sefer esnasında 15 istasyonda fiziko-kimyasal su ölçümü yapılmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Van Gölü’ndeki çevresel parametre ölçüm istasyonlarının konumları

Su kolonundaki çözünmüş oksijen (mg/L) ve sıcaklık değişimlerini belirleyebilmek için YSI (YSI Incorporated, Ohio, USA) marka çoklu ölçüm cihazı kullanılarak yüzeyden derine doğru 1 m aralıklarla fiziksel ve kimyasal ölçüm gerçekleştirilmiştir. Ölçüm istasyonlarının konumları ve maksimum örnek derinlikleri Tablo 2.1’de görülmektedir.

Tablo 2.1. Van Gölü’ndeki çevresel parametre ölçüm istasyonlarının konumları ve derinlikleri

Ölçüm İstasyonu	Boylam	Enlem	Maksimum Ölçüm Derinliği (m)
1	43,2477	38,5078	36
2	43,1509	38,5415	9
3	43,1026	38,3967	54
4	43,0652	38,6868	68
5	43,1564	38,7852	32
6	42,984	38,6249	27
7	42,9984	38,3584	25
8	42,7614	38,7817	36
9	42,8644	38,5344	30
10	42,7302	38,7169	31
11	42,5939	38,7512	33
12	42,4587	38,7037	18
13	42,478	38,5971	37
14	42,4301	38,6041	28
15	42,3427	38,519	31

2.4. Balıkçılık Verilerinin Toplanması

2.4.1. Balıkçılıktan bağımsız (biyolojik) verilerin toplanması

Balıkçılıktan bağımsız biyolojik verilerin toplanması amacıyla yapılan balık örneklemelelerinde Avrupa Birliği'nin belirlemiş olduğu EN 14757 numaralı “Su Kalitesi ve Çoklu Göz Genişliğine Sahip Galsama Ağlarıyla Balık Örneklenmesi” (Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets) standardına (CEN, 2005) uygun avcılık metotları ve araçları kullanılmıştır. Bu ağlar her boy ve tip tatlı su balığını yakalamak için dizayn edilmişlerdir. Her bir uzatma ağı 5 mm ile 55 mm arasında değişen göz genişliğine (knot to knot) sahip 12 panelden oluşmaktadır. Ağ göz genişlikleri yaklaşık 1,25'lik bir oranla artış göstermektedir. Panellerin sırası tüm ağlarda aynıdır. Bu ağlar homojen tek kat naylon ağ ipinden (misina) yapılmıştır. Her bir ağ 30 m yüzdürücü yaka uzunluğuna ve 36 m batırıcı yaka uzunluğuna sahiptir. Her bir panelin yüzdürücü yakadaki uzunluğu 2,5 m, batırıcı yakadaki uzunluğu ise 3 m'dir. Tüm panellerin derinliği 6 m olup ağlar bento-pelajik yapıdadır. Misina çapları her bir panelde değişmekle beraber 0,10 ile 0,25 mm arasındadır. Donam faktörü tüm paneller için 0,5'tir (Tablo 2.2).

Tablo 2.2. Balık avcılığında kullanılan ağların teknik özellikleri

Panelin Ağdaki Sırası	Göz Genişliği (mm)	Misina Çapı (mm)	Yüzdürücü Yaka Uzunluğu (m)	Batırıcı Yaka Uzunluğu (m)	Panel Derinliği (m)
1	43	0,20	2,5	3	6
2	19,5	0,15	2,5	3	6
3	6,25	0,10	2,5	3	6
4	10	0,12	2,5	3	6
5	55	0,25	2,5	3	6
6	8	0,10	2,5	3	6
7	12,5	0,12	2,5	3	6
8	24	0,17	2,5	3	6
9	15,5	0,15	2,5	3	6
10	5	0,10	2,5	3	6
11	35	0,20	2,5	3	6
12	29	0,17	2,5	3	6

Bu özelliklere sahip 4 adet ağ ile toplam 120 m uzunluğunda bir takım oluşturulmuş ve 3-13 Ekim 2021 tarihleri arasında gerçekleştirilen hidroakustik sefer esnasında akustik hatların paralelinde gölün çeşitli bölgelerinde toplam 7 avcılık operasyonu gerçekleştirilmiştir. Yakalanan tüm balıkların total boyları (TL) 0,5 cm taksimatlı ölçüm cetveliyle, toplam ağırlıkları ise 0,5 g hassasiyetindeki elektronik teraziyle ölçülmüştür.

Her yarım santimlik boy grubundan 20 adet balık daha hassas boy, bireysel ağırlık ölçümü ve yaş okumasında kullanılmak üzere laboratuvara getirilmiştir. Yaş tayinleri, Ataman (2010)'ın inci kefali yaş çalışmaları için önerdiği doku olan otolitlerden (sagitta) yararlanılarak yapılmış ve yaş boy anahtarı oluşturulmuştur. Yaş okumalarında Vitale ve ark., (2019)'ndaki yönergeler takip edilmiştir.

2.4.2. Balıkçılığa bağlı verilerin toplanması

Göldeki av gücünün (tekne sayısı) belirlenmesinde Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün (BSGM) verileri esas alınmıştır. Yıllık karaya çıkartılan ürün miktarının belirlenmesinde ise yılda iki kez karaya çıkış noktalarında teknelerin avladıkları balık miktarının tespitine ilaveten toptancıların 1980'li yıllardan beri tuttuğu kantar kayıt defterlerinden yararlanılmıştır. Bunlara ilaveten Çitören karaya çıkış noktasından 7, Yelkenli'den 3, Dereagzı'ndan 2 balıkçının her yıl günlük olarak düzenli şekilde tuttıkları ürün teslim defter ve dijital kayıtlarından yararlanılmıştır. Yıllık ürün teslim defter ve dokümanları Resim 2.2'de görülmektedir.

1	83	kilo	X	200	166	130	mozot
2	71	kilo	X		142	50	mozot
3	60	kilo	X		220	130	mozot
4	140	kilo	X		270	27	mozot
5	90	kilo	X		180	20	mozot
7	88	kilo	X		176	130	mozot
9	157	kilo	X		316	23	mozot
11	163	kilo	X		326	130	mozot
12	150	kilo	X		300	46	mozot
15	348	kilo	X		696	30	mozot
16	217	kilo	X	2500	534	130	mozot
17	13	kilo	X		30	32	mozot
19	38	kilo	X		93	130	mozot
21	70	kilo	X		175	13	mozot
23	180	kilo	X		450	70	mozot
24	263	kilo	X		607	130	mozot
25	257	kilo	X		642	75	mozot
27	50	kilo	X		775	130	mozot
29	20	kilo	X		50	90	mozot
30	37	kilo	X		92	130	mozot
toplam kilo				5588	Smart ayın		
gidir				1650	kilo		
kalan				3937			

3480	620	1100	150	11
6420	HAZİRAN		5	CUMARTESİ
	JUNE • 1900			SATURDAY • 09001A
160				
25				
20				
130				
165				
120				
130				
80				
110				
100				
125				
130				
150				
100				
65				
185				
100				
215				
260				
250				
310				
145				
265				
180				
280				
3940				

Resim 2.2. Farklı bölgelerdeki balıkçılara ait ürün teslim defterleri

Van Gölü inci kefali popülasyonuna uygulanan avcılık tekniğinin anlaşılabilmesi için çalışma süresince pek çok balıkçıyla görüşmeler yapılmış, ava çıkış tarih ve saatleri, avlak sahaları, sezon boyunca ağların konumlandırıldıkları derinlikler, balık sürülerinin yıl içerisindeki olası alansal ve derinliğe bağlı dağılımı gibi pek çok konuda balıkçılardan bilgi edinilmiştir.

Yıllık karaya çıkartılan avdan biyolojik örnekleme, karaya çıkış noktalarında ağırlıklı alt örnek alma şeklinde gerçekleştirilmiştir. Alt örnekler laboratuvara getirilerek 1 mm hassasiyetinde boy, 0,1 g hassasiyetinde ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Laboratuvara getirilen balıkların cinsiyet ayrımları Lagler ve ark., (1977)'na göre yapılmıştır.

2.5. Populasyon Parametrelerinin Hesaplanması

2.5.1. Boy-ağırlık ilişkisi

Balıklarda boy ile ağırlık arasında;

$$W = a \cdot L^b \quad (2.1)$$

Şeklinde katsal (üssel) bir ilişki vardır (2.1). Denklemden (L) total boyu, (W) total ağırlığı, a ve b ise denklemin sabitlerini ifade etmektedir (Froese, 2006). Boy-ağırlık ilişkisi toplam boy-canlı ağırlık (TL-W) arasındaki ilişki yönünden incelenmiş olup eşey gruplarına göre regresyon denklemleri, eğrileri ve regresyon katsayıları hesaplanmıştır.

2.5.2. Kondisyon faktörü

Avlanan balıkların kondisyonları Fulton kondisyon faktörü (Ricker, 1975)'ne göre her bir eşey grubu için ayrı ayrı hesaplanmıştır (2.2). Fulton kondisyon faktörü;

$$FCF = \frac{W}{TL^3} \times 100 \quad (2.2)$$

FCF: Fulton kondisyon faktörü

W : Toplam Ağırlık (g)

TL : Toplam Boy (cm)

2.5.3. Büyüme parametrelerinin hesaplanması

Von Bertalanffy büyüme parametrelerinin (L_{∞} , K ve t_0) tahmininde doğrusal olmayan en küçük kareler metodu kullanılmıştır (Sparre ve Venema, 1998). Bu amaçla otolitlerden okunan yaşlar ile balık boyu arasındaki ilişkiden yararlanılmıştır. Parametrelerin %95 güven aralıklarının hesaplanmasında ise 1.000 tekrarlı Monte Carlo simülasyonu uygulanmıştır. Tüm hesaplamalar TropFishR (v.1.6.3) (Mildenberger ve ark., 2017) paketi içerisinde yer alan "growth_length_age" fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır.

Boyca büyüme (2.3) ve ağırlıkça büyüme (2.4) aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Sparre ve Venema, 1998).

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad (2.3)$$

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]^b \quad (2.4)$$

L_t	: t yaşındaki balık boyu (cm)
L_∞	: Maksimum asimtotik boy (cm)
e	: Doğal logaritma tabanı
t_0	: Balık boyu “0” olduğu andaki teorik yaşı (yıl)
t	: Balık yaşı (yıl)
K	: Brody büyüme katsayısı (yıl ⁻¹)
W_t	: t yaşındaki balık ağırlığı (g)
W_∞	: Maksimum asimtotik ağırlık (g)
b	: Boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki regresyon katsayısı

Büyüme performansı indeksi ($\emptyset$) cinsiyet ve yaş gruplarına göre aşağıdaki formül (2.5) yardımıyla hesaplanmıştır (Pauly ve Munro, 1984).

$$\emptyset = \log k + 2 \log L_\infty \quad (2.5)$$

2.5.4. Yaş boy anahtarı

2020 yılı hidroakustik sefer kapsamında yapılan avcılıkla elde edilen balıklardan, yeterli örneğin olduğu her yarım santimlik boy sınıfından 10’ar adet balığın yaşları okunarak yaş boy anahtarı oluşturulmuştur. Oluşturulan yaş boy anahtarı, yalnızca total boy ölçümü yapılan alt örneklerin boy frekanslarının yaş gruplarına dağıtılmasında kullanılmıştır. Yıllık avlanan toplam ticari avın yaş kompozisyonu belirlenirken aşağıdaki işlem sırası takip edilmiştir.

1. Karaya çıkartılan avdan alt örnekleme yoluyla total boy ölçümlerinin yapılması ve boy frekans tablosu (%) oluşturulması,
2. Ağırlık cinsinden yıllık avlanan toplam av miktarını alt örnekteki ilgili boy sınıfının yüzdelik oranıyla çarparak, toplam avın her boy sınıfına karşılık gelen ağırlık cinsinden miktarının belirlenmesi,
3. Belirlenen bu miktarın gram birimine dönüştürülerek daha önceden hesaplanan o boy sınıfındaki bireylerin gram cinsinden vücut ağırlıklarının aritmetik ortalamalarına bölünmesi,
4. Böylece yıllık avlanan toplam avın, her boy sınıfı için kaç adet birey içerdiğinin hesaplanması,

5. Her boy sınıfı için hesaplanan birey sayısının, ilgili boydaki balıkların hangi yüzdelik oranlarla hangi yaşlara ait olduklarının yaş boy anahtarı yardımıyla hesaplanması ve yaş gruplarına dağıtılması,
6. Tüm boy sınıflarındaki birey sayılarının yaş gruplarına dağıtılmasının ardından, aynı yaştaki balık sayıları toplanarak toplam avın yaş kompozisyonunun belirlenmesi.

2.5.5. Ölüm oranlarının hesaplanması

2.5.5.1. Doğal ölüm oranı (M)

Gölde daha önce yapılan tek popülasyon dinamiği ve stok analizi çalışması olan Sarı (1997)'nin belirlediği 0,2 yıllık doğal ölüm oranı (M), sonuçların karşılaştırılmasının anlamlı olabilmesi için bu çalışma için de kullanılmıştır. Buna rağmen bu oran günümüzde yaygın olarak kullanılan 5 farklı şekilde de hesaplanmıştır bunlar;

Pauly (1983)'nin sürü oluşturan balıklar için önerdiği amprik formül (2.6);

$$M = 0,8 * \exp(-0,0152 - 0,279 * \ln L_{\infty} + 0,6543 * \ln K + 0,463 * \ln T) \quad (2.6)$$

Pauly (1980)'nin bireysel yüzen balıklar için önerdiği amprik formül (2.7);

$$M = \exp(-0,0152 - 0,279 * \ln L_{\infty} + 0,6543 * \ln K + 0,463 * \ln T) \quad (2.7)$$

Then ve ark. (2015)'nin maksimum yaşa dayalı formülü (2.8);

$$M = 4,899 * t_{max}^{-0,916} \quad (2.8)$$

Then ve ark. (2015)'nin büyümeye dayalı formülü (2.9);

$$M = 4,118 * K^{0,73} * L_{\infty}^{-0,33} \quad (2.9)$$

Gislason ve ark. (2010)'nin boya dayalı formülü (2.10);

$$\ln M = 0,55 - 1,61 \ln(L) + 1,44 \ln(L) + \ln K \quad (2.10)$$

Bu formüllerde yer alan L_{∞} ve K ; von Bertalanffy büyüme parametreleri, $t_{\max}$; balığın ulaştığı maksimum yaş, L balığın boyu olup, T ise göldeki ortalama su sıcaklığıdır. Van Gölü yüzey suyunun yıllık ortalaması 13,75 °C olarak alınmıştır (Kavak ve Karadoğan, 2012).

2.5.5.2. Balıkçılık ölüm oranı (F)

Yaşa dayalı kohort analizinde (aged based cohort analysis) yaş grupları için hesaplanan birey sayılarından (N) aşağıdaki formül (2.11) yardımıyla her yaş grubu için hesaplanan balıkçılık ölüm oranlarının (F) (Sparre ve Venema, 1998) ortalaması alınarak popülasyon için ortalama balıkçılık ölüm oranı (F) belirlenmiştir.

$$F_{t,a} = Ln \left[\frac{N_{t,a}}{N_{t+1,a+1}} \right] - M \quad (2.11)$$

2.5.5.3. Toplam ölüm oranı (Z)

Hesaplanan balıkçılık ölüm oranı (F) ile doğal ölüm oranının (M) toplanmasıyla toplam ölümü oranı (Z) belirlenmiştir (2.12) (Sparre ve Venema, 1998).

$$Z = F + M \quad (2.12)$$

2.5.5.4. Yaşama Oranı (S)

Yaşam payı ile toplam ölümler arasında aşağıdaki ilişki şu şekilde ifade edilmiştir (2.13) (Avşar, 1998);

$$S = e^{-Z} \quad (2.13)$$

2.5.6. Stok işletim oranı (E)

Stok işletim oranı, aşağıdaki formül (2.14) yardımıyla hesaplanmıştır (Sparre ve Venema, 1998).

$$E = \frac{F}{Z} \quad (2.14)$$

- E : Stok işletim oranı (exploitation rate)
 F : Balıkçılık ölüm oranı (fishing mortality)
 M : Doğal ölüm oranı (natural mortality)
 Z : Toplam ölüm oranı (total mortality)

2.5.7. Populasyon büyüklüğünün tahmini

Stok büyüklüğünün tahmininde “Sanal Populasyon Analizi” (Virtual Population Analysis; VPA)’nin bir versiyonu olan ve Pope (1972) tarafından geliştirilen ayrıca Jones (1984) ve Pauly (1984) tarafından gözden geçirilen “Yaşa Dayalı Kohort Analizi” (Aged Based Cohort analysis; Pope’s Cohort Analysis) kullanılmıştır. Kohort analizi kavramsal olarak VPA ile aynıdır, ancak hesaplama tekniği daha basittir. Bir yıl boyunca hayatta kalan aynı yaş grubundaki (kohort) balık sayısının tahminine dayanır (Sparre ve Venema, 1998). Pope (1972), F ’in 1,2’den M ’in ise 0,3’ten düşük olduğu durumlarda her iki hesaplama yöntemi arasındaki farkın önemsiz olduğunu bildirmektedir.

2.5.7.1. Yaşa dayalı kohort analizi

Kohort analizinin uygulanması için birkaç yıllık (en az örneklemelerde belirlenen yaş sınıfı adedi kadar olan yıla ait) av verisinin yaş kompozisyonunun bilinmesi gerekir (Avşar, 1998). Genelde balıkçılığımızda bu kadar uzun zaman serilerine ait yaş kompozisyonu verileri nadiren bulunur. Böylesi durumlarda “Yalancı kohort analizi” (Pseudo-cohort) birkaç yıllık veriyle ve hatta tek yıllık veriyle bile kullanılabilir. Bu analiz yöntemi, stokun ve balıkçılığın dengede olduğunu ve tahminin yapıldığı yılın dışında kalan yıllar için, stoka katılım ve ölüm oranları gibi temel bazı faktörlerin aynı olduğunu ve değişmediğini varsayar (Sparre ve Venema, 1998). Bu çalışmada son 4 yılın avcılık sezonuna ait (2017-2021) toplam avlanan ürünün yaş kompozisyonu verisi bulunmasına rağmen, Van Gölü’nde önceki

yıllara ait bu tür bir veri bulunmadığından dolayı popülasyon büyüklüğünün tahmininde pseudo-cohort yöntemi kullanılmıştır.

Kohort analizi temelde iki önemli denkleme dayanır bunlar “av denklemi” (catch equation) ve “hayatta kalma denklemi” (survival equation)’dir. Baranov denklemi (Baranov’s catch equation) olarak da bilinen av denklemi (2.15) şu şekildedir:

$$N_{t,a} = \frac{C_{t,a}}{\frac{F_{t,a}}{Z_{t,a}}(1-e^{-Z_{t,a}})} \quad (2.15)$$

Denklemdaki “N” balık sayısını, “a” yaşı, “t” yılı, “F” balıkçılık ölüm oranını, “Z” toplam ölüm oranını ve “C” avlanan balık miktarını (catch) temsil eder. Av denklemi terminal yaş ve yıla ait balık sayısını hesaplamada kullanılır (Sparre ve Venema, 1998).

Kohort analizinin ikinci temel denklemi ise hayatta kalma denklemidir (2.16) ve bu denklem bir yıl sınıfındaki (kohort) azalmanın, zamanın üssel bir fonksiyonu olduğunu ifade eder.

$$N_{t,a} = (N_{t+1,a+1} \exp^{(M/2)} + C_t) \exp^{(M/2)} \quad (2.16)$$

Denklemdaki “N” balık sayısını, “a” yaşı, “t” yılı, “M” doğal ölüm oranını ve “C” avlanan balık miktarını temsil eder. Hayatta kalma denklemi terminal yıl ve yaşın dışında kalan yıl ve yaşlardaki balık sayılarının hesaplanmasında kullanılır (Sparre ve Venema, 1998).

Cohort analizinde ve VPA’da terminal yaş veya yıl için “F” değeri varsayımsal olarak belirlenir (Sparre ve Venema, 1998). Bu çalışmada terminal yaş için “F” değeri 0,2 olarak alınmıştır.

Terminal yaş veya terminal yıl dışında kalan yaş ve yılların balıkçılık ölüm oranlarını belirlemek için ise aşağıdaki denklem (2.17) kullanılır (Sparre ve Venema, 1998).

$$F_{t,a,a+1} = \ln \left[\frac{N_{t,a}}{N_{t+1,a+1}} \right] - M \quad (2.17)$$

Denklemdaki “N” balık sayısını, “a” yaşı, “t” yılı, “M” doğal ölüm oranını ve “F” balıkçılık ölüm oranını temsil eder (Sparre ve Venema, 1998).

2.5.8. Geleceğe yönelik ürün ve biyokütle tahmini

Balıkçılığın geçmiş yıllardaki durumunu analiz eden VPA ve kohort analizlerinde kullanılan matematiksel formüller, geçmişten elde edilen bilgiler ile farklı av çabası seviyelerine göre gelecekteki ürünün ya da biyokütlenin değişimini tahmin edecek şekilde dönüştürülebilir. Bu öngörü modelleri avcılık filosunun artışı ya da azalışı, minimum ağ göz açıklığının değişmesi, kapalı sezon veya kapalı alan gibi gelişmelerin ya da yönetimsel uygulamaların balık popülasyonlarına olacak muhtemel etkilerini tahmin etmede kullanılırlar (Sparre ve Venema, 1998).

Bu modellerden ilki henüz 1930’lu yıllarda geliştirilen Thompson ve Bell (1934)’dir. Ancak çok fazla miktarda hesaplama gerektirdiğinden bilgisayarların gelişimine kadar popüler olmamıştır. Bunun yerine daha basit olup katı varsayımlara dayanan ve daha az hesaplama gerektiren Beverton ve Holt (1957)’un “Stoka katılım başına düşen ürün modeli” (Yield per Recruit) yaygın olarak kullanılmıştır. Fakat günümüzde VPA ve kohort analizinin uygulandığı alanlarda “Thompson ve Bell” modeli yaygın olarak kullanılmaktadır. Popülasyonun güncel durumunu tahmin etmede kullanılan VPA veya kohort analizlerinin sonuçları, ileriye dönük ürün ve biyokütle öngörüsünde bulunmak amacıyla kullanılan Thompson ve Bell modeli için girdi olarak kullanılır. Bu çalışmada kullanılan “Yaşa Dayalı Thompson ve Bell” modelinde, yaşa dayalı kohort analiziyle hesaplanan vektörel balıkçılık ölüm oranları (F) değerleri, bir başka ifadeyle her yaş grubuna karşılık gelen F değerleri kullanılmıştır. Başlangıç stoka katılım miktarı (recruit) olarak yine yaşa dayalı kohort metoduyla hesaplanan “0” yaş grubu balık miktarı kullanılmıştır. Thompson ve Bell öngörü modeli, bu başlangıç değerlerini kullanıp ve balıkçılık ölüm oranına (F), F-faktör (X) olarak adlandırılan bir çarpan ekleyerek ve bu faktöre farklı değerler tanımlayarak biyokütle ve ürün miktarındaki ileriye dönük değişimleri öngörmeyi amaçlar. Yöntemin uygulanmasında aşağıda verilen formüller (2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24 ve 2.25) kullanılmıştır.

$$i = (t_i, t_i + \Delta t) \quad (2.18)$$

$$Z_i = M + X * F_i \quad (2.19)$$

$$N_{t_i+\Delta t} = N_{t_i} * \exp^{(-Z_i*\Delta t)} \quad (2.20)$$

$$C_i = [N_{t_i} - N_{t_i+\Delta t}] * X * F_i / Z_i \quad (2.21)$$

$$\overline{W}_i = W_{t_i+\Delta t/2} \quad (2.22)$$

$$Y_i = C_i * \overline{W}_i \quad (2.23)$$

$$\overline{B}_i = \frac{Y_i}{F_i * \Delta t * X} \quad (2.24)$$

$$V_i = Y_i * \overline{B}_i \quad (2.25)$$

Formüllerdeki “i” yaş aralığını, “t_i” aralığın başlangıcını, “t_i+Δt” ise aralığın sonunu ifade eder. “Z” toplam ölüm oranını, “M” doğal ölüm oranını, “X” F-faktörünü, “F” balıkçılık ölüm oranını, “N” popülasyondaki balık sayısını, “C” avlanan balık sayısını, “ $\overline{W}$ ” ortalama balık ağırlığını, “Y” ürünü, “ $\overline{B}$ ” ortalama biyokütleyi ve “V” ise ekonomik değeri ifade etmektedir.

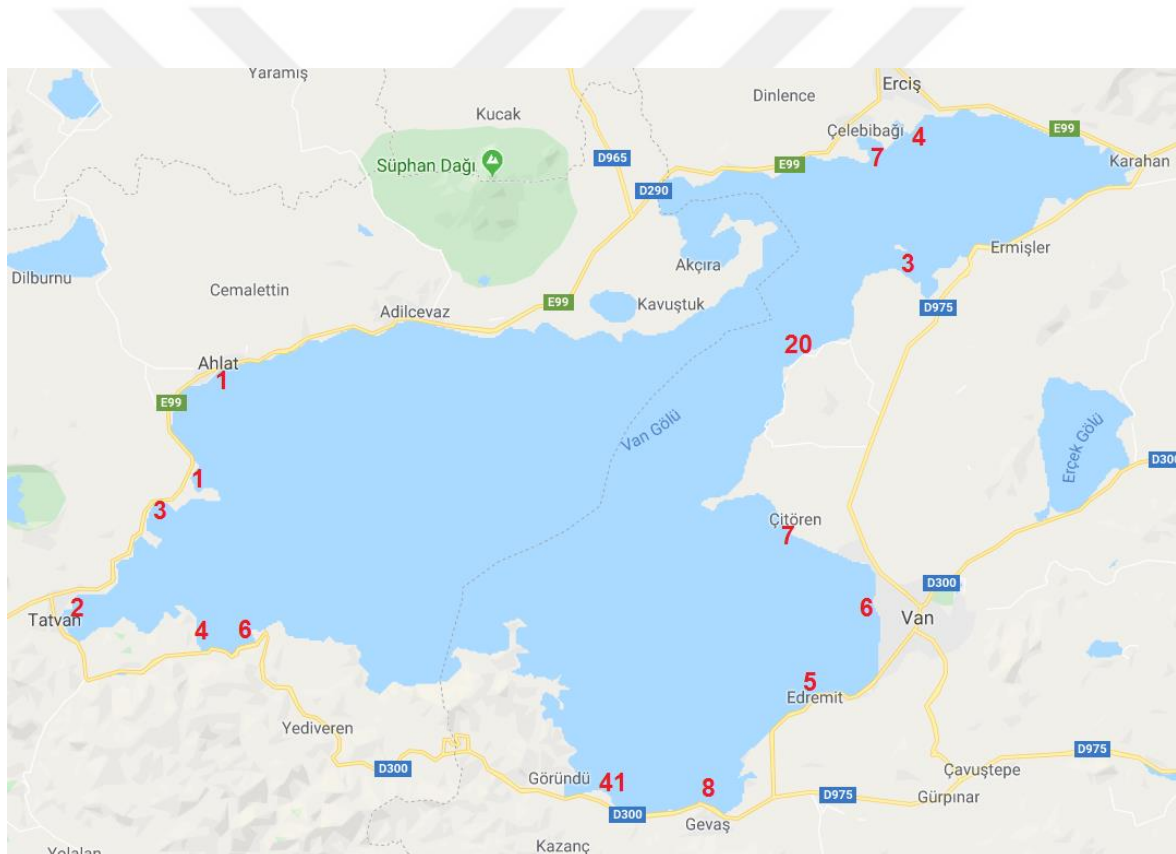
2.6. İstatistiksel Analizler

Çalışmadan elde edilen bulguların istatistiksel analizleri “R” (v4.0.3) tabanlı RStudio (v1.3.1093) yazılımı ile gerçekleştirilmiş olup istatistiksel değerlendirmeler için “rstatix” isimli R-paketi kullanılmıştır (Kassambara, 2021). İki değişkenli parametrik verilerin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem *t-testi*, ikiden fazla değişkenli parametrik verilerin karşılaştırılmasında ise tekyönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Nonparametrik verilerin karşılaştırılmasında ise Pearson *Ki-Kare* (X^2) testi kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırma testi olarak *TUKEY^{HSD}* tercih edilmiştir. Sonuçlar %95 güven aralığında, $p < 0,05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Ayrıca büyüme parametrelerinin tahmin edilmesinde ve stok değerlendirme prosedüründe Mildenerger ve ark. (2017) tarafından geliştirilen *TropFishR* (v1.6) R paketi kullanılmıştır. Balık dağılımlarının yatay ve dikey haritalandırılması, yüzey sıcaklık dağılım haritaları, derinliğe bağlı sıcaklık değişim haritaları ve grafikleri için *ODV* (Ocean Data View) programı kullanılmıştır. Bazı grafik ve tabloların oluşturulmasında ise Microsoft Office 2013® programından yararlanılmıştır.

3.1. Van Gölü İnci Kefali Avcılığına Ait Genel Bilgiler

3.1. Van Gölü İnci Kefali Avcılığına Ait Genel Bilgiler

Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre Van Gölü'nde 118 adet ruhsatlı balıkçı teknesi bulunmakta olup, aktif olarak avcılık yapanların sayısı yıldan yıla değişkenlik göstermektedir. Van Gölü'ndeki 118 balıkçı teknesinin karaya çıkış noktaları Şekil 3.1'de görülmektedir. İnköy ve Altınsaç köylerindeki balıkçı tekneleriyle birlikte toplam 41 teknenin avladığı balıkları karaya çıkarttıkları Dereagzı iskelesi en önemli karaya çıkış noktası durumundadır (Resim 3.1).



Şekil 3.1. Van Gölü’ndeki karaya çıkış noktaları ve tekne sayıları



Resim 3.1. Van Gölü'ndeki en büyük karaya çıkış noktası olan Dereagzı iskelesi

Diğer bir önemli karaya çıkış noktası ise Dağönü köyüdür. Halkalı ve Yeşilsu köylerindeki balıkçı tekneleriyle birlikte yaklaşık 20 tekne bu bölgeyi karaya çıkış noktası olarak kullanmaktadır (Resim 3.2). Bunun dışında Yelkenli köyü iskelesi yakınında bulunan Bolalan köyündeki teknelerle birlikte yaklaşık 10 tekne için karaya çıkış noktası olarak kullanılmaktadır. Çitören köyünde ise 7 adet balıkçı teknesi bulunmakta olup köydeki limanı kullanmaktadırlar. Yakıt ve zaman tasarrufu açısından balıkçılar avladıkları balıkları ikamet ettikleri köye yakın yerlerde karaya çıkartarak toptancıya teslim etmektedirler. Gölün çevresinde kıyı boyunca uzanan Tatvan-Van-Erciş karayoluna yakın bölgelerdeki bazı balıkçılar ise avladıkları balıkların bir kısmını yol kenarına kurdukları basit kulübelerde perakende olarak satmaktadırlar (Resim 3.3).



Resim 3.2. Van Gölü'ndeki 2. büyük karaya çıkış noktası olan Dağönü köyü limanı



Resim 3.3. Yol kenarında bulunan perakende balık satış noktası

Van Gölündeki inci kefali avcılığında mevzuat gereği yalnızca uzatma ağları kullanılabilmektedir ve bu ağların göz açıklıkları yine mevzuat gereği 40 mm'yi geçmemektedir. Yaptığımız ölçüm ve gözlemlerde bu yasaklara büyük oranda uyulduğu hatta çoğu balıkçının 44 mm göz açıklığına sahip uzatma ağlarını tercih ettiği anlaşılmıştır.

Karaya çıkartılan avın boy frekansları da bu olguyu destekler niteliktedir. Kullanılan uzatma ağlarının 3 yıla kadar kullanılabildiğini ama ağların ortalama ömürlerinin 2 yıl olduğu balıkçılar tarafından ifade edilmektedir. Bu da en iyi ihtimalle her üç yılda bir balıkçıların kullandıkları tüm takımları yenilemeleri gerekliliğini ortaya koymaktadır. Van gölü balıkçılığındaki en önemli gider kalemleri, ağ ve akaryakıt giderleridir. Gölde 12-13 m uzunluğa ve 90-120 hp motor gücüne sahip tekneler kullanılmakta olup teknelerin çoğunda ağların toplanmasında yardımcı olması amacıyla batarya ile beslenen tamburlar kullanılmaktadır. Yakıt sarfiyatını azaltmak için seyirler genelde iktisadi süratle yapılmaktadır. Balıkçılar zamandan ve yakıttan tasarruf etmek adına genelde karaya çıkış noktalarına yakın alanlarda avcılık yapmaktadırlar. Teknelerde ortalama 3-4 kişi çalışmakta olup maaş karşılığı, üründen % pay şeklinde, ya da tayfaya ait ağların da avcılığa dâhil edilmesi ve bu ağlardaki ürünü tayfanın alması şeklinde çok farklı ödeme yöntemleri kullanılmaktadır. Teknelerde çalışan kişiler genellikle kardeş veya yakın akrabalarından oluşmaktadır. Balıkçı tekneleri genelde sezon boyunca aynı avlanma bölgelerinde av yapmaktadırlar ancak bazı teknelerin balığın kitlesel göçünü takip ederek gölün diğer bölgelerine de avlanmak için gittikleri tespit edilmiştir. Van Gölü'nün tamamı için aynı tarihlerde başlayıp biten balıkçılık sezonu (15 Temmuz - 15 Nisan) uygulaması bulunmaktadır ancak yaz aylarında balığın avlanma bölgelerine gelmiyor olması ve diğer faktörler nedeniyle perakende satış yapmak amacıyla avlanan teknelerin haricinde genellikle sezon, ekim ayının ortalarında fiilen başlamaktadır. Tatvan bölgesindeki tekneler sezona ekim ayı başlarında ve diğer bölgelerden daha önce başlayıp mart ayı ortalarında balık sürülerinin bölgeyi terk etmesiyle sezonu sonlandırmaktadırlar. Van körfezinde ise sezonun başlaması ekim ayının sonlarına kadar sarkabilmektedir. Yeşilsu, Dağönü ve Adır gibi bölgelerde ise tüm sezon av yapılmakta olup tekne başına düşen av miktarı bu bölgelerde 80-100 tonu geçebilmektedir. Van Gölünün tamamı için yıllık av miktarı son 4 avcılık sezonunun ortalaması olarak 5.400 ton/yıl tahmin edilmiştir. Hassasiyetle yürütülen koruma kontrol faaliyetlerine rağmen halen bir miktar üreme dönemi avcılığının yapıldığı ve bu miktarın da yaklaşık 1.000-2.000 ton/yıl olabileceği tahmin edilmektedir. Van Gölü inci kefali avcılığına dair genel bilgiler Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1. Van Gölü inci kefali avcılığına dair genel bilgiler

Tekne Sayısı	118
Ortalama Ağ Miktarı	3500 – 4000 m
Sezonluk Ağ Gideri	6.000 – 10.000 Türk Lirası
Tayfa Sayısı	3 - 4
İşçilik Gideri	15.000 – 25.000 Türk Lirası
Akaryakıt Gideri	15.000 – 30.000 Türk Lirası
Tekne Bakım Onarım Gideri	5.000 – 10.000 Türk Lirası
Sezonluk Ortalama Av günü	140-180
Balık Satış fiyatı (toptan)	2,5 ₍₂₀₁₇₋₂₀₁₈₎ – 3 ₍₂₀₁₈₋₂₀₁₉₎ – 4 ₍₂₀₁₉₋₂₀₂₀₎ – 5 ₍₂₀₂₀₋₂₀₂₁₎ Türk Lirası/Kg
Tekne Başına Sez. Ort. Av Miktarı	46,9 ₍₂₀₁₇₋₂₀₁₈₎ 45,2 ₍₂₀₁₈₋₂₀₁₉₎ 45,1 ₍₂₀₁₉₋₂₀₂₀₎ 45,8 ₍₂₀₂₀₋₂₀₂₁₎ ton
Sezonluk Toplam Av Miktarı	5.538 ₍₂₀₁₇₋₂₀₁₈₎ 5.337 ₍₂₀₁₈₋₂₀₁₉₎ 5.328 ₍₂₀₁₉₋₂₀₂₀₎ 5.399 ₍₂₀₂₀₋₂₀₂₁₎ Ton
Sezon Dışı Toplam Av Miktarı (Tahmini)	1.000 – 2.000 Ton

Antik çağlardan beri tamamen üreme döneminde geleneksel yöntemlerle yapılan inci kefali avcılığı, 1970’li yıllardan itibaren “kış balıkçılığı” olarak da adlandırılan bugünkü avcılık şekline dönüşmeye başlamıştır. Sarı (2008), bu dönüşümün 1996-2006 yılları arasındaki kısmını şu şekilde özetlemektedir (Tablo 3.2);

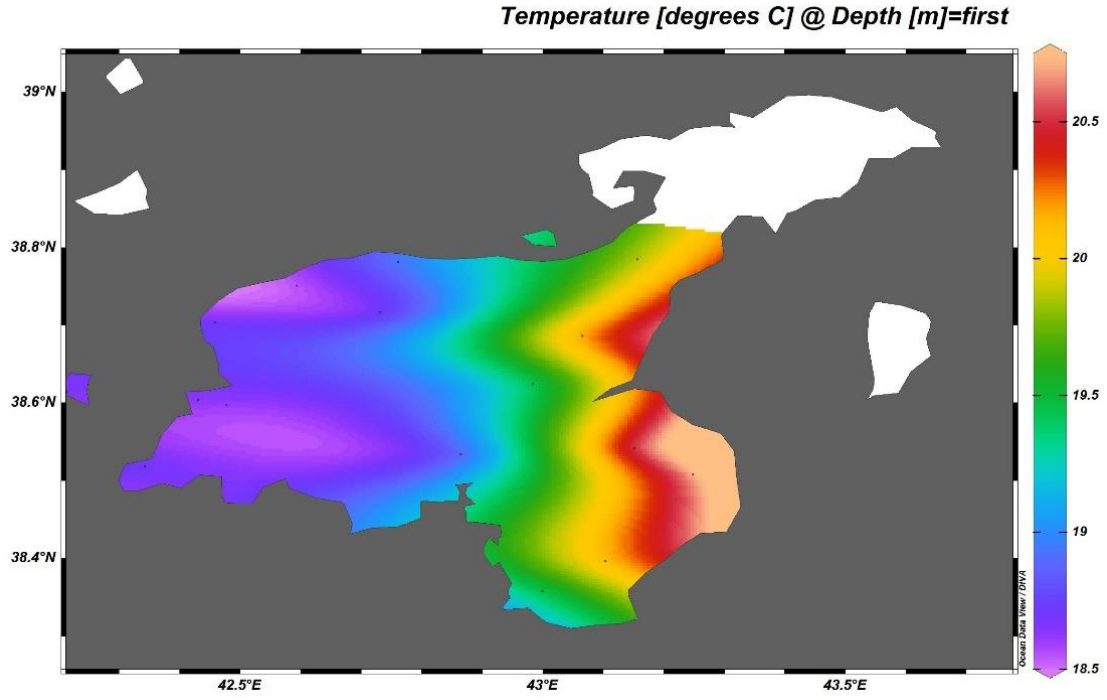
Tablo 3.2. Van Gölü balıkçılığının 1996-2006 yılları arasındaki değişimi (Sarı, 2008)

Yıllar	1996	2006
Parametreler		
Üreme dönemi balıkçılığında kullanılan manyat ağı sayısı	92	32
Üreme dönemi balıkçılığı için kiraya verilen mansap sayısı	12	0
Yürütülen çalışmalara tümü ile karşı çıkan köy sayısı (toplam 15 balıkçı köyü bulunmaktadır)	9	2
Kış balıkçısı sayısı	101	165
Kış balıkçılığında birim av verimi (kg/100 m/gün)	2,622	8,50
Balıkların ortalama çatal boyu (cm)	16,74	19,8
1 kg’a giren balık sayısı (adet)	16-18	10-12

1996 yılında toplam 12890 ton olan inci kefalı avcılığının yalnızca %8'i kış döneminde yapılıyor iken (Sarı, 1997), bu oran 2006'da %60'a (Sarı, 2008), yaklaşık olarak toplam 7400 ton inci kefalinin avlandığı 2021 yılında ise %75-85'e kadar yükselmiştir. Geleneksel anlamda az da olsa sürdürülen üreme dönemi avcılığının tamamen terkedilmesi beklenmemelidir ancak sosyal bilinçlenme ve koruma kontrol faaliyetlerinin aksatılmadan yürütülmesine paralel bu oranın %10-15 gibi kabul edilebilir seviyelerde tutulması olası ve gereklidir. Yeşil (2018), yaptığı "Van Gölü Balıkçılığının Yapısal Analizi" isimli yüksek lisans tez çalışmasında; tekne başına ortalama 4393 m, 0,4 ve 0,5 donam faktörüne sahip multifilament fanyalı uzatma ağı kullanıldığını tespit etmiştir. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada ise fanyalı ağların yerini artık misinadan yapılmış galsama ağlarının aldığı görülmüştür. Bunun temel sebebi, Van Tarım Orman İl Müdürlüğü'nün Van Gölü'nde uyguladığı misina ağ kullanma yasağıdır. Yasağın 2018 yılında kaldırılmasıyla birlikte balıkçılar peyderpey daha verimli ve kullanımı kolay olan misina ağlarına geçiş yapmaktadırlar.

3.2. Sıcaklık Tabakalaşması

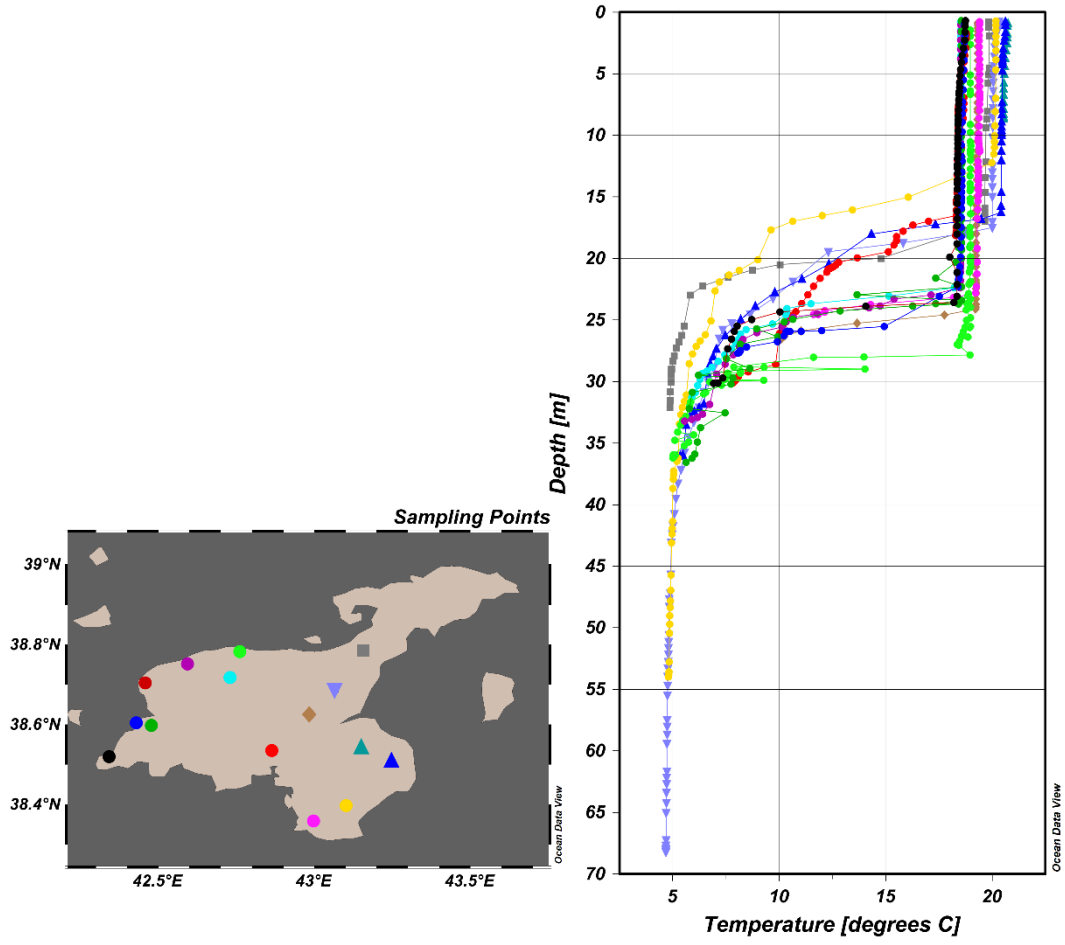
Pelajik türlerin alansal ve derinliğe bağlı dağılımlarında sıcaklığın etkili olduğu bilinen bir durumdur. İnci kefalinin de Van Gölü'ndeki alansal ve derinliğe bağlı dağılımının sıcaklıkla ilişkisinin belirlenebilmesi için özellikle gölde yaz tabakalaşmasının görüldüğü dönemde akustik hatların paralelinde su kolonunda sıcaklık ölçümü yapılmıştır. 15 noktada yapılan ölçümler neticesinde göl yüzeyindeki su sıcaklığının 18,52 °C ile 20,75 °C arasında değiştiği görülmüştür. Gölün doğusu ile batısı arasındaki yüzey suyu sıcaklığında yaklaşık 2,2 °C'lık bir sıcaklık farkı olduğu, gölün doğu kesiminin daha sıcak olduğu ölçülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Van Gölü yüzey suyu sıcaklık dağılımı

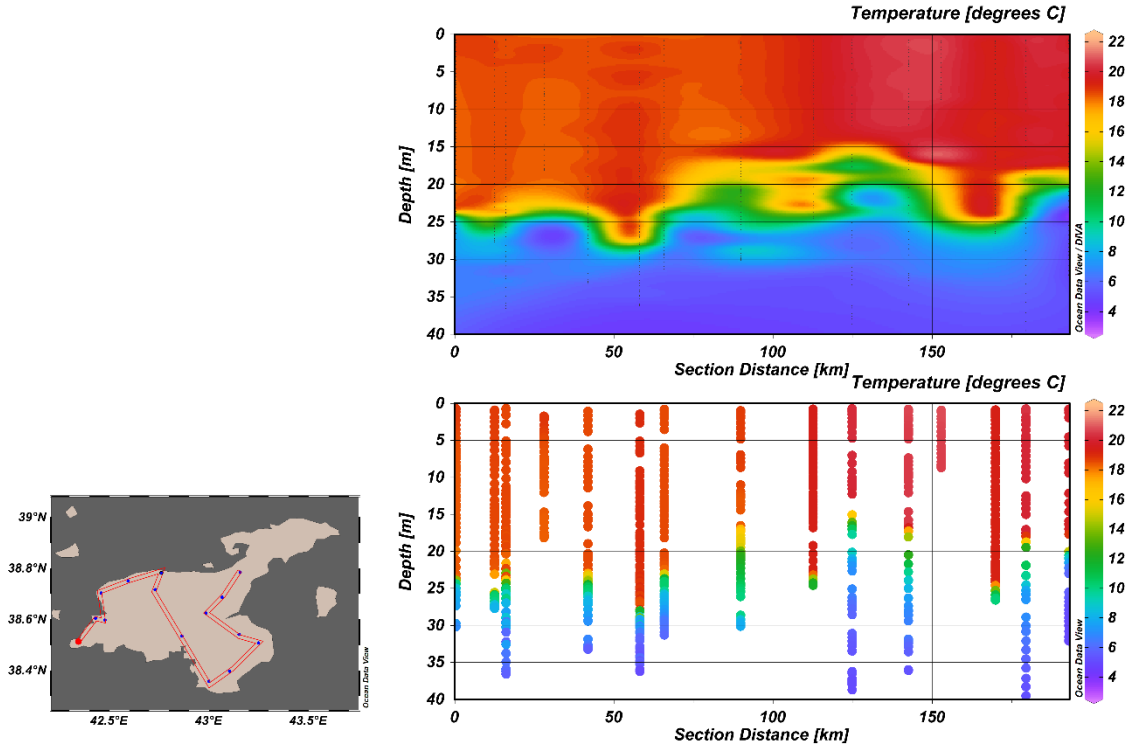
Huguet ve ark., (2011), Van Gölü'nün yüzey suyu sıcaklığı eylül ve ekim ayları ortalamasının 18,65 °C olduğunu ölçmüşlerdir. Çalışmamızda ise ekim ayının başında gölün yüzey suyu sıcaklığının 18,52-20,75 °C aralığında olduğu ölçülmüştür. Yüzey suyu sıcaklıkları açısından farklı yıllarda yapılan çalışmaların farklılık göstermesi beklenen bir durumdur.

Gölde yaz tabakalaşmasının olduğu ve 18-28 m derinlik aralığında termoklin tabakası gözlenmiştir. Termoklin tabakasının altındaki hipolimnion tabakasında ise sıcaklığın daha fazla değişmediği ve neredeyse sabit olduğu (4.8 – 5.03 °C) ölçülmüştür (Şekil 3.3). Gerçekleştirilen akustik sörveyde görülmüştür ki inci kefallerinin göldeki dikey dağılım sınırını tıpkı sürü oluşturan diğer pek çok pelajik balık türünde olduğu gibi termoklin tabakası belirlemektedir. İnci kefalli sürüleri sıcaklık tabakalaşmasının olduğu dönemlerde termoklinin üst sınırıyla su yüzeyi arasında dağılım göstermektedirler.



Şekil 3.3. Ölçüm istasyonlarındaki su sıcaklıklarının derinliğe bağlı değişimi

Yaz ve sonbahar aylarında balık sürülerinin bulunduğu epilimnion tabakasının kalınlığının da gölün her yerinde homojen olmadığı görülmüştür. Bu tabaka gölün sıcak olan Erciş bölgesinde ve kıyıya yakın kesimlerde daha kalınken, gölün derin kısımlarında ise daha incedir (Şekil 3.4). Bundan dolayı balıkların kıyıya yakın alanlarda daha yoğun bulundukları değerlendirilmektedir.

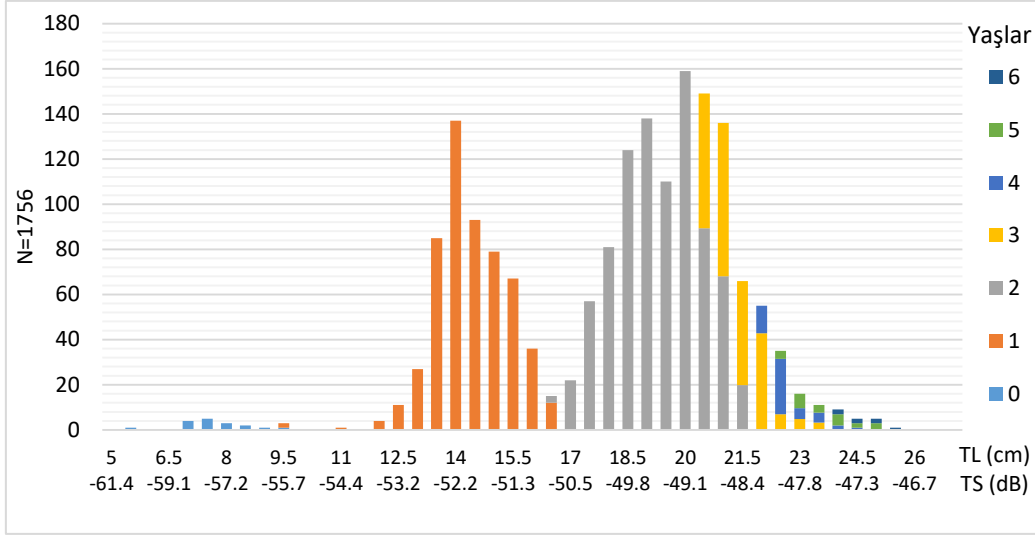


Şekil 3.4. Ekim 2020 tarihinde Van Gölü'ndeki sıcaklık tabakalaşmasını gösteren kesit

3.3. Hidroakustik Bulgular

3.3.1. Balık boyu ve TS dağılımı

Akustik sörveye paralel olacak şekilde gölün farklı bölgelerinde galsama ağı kullanılarak yapılan 7 avcılık denemesinde toplam 1756 adet inci kefalı yakalanmıştır. Yakalanan balıkların total boyları 5,5 ile 25,5 cm aralığında, yaşları is 0-6 yaş aralığında değişmiştir. Toplam uzunluk, TS ve yaş dağılımını gösteren grafik incelendiğinde (Şekil 3.5), 7,5 cm, 14 cm ve 19,5 cm boy grupları çevresinde yığılma görülmekte olup bunlar sırasıyla 0, I ve II yaş kohortlarıdır. Yakalan balıklar için hesaplanan TS (target strength) değerleri -60,54 dB (5,5 cm total boy için) ile -46,92 dB (25,5 cm total boy için) arasında değişmektedir. İnci kefalı popülasyonu için ortalama total boy; 18,12 cm, ortalama ağırlık; 50,93 g ve ortalama TS; -49,99 dB olarak hesaplanmıştır.



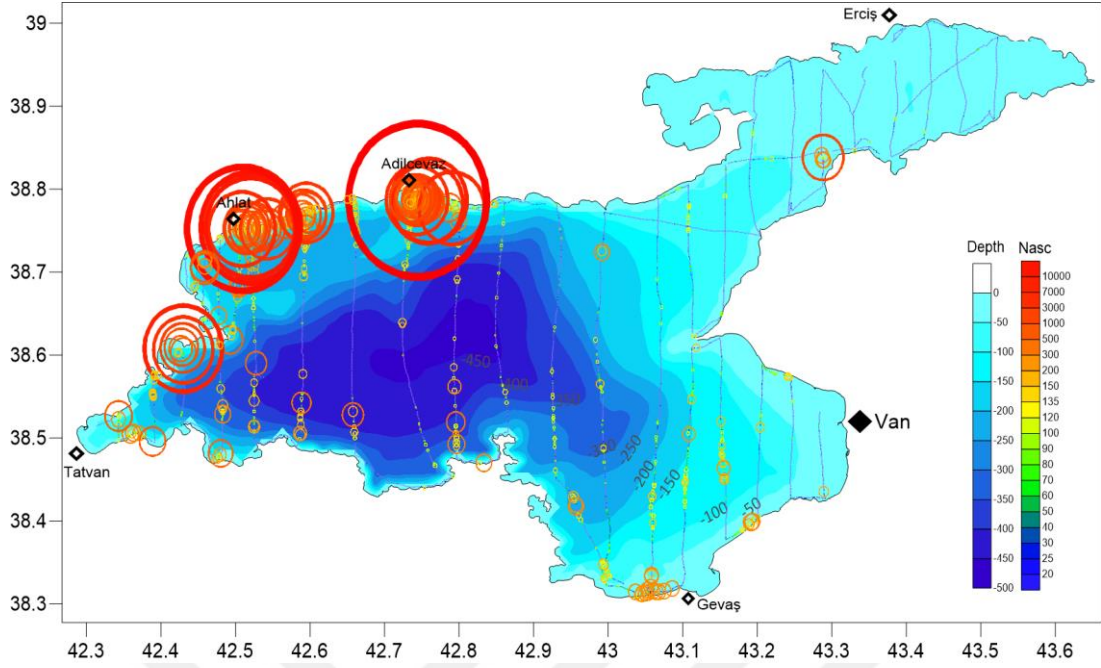
Şekil 3.5. Van Gölü inci kefalı populasyonunun boy, yaş ve TS dağılımı

3.3.2. İnci kefallerinin Van Gölü'ndeki dağılımı

3.3.2.1. Alansal dağılım

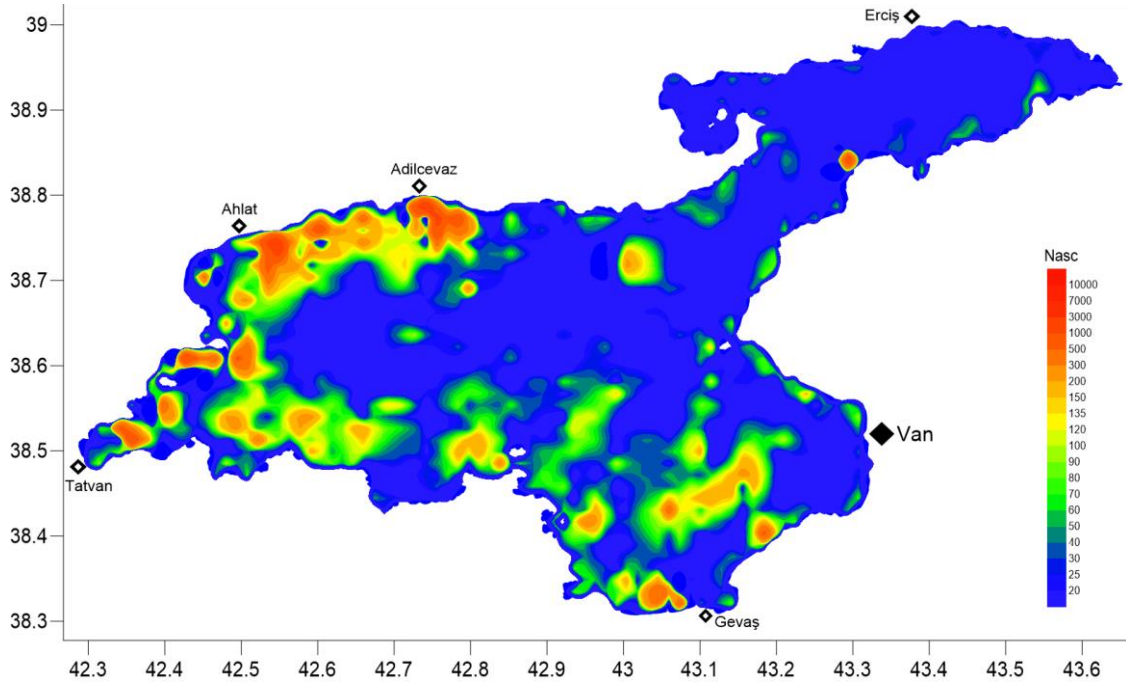
Şekil 3.6'da Van Gölü'nde gerçekleştirilen hidroakustik sörveyde takip edilen akustik hatlardan alınan balık yoğunluğu değerleri görülmektedir. Gölde toplanan akustik veriler incelendiğinde inci kefallerinin göldeki yatay dağılımının homojen olmadığı görülmektedir. Sörvey esnasında inci kefalı sürülerine daha ziyade gölün güney ve batı bölgelerinde yoğun olarak rastlanmış olup gölün kuzeydoğusunda yer alan Erciş bölgesinde ise balık sürülerine yok denecek kadar az rastlanılmıştır.

Erciş bölgesi ilkbaharın sonlarına doğru başlayan inci kefalı üreme göçünde balıkların bolca bulundukları bir bölge olmakla birlikte, çalışmanın yapıldığı mevsim itibarıyla erişkin ve yavru balıkların gölün görece soğuk olan bu kesimlerini terk ettikleri görülmüştür. Bu bölgede göle dökülen Muradiye Çayı, Deli Çay ve Zilan Çayı inci kefallerinin yumurta bırakma amacıyla en çok tercih ettikleri akarsulardır. Üreme döneminin bitmesinin ardından akarsulara çıkan erişkin dişi ve erkek bireyler ile yumurtadan çıkan yavru balıklar göle dönerler (Elp, 1996). Gerçekleştirdiğimiz çalışmada özellikle gölün güney ve batı bölgelerinde erişkin sürülerin yanında kıyılara yakın alanlarda yoğun olarak sıfır yaş grubu balık sürülerine rastlanmıştır.



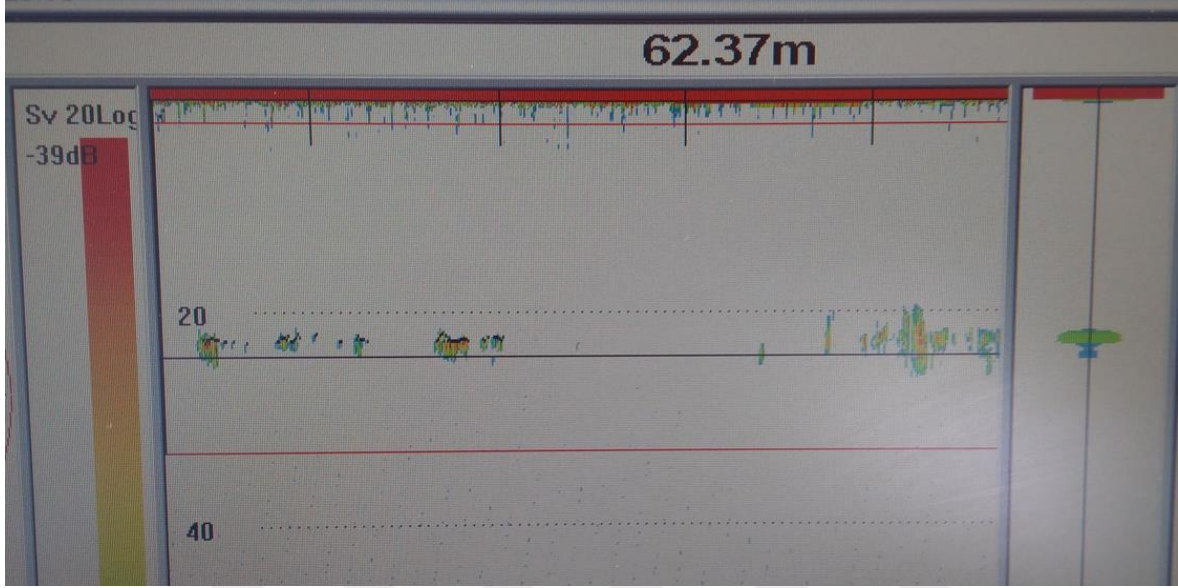
Şekil 3.6. Hidroakustik hatlardaki balık yoğunluğu (NASC)

Veriler extrapolate edildiğinde sonbahar mevsiminde inci kefallerinin göldeki dağılımının Şekil 3.7’deki gibi olduğu görülmektedir.



Şekil 3.7. İnci kefallerinin Van Gölü’ndeki dağılımı

Bahsedildiği üzere gölün kuzeydoğu yönündeki ve nisbeten daha sığ olan Erciş bölgesinde neredeyse hiç balık kalmadığı görülmektedir. Bununla birlikte bu bölgede gözlenen balıkların muhtemelen göç eden gruplar oldukları değerlendirilmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Küçük balık gruplarını gösteren yankı grafiği

Erciş bölgesinden Van Gölü'nün geniş gövde kısmına açılan boğaz, balıklar için bir geçiş noktası özelliği taşıdığından bu bölgeye yakın olan balıkçı köylerindeki (Adır, Yeşilsu ve Dağanü) yaklaşık 23 tekne, boğazın gövdeye açılan kısımlarını da kullanarak balıkçılık sezonunun tamamında av yapabilmektedirler.

Van-Gevaş körfezinde ise balıkların küçük sürüler halinde dağıldıkları gözlemlenmiştir. Bu bölge göldeki ticari balıkçılığın en yoğun yapıldığı alanların başında gelmektedir (67 tekne) ve körfezin derinlik zonları balıkçılık için uygun koşullar sağlamaktadır. Bölge balıkçılarından alınan bilgilere göre bu bölgede kasım-nisan ayları arasında av yapıldığı düşünüldüğünde bu dönemler arasında bölgede sürekli bir inci kefali varlığı düşünülebilir. Sonbahar mevsiminin akustik bulguları da bu düşüncüyü desteklemektedir.

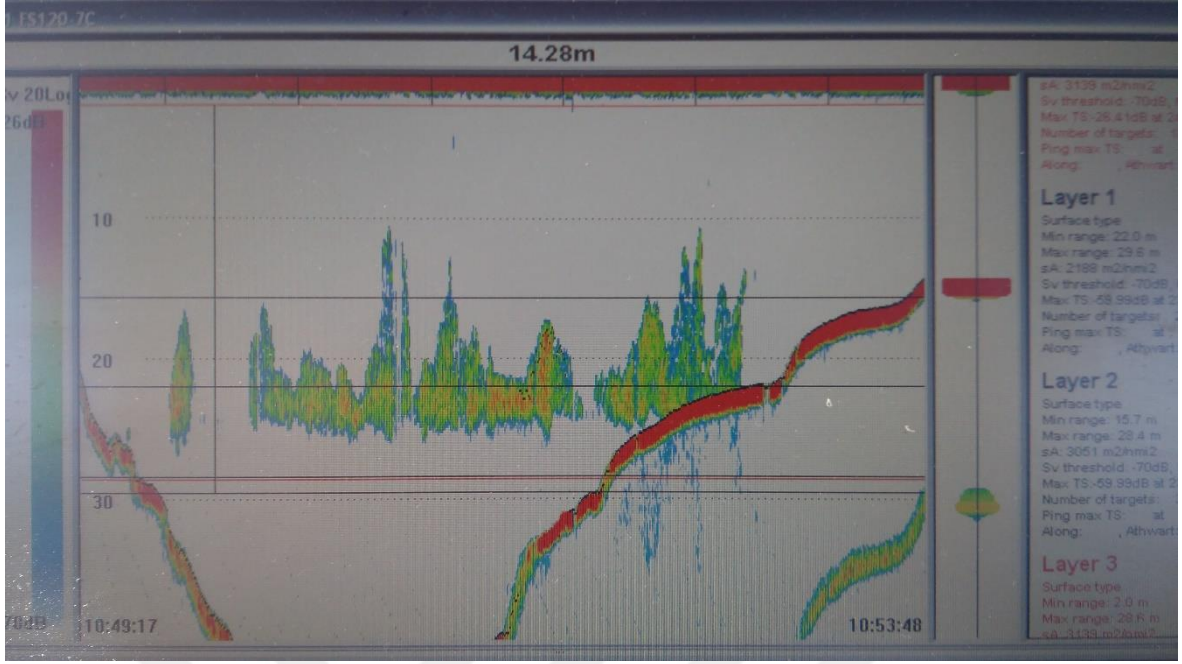
Akustik bulgularımız Tatvan bölgesinde ekim ayı itibariyle daha büyük ve yoğun balık sürülerinin bulunduğunu göstermektedir. Tatvan bölgesinde özellikle Yelkenli, Bolalan ve Sarıkum köylerinde ikamet eden balıkçılar tarafından gölün bu köylere yakın bölgelerinde yaklaşık 15 tekneyle balık avcılığı yapılmaktadır. Bu bölgede avcılık sezonu

Van bölgesine göre daha erken başlamaktadır. Bölge balıkçıların ifadeleri, Tatvan bölgesindeki balıkçıların avcılık sezonunu diğer bölgelere göre ya erken kapattıkları ya da sezon sonuna doğru gölün doğu bölgelerine doğru gittikleri yönündedir. Bu da akustik bulgularımızı destekler nitelikte olup ayrıca balıkların sezon ilerledikçe gölün doğu kısımlarına doğru yöneldikleri fikrini güçlendirmektedir.

Akustik sefer esnasında en yoğun balık sürülerine Ahlat ve Adilcevaz kıyılarında rastlanmıştır. Özellikle sıfır yaş grubundaki küçük balıkların bu bölgelerdeki kıyıya yakın 2-6 m derinliklerde bolca bulunduğu gözlemlenmiştir. Van Gölü'nde avcılık yapan çoğu balıkçının genel eğilimi sabah erkenden ava çıkıp gece tekrar evlerine dönmek şeklindedir. Durum böyle olunca genelde ikametgâhlarına yakın avlak sahalarında avlanmayı tercih etmektedirler çünkü daha uzak bölgelere gitmek hem zaman hem de yakıt kaybı anlamına gelmektedir. Adilcevaz ve Ahlat bölgelerinde ikamet eden balıkçıların olmayışı ve bu bölgelerin avcılığın yoğun yapıldığı diğer bölgelere olan uzaklığı nedeniyle bu bölgelerdeki avcılık yoğunluğu çok düşüktür. Bunun bir sonucu olarak balıkların bu bölgeleri av baskısından kurtulup rahatça beslenebilecekleri alanlar olarak kullandığı değerlendirilmektedir. Elbette ki bu bulguların yıl boyu mevsimsel olarak yapılacak hidroakustik sürveylerle de desteklenmesi gerekir.

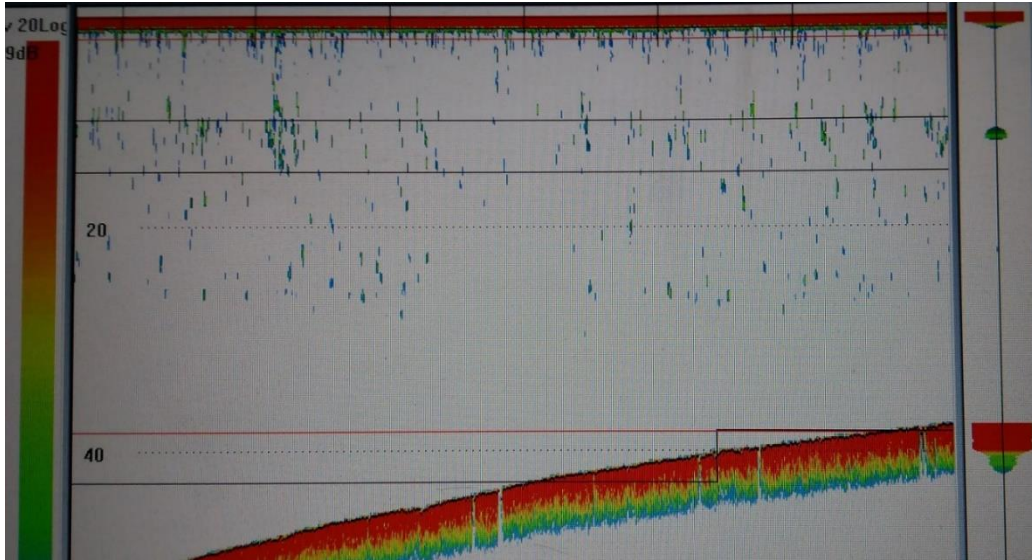
3.3.2.2. Derinliğe bağlı dağılım

Balık yoğunluğunun derinliğe bağlı değişimi iki şekilde incelenebilir. Bunlardan ilki balıkların bulundukları noktadan su yüzeyine kadar olan derinlik. Balıkların göldeki bu dağılımını diğer faktörlerden ziyade su sıcaklığının ve buna bağlı oluşan termal tabakalaşmanın belirlediği görülmüştür. Toplanan akustik veriler incelendiğinde inci kefali sürülerinin gündüz vakitlerinde termoklin tabakasının hemen üzerinde 18-28 m derinlik aralığında sürüler halinde bulundukları görülmüştür (Şekil 3.9).



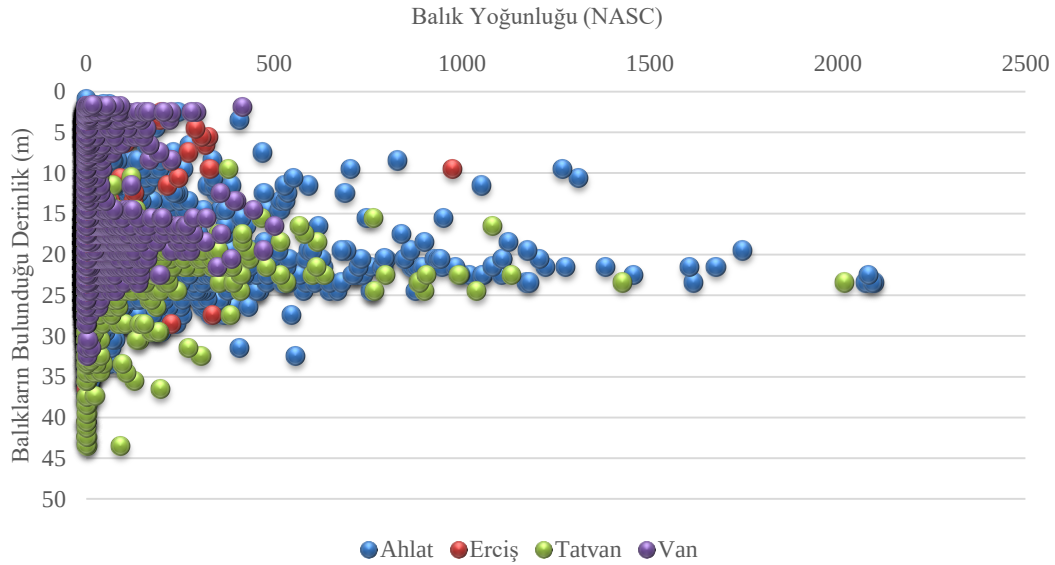
Şekil 3.9. İnci kefal sürülerinin gündüz dağılımını gösteren bir yankı grafiği (echogram)

Güneşin batmasıyla birlikte sürü formasyonunun dağıldığı ve balıkların yüzeye yakın bölgelere çıktıkları görülmüştür (Şekil 3.10). Bu da gece ve gündüz yürütülecek bir akustik çalışmada farklı sonuçlar alınmasına sebep olacağından akustik sörveyin tercihen yalnızca gündüz vakitlerinde yürütülmesinin daha uygun olacağı sonucunu ortaya koymaktadır.



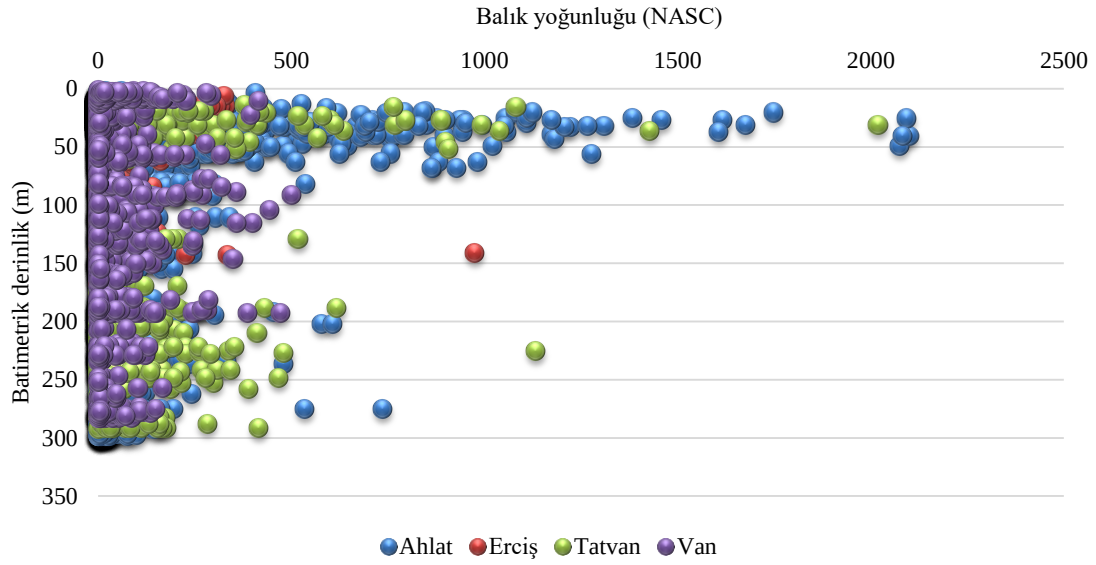
Şekil 3.10. İnci kefallerinin gece dağılımını gösteren bir yankı grafiği (echogram)

Sıcaklık tabakalaşmasının olmadığı gölün sığ kesimlerinde 45 m derinliğe kadar balık ekosu tespit edilmiştir. İnci kefallerinin göl içerisinde bulundukları derinliğe bağlı olarak dağılımı Şekil 3.11’de görülmektedir.



Şekil 3.11. Balıkların bulundukları derinliğe bağlı dikey dağılımları

Balıkların bulunduğu derinlik batimetri açısından incelendiğinde, kıyıdan açığa doğru gölün her bölgesinde balık sürülerine rastlanmakla birlikte 50 m’ye kadar olan derinliklerde balık yoğunluğunun daha fazla olduğu görülmüştür (Şekil 3.12). Bu da yapılacak olan akustik çalışmalarda sadece kıyıların değil tüm gölün taranması gerektiği sonucunu doğurmaktadır. Balıkların gölün açık kısımlarında su kolonunda bulunmaları, balıkçıların avcılık tekniklerini buna göre ayarlamalarını zorunlu kılmaktadır. Balıkçılardan elde edilen bilgilere göre, Van Gölü’nde inci kefalli avcılığı için yalnızca uzatma ağları kullanılmaktadır ve bu uzatma ağları demersaldır yani ek yüzdürücü konulmazsa zemine oturma eğilimindedirler. Balığın termoklinin üzerinde olduğu sonbahar mevsiminde balıkçılar ağlarını genellikle ilave şamandralarla su kolonunda istedikleri derinliğe sabitleyip av yapmaktadırlar. Kış mevsiminde termoklin tabakasının kırılması ve balıkların derine inmesi ile de ağları göl tabanına oturacak şekilde konumlandırmaktadırlar.



Şekil 3.12. Balıkların batimetrik derinliğe bağlı dikey dağılımları

3.3.3. Biyokütle tahmini

3.3.3.1. Batimetrik yaklaşım (tabakalı hesaplama)

Van Gölü'nde oluşturulan alt bölgelerden Erciş en az yüzey alanına ($164,84 \text{ nmi}^2$) Van ise en fazla yüzey alanına ($310,11 \text{ nmi}^2$) sahiptir. Ahlat, Tatvan ve Van alt bölgelerinde toplam alanın büyük kısmını 100 m'den daha derin alanlar oluştururken, Erciş bölgesi ağırlıklı olarak 30 m ve daha sığ alanlardan oluşmaktadır. Güncel su seviyesi dikkate alındığında Van Gölü'nün toplam yüzey alanı ise $1.031,58 \text{ nmi}^2$ ($3.539,25 \text{ km}^2$) olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.3, yukarı kısım).

Alt bölgelere ve derinlik katmanlarına göre ayrı ayrı hesaplanmış NASC cinsinden balık yoğunluğu değerleri Tablo 3.3'te (aşağı kısım) görülmektedir. Erciş bölgesindeki nispeten düşük değerler göze çarpmaktadır. Bunun nedeni bahsedildiği gibi erciş bölgesinin daha sığ olması ve balığın kışlama amacıyla gölün daha sıcak bölgelerine yönelmesidir. En yüksek yoğunluk değerleri Ahlat alt bölgesinde olup, göldeki ortalama NASC değeri (Toplanan NASC değerlerinin alt bölgesiz ve tek derinlik katmanı olarak hesaplanması durumunda) $75,13 \text{ m}^2/\text{nmi}^2$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.3. Alt bölgelerin ve derinlik katmanlarının yüzey alanları ve NASC değerleri

Derinlik katmanları (m)	Yüzey Alanı (nmi ²)				
	Ahlat	Erciş	Tatvan	Van	Toplam
0-10	2,29	27,37	0,62	4,89	35,17
10-20	3,23	76,80	3,02	31,74	114,78
20-30	3,54	60,05	1,77	23,00	88,35
30-40	2,71	13,95	3,02	16,55	36,22
40-50	2,39	13,11	3,43	15,51	34,44
50-60	3,12	10,51	4,27	14,57	32,47
60-70	2,60	11,45	4,27	15,40	33,72
70-80	2,39	10,61	3,64	12,38	29,03
80-90	3,12	9,47	3,54	11,66	27,79
90-100	2,71	8,22	3,64	10,30	24,87
100+	136,74	52,45	231,44	154,12	574,74
Toplam	164,84	293,98	262,66	310,11	1.031,58

Derinlik katmanları (m)	NASC (m ² /nmi ²)					Ortalama
	Ahlat	Erciş	Tatvan	Van	Toplam	
0-10	32,89	21,19	143,20	123,62	80,22	80,22
10-20	101,71	10,34	184,45	12,99	77,37	77,37
20-30	844,34	3,29	259,78	18,44	281,46	281,46
30-40	1.094,69	3,74	342,98	8,33	362,44	362,44
40-50	687,29	5,05	99,58	21,40	203,33	203,33
50-60	486,81	6,26	56,40	81,83	157,83	157,83
60-70	317,75	8,24	1,01	8,54	83,88	83,88
70-80	46,98	5,90	0,14	26,97	20,00	20,00
80-90	141,58	9,91	1,69	85,42	59,65	59,65
90-100	69,51	8,79	17,52	123,33	54,79	54,79
100+	61,02	17,38	46,87	50,30	43,89	43,89
Ortalama	199,11	9,20	69,40	43,87	75,13	75,13

Gölde nmi² başına düşen balık sayıları (bolluğu) ve ton cinsinden balık miktarları Tablo 3.4'te (yukarı kısım) görülmektedir. Ahlat alt bölgesinde nmi² başına ortalama; 1.528.842, Erciş alt bölgesinde; 72.536, Tatvan alt bölgesinde; 532.965 ve Van alt bölgesinde; 275.519 adet balık bulunduğu hesaplanmıştır. Van Gölü'nün tamamı için ortalama nmi² başına düşen balık sayısı; 576.955 adet olarak bulunmuştur. Bu değerler nmi² başına düşen ton cinsinden ortalama balık miktarına dönüştürüldüğünde Ahlat, Erciş, Tatvan

ve Van alt bölgeleri ile gölün tamamı için sırasıyla; 124,56; 3,21; 36,99; 17,99 ve 26,50 ton/nmi² olarak hesaplanmıştır (Tablo 3.4, aşağı kısım).

Tablo 3.4. Deniz mili kare başına düşen balık bolluğu ve yoğunluğu

Derinlik katmanları (m)	Bolluk (n/nmi ²)				
	Ahlat	Erciş	Tatvan	Van	Ortalama
0-10	252.578	162.714	1.099.672	949.276	616.060
10-20	781.022	79.376	1.416.479	99.731	594.152
20-30	6.483.893	25.294	1.994.928	141.569	2.161.421
30-40	8.406.460	28.714	2.633.869	64.006	2.783.262
40-50	5.277.898	38.758	764.720	164.307	1.561.420
50-60	3.738.370	48.110	433.102	628.365	1.211.987
60-70	2.440.085	63.289	7.755	65.550	644.170
70-80	360.795	45.338	1.089	207.110	153.583
80-90	1.087.239	76.090	13.012	655.974	458.079
90-100	533.772	67.529	134.512	947.077	420.722
100+	468.583	133.474	359.921	386.249	337.057
Ortalama	1.528.842	72.536	532.965	275.519	576.955

Derinlik katmanları (m)	Yoğunluk (ton/nmi ²)				
	Ahlat	Erciş	Tatvan	Van	Ortalama
0-10	11,60	7,47	50,51	43,60	28,30
10-20	35,87	3,65	65,06	4,58	27,29
20-30	297,82	1,16	91,63	6,50	99,28
30-40	386,12	1,32	120,98	2,94	127,84
40-50	242,42	1,78	35,12	7,55	71,72
50-60	171,71	2,21	19,89	28,86	55,67
60-70	112,08	2,91	0,36	3,01	29,59
70-80	16,57	2,08	0,05	9,51	7,05
80-90	49,94	3,49	0,60	30,13	21,04
90-100	24,52	3,10	6,18	43,50	19,32
100+	21,52	6,13	16,53	17,74	15,48
Ortalama	124,56	3,21	36,99	17,99	26,50

Alt bölgelerdeki toplam balık sayısına bakıldığında, en fazla sayıda balığın 149,2 milyon olarak yüzey alanı en düşük olan Ahlat alt bölgesinde; en az balığın ise 22,9 milyon ile Erciş alt bölgesinde olduğu hesaplanmıştır (Tablo 3.5, yukarı kısım). Alt bölgelerdeki balık bollukları ton cinsinden biyokütle miktarlarına dönüştürüldüğünde 6,9 bin ton ile Ahlat

alt bölgesi en yüksek biyokütlenin hesaplandığı bölgedir. Özellikle bu bölgedeki 20-30 ve 30-40 m derinlik katmanları bin ton üzeri balıkla en yüksek değerlerin hesaplandığı katmanlardır. Toplam biyokütle miktarları Ahlat alt bölgesi için; 6,9 bin ton, Erciş alt bölgesi için 1,1 bin ton, Tatvan alt bölgesi için 4,8 bin ton ve Van alt bölgesi için 4,8 bin ton olarak hesaplanmıştır. Van Gölü'nün tamamı için hesaplanan toplam biyokütle miktarı ise; 17,513 bin tondur (Tablo 3.5, aşağı kısım).

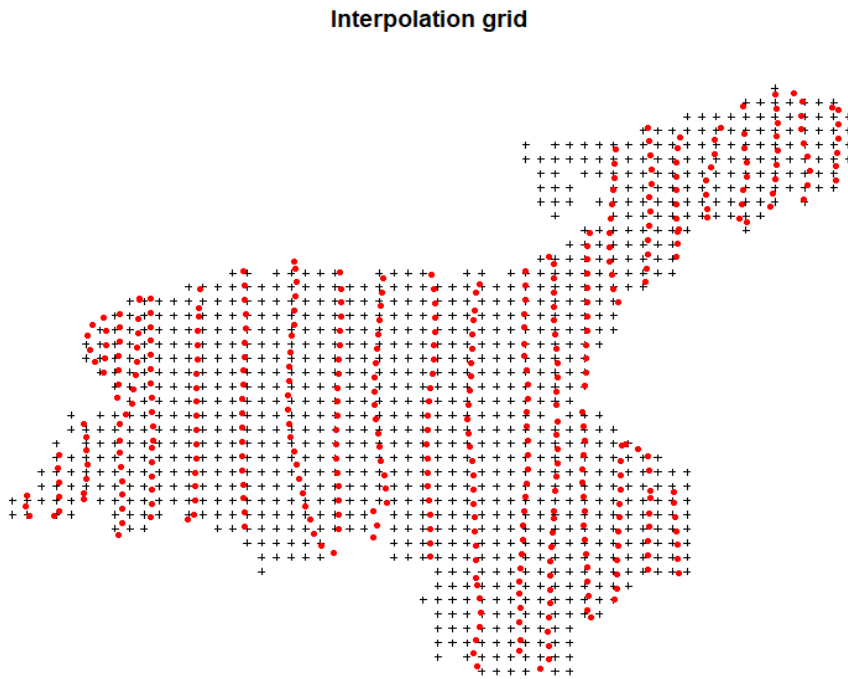
Tablo 3.5. Alt bölgeler ve tüm göl için hesaplanan bolluk ve biyokütle miktarları

Bolluk (n)					
Derinlik katmanları (m)	Ahlat	Erciş	Tatvan	Van	Toplam
0-10	578.251	4.453.282	686.615	4.642.895	10.361.042
10-20	2.519.552	6.095.964	4.274.713	3.165.402	16.055.631
20-30	22.941.055	1.518.799	3.529.188	3.255.815	31.244.857
30-40	22.744.959	400.400	7.948.602	1.059.045	32.153.006
40-50	12.632.446	508.189	2.626.121	2.547.660	18.314.416
50-60	11.670.842	505.661	1.847.875	9.154.592	23.178.970
60-70	6.348.098	724.465	33.089	1.009.555	8.115.207
70-80	863.548	481.236	3.968	2.564.756	3.913.508
80-90	3.394.259	720.559	46.040	7.645.455	11.806.313
90-100	1.444.200	555.157	489.923	9.757.061	12.246.342
100+	64.073.795	7.000.437	83.299.239	59.528.020	213.901.491
Toplam	149.211.005	22.964.149	104.785.374	104.330.256	381.290.784

Biyokütle (ton)					Toplam
0-10	26,6	204,5	31,5	213,3	475,9
10-20	115,7	280,0	196,3	145,4	737,5
20-30	1.053,7	69,8	162,1	149,5	1.435,1
30-40	1.044,7	18,4	365,1	48,6	1.476,8
40-50	580,2	23,3	120,6	117,0	841,2
50-60	536,1	23,2	84,9	420,5	1.064,6
60-70	291,6	33,3	1,5	46,4	372,7
70-80	39,7	22,1	0,2	117,8	179,8
80-90	155,9	33,1	2,1	351,2	542,3
90-100	66,3	25,5	22,5	448,2	562,5
100+	2.943,0	321,5	3.826,1	2.734,2	9.824,9
Toplam	6.853,5	1.054,8	4.813,0	4.792,1	17.513,3

3.3.3.2. Geoİstatistiksel (geostatistical) yaklaşım

Van Gölü’nde aralarında belirli bir mesafe bulunan, kuzey-güney istikametli hatlardan toplanan veri noktaları Şekil 3.13’te görünmektedir. Şekildeki kırmızı noktalar veri alınan noktaları “+” işaretleri ise 1 nm²’lik alanları temsil etmektedir. Klasik bir yaklaşım olan batimetrik yaklaşımda veri olmayan bu “+” işaretli noktalar, o tabakanın ortalaması olarak kabul edilir ve buna göre hesaplama yapılır. Geostatistiksel yöntemde ise veri olmayan bu boş alanlarda ne kadar balık olması gerektiği modellenerek tahmin edilir.

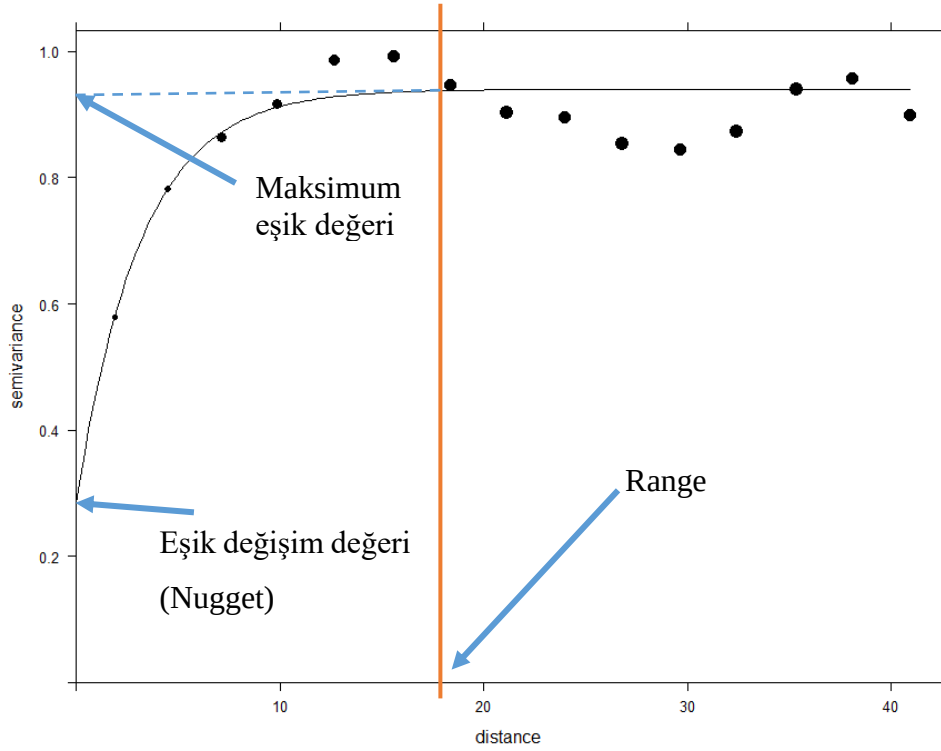


Şekil 3.13. Geoistatistiksel yaklaşımda kullanılan akustik hatlar ve veri noktaları

Balığın gölde homojen olarak dağılmadığı durumlarda ki, öyle dağılmadığı dağılım haritasında görülmektedir, harita üzerindeki herhangi bir ölçüm noktasından komşu noktaya gidildiğinde ölçülen değerde belli bir değişim olması kaçınılmazdır. Örneğin akustik hattın bir noktasında bol miktarda balık görüldüğü, komşu hatta geçildiğinde ise aynı noktada balığın olmadığı görüldüğünü durumlarda, balığın iki nokta arasında tam olarak nerede bittiğini bilmek mümkün değildir. Geoistatistiksel yöntem balığın iki hat arasında nereye kadar olabileceğini mesafeye bağlı değişimi modelleyerek hesaplar.

Geoistatistikte temel yaklaşım, iki ölçüm noktası arasındaki değişimin, noktalar arası mesafe arttıkça yükseleceğidir. Şekil 3.14’te verilen semivariogram da bunu göstermektedir.

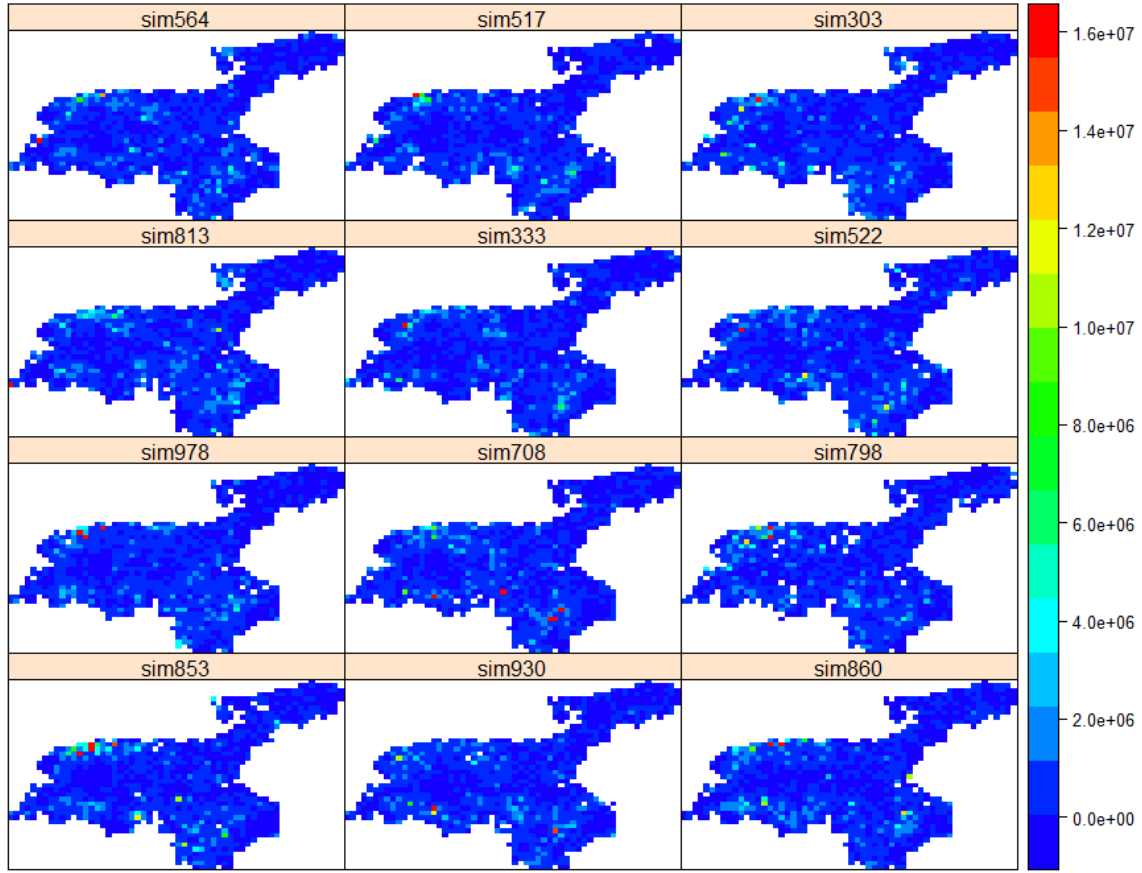
Noktalar arası mesafe uzadıkça değişim oranı da yükselmekte, ancak belirli bir mesafeden sonra bu oran sabitlenmektedir.



Şekil 3.14. Veri noktaları arasındaki değişimin modellendiği semivariogram

Bu değişimin grafiği çizildikten sonra üzerine asimptotik bir eğri yerleştirilir ve model 3 nokta ile tanımlanır. Bunlardan ilki eğrinin “Y” eksenini kestiği nokta olan “eşik değişim değeri (nugget)”’dir ve çalışmamızda bu değer 0,3 olarak hesaplanmıştır. İkincisi ise bu değişimin nerede sabitlendiği yani eğrinin nerede maksimuma ulaştığıdır. Bu noktaya “maksimum eşik değeri” denmektedir ve çalışmamız için 0,95 olarak bulunmuştur. Sonuncu nokta ise eğrinin hangi mesafede maksimuma ulaştığıdır “range” olarak isimlendirilir ve çalışmamızda 18 nmi olarak hesaplanmıştır.

Kurulan modele göre 1000 tane simülasyon yapıp, veri olmayan alanlarda ne kadar balık yoğunluğu olduğu tahmin edilmiştir. Bu 1000 simülasyonun ortalamasından da toplam biyokütle 16,2 bin ton olarak hesaplanmıştır. Model parametrelerine göre üretilmiş en iyi dağılım haritaları Şekil 3.15’te görülmektedir.



Şekil 3.15. Geoistatistiksel modelle üretilen dağılım haritaları

Akoğlu (2008), Atatürk baraj Gölü’nde hidroakustik yöntemle yaptığı çalışmada ortalama balık yoğunluğunu 20 kg/ha olarak tahmin etmiştir. Yemişen ve ark. (2000), Keban Baraj Gölü’nde yine hidroakustik yöntemle yaptıkları çalışmada ortalama balık yoğunluğunu ticari balık türleri için 37,5 kg/ha, tüm balıklar için ise 333,5 kg/ha olarak tahmin etmişlerdir. Çalışmamızda ise balık yoğunluğu 49,48 kg/ha olarak tahmin edilmiştir. Çalışma alanının özelliğine ve tür kompozisyonuna göre balık yoğunluk değerlerinin farklılık göstermesi kaçınılmazdır. Ancak ticari olarak avlanan türlere bakıldığında çalışmalar arasında uyum olduğu söylenebilir.

3.4. Populasyon Dinamiği ve Stok Analizi

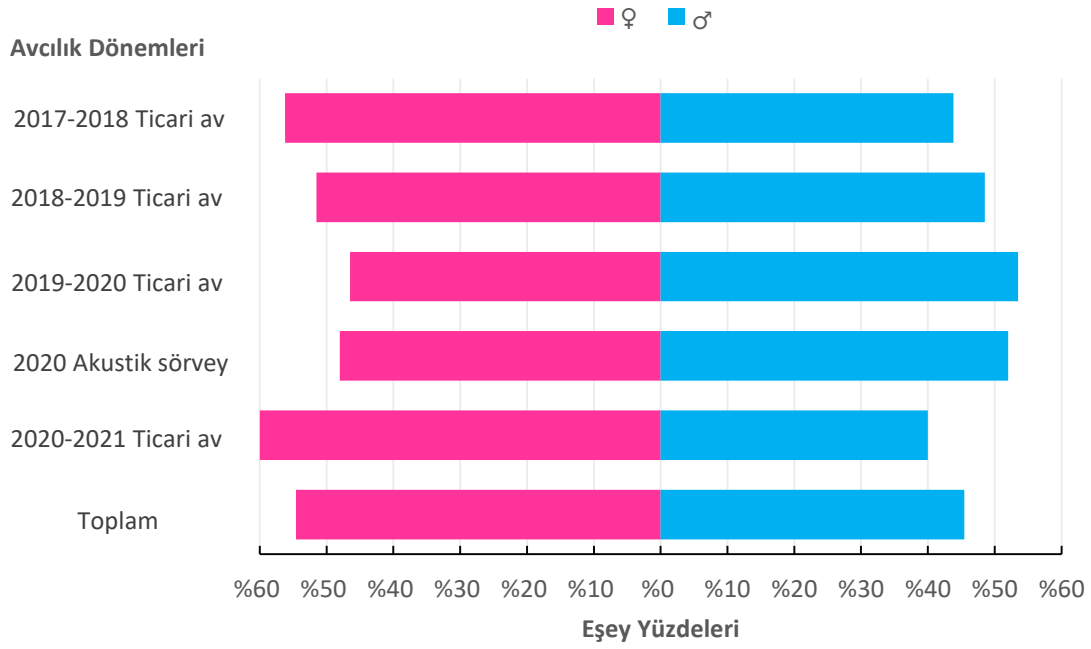
3.4.1. Eşey kompozisyonu

Son 4 avcılık sezonunda (2017-2018, 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021) karaya çıkartılan ticari avdan yapılan alt örneklemelerden ve 2020 yılında gerçekleştirilen akustik sörveyden elde edilen balıkların, örnekleme dönemlerine ve cinsiyet gruplarına göre dağılımları Tablo 3.6 ve Şekil 3.16’da görülmektedir. Çalışma süresince ölçümü yapılan toplam 7.755 adet balığın 3.299 adedinin cinsiyet ayrımı yapılmıştır. Bunların 1.800 adedi dişi (%54,56), 1.499 adedi ise erkektir (%45,40). Dişi/erkek oranı 2017-2018 sezonu için 1,28; 2018-2019 sezonu için 1,06; 2019-2020 sezonu için 0,87; 2020 Akustik sörvey için 0,92; 2020-2021 sezonu için 1,50; tüm örnekleme dönemlerinin toplamı için ise 1,20 olarak hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireylerin oranları elde edildikleri avcılık sezonlarına göre önemli farklılıklar göstermektedir ve bu fark istatistiksel anlamda da önemli bulunmuştur (X^2 :25,897; $p<0,05$).

Tablo 3.6. Örnekleme dönemlerine ait eşey oranları

Avcılık Dönemleri	♀		♂		♀+♂	♀/♂
	N	(%)	N	(%)	N	
2017-2018_Ticari av	881	%56,2	688	%43,8	2434	1,28
2018-2019_Ticari av	187	%51,5	176	%48,5	2113	1,06
2019-2020_Ticari av	148	%46,5	170	%53,5	786	0,87
2020_Akustik sörvey	184	%48,0	199	%52,0	1756	0,92
2020-2021_Ticari av	400	%60,1	266	%39,9	666	1,50
Toplam	1800	%54,6	1499	%45,4	7755	1,20

(X^2 :25,897; $p<0,05$)



Şekil 3.16. Avcılık dönemlerine göre eşey gruplarının yüzdelik dağılımı

3.4.2. Boy kompozisyonu

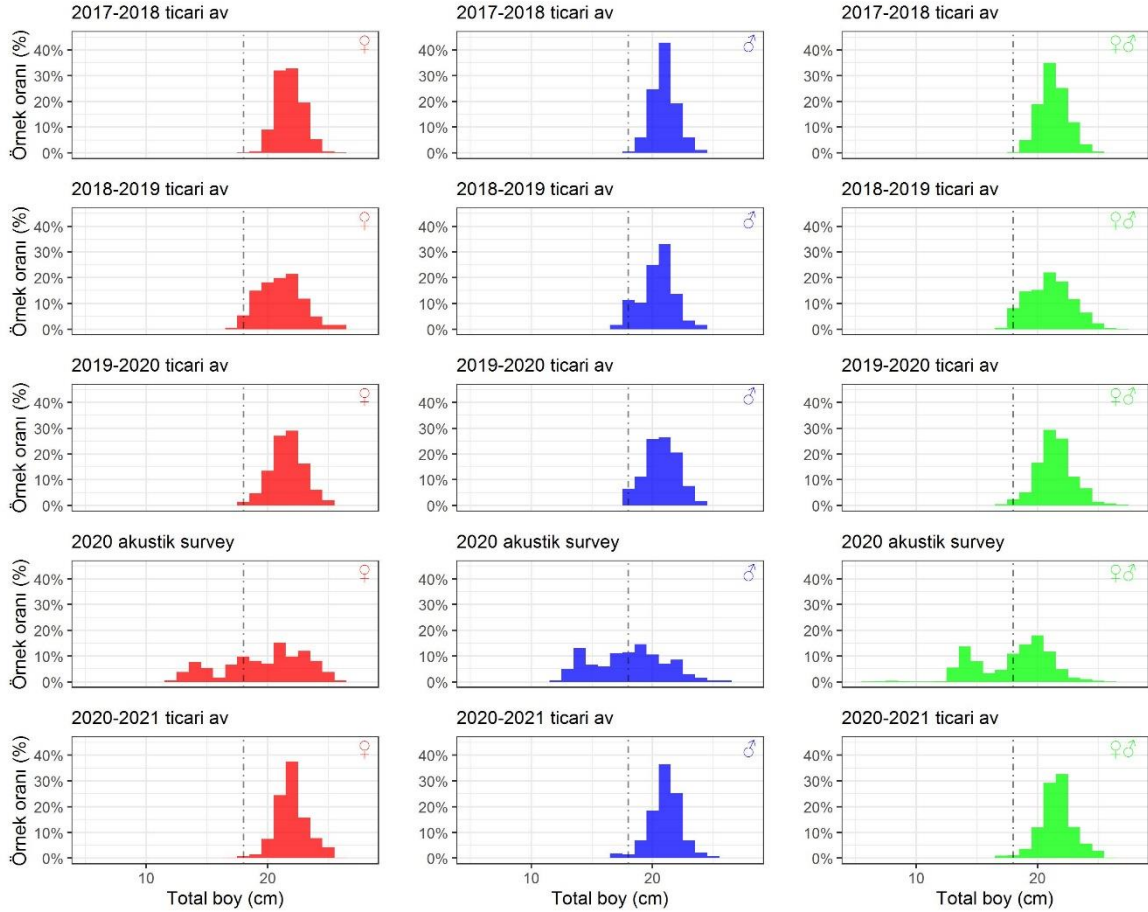
Son dört avcılık sezonuna ait ticari avdan alınan ve 2020 yılı akustik sörveyden elde edilen örneklerin 0,5 cm'lik boy gruplarına göre sınıflandırılmış hali Tablo 3.7'de görülmektedir. Van Gölü'nde ticari avcılık, oldukça seçici av araçları olan uzatma ağlarıyla yapılmakta olup yasal olarak 20 mm veya üzeri göz genişliğine sahip uzatma ağlarının kullanılması zorunluluğu vardır. Pratikte ise ağırlıklı olarak 20 mm ve 22 mm göz genişliğine sahip uzatma ağları tercih edilmektedir. Bu olgu frekans tablosunda açıkça görüldüğü gibi ticari avdan toplanan örneklerin yüksek boy sınıflarında yığılması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Biyolojik bir örnekleme mantığıyla tüm yaş gruplarındaki bireyleri örnekeleyebilecek göz genişliğine sahip uzatma ağlarıyla (EN 14757) yapılan 2020 akustik örneklemesinde ise 5,5 cm ile 25,5 cm total boy aralığında balık avlanmış olup, daha geniş bir boy sınıf aralığında örnekleme yapılabilmektedir.

Tablo 3.7. Farklı örnekleme dönemlerine ve eşey gruplarına ait frekans tablosu

TL	2017-2018 Tic. Av			2018-2019 Tic. Av			2019-2020 Tic. Av			2020 Akustik Sörv.			2020-2021 Tic. Av		
	♀	♂	♀+♂	♀	♂	♀+♂	♀	♂	♀+♂	♀	♂	♀+♂	♀	♂	♀+♂
≤11,5												22			
12,0											1	4			
12,5											2	2	11		
13,0											6	4	27		
13,5											3	14	85		
14,0											6	12	137		
14,5											7	9	93		
15,0											8	5	79		
15,5											1	8	67		
16,0											2	4	36		
16,5					1	1					4	6	15		
17,0				1		1					6	12	22		
17,5		1	1	1	7	17		1	5		4	12	57	1	3
18,0	1	2	6	8	10	60	1	10	11	11	13	81	1	2	3
18,5		5	15	9	10	139	4	7	16	7	7	124	2	2	4
19,0	3	27	67	15	11	164	3	9	16	10	20	138	1	5	6
19,5	15	46	134	13	10	146	6	18	34	5	11	110	6	19	25
20,0	51	96	274	22	30	175	11	21	60	8	12	159	10	20	30
20,5	89	151	354	18	28	175	18	28	84	7	8	149	26	32	58
21,0	158	133	458	21	33	245	24	22	114	13	7	136	38	51	89
21,5	159	115	372	18	13	220	25	19	122	14	11	66	74	44	118
22,0	144	55	299	21	10	195	20	15	95	11	5	55	74	38	112
22,5	110	35	194	10	8	179	9	11	86	13	8	35	65	24	89
23,0	85	12	139	13	2	127	13	5	44	9	3	16	38	12	50
23,5	40	9	73	8	1	104	7	2	33	9	2	11	22	6	28
24,0	16	1	29	3	2	67	4	1	31	8	1	9	18	3	21
24,5	7		14	2		51	1	1	16	5		5	8	1	9
25,0	1		3	1		28	2		8	4		5	9	1	10
25,5	1		1	2		12			2	1	1	2	6	1	7
26,0	1		1	1		5			4				1		1
26,5									2						
27,0						1			2						
27,5						1			1						
Toplam	881	688	2434	187	176	2113	148	170	786	184	198	1756	400	266	666

Farklı dönemlerde avlanan balıkların, dişi, erkek ve dişi+erkek eşey gruplarına ve bir santimlik boy sınıf aralıklarına göre % frekans dağılımları Şekil 3.17’de görülmektedir. Her üç eşey grubunda da ticari avdan elde edilen örneklerin yine yüksek boy sınıflarında yığıldığı görülürken, akustik örneklemesinden elde edilenlerin daha geniş bir dağılıma sahip oldukları görülmektedir. Şekil 3.17’de görüldüğü gibi karaya çıkartılan ticari avdan yapılan boy

ölçümlerinde neredeyse tüm bireyler, inci kefalı için minimum yasal av boyu olan 18 cm'den büyüktür. Bu da şüphesiz Van Gölü'ndeki inci kefalı popülasyonunun geleceği açısından olumlu bir tablodur.



Şekil 3.17. Örneklem dönemleri ve eşey gruplarına göre avın boy dağılımı (%)

Son dört yılın avcılık sezonuna ait karaya çıkartılan avdan ve 2020 yılında gerçekleştirilen hidroakustik sorvey esnasında yapılan biyolojik avcılıktan elde edilen örneklerin eşey gruplarına göre ortalama boyları, standart sapmaları, minimum ve maksimum total boy değerleri Tablo 3.8'de görülmektedir. En düşük ortalama total boylar beklendiği gibi 2020 akustik örnekleme dönemine ait olup dişiler için, 19,81 cm; erkekler için 18,11 cm; dişi+erkek bireyler için ise 18,12 cm olarak hesaplanmıştır. Bu dönemde avlanan bireylerin boyları geniş bir boy aralığına yayıldığından standart sapma değerleri de diğer örnek gruplarına göre yüksek bulunmuştur. Standart sapma dişi, erkek ve dişi+erkek grupları için sırasıyla: 3,38; 2,98 ve 3,09 olarak hesaplanmıştır. En yüksek ortalama total

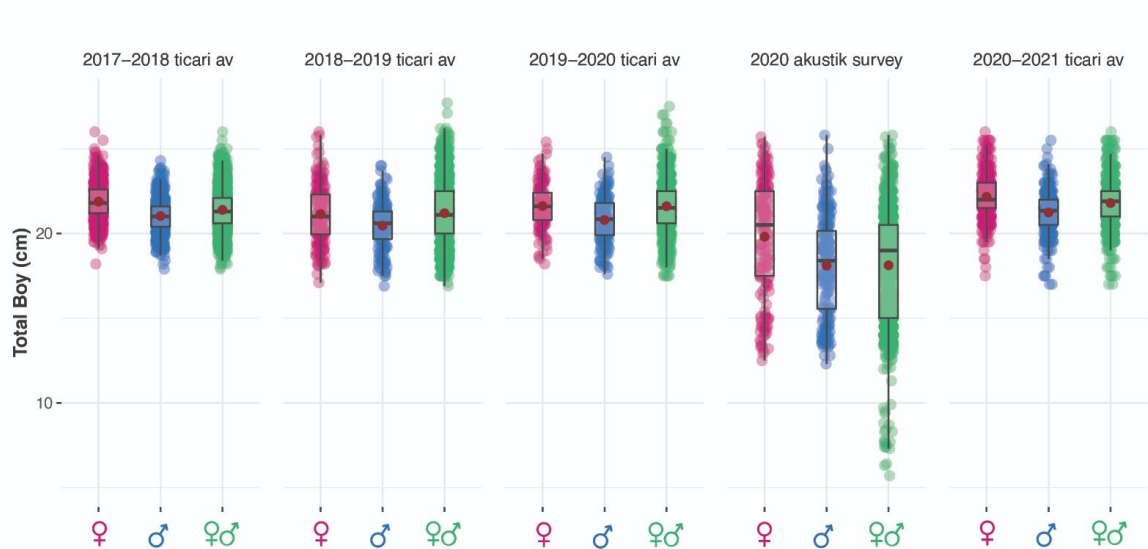
boylar standart sapmalarıyla birlikte dişi, erkek ve dişi+erkek eşey grupları için sırasıyla $22,16 \pm 1,28$; $21,24 \pm 1,29$ ve $21,80 \pm 1,36$ olarak 2020-2021 ticari avcılık örneklerinden hesaplanmıştır. Tüm örnekleme dönemlerinde erkek ve dişi bireylerin ortalama total boyları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Örnekleme dönemleri için hesaplanan ortalama total boylar arasındaki farklılıkların istatistiksel önemi herbir eşey grubu içerisinde test edilmiş olup sonuçları Tablo 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.8. Örnekleme dönemine ve eşey gruplarına göre avın boy dağılımı

Örnekleme dönemi	♀		♂		♀+♂		P
	$\overline{TL} \pm SS$	Min-Maks	$\overline{TL} \pm SS$	Min-Maks	$\overline{TL} \pm SS$	Min-Maks	
2017-2018_Tic.	$21,88 \pm 1,05^{cd}$	18,20-26,00	$21,03 \pm 0,97^{cd}$	17,90-24,30	$21,39 \pm 1,16^{bc}$	17,90-26,00	0,000
2018-2019_Tic.	$21,15 \pm 1,73^b$	17,10-26,00	$20,46 \pm 1,38^b$	16,90-24,00	$21,20 \pm 1,79^b$	16,90-27,70	0,000
2019-2020_Tic.	$21,62 \pm 1,34^c$	18,20-25,40	$20,80 \pm 1,36^{bc}$	17,60-24,50	$21,61 \pm 1,52^{cd}$	17,50-27,50	0,000
2020_Akustik	$19,81 \pm 3,38^a$	12,50-25,70	$18,11 \pm 2,98^a$	12,30-25,80	$18,12 \pm 3,09^a$	5,70-25,80	0,000
2020-2021_Tic.	$22,16 \pm 1,28^d$	17,50-26,00	$21,24 \pm 1,29^d$	17,00-25,50	$21,80 \pm 1,36^d$	17,00-26,00	0,000

Her bir stunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemsiz, farklı harflerle gösterilenler ise önemlidir

Farklı örnekleme dönemlerinden elde edilen dişi, erkek ve dişi+erkek eşey gruplarına ait bireylerin total uzunluk dağılımları Şekil 3.18’de görülmektedir.



Şekil 3.18. Örnekleme dönemleri ve eşey gruplarına göre total boy dağılımları

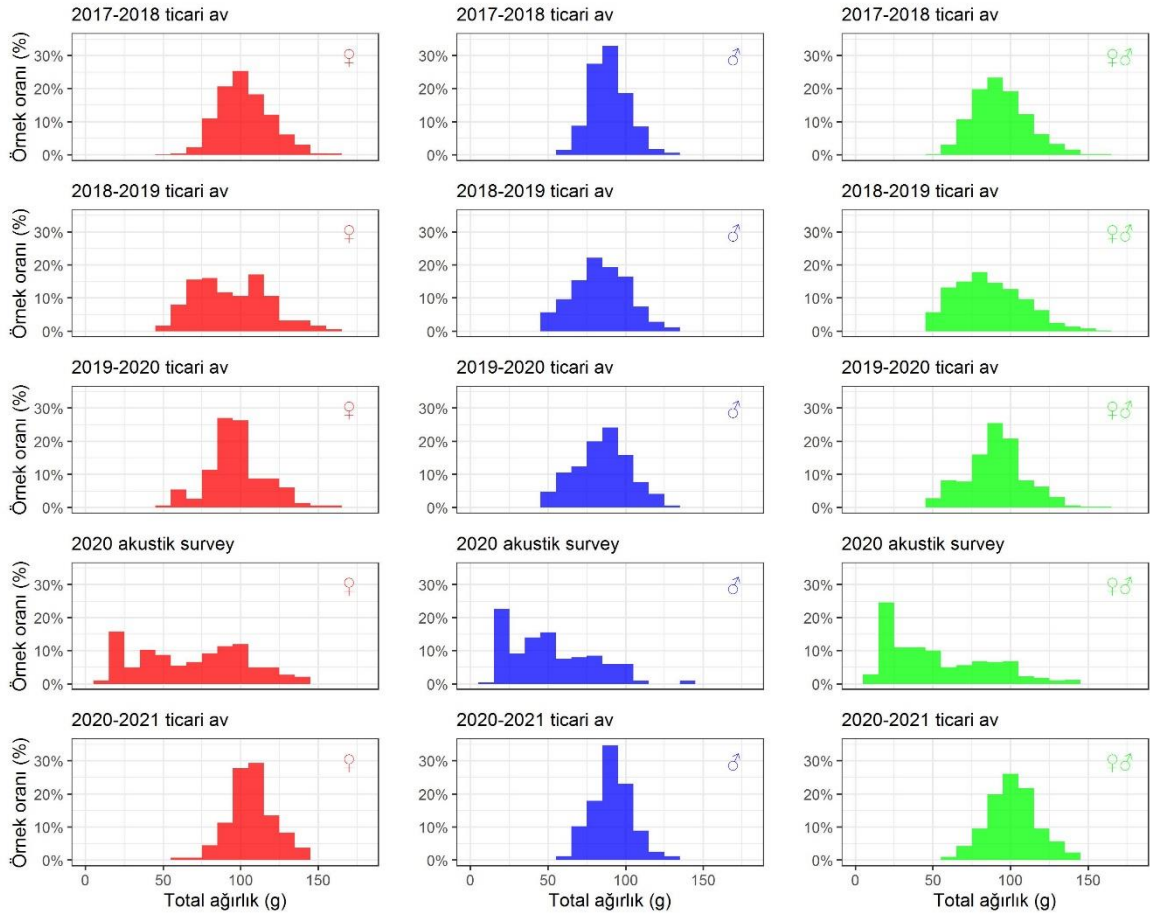
Şekildeki renkli noktalar örnekleme dönemi ve eşey grubu için veri noktalarını, dikdörtgen; verinin %25 ve %75 sınırlarını; dikdörtgenin içerisindeki yatay çizgi; median değerini, kırmızı nokta; ortalama boy değerini, dikdörtgenin her iki yanındaki yukarı ve aşağı yönlü çizgiler ise minimum mesafeyi ($\%25 - 1,5 \times \text{çeyrekler arası mesafe}$) ve maksimum mesafeyi ($\%75 + 1,5 \times \text{çeyrekler arası mesafe}$) belirtmektedir.

3.4.3. Ağırlık kompozisyonu

Dört yıllık karaya çıkartılan avdan ve araştırma avcılığından elde edilen örneklerin 10 gramlık ağırlık gruplarına göre sınıflandırılmış hali Tablo 3.9'da ve Şekil 3.19'da görülmektedir. Boy frekansı tablosunda olduğu gibi burada da ticari avcılıktan gelen verilerin daha yüksek ağırlık gruplarında toplandığı görülürken akustik sörveyden gelen veri grubunun daha geniş bir ağırlık frekans aralığında dağıldığı görülmektedir. Boya bağlı bir değişken olarak kabul edilen ağırlığın, total boya benzer bir dağılım göstermesi beklenen bir durumdur.

Tablo 3.9. Örnekleme dönemleri ve eşey gruplarına göre ağırlık frekansı tablosu

	2017-2018 Tic. Av			2018-2019 Tic. Av			2019-2020 Tic. Av			2020 Akus. Sörv.			2020-2021 Tic. Av		
W	♀	♂	♀♂	♀	♂	♀♂	♀	♂	♀♂	♀	♂	♀♂	♀	♂	♀♂
10												21			
20										13	28	77			
30										22	29	89			
40										11	20	46			
50			1		1	3		2	2	22	29	56			
60	2	3	24	10	16	60	5	14	19	10	26	38		1	1
70	10	33	164	24	21	69	7	19	26	13	12	25	1	1	2
80	51	107	377	27	27	66	9	27	36	15	20	35	2	10	12
90	136	234	545	30	42	89	29	44	73	19	14	33	10	20	30
100	209	186	517	18	43	76	40	31	72	19	11	30	27	26	53
110	220	80	409	23	14	43	26	18	44	15	7	22	40	16	56
120	111	39	200	27	10	42	17	11	28	14	2	16	28	2	30
130	85	5	118	14	2	20	8	4	12	4		4	15	2	17
140	39	1	50	9		13	5		5	7		8	8		8
150	13		19	2		2							2		2
160	3		8	2		3	1		1						
170	2		2	1		1	1		1						
Top	881	688	2434	187	176	487	148	170	319	184	198	500	133	78	211



Şekil 3.19. Örnekleme dönemleri ve eşey gruplarına göre avın ağırlık dağılımı (%)

Son dört yılın avcılık sezonuna ait karaya çıkartılan ticari avdan ve 2020 yılında gerçekleştirilen hidroakustik survey esnasında yapılan biyolojik avcılıktan elde edilen örneklerin eşey gruplarına göre ortalama ağırlıkları, standart sapmaları, minimum ve maksimum ağırlık değerleri Tablo 3.10’da görülmektedir. En düşük ortalama ağırlık değerleri 2020 akustik örnekleme dönemine ait olup dişiler için, 69,04 g, erkekler için 51,76 g, dişi+erkek bireyler için ise 50,93 g olarak hesaplanmıştır. Bu dönemde avlanan bireylerin ağırlıkları daha geniş bir dağılım aralığına sahip olduğundan, standart sapma değerleri de diğer örnek gruplarına göre yüksek bulunmuştur. Standart sapma dişi, erkek ve dişi+erkek grupları için sırasıyla: 34,74; 27,17 ve 33,13 olarak hesaplanmıştır. En yüksek ortalama ağırlıklar standart sapmalarıyla birlikte dişi, erkek ve dişi+erkek eşey grupları için sırasıyla $107,45 \pm 14,37$; $92,31 \pm 12,69$ ve $101,86 \pm 15,57$ olarak 2020-2021 ticari avcılık örneklerinden hesaplanmıştır. Tüm örnekleme dönemlerinde erkek ve dişi bireylerin ortalama vücut ağırlıkları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P < 0,05$). Örnekleme dönemleri için hesaplanan ortalama vücut ağırlıkları arasındaki farklılıkların

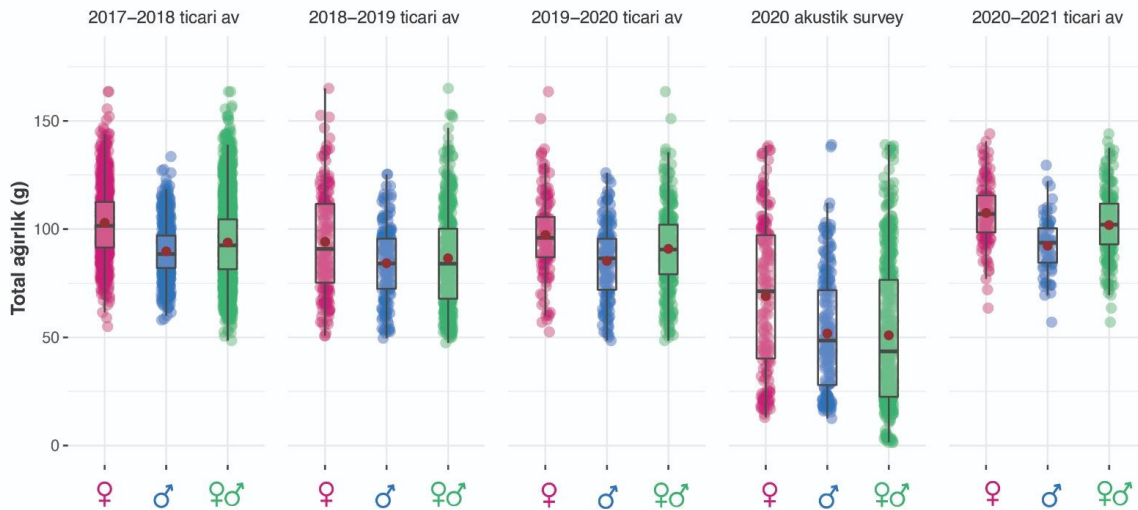
istatistiksel önemi herbir eşey grubu içerisinde test edilmiş olup sonuçları Tablo 3.10'da gösterilmiştir.

Tablo 3.10. Örnekleme dönemleri ve eşey gruplarına göre avın ağırlık dağılımı

Örnekleme dönemi	♀		♂		♀+♂		P
	$\bar{W} \pm SS$	Min-Maks	$\bar{W} \pm SS$	Min-Maks	$\bar{W} \pm SS$	Min-Maks	
2017-2018_Tic.	102,89±16,56 ^{cd}	55,00-163,50	89,71±12,08 ^{cd}	58,00-133,50	93,79±17,62 ^c	48,50-163,50	0,000
2018-2019_Tic.	94,14±23,78 ^b	50,65-165,00	84,23±16,93 ^b	49,62-125,32	86,53±22,26 ^b	47,50-165,00	0,000
2019-2020_Tic.	97,25±18,70 ^{bc}	52,50-163,50	85,28±17,30 ^{bc}	48,50-126,00	90,85±18,91 ^c	48,50-163,50	0,000
2020_Akustik	69,04±34,74 ^a	13,00-138,50	51,76±27,17 ^a	12,50-139,00	50,93±33,13 ^a	1,50-139,00	0,000
2020-2021_Tic.	107,45±14,37 ^d	63,50-144,00	92,31±12,69 ^d	57,00-129,50	101,86±15,57 ^d	57,00-144,00	0,000

Her bir stunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemsiz, farklı harflerle gösterilenler ise önemlidir

Beş farklı örnekleme döneminden elde edilen dişi, erkek ve dişi+erkek eşey gruplarına ait bireylerin total ağırlık dağılımları Şekil 3.20'de görülmektedir. Şekildeki renkli noktalar örnekleme dönemi ve eşey grubu için veri noktalarını, dikdörtgen; verinin %25 ve %75 sınırlarını; dikdörtgenin içerisindeki yatay çizgi; median değerini, kırmızı nokta; ortalama ağırlık değerini, dikdörtgenin her iki yanındaki yukarı ve aşağı yönlü çizgiler ise minimum mesafeyi (%25 - 1,5 x çeyrekler arası mesafe) ve maksimum mesafeyi (%75 + 1,5 x çeyrekler arası mesafe) belirtmektedir.



Şekil 3.20. Örnekleme dönemleri ve eşey gruplarına göre ağırlık dağılımı

3.4.4. Yaş kompozisyonu

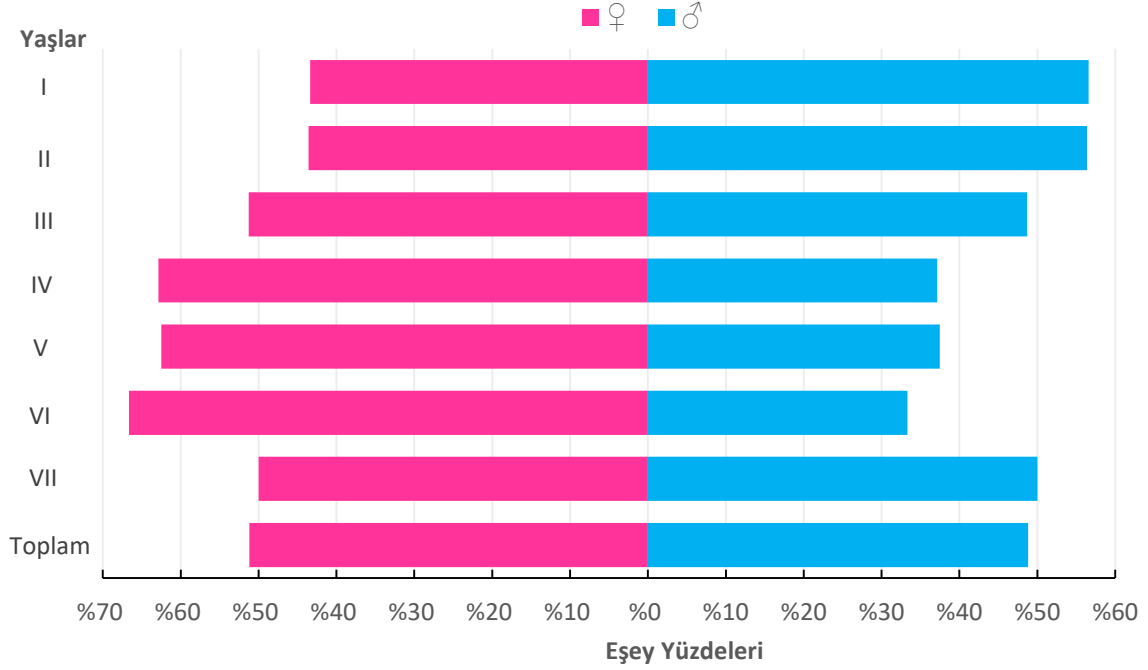
3.4.4.1. Yaş ve eşey gruplarına göre balık sayı ve oranları

2020 yılı ekim ayında gerçekleştirilen akustik sörveyden elde edilen balıkların, yaş ve cinsiyet gruplarına göre dağılımları Tablo 3.11 ve Şekil 3.21’de görülmektedir. Çalışma süresince yaşları okunan toplam 323 adet balıktan 254 adedinin cinsiyet ayrımları yapılabilmektedir. Bunların 130 adedi dişi (%51,2), 124 adedi ise erkektir (%48,8). Dişi/erkek oranı I ve II yaş grupları için 0,8; 3 yaş grubu için 1,1; 4 ve 5 yaş grupları için 1,7; 6 yaş grubu için 2,0; 7 yaş grubu için 1,0; tüm yaş gruplarının toplamı için ise 1,05 olarak hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireylerin oranları yaş gruplarına göre farklılık göstermekle birlikte bu fark istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (X^2 : 8,076; $p>0,05$).

Tablo 3.11. Yaş ve eşey gruplarına ait birey sayı ve oranları

Yaşlar	♀		♂		♀+♂	♀/♂
	N	% N	N	% N	N	
0	0	-	0	-	17	-
I	23	43,40	30	56,60	101	0,8
II	34	43,59	44	56,41	83	0,8
III	20	51,28	19	48,72	39	1,1
IV	22	62,86	13	37,14	35	1,7
V	20	62,50	12	37,50	31	1,7
VI	10	66,67	5	33,33	15	2,0
VII	1	50,00	1	50,00	2	1,0
Toplam	130	51,20	124	48,80	323	1,05

(X^2 : 8,076; $p>0,05$)



Şekil 3.21. Yaş gruplarına göre eşey oranları

İnci kefalı popülasyonu için beklenen eşey oranı %50'dir. Ancak gerek bu çalışmada kullanılan gerekse ticari avcılıkta kullanılan galsama ağlarının seçiciliğinden kaynaklı popülasyondaki eşey oranında farklılaşma görülmektedir. Çalışmada kullanılan ağ takımının verimliliği küçük yaş gruplarında azalmaktadır ve bu yaş kohortlarındaki tüm bireyleri avlayamamaktadır, daha çok bu kohortlardaki hızlı büyüyen ve boyu av takımlarının avlayabileceği uzunluğa erişmiş olan balıklar avlanmaktadır. Erkek bireylerin erken yaşlarda hızlı büyümeleri nedeniyle Şekil 3.21'de görüldüğü üzere örnek içerisindeki oranları daha yüksek olmuştur. Göldeki ticari avcılık da galsama ağlarıyla yapılmaktadır ancak çalışmamızda kullanılan ağlara nazaran daha geniş göz açıklığına sahiptir bu ağlar II yaş grubundan itibaren avlamaya başlarlar ve kohortun daha büyük bireyleri olan erkekleri daha fazla avlarlar. Dolayısıyla bu yaştan itibaren popülasyondaki eşey dengesinin dişiler lehine bozulduğu ve bunun sonucu olarak sonraki yaş gruplarının tümünde gölde daha fazla sayıda kalan dişi bireylerin oransal olarak karaya çıkartılan ürün içerisinde daha fazla bulunmasına neden olduğu değerlendirilmektedir.

3.4.4.2. Yaş ve eşey gruplarına göre ortalama total boylar

Yaşları okunan toplam 323 adet balığın yaşlara göre ortalama, minimum ve maksimum total boy değerleri ile standart sapmaları Tablo 3.12’de görülmektedir. Sıfır yaş grubuna ait bireylerin cinsiyet ayrımı yapılamadığından ve VII yaş grubundan az sayıda örnek olmasından dolayı bu gruplarda istatistiksel analiz yapılamamıştır. Diğer yaş gruplarında erkek ve dişi bireylerin ortalama total boyları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Yaş sınıfları için hesaplanan ortalama total boylar arasındaki farklılıkların istatistiksel önemi herbir eşey grubu içerisinde test edilmiş olup sonuçları Tablo 3.12’de gösterilmiştir.

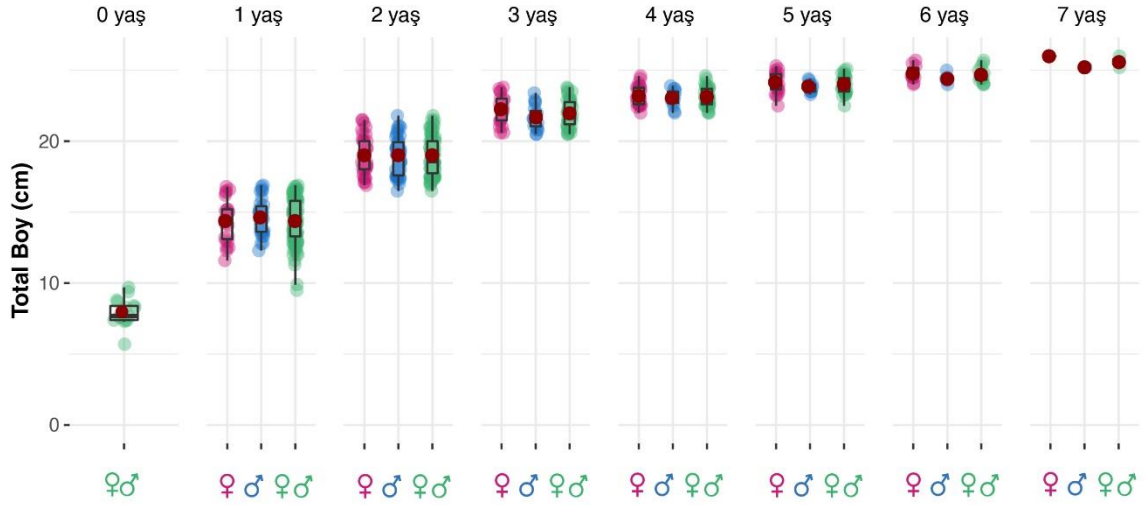
Tablo 3.12. Yaşlara göre ortalama total boylar

Yaş	♀			♂			♀♂			P
	N	$\overline{TL} \pm SS$	Min-Maks	N	$\overline{TL} \pm SS$	Min-Maks	N	$\overline{TL} \pm SS$	Min-Maks	
0	0	-	-	0	-	-	17	7,95±0,92 ^a	5,70-9,70	-
I	23	14,38±1,52 ^a	11,60-16,80	30	14,62±1,28 ^a	12,30-16,90	101	14,37±1,58 ^b	9,50-16,90	0,540
II	34	19,01±1,37 ^b	16,90-21,50	44	18,94±1,32 ^b	16,50-21,80	83	18,92±1,31 ^c	16,50-21,80	0,833
III	20	22,23±1,02 ^c	20,60-23,80	19	21,68±0,84 ^c	20,50-23,40	39	21,96±0,97 ^d	20,50-23,80	0,750
IV	22	23,20±0,72 ^{cd}	22,00-24,60	13	23,03±0,60 ^d	22,00-23,90	35	23,14±0,67 ^{de}	22,00-24,60	0,481
V	20	24,13±0,74 ^{de}	22,50-25,30	12	23,83±0,34 ^{de}	23,30-24,40	31	23,97±0,60 ^e	22,50-25,10	0,125
VI	10	24,75±0,57 ^e	24,00-25,70	5	24,44±0,36 ^e	24,00-25,00	15	24,65±0,52 ^{ef}	24,00-25,70	0,295
VII	1	26,0	26,00-26,00	1	25,2	25,20-25,20	2	25,60±0,14 ^f	25,20-26,00	-
Σ	130	20,68±3,72	11,60-26,00	124	19,49±3,50	12,30-25,80	323	18,54±4,64	5,70-26,00	

P: Aynı yaş sınıfındaki dişi ve erkek balıkların ortalama total boylarının karşılaştırıldığı *t-test* sonucunu ifade eder.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamaların farklılığı önemli, aynı harflerle gösterilenlerinki ise önemsizdir.

Tüm yaş sınıflarındaki dişi, erkek ve dişi+erkek eşey gruplarına ait bireylerin total boy dağılımları Şekil 3.22’de görülmektedir. Şekildeki renkli noktalar yaş ve eşey grupları için veri noktalarını, dikdörtgen; verinin %25 ve %75 sınırlarını; dikdörtgenin içerisindeki yatay çizgi; median değerini, kırmızı nokta; ortalama ağırlık değerini, dikdörtgenin her iki yanındaki yukarı ve aşağı yönlü çizgiler ise minimum mesafeyi (%25 - 1,5 x çeyrekler arası mesafe) ve maksimum mesafeyi (%75 + 1,5 x çeyrekler arası mesafe) belirtmektedir.



Şekil 3.22. Yaş ve eşey gruplarına göre total boy dağılımları

Tablo 3.12 ve Şekil 3.22’de görüldüğü üzere III. yaştan itibaren dişi bireylerin ortalama total boyları erkeklere göre daha yüksek hesaplanmıştır. I yaşında ise erkek bireylerin ortalama boyu daha fazladır. Önceki kısımda bahsedildiği gibi buna kullanılan av araçlarının seçici olması neden olmaktadır. Hızlı büyüyen erkek bireyler erken yaşlarda av aracı tarafından seçilip avlandığı için sonraki yıllara kohortun daha yavaş büyüyen bireyleri kalmaktadır bu da ileri yaş gruplarında dişi bireylerin erkeklere göre daha büyük olması sonucunu doğurmaktadır.

3.4.4.3. Yaş ve eşey gruplarına göre ortalama vücut ağırlıkları

Yaşları belirlenen toplam 323 adet balığın yaş ve cinsiyet gruplarına göre ortalama, minimum ve maksimum vücut ağırlıkları ve standart hataları Tablo 3.13’te görülmektedir. Sıfır yaş grubuna ait bireylerin cinsiyet ayrımı yapılamadığından ve VII yaş grubundan az sayıda örnek olmasından dolayı bu gruplarda istatistiksel analiz yapılamamıştır. II yaş grubundaki erkek ve dişi bireylerin ortalama vücut ağırlıkları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli ($P < 0,05$), diğer yaş gruplarında ise bu farklılık önemsiz bulunmuştur ($P > 0,05$). Yaş sınıfları için hesaplanan ortalama vücut ağırlıkları arasındaki farklılıkların istatistiksel önemi her bir eşey grubu içerisinde test edilmiş olup sonuçları Tablo 3.13’te gösterilmiştir.

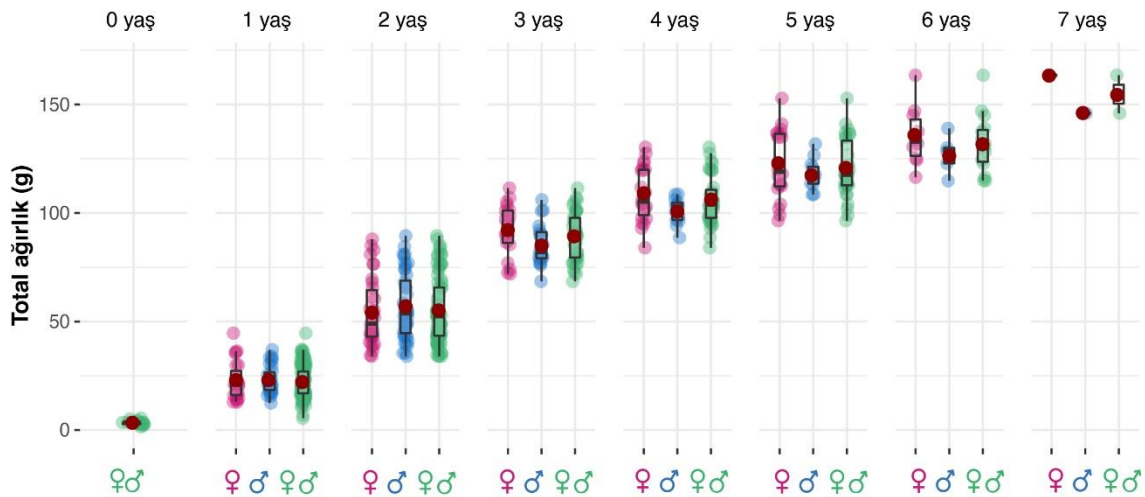
Tablo 3.13. Yaşlara göre ortalama ağırlıklar

Yaş	♀			♂			♀♂			P
	N	$\bar{W} \pm SS$	Min-Maks	N	$\bar{W} \pm SS$	Min-Maks	N	$\bar{W} \pm SS$	Min-Maks	
0	0	-	-	0	-	-	17	3,38±0,99 ^a	1,50-5,50	-
I	23	22,93±8,68 ^a	12,91-44,65	30	23,08±6,30 ^a	12,50-37,00	101	22,37±7,49 ^b	5,50-44,65	0,942
II	34	54,31±15,76 ^b	34,00-88,00	44	56,86±15,13 ^b	34,00-89,50	83	54,98±15,27 ^c	34,00-89,50	0,470
III	20	92,23±11,66 ^c	72,00-111,50	19	85,76±9,95 ^c	68,50-106,07	39	89,07±11,21 ^d	68,50-111,50	0,071
IV	22	108,75±12,69 ^{cd}	84,00-130,31	13	101,00±5,86 ^d	88,69-108,63	35	105,87±11,22 ^{de}	84,00-130,31	0,020
V	20	122,71±16,26 ^{de}	96,50-152,84	12	117,83±6,86 ^{de}	108,50-131,83	31	120,42±13,56 ^e	96,50-152,84	0,333
VI	10	135,52±13,51 ^e	116,50-163,50	5	127,02±8,93 ^e	114,89-139,00	15	132,02±13,23 ^{ef}	114,89-163,50	0,229
VII	1	163,5	163,50-163,50	1	146,0	146,00-146,00	2	154,75±12,37 ^f	146,00-163,50	-
Σ	130	81,41±40,83	12,91-163,50	124	67,19±35,31	12,50-146,00	323	62,17±41,54	1,50-163,50	-

P: Aynı yaş sınıfındaki dişi ve erkek balıkların ortalama ağırlıklarının karşılaştırıldığı *t-test* sonucunu ifade eder.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamaların farklılığı önemli, aynı harflerle gösterilenlerinki ise önemsizdir.

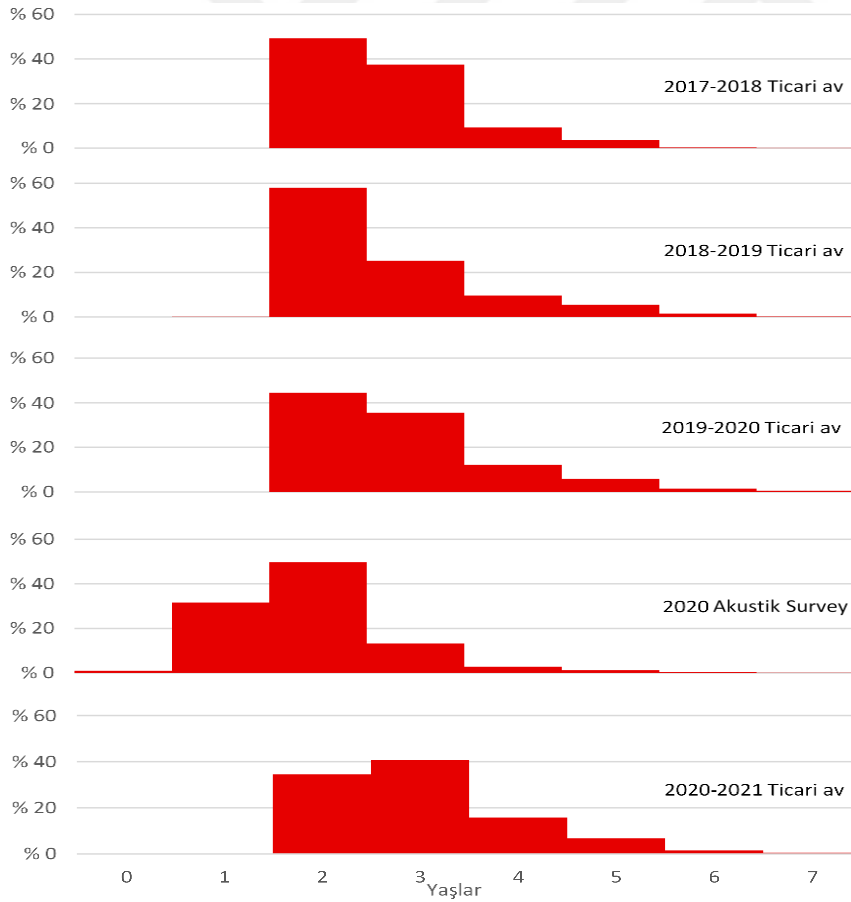
Tüm yaş sınıflarındaki dişi, erkek ve dişi+erkek eşey gruplarına ait bireylerin total ağırlık dağılımları Şekil 3.23'te görülmektedir. Şekildeki renkli noktalar yaş ve eşey grupları için veri noktalarını, dikdörtgen; verinin %25 ve %75 sınırlarını; dikdörtgenin içerisindeki yatay çizgi; median değerini, kırmızı nokta; ortalama ağırlık değerini, dikdörtgenin her iki yanındaki yukarı ve aşağı yönlü çizgiler ise minimum mesafeyi (%25 - 1,5 x çeyrekler arası mesafe) ve maksimum mesafeyi (%75 + 1,5 x çeyrekler arası mesafe) belirtmektedir.

**Şekil 3.23.** Yaş ve eşey gruplarına göre total ağırlık dağılımları

Balıklarda ağırlık, boya bağlı bir değişken olarak kabul edildiğinden yaşlara göre ortalama boy dağılımlarını etkileyen faktörler dolaylı olarak yaşlara göre ortalama ağırlık dağılımlarını da etkilemektedir.

3.4.4.4. Sezonlara göre toplam avın yaş dağılımı

Son 4 yılda Van Gölü'nde avlanan yıllık ticari avın ve 2020 yılında gerçekleştirilen hidroakustik sorvey ile avlanan toplam balık miktarlarının, yaş-boy anahtarı yardımıyla yaş gruplarına dağıtılmış yüzde frekans grafiği Şekil 3.24'te verilmiştir. Ticari avcılıkta 0 ve I yaş grubunun sömürülmediği, buna karşın en yüksek sömürünün II ve III yaş gruplarında olduğu görülmüştür. Yapılan akustik örneklemede ise tüm yaş grubundan birey avlanmışsa da yoğun olarak I ve II yaş grubundaki bireylerin avlandığı görülmektedir.



Şekil 3.24. Örneklemeye dönemine göre avın yaş dağılımı (%)

Van Gölü’nde temmuz ayında II. Yaşını dolduran balıklar ticari avcılığın yoğun olarak başladığı ekim ayında yaklaşık 19 cm total boya ulaşır (Tablo 3.12), ticari avdaki yerlerini alırlar. İnci kefali için minimum yasal avlanma boyunun 18 cm TL olduğu düşünülürse gölde yapılan ticari inci kefali avcılığının üreme boyunun altındaki balıkları etkilemediği söylenebilir.

3.4.4.5. Yaş boy anahtarı

2020 yılında gerçekleştirilen hidroakustik sefer sırasında avlanan ve yaşları okunan balıklardan yaş boy anahtarı oluşturulmuştur (Tablo 3.14). 9 cm’ye kadar olan boy gruplarının “0” yaş, 11-16 cm aralığındaki boy gruplarının “I” yaş, 17-20 cm aralığındaki boy gruplarının ise “II” yaşındaki bireylerden oluştuğu Tablo 3.14’te görülmektedir. 20,5 cm TL ve “III” yaş grubundan itibaren balığın büyüme hızının düşmesiyle birlikte aynı boy sınıfında birden fazla yaş grubuna ait bireylere rastlamak mümkün olmaktadır.

Tablo 3.14. Yaş boy anahtarı

Total boy sınıfları	Yaşlar							
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
5,5	%100							
6,0								
6,5								
7,0	%100							
7,5	%100							
8,0	%100							
8,5	%100							
9,0	%100							
9,5	%33,3	%66,7						
10,0								
10,5								
11,0		%100						
11,5								
12,0		%100						
12,5		%100						
13,0		%100						
13,5		%100						
14,0		%100						
14,5		%100						
15,0		%100						
15,5		%100						
16,0		%100						
16,5		%80	%20					
17,0			%100					
17,5			%100					
18,0			%100					
18,5			%100					
19,0			%100					
19,5			%100					
20,0			%100					
20,5			%60	%40				
21,0			%50	%50				
21,5			%30	%70				
22,0				%77,8	%22,2			
22,5				%20	%70	%10		
23,0				%30	%30	%40		
23,5				%30	%40	%30		
24,0					%22,2	%55,6	%22,2	
24,5					%20	%40	%40	
25,0						%60	%40	
25,5							%50	%50

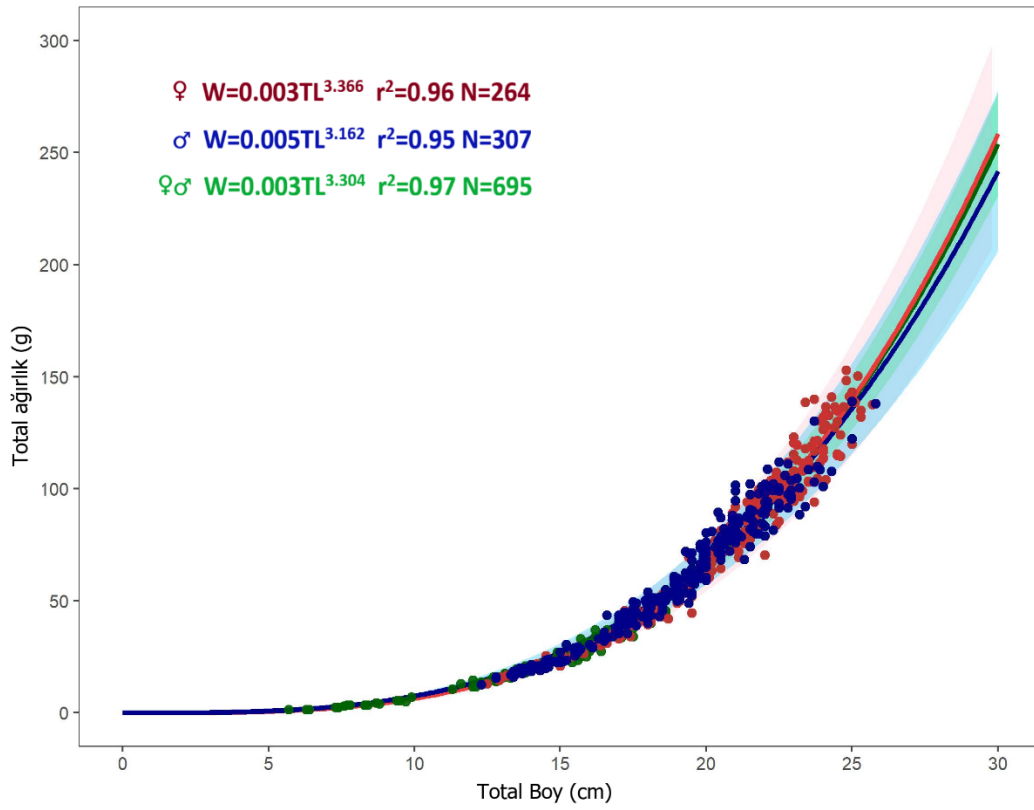
3.4.5. Boy ağırlık ilişkisi

Ekim 2020 tarihinde gerçekleştirilen hidroakustik sörvey kapsamında elde edilen balıklardan hassas şekilde uzunluk ve ağırlık ölçümü yapılan 264 adedi dişi, 307 adedi erkek olmak üzere cinsiyeti belirlenemeyenlerle birlikte toplam 695 adet bireyin total boy ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki incelenmiştir. Dişi, erkek ve dişi+erkek eşey grupları için ayrı ayrı hesaplanan total boy ile vücut ağırlığı arasındaki üssel ilişkiye ait regresyon denklemi, “a” ve “b” regresyon sabitleri, “b” sabitinin % 95 güven aralıkları ve regresyon katsayısına (R^2) ilaveten “b” değerinin sınanması amacıyla yapılan bağımsız örneklem *t-testi* sonucu hesaplanan *t-testi* değeri (t_c), *t-test* tablo değeri (t_t) ve büyüme tipleri Tablo 3.15’te verilmiştir. Her üç eşey grubunda da “b” değeri için üzerinde bulunmuş olup, inci kefallerinin pozitif allometrik büyüme tipine sahip oldukları anlaşılmıştır. Total boy ile toplam vücut ağırlığı arasındaki ilişkinin oldukça kuvvetli olduğu tespit edilmiş olup, inci kefallerindeki ağırlık artışının % 96,9 oranında total boydaki uzamadan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Tablo 3.15. Van Gölü inci kefallerinin boy ağırlık ilişkisine ait değerler

Eşey	Parametreler					Boy-ağırlık ilişkisi	“b” için önem testi		
	N	a	b	%95 CI “b”	R^2		t_c	t_t	Büyüme tipi
♀	264	0,0028	3,3659	3,2537-3,4782	0,959	$W=0,00287TL^{3,3659}$	13,66	3,09	(+) Allometrik
♂	307	0,0052	3,1619	3,0668-3,2570	0,951	$W=0,0052TL^{3,1619}$	5,57	3,09	(+) Allometrik
♀♂	695	0,0033	3,3044	3,2471-3,3617	0,969	$W=0,0033TL^{3,3044}$	13,61	3,09	(+) Allometrik

Van Gölü inci kefalleri için %99 güven aralığı ile birlikte çizilen boy-ağırlık dağılım grafiği Şekil 3.25’te görülmektedir. Her üç eşey grubuna ait birey sayıları, regresyon denklemi ve regresyon katsayısı grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 3.25. İnci kefallerinin boy ağırlık dağılım grafiği

3.4.6. Kondisyon faktörü

Ekim 2020 tarihinde gerçekleştirilen hidroakustik sörvey esnasında avlanan ve yaşları belirlenen 130 adedi dişi, 124 adedi erkek olmak üzere cinsiyetleri belirlenemeyenlerle birlikte toplam 323 adet bireyin kondisyonları yaş ve eşey gruplarına göre incelenmiştir. Dişi bireyler için en düşük kondisyon faktörü değeri (FCF) “I” yaş grubunda ($0,744 \pm 0,026$), en yüksek kondisyon faktörü değeri ise “VII” yaş grubunda ($0,930$) görülmüştür. Erkek bireylerde en düşük FCF yine “I” yaş grubunda ($0,723 \pm 0,007$), en yüksek FCF ise “VII” yaş grubunda ($0,912$) görülmüştür. Tüm bireyler için en yüksek FCF değeri “0” yaş grubunda ($0,661 \pm 0,018$), en yüksek FCF değeri ise “VII” yaş grubunda ($0,921 \pm 0,009$) görülmüştür. Tüm dişi bireyler için ortalama FCF değeri; $0,819 \pm 0,008$, tüm erkek bireyler için; $0,808 \pm 0,007$, tüm bireyler için ise $0,790 \pm 0,005$ olarak hesaplanmıştır.

Kondisyonları incelenen toplam 323 adet balığın yaş ve eşey gruplarına göre ortalama, minimum ve maksimum kondisyon faktörü değerleri ve standart hataları Tablo 3.16’da görülmektedir. Sıfır yaş grubuna ait bireylerin cinsiyet ayrımı yapılamadığından ve

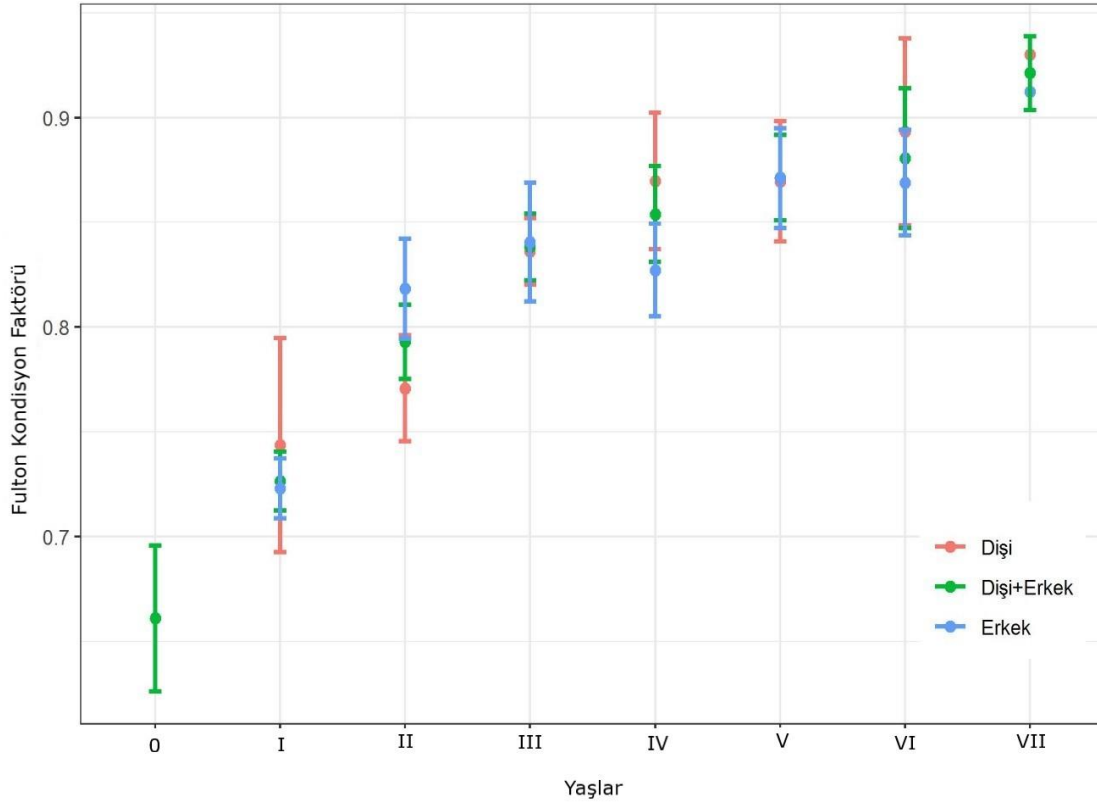
7 yaş grubundan az sayıda örnek olmasından dolayı bu gruplarda istatistiksel analiz yapılamamıştır. II yaş grubundaki erkek ve dişi bireylerin ortalama kondisyon faktörleri arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli ($P<0,05$), diğer yaş gruplarında ise bu farklılık önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Yaş sınıfları için hesaplanan ortalama kondisyon faktörü değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel önemi herbir eşey grubu içerisinde test edilmiş olup sonuçları Tablo 3.16’da gösterilmiştir.

Tablo 3.16. Yaş ve eşey gruplarına göre ortalama kondisyon faktörü (FCF) değerleri

Yaş	♀			♂			♀♂			P
	N	$\overline{FCF} \pm SH$	Min-Maks	N	$\overline{FCF} \pm SH$	Min-Maks	N	$\overline{FCF} \pm SH$	Min-Maks	
0	0	-	-	0	-	-	17	0,661±0,018 ^a	0,548-0,810	-
I	23	0,744±0,026 ^a	0,622-1,271	30	0,723±0,007 ^a	0,659-0,800	101	0,726±0,007 ^{ab}	0,619-1,271	0,398
II	34	0,771±0,012 ^{ab}	0,600-0,922	44	0,818±0,012 ^b	0,686-1,054	83	0,793±0,009 ^{bc}	0,600-1,054	0,009
III	20	0,836±0,008 ^{bc}	0,782-0,901	19	0,841±0,015 ^b	0,709-0,915	39	0,838±0,08 ^{cd}	0,709-0,915	0,787
IV	22	0,870±0,017 ^c	0,743-1,011	13	0,827±0,011 ^b	0,774-0,907	35	0,854±0,012 ^{cd}	0,743-1,011	0,078
V	20	0,870±0,015 ^c	0,768-1,002	12	0,871±0,012 ^b	0,795-0,954	31	0,871±0,010 ^{cd}	0,768-1,002	0,943
VI	10	0,893±0,023 ^c	0,810-0,986	5	0,869±0,013 ^b	0,831-0,894	15	0,881±0,017 ^{cd}	0,782-0,986	0,371
VII	1	0,930	0,930-0,930	1	0,912	0,912-0,912	2	0,921±0,009 ^d	0,912-0,930	-
Σ	130	0,819±0,008	0,600-1,271	124	0,808±0,007	0,659-1,054	323	0,790±0,005	0,548-1,271	0,319

P: Aynı yaş sınıfındaki dişi ve erkek balıkların ortalama kondisyon faktörlerinin karşılaştırıldığı *t-test* sonucunu ifade eder. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamaların farklılığı önemli, aynı harflerle gösterilenlerinki ise önemsizdir.

Yaş gruplarına göre ortalama FCF değerleri ve standart hataları Şekil 3.26’da gösterilmiştir. Her üç eşey grubunda da yaş ilerledikçe kondisyon faktörü değerlerinin arttığı anlaşılmıştır.



Şekil 3.26. Eşey ve yaş gruplarına göre ortalama FCF değerleri

Fulton kondisyon faktörü ile total ağırlık, total boy ve yaş arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik hazırlanmış olan korelasyon matriks'i Tablo 3.17'de verilmiştir. En kuvvetli ilişkinin kondisyon faktörüyle total ağırlık arasında olduğu (0,726), en zayıf ilişkinin ise kondisyon faktörüyle yaş arasında olduğu (0,605) anlaşılmıştır. Tüm ilişkilerin 0,001 güven düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.17. Çeşitli parametreler arasındaki korelasyon matriksi

Parametreler	FCF	Total Boy	Total Ağırlık	Yaş
FCF	1			
Total Boy	0,644**	1		
Total Ağırlık	0,726**	0,953**	1	
Yaş	0,605**	0,891**	0,940**	1

**Korelasyon 0,01 düzeyinde önemlidir.

3.4.7. Büyüme parametreleri

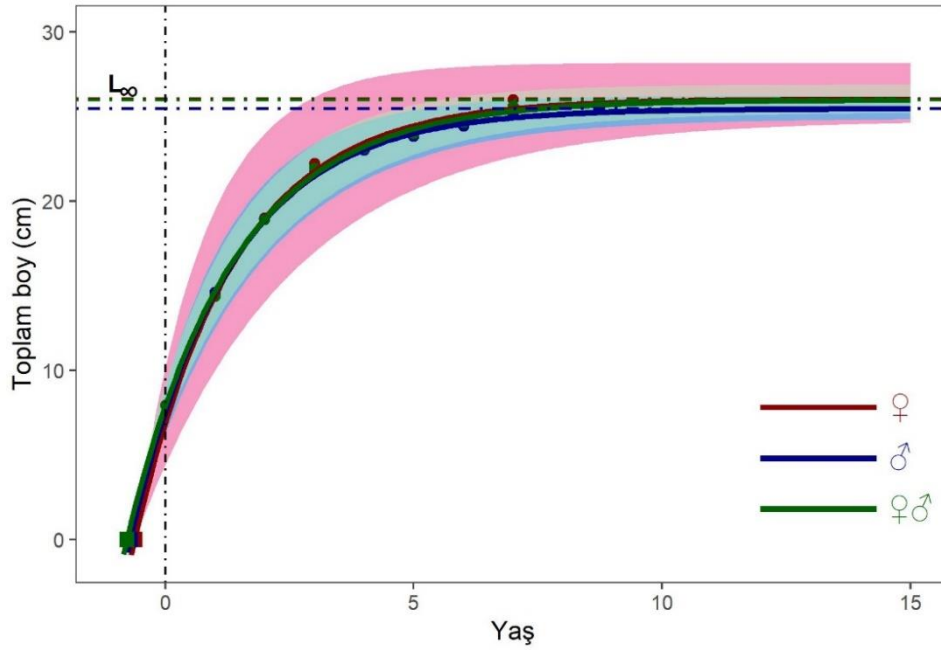
Ekim 2020 tarihinde gerçekleştirilen hidroakustik sörvey kapsamında elde edilen balıklardan hassas şekilde uzunluk ve ağırlık ölçümü yapılan 264 adedi dişi, 307 adedi erkek olmak üzere cinsiyeti belirlenemeyenlerle birlikte toplam 695 adet birey üzerinden popülasyonun büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Van gölü inci kefalı popülasyonunun Von Bertalanffy büyüme sabitleri (L_{∞} , K_{brody} ve t_0), boyca ve ağırlıkça büyüme denklemleri dişi, erkek ve dişi+erkek eşey grupları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. L_{∞} değeri erkek bireyler için 25,4674 cm; dişi bireyler için 26,0286 cm; popülasyonun geneli için ise 25,9937 cm olarak bulunmuştur. Dişi ve erkek bireyler için K_{brody} değerleri oldukça yakın hesaplanmış olup sırasıyla 0,5016 yıl⁻¹ ve 0,5038 yıl⁻¹'dir. Popülasyonun geneli için K_{brody} değeri 0,4674 yıl⁻¹ olarak bulunmuştur. Dişi bireyler için t_0 değeri; -0,6129 yıl erkek bireyler için; -0,6989 yıl, popülasyonun tamamı için ise -0,7713 yıl olarak hesaplanmıştır. W_{∞} değeri dişi bireyler için; 162,7431 g, erkek bireyler için; 145,1197 g, popülasyonun tamamı için ise 156,1708 g olarak hesaplanmıştır. Büyüme performansı indeksi ($\emptyset$) dişi bireyler için 2,531; erkek bireyler için 2,514; popülasyonun geneli için ise 2,499 olarak bulunmuştur. L_{∞} , K_{brody} , t_0 , W_{∞} , değerleri %95 önem seviyesinde güven aralıklarıyla birlikte Tablo 3.18'de verilmiştir. Ayrıca boyca ve ağırlıkça büyüme denklemleri yine Tablo 3.18'de yer almaktadır.

Tablo 3.18. Büyüme parametreleri, boyca ve ağırlıkça büyüme denklemleri

Eş.	N	L_{∞} CI	K_{brody} CI	t_0 CI	W_{∞} CI	$\emptyset$	Boya dayalı vBBD Ağırlıkça dayalı vBBD
♀	264	26,0286 24,78-28,16	0,5016 0,32-0,73	-0,6129 -1,50/-0,10	162,7431 137,9-212,1	2,53	$L_t=26,0286[1-e^{(-0,5016*(t+0,6129))}]$ $W_t=162,74[1-e^{(-0,502*(t+0,613))}]^{3,366}$
♂	307	25,4674 24,86-26,23	0,5038 0,41-0,60	-0,6989 -1,07/-0,41	145,1197 134,4-159,3	2,51	$L_t=25,4674[1-e^{(-0,5038*(t+0,6989))}]$ $W_t=145,12[1-e^{(-0,504*(t+0,699))}]^{3,162}$
♀♂	695	25,9937 25,25-26,88	0,4674 0,40-0,54	-0,7713 -0,94/-0,63	156,1708 142,0-174,6	2,50	$L_t=25,9937[1-e^{(-0,4674*(t+0,7713))}]$ $W_t=156,17[1-e^{(-0,467*(t+0,771))}]^{3,304}$

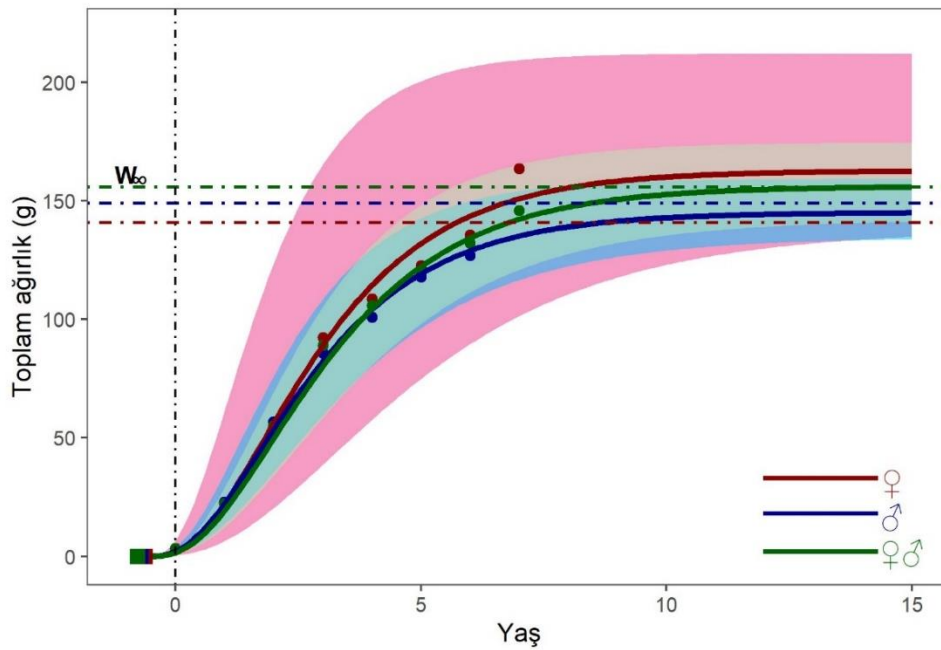
Boya dayalı von Bertalanffy denklemi kullanılarak dişi, erkek ve dişi+erkek eşey grupları için çizilen boyca büyüme eğrileri Şekil 3.27'de, ağırlıkça büyüme eğrileri Şekil 3.28'de görülmektedir. Kırmızı, yeşil ve mavi renkle çizilenler eşeylere göre von Bertalanffy büyüme denklemi ile hesaplanıp çizilen boyca ve ağırlıkça büyüme eğrileri, aynı renkli

noktalar ise ölçümden gelen verileri ifade etmektedir. Kırmızı, mavi ve yeşil renkli bantlar ise eğrilerin %95 önem seviyesinde güven aralıklarını göstermektedir.



Şekil 3.27. Van Gölü inci kefalı popülasyonunun boyca büyüme eğrileri

İnci kefallerinde ağırlıkça büyümenin sigmoid bir eğri şeklinde olduğu, ağırlık artışının önce yavaş daha sonra hızlı şekilde arttığı ve ileri yaşlarda iyice azaldığı görülmektedir.



Şekil 3.28. Van Gölü inci kefalı popülasyonunun ağırlıkça büyüme eğrileri

İnci kefalı ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda hesaplanan bazı değerler Tablo 3.19’da gösterilmektedir.

Tablo 3.19. İnci kefalı ile ilgili geçmişte yapılan çalışmalar ($\overline{FL}$; ortalama çatal boy, $\overline{W}$; ortalama vücut ağırlığı, L_{∞} ; asimptotik boy, W_{∞} ; asimptotik ağırlık, t_0 ; boyun sıfır olduğu andaki teorik yaş, K_{brody} ; brody büyüme katsayısı, K_{fulton} ; fulton kondisyon faktörü, “a” ve “b”; regresyon denklemi sabitleri, R^2 ; regresyon katsayısı)

Çalışmalar	Çalışma alanı	$\overline{FL}$	$\overline{W}$	♀/♂	Yaş	L_{∞}	W_{∞}	t_0	K_{brody}	K_{fulton}	$\frac{a}{b}$	R^2
Akgül, 1980	Van G.	15-23*	30-122	1,13	1-6	-	-	-	-	0,883	0,000 3,16	-
Özdemir, 1982	Van G.	16-23	44-99	-	-	-	-	-	-	0,908	0,557 1,636	-
Akyurt ve ark., 1985	Van G.	-	-	-	1-4	-	-	-	-	0,855	-	-
TOKB, 1986	Van G.	-	-	1,72	1-5	-	-	-	-	-	-	-
Çetinkaya ve ark., 1995	Karasu Ç.	7-21	5-80	-	1-7	-	-	-	-	-	0,012 2,94	-
Elp, 1996	Van G./ Karasu Ç.	-	-	1,8	1-8	-	-	-	-	1,049	-	-
Sarı, 1997	Van G.	17,6	61,43	1,36	2-7	22,17	-	-1,158	0,301	-	0,08 2,309	0,79
Elp, 2002	Koçköprü BG	13,63	30,2	1,3	0-7	17,92	60,07	-0,672	0,322	1,067	0,008 3,092	0,98
Gündoğdu, 2010	Erçek G.	21,99	136,7	1,11	2-7	39,52	699,3	-5,096	0,089	1,255	0,020 2,845	0,96
Ataman, 2010	Van G.	18,26	71,01	1,01	-	-	-	-	-	-	-	-
Kocabaş, 2011	Nazik G.	-	-	1,82	1-10	-	-	-	-	-	-	-
Bostancı ve Polat, 2011	Van G.	16,82	68,66	1,47	2-7	22,37	-	-1,74	0,296	-	0,074 2,544	0,84
Bu çalışma	Van G.	18,12*	50,93	1,20	0-7	25,99	156,17	-0,771	0,467	0,790	0,003 3,304	0,97

* Balık uzunluğu toplam boy (TL) şeklindedir. $TL=1,058FL+0,5025$ (Bostancı ve Polat, 2011).

Çalışmalarda kullanılan örneklerden hesaplanan ortalama boy, ağırlık ve yaş aralığı, kullanılan avcılık araçlarına veya örnek toplama yöntemine göre değişeceğinden, bu değerlerin farklılık göstermesi beklenen bir durumdur. Gerçekleştirilen tüm çalışmalarda popülasyonun eşey oranının dişiler lehine olduğu görülmektedir. Bu bağlamda çalışmamızın

önceki çalışmalarla uyumlu olduğunu söyleyebiliriz. En yüksek L_{∞} değerini Gündoğdu (2010) hesaplamıştır (39,52 cm FL), çalışmanın avcılık baskısının çok düşük olduğu Erçek Gölünde yapılmış olmasının, büyük boylu balıkların örneklem içerisinde daha fazla yer almasına ve L_{∞} değerinin yüksek hesaplanmasına yol açtığı değerlendirilmektedir. Elp (2002)'in yaptığı çalışmada ise L_{∞} değeri oldukça düşük bulunmuştur (17,92 cm FL). Bunun nedeni olarak çalışmanın Koçköprü Baraj Gölü'nde yapılmış olması ve inci kefalinin diğer türlerle besin rekabetine girmesi ya da çevresel parametrelerin inci kefalinin büyümesi üzerinde baskı oluşturduğu düşünülebilir. Bu güne kadar bildirilmiş olan W_{∞} değerleri birbirleriyle oldukça uyumsuzdur. Bu değer Elp (2002)'de çok düşük, Gündoğdu (2010)'da ise çok yüksektir ağırlık büyük oranda boya bağlı bir değişken olarak kabul edildiğinden L_{∞} değişkeninde yapılan yorumlar W_{∞} için de geçerlidir. t_0 değerlerinin Gündoğdu (2010) dışındaki çalışmalarda birbirleriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Benzer bir durum K_{brody} değerlerinde de görülmektedir. Bunun nedeninin bahsedildiği gibi bu çalışmanın Erçek Gölü'nde yapılmış olması ve göldeki inci kefali popülasyonun gölün taşıma kapasitesinin sınırında olmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. K_{fulton} değerlerinde herhangi bir uyumsuzluk göze çarpmamaktadır. a ve b regresyon sabitleri incelendiğinde “b” değerinin önceki tüm çalışmalarda 3'ün altında olduğu yalnızca bu çalışmada 3'ün üzerinde olduğu dolayısıyla diğer çalışmalardan farklı olarak Van Gölü inci kefali popülasyonunun pozitif allometrik bir büyüme tipine sahip olduğu hesaplanmıştır. Bunun nedeni boy ağırlık ilişkisinin hesaplandığı örneklerin yaygınlığı olabilir. Çalışmamızda 0 ile VII yaş aralığında yani inci kefallerinin tüm yaşam periyodunu kapsayacak genişlikte yeteri kadar örnek üzerinden regresyon ilişkisi hesaplandığından, “b” değeri diğer çalışmalarda farklılık göstermiş olabilir. Bir diğer neden; üreme mevsimine doğru gelindikçe gonad ağırlığı ve dolayısıyla balık ağırlığı artacağından “b” değerinin de buna bağlı artması beklenir. Bu bakımdan örnekleme zamanının üreme döneminin öncesi ya da sonrası olması “b” değerini değiştirebilmektedir. Aynı durumu regresyon katsayısında (R^2) da görmek mümkündür. Tablo 3.19'da verilen bazı çalışmalarda hesaplanan regresyon katsayısının diğerlerine göre düşük olmasının örneklemin üreme döneminde yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Üreme döneminde bazı balıkların gonadlarını boşaltmış bazılarının ise boşaltmamış olması ölçümde farklılara yol açacağı için boy ve ağırlık arasındaki ilişkinin de zayıflaması muhtemeldir.

İnci kefali ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda yaş sınıflarına göre hesaplanan ortalama boy ve ağırlık değerleri Tablo 3.20'de görülmektedir.

Tablo 3.20. İnci kefallerinin yaşlarıyla ilgili geçmişte yapılan çalışmalar ($\overline{FL}$; ortalama çatal boy, $\overline{W}$; ortalama vücut ağırlığı)

Çalışmalar	Yaşlar	0	I	II	III	IV	V	VI	VII
	Çalışma alanı	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)	$\overline{FL}$ ($\overline{W}$)
Akgül, 1980*	Van G.	-	15,43 (33,51)	18,70 (49,30)	19,90 (66,61)	20,97 (82,85)	22,21 (101,94)	22,97 (122,68)	-
Akyurt ve ark., 1985	Van G.	-	14,65 (29,5)	16,5 (40,65)	17,4 (51,98)	19,9 (84,73)	-	-	-
TOKB, 1986	Van G.	-	16,3 (60,8)	18,2 (85,1)	22,3 (102,6)	25,3 (110,2)	27,2 (120,8)	-	-
Çetinkaya ve ark., 1995	Karasu Ç.	-	7,4 (4,58)	12,27 (21,71)	15,70 (40,92)	17,95 (58,91)	18,80 (68,53)	19,75 (79,52)	20,02 (80,27)
Elp, 1996	Van G./ Karasu Ç.	-	-	-	12,03 (18,51)	-	-	-	-
Sarı, 1997	Van G.	-	-	14,62 (37,37)	15,98 (48,85)	17,27 (58,05)	18,15 (65,50)	19,35 (73,91)	20,58 (82,06)
Elp, 2002	Koçköprü BG	3,66 (0,6)	6,75 (3,4)	10,98 (15,0)	12,85 (23,0)	13,78 (29,1)	14,38 (34,4)	15,62 (39,8)	16,90 (44,8)
Gündoğdu, 2010	Erçek Gölü	-	-	18,01 (73,67)	20,08 (101,06)	21,6 (125,19)	22,86 (152,17)	24,18 (175,6)	25,78 (217,82)
Kocabaş, 2011	Nazik G.	-	-	-	12,3 (16,28)	-	-	-	-
Bu çalışma*	Van G.	7,95 (3,38)	14,37 (22,37)	18,92 (54,98)	21,96 (89,07)	23,14 (105,87)	23,97 (120,42)	24,65 (132,02)	25,60 (154,75)

*Balık uzunluğu toplam boy (TL) şeklindedir

Farklı tarihlerde ve farklı inci kefalı popülasyonları üzerinde yapılan çalışmalar birbirinden oldukça farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Gündoğdu (2010)'nın yaptığı çalışmanın dışında kalan tüm çalışmalarda yaş sınıfları için hesaplanan ortalama boylar bu çalışmadan daha düşük bulunmuştur. Aynı durum ağırlık için de geçerlidir. Bu duruma hatalı yaş okumaları neden olabileceği gibi, gölde balık avcılığında kullanılan uzatma ağlarının seçiciliği de neden olabilir. Dikkat çeken bir başka husus Elp (2002)'in yaptığı ve tarafımızca yapılan bu çalışma dışında kalan tüm çalışmalarda “0” yaş grubunun olmayışıdır. Bunun, çalışmaların yıl içerisinde yapıldıkları dönemden ve kullanılan balık yakalama araçlarının yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmaların büyük çoğunluğu üreme döneminde gerçekleştirilmiştir ve bir önceki üreme döneminde yumurtadan çıkan bireyler “I” yaş kohortu olarak kabul edilmiştir. Çalışmamızda yaş okumada kullanılan

bireyler ekim ayında yakalandığından dolayı aynı yıl temmuz ayında yumurtadan çıktığı kabul edilen bireyler “0” yaş kohortunu oluşturmuştur. Dolayısıyla çalışmamızda her yaş sınıfı için hesaplanan ortalama boy ve ağırlık değerlerini diğer çalışmalarla karşılaştırırken bu durumun da göz önüne alınması gerekmektedir.

3.4.8. Ölüm oranları

3.4.8.1. Doğal ölüm oranı (M)

Gölde daha önce yapılan tek popülasyon dinamiği ve stok analizi çalışması olan Sarı (1997)’nin belirlediği 0,2 yıllık doğal ölüm oranı (M), sonuçların karşılaştırılmasının anlamlı olabilmesi için bu çalışma için de kullanılmıştır. Ayrıca doğal ölüm oranı, günümüzde en çok tercih edilen 5 yöntemle göre ayrı ayrı hesaplanmış olup hesaplanan değerler Tablo 3.21’de görülmektedir.

Tablo 3.21. Farklı yöntemlerle hesaplanan “M” değerleri

Yöntem	Değer
Pauly (1980), bireysel yüzen balıklar için	0,823
Pauly (1983), sürü oluşturan balıklar için	0,650
Then ve ark. (2015), büyümeye dayalı	0,819
Then ve ark. (2015), maksimum yaşa dayalı	0,824
Gisleson ve ark. (2010) boya dayalı vektörel	<u>Yaş/boy (cm)</u>
	<u>M</u>
	0 – 7,95
	3,005
	1 – 14,37
	1,168
	2 – 18,92
	0,744
	3 – 21,96
	0,585
	4 – 23,14
	0,538
	5 – 23,97
	0,508
	6 – 24,65
	0,486
	7 – 25,6
	0,457
Önceki çalışmalarda kullanılan (Sarı, 1997)	0,2

3.4.8.2. Balıkçılık ölüm oranı (F)

Yaş dayalı kohort analiziyle her yaş sınıfı için ayrı ayrı hesaplanan balıkçılık ölüm oranının (F) popülasyon ortalaması 0,383 olarak hesaplanmıştır.

3.4.8.3. Toplam ölüm oranı (Z)

Doğal ölüm oranı (M) ile yaşa dayalı kohort analiziyle her yaş sınıfı için hesaplanan balıkçılık ölüm oranı (F)'nın ortalamasının toplanmasıyla elde edilen, toplam ölüm oranı (Z); 0,558 olarak hesaplanmıştır.

3.4.9. Stok işletim oranı (E)

Balıkçılık ölüm oranının toplam ölüm oranına bölünmesiyle elde edilen stok işletim oranı, bir başka ifadeyle sömürülme oranı (E); 0,657 olarak hesaplanmıştır.

3.4.10. Stok analizi

3.4.10.1. Yaşa dayalı kohort analizi (aged based cohort analysis)

Van Gölü ticari balıkçılığına ait son 4 yılın (2017-2018, 2018-2019, 2019-2020 ve 2020-2021) karaya çıkartılan ticari av verilerinin, yaş-boy anahtarı yardımıyla yaş gruplarına dağıtılmasıyla oluşan durum Tablo 3.22'de görülmektedir.

Tablo 3.22. Son 4 avcılık sezonuna ait (2017-2021) ticari avın, yaş gruplarına göre dağılımı

Yaş/Yıl	2017-2018		2018-2019		2019-2020		2020-2021	
	Ton	N (*1000)	Ton	N (*1000)	Ton	N (*1000)	Ton	N (*1000)
0	0	0*	0	0	0	0	0	0
I	0	0*	0	80	0	0	0	0
II	3.252	47.463*	3.457	56.773	2.666	40.260	2.047	30.365
III	2.992	36.083	2.095	24.694*	2.705	32.127	3.067	35.849
IV	875	8.902	949	9.423	1.098	11.020*	1.367	13.901
V	373	3.468	605	5.353	602	5.353	666	6.002*
VI	43	345	187	1.440	176	1.363	188	1.416*
VII	4	24	40	258	80	486	65	437*
Toplam	7.538	96.285	7.334	98.020	7.328	90.609	7.399	87.969

*Stok analizinde kullanılan kohortlar

0 ve I yaş gruplarının balıkçılık kaynaklı ölümlerden etkilenmediği, II ve III yaş gruplarının ise en yoğun şekilde etkilendiği Tablo 3.22’de görülmektedir. VII yaş grubu ise avda gözlenen en büyük yaş grubu olmuştur. Son 4 avcılık sezonunun ortalamasına bakıldığında gölde sezon başına ağırlık olarak 7.400 ton, adet olarak ise ortalama 93,221 milyon balık avlandığı tespit edilmiştir.

Son 4 avcılık sezonunun (2017-2021) yaş gruplarına göre av verileri kullanılarak hesaplanan; bolluk (N), biyokütle, balıkçılık ölüm oranları (F), doğal ölüm oranları (M), toplam ölüm oranları (Z) ve yaşama oranları (S) Tablo 3.23’te görülmektedir. Hesaplamaların ilk adımında kullanılan ve varsayımsal olarak belirlenen terminal yaş ve yıl sınıfı için balıkçılık ölüm oranı (F), sonuçların daha önce gölde yapılan çalışma ile karşılaştırılabilmesi amacıyla Sarı (1997)’nin çalışmasında kullandığı değer olan 0,2 olarak alınmıştır. Ayrıca doğal ölüm oranının (M) her yaş grubu için eşit olduğu ve 0,2 olduğu kabul edilmiştir. Tüm yaş gruplarındaki balık sayıları toplanarak gölde yaklaşık 578,8 milyon adet balık olduğu hesaplanmıştır. Bunun ağırlık olarak karşılığı ise yaklaşık 21.919 tondur. En yüksek F ve Z oranları sırasıyla 0,756 ve 0,956 ile V. yaş grubu için hesaplanmıştır.

Tablo 3.23. Yaşa dayalı kohort analizi sonuçları

Yaş	Av (N*1000)	Populasyon (N*1000)	F	M	Z	S	Biyokütle (ton)
0	0	189.063	0,000	0,2	0,200	0,819	639,5
I	0	154.792	0,000	0,2	0,200	0,819	3.462,8
II	47.463	126.733	0,534	0,2	0,734	0,480	6.967,2
III	24.694	60.814	0,596	0,2	0,796	0,451	5.416,9
IV	11.020	27.446	0,587	0,2	0,787	0,455	2.905,8
V	6.002	12.500	0,756	0,2	0,956	0,384	1.505,3
VI	1.416	4.803	0,394	0,2	0,594	0,552	634,1
VII	437	2.651	0,200	0,2	0,400	0,670	387,1
Top/Ort.	91.032	578.801	0,383	0,2	0,583	0,558	21.918,7

Pseudo-cohort analiziyle hesaplanan, her yaş grubu için avlanan, doğal nedenlerle ölen ve hayatta kalan balık miktarları ile balıkçılık ölüm oranları Şekil 3.29’da

görülmektedir. 0 ile I yaş gruplarında ölümler sadece doğal nedenlerle olurken II. yaştan itibaren balıkçılık kaynaklı ölümlerin başladığı ve oransal olarak doğal ölüm oranından daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 3.29. Kohort analizi sonuçları

Van Gölü'nde inci kefalı biyokütlesinin tahminine yönelik tek çalışma 1995-1997 yıllarında Sarı (1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada yıllık avlanan balık miktarı her iki yılın ortalaması olarak 12.881 ton hesaplanmıştır. VPA (Virtual Population Analysis) metoduyla yapılan biyokütle tahmininde ise Van Gölü'ndeki toplam balık miktarı yine her iki yılın ortalaması olarak 42.700 ton, total avlanabilir balık miktarı (MSY) ise 8.400 ton olarak tahmin edilmiştir. Sarı (1997)'nin yaptığı çalışma ile çalışmamızın sonuçları Tablo 3.24'te karşılaştırılmıştır.

Tablo 3.24. Stok analiz sonucunun gölde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırılması

1994-1996 (Sarı, 1997)							2017-2021 (bu çalışma)						
Yaşlar	Av (ton)	Av (N*1000)	F	Z	Pop. (N*1000)	Biyokütle (ton)	Av (ton)	Av (N*1000)	F	Z	Pop. (N*1000)	Biyokütle (ton)	
0	-	-	-	-	-	-	0	0	0,00	0,20	189.063	639,5	
I	0	0	0,00	0,20	465.393	7.581,3	0	0	0,00	0,20	154.792	3.462,8	
II	2.665	70.686	0,23	0,43	381.032	14.239,2	3.252	47.463	0,53	0,73	126.733	6.967,2	
III	6.731	137.781	0,92	1,12	248.351	12.132,0	2.095	24.694	0,60	0,80	60.814	5.416,9	
IV	2.113	36.410	0,68	0,88	80.737	4.685,1	1.098	11.020	0,59	0,79	27.446	2.905,8	
V	795	12.132	0,50	0,70	33.576	2.199,2	666	6.002	0,76	0,96	12.500	1.505,3	
VI	482	6.524	0,56	0,76	16.621	1.228,5	188	1.416	0,39	0,59	4.803	634,1	
VII	105	1.281	0,20	0,40	7.769	637,5	65	437	0,20	0,40	2.651	387,1	
Top/ort.	12.891	264.815	0,52	0,64	1.233.478	42.703	7.363	91.032	0,38	0,58	578.801	21.918,7	

Sarı (1997)'nin çalışma yaptığı dönemde (1994-1996) Van Gölü'nde balıkların üreme amacıyla kullandıkları akarsu mansaplarında manyat ve ıgırıp gibi seçici olmayan kıyı sürütme ağlarıyla yoğun şekilde ticari balık avcılığı yapıldığı bilinmektedir (Sarı, 1997). Bu yöntemle kısıtlı bir zamanda düşük av çabasıyla çok fazla miktarlarda balık yakalamak mümkün olabilmektedir. Sarı (1997) çalışmasında, sezonluk toplam avın yaklaşık %92'sinin bahsedilen bu metotla yapıldığını belirtmektedir. Zaman içerisinde bu metodun yerini kış döneminde uzatma ağlarıyla yapılan kış balıkçılığı almıştır. Yapılış tarihleri arasında uzun zaman bulunan (24 yıl), farklı metotlara ve farklı avcılık şiddetine maruz kalan bir popülasyonun geçmişiyle şimdiki durumunu kıyaslamak çok mümkün olmasa da aynı metotların seçilmiş olması bir nebze de olsa popülasyonun gelişiminin gözlemlenmesine imkân sağlamaktadır. Tablo 3.24'te dikkat çeken önemli bir husus çalışmamızdan farklı olarak önceki çalışmada "0" yaş grubu için popülasyon büyüklüğü hesaplanmamış olmasıdır. Bunun nedeni çalışmamızda kullandığımız örneklerin avcılık sezonu süresince (Ekim – Mart) toplanmasıdır. Bu dönemde Temmuz ayında yumurtadan çıkan kohort henüz ilk yılını tamamlamadığı için "0" yaş olarak tanımlanması, Sarı (1997)'nin ise çalışmasında kullandığı örnekleri büyük çoğunlukla üreme dönemi olan mayıs-temmuz ayları arasında elde ettiği için, bir önceki yıl yumurtadan çıkan bireyleri "I" yaşında kabul etmesi böyle bir farklılığa sebep olmuştur. Çalışmamızda önceki çalışmayla aynı metot kullanılarak tahmin edilen 21.918,7 ton biyokütleinin Sarı (1997)'nin tahmin ettiğinden (42.703 ton) çok daha

düşük olması Sarı (1997)'nin da çalışmasında belirttiği gibi o dönemde inci kefalı popülasyonuna uygulanan aşırı av baskısının sonucu olarak yorumlanmalıdır. Çünkü kullanılan Pseudo VPA ya da yaşa dayalı pseudo cohort analizi temelde karaya çıkartılan avı dikkate alır ve verinin olmadığı yıllardaki ölüm oranlarının ve stoğa katılımın sabit olduğunu varsayar. Dolayısıyla yüksek av miktarları biyokütlenin de yüksek olduğu sonucunu doğurur. Aslında bu geçici bir durumdur ve Sarı (1997) da çalışmasında stoğun aşırı sömürüldüğünü F'in 0,4'e düşürülmesi gerektiğini belirtmiştir. Yaptığımız bu çalışmada ortalama F değeri 0,383 olarak hesaplanmıştır ki bu değer Sarı (1997)'nin önerdiği 0,4'ten daha düşüktür. İki çalışma arasında geçen sürede, üreme dönemi balıkçılığının azaltılmasının, koruma kontrol faaliyetlerin arttırılmasının, inci kefalı avcılığında kullanılan seçici olmayan kıyı sürütme ağlarının yerine daha seçici olan uzatma ağlarının kullanımının artmasının ve balığın bir kültürel değer olarak korunması yönündeki sosyal bilinçlenmenin etkisiyle Van Gölü'ndeki inci kefaline yönelik av baskısının azalmasının sonucu olarak stokun sürdürülebilir dengeye oturduğu ve aşırı avlanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

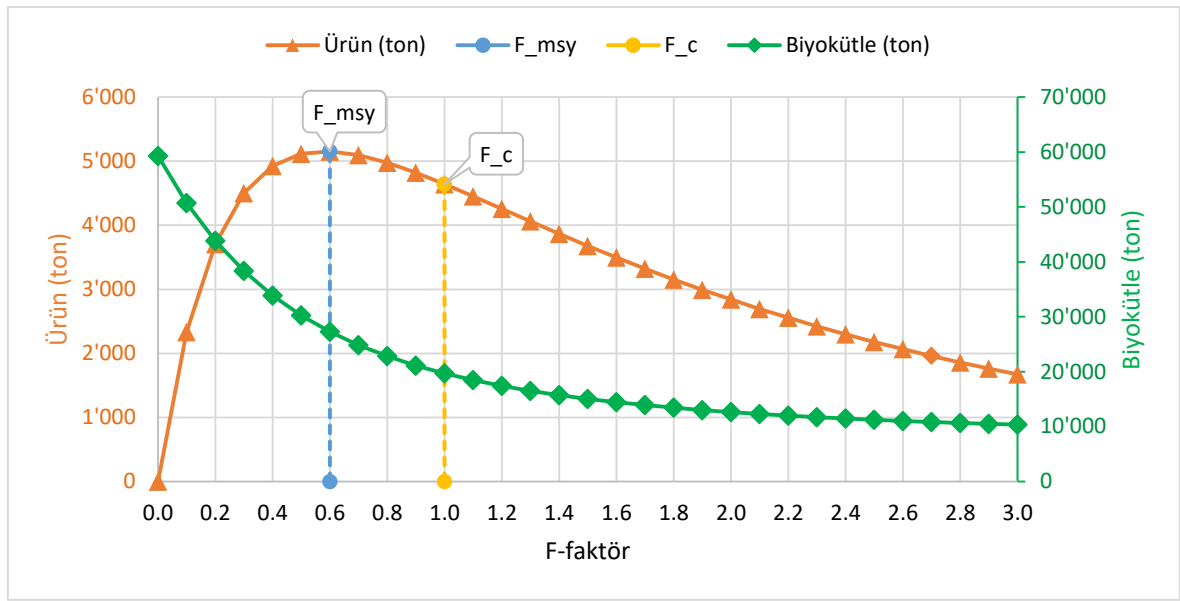
Sarı (1997) çalışmasında yıllık avlanan toplam ürünün ortalama boyunu iki sezonun ortalaması olarak 17,07 cm CL (18,55 TL) olarak hesaplamıştır. Çalışmamızda ise karaya çıkartılan avın ortalama boyu 4 sezonun ortalaması olarak 21,7 cm TL hesaplanmıştır. Av çabasındaki ve yıllık avlanan toplam av miktarındaki düşüşün yanında karaya çıkartılan ürünün boy ortalamasının da yükselmesi popülasyonun lehine olan bir durumdur ve Van Gölü inci kefalı stokunun üzerinde aşırı av baskısı olmadığını yönündeki düşüncemizi kuvvetlendirmektedir.

3.4.10.2. Thompson ve Bell metodu ile geleceğe yönelik ürün ve biyokütle tahmini

Farklı F-faktör (X) değerleri ile geleceğe yönelik ürün ve biyokütlerdeki değişimin modellendiği grafik Şekil 3.30'da görülmektedir. Grafikteki yeşil renkli eğri, biyokütleyi göstermektedir. F-faktörü "0" iken yani gölde avcılık olmadığında en yüksek değere ulaşacak olan biyokütlenin, avcılık miktarı arttıkça azalacağı ancak mevcut av aracı seçiciliği ya da avcılık davranışlarının değişmemesi halinde belirli bir seviyenin altına düşmeyeceği öngörülmektedir. Bunun nedeni, inci kefalı avcılığında kullanılan galsama ağlarının oldukça seçici av araçları olması ve "0" ve "I" yaşındaki balıkları avlamamasıdır.

Dolayısıyla bu yaş grupları populasyonun geleceğini garanti altına almakta ve biyokütlenin kritik seviyelere inmesini önlemektedir.

Grafikteki turuncu renkli eğri, ürünü göstermekte olup F-faktörü sıfır iken av olmayacağından ürün de sıfır olmaktadır. Balıkçılık çabası arttıkça ürün önceleri artmakta ve belirli bir seviyede en yükseğe (F_{msy}) çıkmaktadır, bu nokta aynı zamanda en fazla ürünün alınabileceği balıkçılık çabası miktarıdır. Bu noktadan sonra biyokütledeki azalmaya bağlı olarak ürün miktarı da balıkçılık çabasının artmasına rağmen azalmaktadır. Ürün eğrisi üzerindeki F_c değeri mevcut avcılık çabasıyla alınan ürün miktarını göstermektedir.



Şekil 3.30. Van Gölü inci kefalı stokunda av çabasının ürün ve biyokütle ile ilişkisi

Farklı F-faktör değerleri ile yapılan yaşa dayalı Thompson ve Bell analizi sonuçları Tablo 3.25-26-27-28-29-30-31’de görülmektedir. Mevcut durumu temsil eden (F -faktör=1) Tablo 3.27’deki F , Z , populasyondaki balık sayısı, avlanan balık sayısı, ürün miktarı ve biyokütle değerlerinin F -faktörünün sıfır ile 3 arasında 0,5 oranında değişmesiyle birlikte ne şekilde farklılaştıkları söz konusu tablolarda görülebilmektedir.

Tablo 3.25. Av çabasının %100 (F-faktör=X=0) azaltılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini

Yaş	$\bar{W}(g)$	F	X	M	Z	Populasyon (N)	Av (N)	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0	12,877	0,000	0,0	0,20	0,20	183.236.815	0	0,00	2.359,45
I	38,673	0,000	0,0	0,20	0,20	150.021.616	0	0,00	5.801,83
II	72,025	0,000	0,0	0,20	0,20	122.827.310	0	0,00	8.846,65
III	97,474	0,000	0,0	0,20	0,20	100.562.496	0	0,00	9.802,28
IV	113,150	0,000	0,0	0,20	0,20	82.333.608	0	0,00	9.316,01
V	126,221	0,000	0,0	0,20	0,20	67.409.057	0	0,00	8.508,42
VI	139,008	0,000	0,0	0,20	0,20	55.189.868	0	0,00	7.671,86
VII	154,500	0,000	0,0	0,20	0,20	45.185.642	0	0,00	6.981,18
Σ						806.766.414	0	0,0	59.287,7

Tablo 3.26. Av çabasının %50 (F-faktör=X=0,5) azaltılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini

Yaş	$\bar{W}(g)$	F	X	M	Z	Populasyon (N)	Av (N)	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0	12,877	0,000	0,5	0,20	0,20	183.236.815	0	0,00	2.359,45
I	38,673	0,000	0,5	0,20	0,20	150.021.616	0	0,00	5.801,83
II	72,025	0,534	0,5	0,20	0,47	94.033.071	21.086.277	1.518,74	6.772,74
III	97,474	0,596	0,5	0,20	0,50	57.159.685	13.314.360	1.297,81	5.571,61
IV	113,150	0,587	0,5	0,20	0,49	34.903.442	9.112.175	1.031,04	3.949,31
V	126,221	0,756	0,5	0,20	0,58	19.576.938	4.197.127	529,76	2.471,01
VI	139,008	0,394	0,5	0,20	0,40	13.160.479	1.693.170	235,36	1.829,42
VII	154,500	0,200	0,5	0,20	0,30	9.749.522	3.249.841	502,10	1.506,30
Σ						561.841.567	52.652.950	5.114,8	30.261,7

Tablo 3.27. Av çabasının değişmediği (F-faktör=X=1) durumda ürün ve biyokütle tahmini

Yaş	$\bar{W}(g)$	F	X	M	Z	Populasyon (N)	Av (N)	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0	12,877	0,000	1,0	0,20	0,20	183.236.815	0	0,00	2.359,45
I	38,673	0,000	1,0	0,20	0,20	150.021.616	0	0,00	5.801,83
II	72,025	0,534	1,0	0,20	0,73	71.989.026	28.740.575	2.070,04	5.185,02
III	97,474	0,596	1,0	0,20	0,80	32.489.543	13.245.285	1.291,08	3.166,90
IV	113,150	0,587	1,0	0,20	0,79	14.796.512	6.794.216	768,76	1.674,22
V	126,221	0,756	1,0	0,20	0,96	5.685.534	2.014.660	254,29	717,63
VI	139,008	0,394	1,0	0,20	0,59	3.138.224	686.413	95,42	436,24
VII	154,500	0,200	1,0	0,20	0,40	2.103.615	1.051.807	162,50	325,01
Σ						463.460.886	52.532.957	4.642,1	19.666,3

Tablo 3.28. Av çabasının %150 (F-faktör=X=1,5) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini

Yaş	$\bar{W}(g)$	F	X	M	Z	Populasyon (N)	Av (N)	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0	12,877	0,000	1,5	0,20	0,20	183.236.815	0	0,00	2.359,45
I	38,673	0,000	1,5	0,20	0,20	150.021.616	0	0,00	5.801,83
II	72,025	0,534	1,5	0,20	1,00	55.112.736	29.326.790	2.112,26	3.969,50
III	97,474	0,596	1,5	0,20	1,09	18.467.044	9.963.841	971,22	1.800,07
IV	113,150	0,587	1,5	0,20	1,08	6.272.641	3.765.458	426,06	709,75
V	126,221	0,756	1,5	0,20	1,33	1.651.193	767.567	96,88	208,41
VI	139,008	0,394	1,5	0,20	0,79	748.335	220.036	30,59	104,02
VII	154,500	0,200	1,5	0,20	0,50	453.888	272.333	42,08	70,13
Σ						415.964.269	44.316.025	3.679,1	15.023,2

Tablo 3.29. Av çabasının %200 (F-faktör=X=2,0) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini

Yaş	$\bar{W}(g)$	F	X	M	Z	Populasyon (N)	Av (N)	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0	12,877	0,000	2,0	0,20	0,20	183.236.815	0	0,00	2.359,45
I	38,673	0,000	2,0	0,20	0,20	150.021.616	0	0,00	5.801,83
II	72,025	0,534	2,0	0,20	1,27	42.192.732	26.698.786	1.922,98	3.038,94
III	97,474	0,596	2,0	0,20	1,39	10.496.661	6.710.783	654,13	1.023,16
IV	113,150	0,587	2,0	0,20	1,37	2.659.142	1.862.120	210,70	300,88
V	126,221	0,756	2,0	0,20	1,71	479.539	265.937	33,57	60,53
VI	139,008	0,394	2,0	0,20	0,99	178.447	64.224	8,93	24,81
VII	154,500	0,200	2,0	0,20	0,60	97.934	65.289	10,09	15,13
Σ						389.362.886	35.667.139	2.840,4	12.624,7

Tablo 3.30. Av çabasının %250 (F-faktör=X=2,5) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini

Yaş	$\bar{W}(g)$	F	X	M	Z	Populasyon (N)	Av (N)	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0	12,877	0,000	2,5	0,20	0,20	183.236.815	0	0,00	2.359,45
I	38,673	0,000	2,5	0,20	0,20	150.021.616	0	0,00	5.801,83
II	72,025	0,534	2,5	0,20	1,54	32.301.547	22.905.431	1.649,77	2.326,52
III	97,474	0,596	2,5	0,20	1,69	5.966.298	4.266.008	415,83	581,56
IV	113,150	0,587	2,5	0,20	1,67	1.127.282	869.428	98,38	127,55
V	126,221	0,756	2,5	0,20	2,09	139.268	87.466	11,04	17,58
VI	139,008	0,394	2,5	0,20	1,19	42.552	17.808	2,48	5,92
VII	154,500	0,200	2,5	0,20	0,70	21.131	15.093	2,33	3,26
Σ						372.856.509	28.161.234	2.179,8	11.223,7

Tablo 3.31. Av çabasının %300 (F-faktör=X=3,0) artırılması durumunda ürün ve biyokütle tahmini

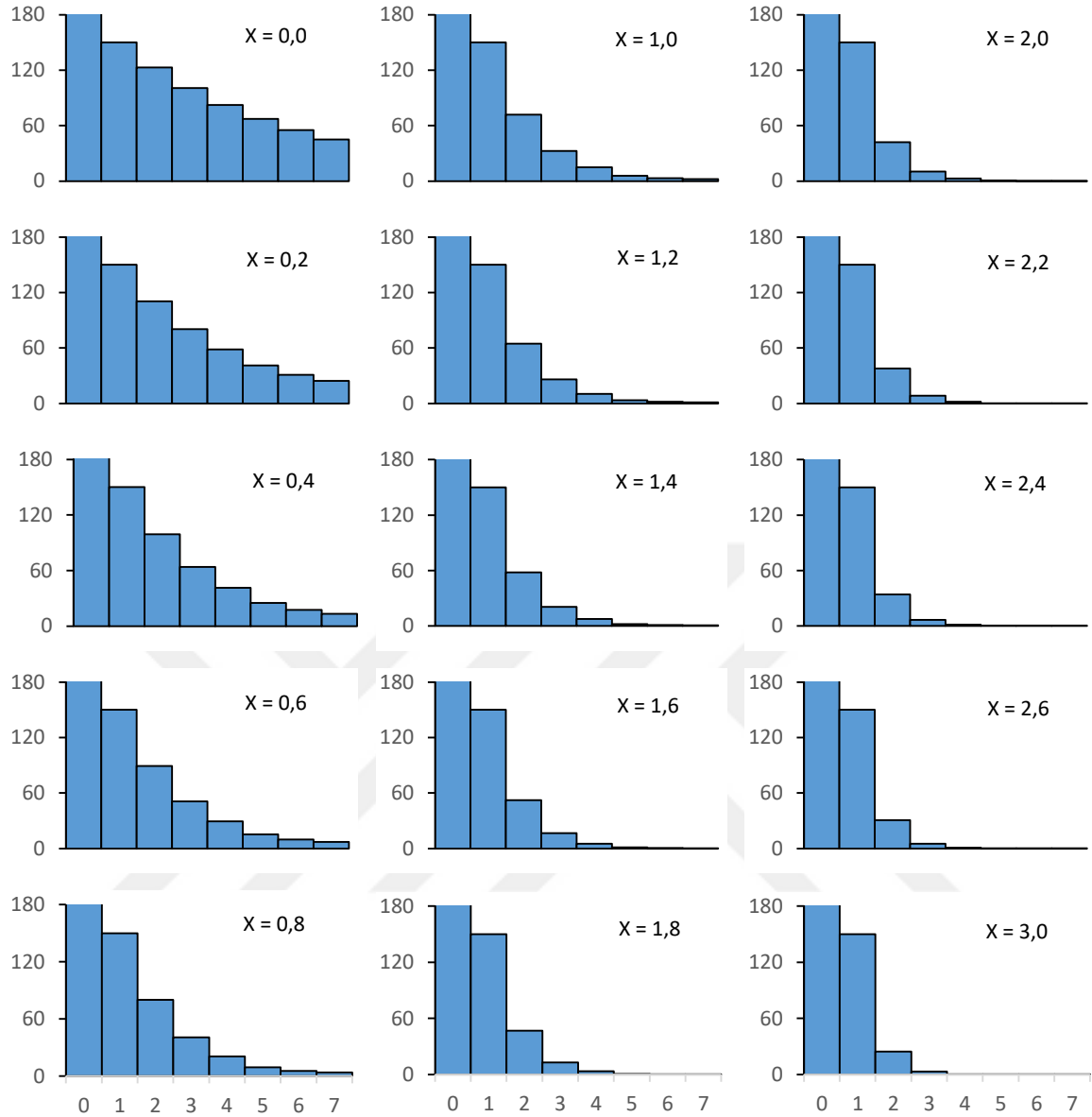
Yaş	$\bar{W}$ (g)	F	X	M	Z	Populasyon (N)	Av (N)	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0	12,877	0,000	3,0	0,20	0,20	183.236.815	0	0,00	2.359,45
I	38,673	0,000	3,0	0,20	0,20	150.021.616	0	0,00	5.801,83
II	72,025	0,534	3,0	0,20	1,80	24.729.140	18.970.699	1.366,37	1.781,12
III	97,474	0,596	3,0	0,20	1,99	3.391.242	2.620.083	255,39	330,56
IV	113,150	0,587	3,0	0,20	1,96	477.885	392.793	44,44	54,07
V	126,221	0,756	3,0	0,20	2,47	40.446	27.845	3,51	5,11
VI	139,008	0,394	3,0	0,20	1,38	10.147	4.779	0,66	1,41
VII	154,500	0,200	3,0	0,20	0,80	4.559	3.419	0,53	0,70
Σ						361.911.850	22.019.619	1.670,9	10.334,3

Yaşa dayalı öngörü modeli olan Thompson ve Bell analizi sonuçlarına göre Van Gölü'ndeki av çabasının bir göstergesi olarak tekne sayısındaki değişimlerin ürün ve biyokütle üzerindeki olası etkilerinin sonuçları Tablo 3.32'de görülmektedir.

Tablo 3.32. Farklı av çabalarına göre hesaplanan ürün ve biyokütle miktarları

F-faktör	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)	F-faktör	Ürün (ton)	Biyokütle (ton)
0 (0 tekne)	0.00	59.287,68	1,6 (188 tekne)	3.497,11	14.422,28
0,2 (24 tekne)	3.708,49	43.833,00	1,8 (212 tekne)	3.154,04	13.420,81
0,4 (47 tekne)	4.924,85	33.880,68	2,0 (236 tekne)	2.840,39	12.624,72
0,6 (71 tekne)	5.153,98	27.295,96	2,2 (260 tekne)	2.555,81	11.981,00
0,8 (94 tekne)	4.977,63	22.811,78	2,4 (283 tekne)	2.298,71	11.452,87
1,0 (118 tekne)	4.642,10	19.666,30	2,6 (307 tekne)	2.066,99	11.014,20
1,2 (142 tekne)	4.255,84	17.394,45	2,8 (330 tekne)	1.858,45	10.646,02
1,4 (165 tekne)	3.867,16	15.707,40	3,0 (354 tekne)	1.670,91	10.334,25

Farklı F-faktör değerlerine göre göldeki yaşayan balık sayıları Şekil 3.31'de görülmektedir. Av çabası arttıkça II-VII yaş aralığındaki sömürülen stokun hızla tükendiği buna karşın av araçlarının seçtiği 0 ve I yaş grubundaki bireylerin bu baskıdan etkilenmediği görülmektedir.



Şekil 3.31. Çeşitli F-faktör (X) değerlerine göre yaş sınıflarında hayatta kalan birey sayıları (x eksen; yaş, y eksen; hayatta kalan birey sayısı ($\times 1.000.000$))

Thompson ve Bell analiz sonuçları her ne kadar av çabasının %40 azaltılması durumunda gölde maksimum sürdürülebilir ürünün alınabileceğini gösterse de, inci kefal avcılığında kullanılan av araçlarının ve avcılık tekniğinin değişmediği bir senaryoda, “0” ve “T” yaş kohortları balıkçılık tarafından sömürülmemeye devam edeceği için mevcut balıkçılık çabasıyla biyokütlede ve üründe düşüş beklenmemektedir. Ayrıca buna benzer modellerde uzun yılları kapsayan bir veri setine ihtiyaç duyulmasından dolayı daha kısa zaman serisine sahip verilerle yapılan modellemelerde göreceli olarak güvenilirliği daha düşük sonuçlar alınabilir. Bu tür durumlarda stokun durumuna daha bütüncül bakmakta fayda olup karaya çıkartılan ürünün ortalama boyundaki artış, yıllık av ve çaba

miktarlarındaki değişimler, eşeyssel olgunluğa erişmeyen balıkların avlanmaması gibi olumlu göstergelerle birlikte yorumlanması daha doğru bir yaklaşım olacaktır.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Van Gölü'nde inci kefali avcılığı muhtemelen göl civarında yaşamış tüm toplumların besin ihtiyaçlarını karşılamak için başvurdukları bir yöntemdir. Göldeki balık ile insan arasında, teknolojinin gelişmediği ve insan popülasyonunun yoğun olmadığı zamanlardan kalan ve uzun çağlar boyunca bozulmadan süregelen bir denge bulunmaktaydı. Bu süre zarfında üreme mevsiminde inci kefallerinin akarsulara çıktığı ve insanlar için balığın ulaşılabilir olduğu dönemde, kısıtlı imkânlarla nehirlerde ve nehir mansaplarında basit tuzak ve engellerle balık avcılığı yapılarak günlük besin ihtiyaçları karşılanır veya salamura ya da kurutma gibi uzun süreli muhafaza yöntemleri kullanılarak kışlık besin stoku oluşturulurdu. Tüm bu avcılık faaliyetlerinin üreme döneminde yapıyor olmasına rağmen, düşük şiddetli bu avcılığın inci kefali stokunu olumsuz yönde etkilemediği tahmin edilmektedir. Ancak 20. yüzyılın ortalarından itibaren gelişen teknoloji, göl çevresinde artan insan nüfusu ve akarsuların sulama amaçlı kullanımının artması inci kefali ile insanoğlunun kurduğu bu dengenin balık aleyhinde bozulacağının habercisi olmuştur. Sarı (2001)'ya göre akarsu ağızlarında toplanan balıkların kıyı sürütme ağlarıyla avlanması 1950'li yıllarda başlamıştır. 1970'li yıllardan itibaren ise az da olsa uzatma ağlarıyla kış döneminde balık avcılığına başlanmıştır. Kıyı sürütme takımlarıyla yapılan avcılık bir süre sonra mansapların Tarım Bakanlığı'na kiraya verilmesi suretiyle yasal bir boyut kazanmış ve artan bir şiddetle 1997 yılına kadar sürmüştür. Öyle ki 1997 yılında yıllık avlanan balık miktarının 20 bin tonun üzerine çıktığı TÜİK kayıtlarına yansımıştır. 1997 yılından itibaren mansapların kiralanması işleminden vazgeçilerek ve üreme döneminde inci kefali avcılığı yasaklanarak sürdürülebilir olmayan bu avcılık modeli terk edilmiştir. Bu tarihten sonra günümüze kadar gelen süreç inci kefalinin lehine gelişmiştir. Çalışmamız göstermektedir ki yıllık avlanan ürün miktarı azalmış, popülasyonun ortalama boyu yükselmiş ve hatta yaş gruplarının ortalama boylarında bile artış meydana gelmiştir. Kısacası Van Gölü inci kefali stoğunun aşırı sömürülme dönemi (overfishing) sona ermiş ve durağan dengeli döneme (steady state) girilmiştir.

Çalışmamız illegal olarak kabul edilen üreme dönemi avcılığının tamamen engellenemediğini fakat toplam avdaki oranının %15-25 seviyelerine geriletildiğini ortaya koymaktadır (yıllık 1000-2000 ton kadar olabileceği tahmin edilmektedir). Bu başarının pek çok unsuru bulunmaktadır en önemlileri ise çalışmalarıyla farkındalık yaratan bilim insanları, sosyal girişimciler, doğaseverler, koruma kontrol görevlileri, kamu yöneticileri ve

alışanlarıdır. Tüm bu kesimlerin birlikte mücadelesi olumlu sonuçlar vermiş ve toplumda inci kefalinin korunmasına yönelik farkındalık oluşmuştur. Ancak bu oranın önümüzdeki yıllarda %10-15 seviyelerine indirilmesine yönelik çabalar arttırılmalıdır.

Tüm bu gayretler günümüzde Van Gölü inci kefali stokunun devamlılığına yönelik kaygıları gidermiştir ancak iç su alanları çevresel şartların değişimine ya da insan etkilerine karşı son derece hassas ortamlardır ve ihtiyaı asla elden bırakmamak gerekmektedir. Dolayısıyla Van Gölü inci kefali stokunun sürekli izlenmesi olası bir kötü gidişin erken farkedilmesini sağlamak ve zamanında müdahaleye imkân vermek açısından önemlidir. Van Gölü'nün büyüklüğü gölde yapılan kapsamlı stok analiz ve izleme çalışmalarını sınırlandırmıştır. Öyle ki günümüze kadar yalnızca iki çalışma yapılabilmıştir (Sarı, 1997 ve bu çalışma) ve bu çalışmalar arasında yaklaşık 24 yıllık bir zaman dilimi bulunmaktadır. Ayrıca stok analizinde kullanılan VPA türevi metotlar ancak uzun yıllar boyunca toplanmış veri setlerinin olduğu durumlarda sağlıklı sonuçlar verebilmektedir. Bu şartların sağlanmadığı durumlarda stok analizi ve öngörü modelleri arasında uyumsuzluk meydana gelmektedir. Bu bakımdan, artık günümüzde dünyanın pek çok denizinde ve i sularında kısa zamanda büyük alanlardaki balık biyoktelleri hakkında bilgi toplamaya imkân veren ve populasyon izleme ve değerlendirme çalışmaları için standart bir yöntem haline gelen hidroakustik sistemlerin Van Gölü gibi iç su ürünleri avcılığında ülkemizin en önemli kaynağında kullanılması balıkçılığımız için önemli katkılar sağlayacaktır. Hidroakustik yöntemler, kısa zamanda sonuç vermesinin yanında benzer örnekleme deseni ve akustik sistemler kullanıldığı takdirde alınan sonuçların geçmişle mukayese edilmesine de imkân sağlar. Bu bakımdan Van Gölü ve benzer alanlarda balık stoklarının izlenmesinde ve analizinde ilgili kuruluşların mutlaka akustik sistemlerden yararlanması gerekmektedir.

Çalışmamızda kullandığımız akustik sistemlerin ve akustik örnek toplama deseninin Van Gölü için yeterli olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla akustik sistemler kullanılarak 10-12 günlük bir sürede Van Gölü inci kefali popülasyonunun büyüklüğü, boy dağılımı, derinliğe bağlı veya alansal dağılımı hakkında güvenilir sonuçlar elde etmek mümkün olabilecektir. Çalışmamızda akustik verilerin değerlendirilmesinde iki farklı yaklaşım uygulanmış ve her iki yaklaşıma göre balık biyokütlesi hesaplanmıştır. Bunlardan ilki olan “Batimetrik yaklaşım” ile yapılan hesaplamada biyokütle; 17,5 bin ton, diğer bir yaklaşım olan “Jeoistatistiksel yaklaşımda” ise 16,2 bin ton olarak hesaplanmıştır. Her iki yaklaşımla hesaplanan biyoküteller birbirine oldukça yakındır ve toplanan akustik verilerin analizinde herhangi biri kullanılabilir. Ayrıca çalışmada kullandığımız “Yaşa dayalı kohort analizi” ile

21,9 bin ton biyokütle hesaplanmış olup, birbirinden çok farklı yaklaşımlarla hesaplanan bu miktarlar arasında da uyum olduğu görülmektedir.

Üreme göçü periyodu inci kefallerinin oldukça savunmasız oldukları bir dönemdir ve bu dönemde inci kefalleri çevresel veya insan kaynaklı etkilere karşı son derece hassastır. Son yıllarda iyice hissedilen küresel iklim değişikliği inci kefallerinin üremek için kullandıkları akarsuların debi ve sıcaklık değerlerini değiştirmektedir. Bunun yanında bu akarsuların farklı amaçlarla da kullanılmak istenmesinden dolayı (sulama, kum çıkarma vs.) üreme döneminde akarsularda bulunan ergin ve yavru inci kefallerinde ve inci kefali yumurtalarında toplu kayıplar yaşanabilmektedir. Akarsulardaki bu tarz faaliyetler üreme mevsiminin dışında dahi olsa inci kefalinin üreme için ihtiyaç duyduğu akış hızını, vejetasyonu ve zemin yapısını bozacağından bundan kesinlikle kaçınmak gerekmektedir. Akarsuların mansaptan belirli bir mesafeye kadar özel koruma alanı olarak kabul edilmesi ve bu tür faaliyetlerin engellenmesi gerekmektedir. Ayrıca inci kefallerinin üreme amacıyla yoğun olarak kullandıkları akarsuların üzerinde kurulan baraj, sulama bendi veya regülatörlerin, gece ya da gündüz özellikle üreme mevsimi boyunca akarsuya yeteri kadar su boşaltmaları hususuna da özellikle dikkat edilmelidir.

Sonuç olarak bu çalışma ile dünyadaki önemli balık stoklarının izlenmesinde ve değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan hidroakustik sistemlerin Van Gölü'nde inci kefali popülasyonunun izlenmesinde ve değerlendirilmesinde son derece etkili şekilde kullanılabileceği tecrübe edilmiştir. Çalışmamızda ayrıca geleneksel metotların da kullanılması inci kefali popülasyonunun mevcut durumunun, gölde daha önce yapılan çalışmayla karşılaştırılmasına imkân vermiştir. Böylece aradan geçen 24 yıllık sürede popülasyonun korunması yönünde atılan adımların ortaya çıkardığı olumlu sonuçlar bilimsel olarak ortaya konmuş ve bu çalışmaların sürdürülmesinin popülasyonun geleceğinin güvence altına alınması konusundaki önemi vurgulanmıştır. VPA gibi klasik ve hidroakustik gibi gelişmiş stok izleme ve değerlendirme yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bu çalışmanın, ileride yapılacak benzer çalışmalar için öncü ve ilham verici olması umulmaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Aasen, O., Artüz, I., Akyüz, E.** 1956. Report on a survey of the Turkish Black Sea coast. Et ve Balık Kurumu, Marine Research, 1(5).
- Akgül, M.,** 1980. Van Gölü Kapalı Havzasında yaşayan inci kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi, Biyoloji Tebliği, Aydın, 533-544.
- Akköprü, E., Aydın, F. A., Doğu A. F.,** 2019. Van Gölü seviye değişimlerinin Engil Çayı Deltası Geomorfolojisi üzerine etkisi ve Dilkaya Höyüğü ile ilişkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 72:45-51. DOI:10.17211/tcd.536643.
- Akoğlu, E.,** 2008. Atatürk Baraj Gölü'ndeki balık stoklarının klasik ve akustik teknikler kullanılarak araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Mersin, 133s.
- Akşiray, F.,** 1982. Die Umweltfaktoren, Die Verbreitung und Endwicklung Von *Chalcalburnus tarichi* (Pallas, 1811) (Pisces: Cyprinidae) in Burdur-See Begrenzen. *Water Res.*, 16:1107-1112.
- Akyurt, I., Aras, M.S., Yanar, M.,** 1985. Van Gölü Havzasında yaşayan *Chalcalburnus tarichii* (Pallas 1811)'nin büyüme durumu, gonad gelişimi, yumurta verimliliği ile et verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Et-Balık Dergisi*, 7(43):13-21.
- Anderson, C.,** 1996. Fishing on thin ice. *Western Fisheries*, January 1996:41-44.
- Ataman, N.,** 2010. Van Gölü inci kefalinde güvenli yaş tayini için uygun yapının belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 53s.
- Avşar, D.,** 1998. Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği, Baki kitap ve yayınevi, Adana, 303s.
- Aydın, F.,** 2017. Van Gölü seviye değişimleri ve kıyılar üzerindeki etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 104s.
- Balık, S., Ustaoglu, R.,** 2006. Türkiye'nin göl, gölet ve baraj göllerinde gerçekleştirilen balıklandırma çalışmaları ve sonuçları. *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, Antalya, Türkiye, 07-09 Şubat, 1-10.
- Berg, L.S.,** 1964. Freshwater fishes of the USSR and Adjacent Countries, Vol. II. 4 th Ed., *Academy of Sciences of the USSR Zoological Ins.*, 281-283s.
- Beverton, R.J.H., Holt, S.J.,** 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish.Invest.Minist.Agric.Fish.Food G.B.(2 Sea Fish.)*, 19:533s.

- Bostancı, D., Polat, N.,** 2011. Age and growth of *Alburnus tarichi* (Güldenstädt, 1814): an endemic fish species of Lake Van (Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 27:1346-1349.
- Bozaoğlu, A.S., Akkuş, M., Yeşil, A.,** 2019. Pearl mullet (*Alburnus tarichi* (Guldenstaedt, 1814)) fishing with trammel nets in Lake Van. *Commagene Journal of Biology*, 3(1):27-31, DOI: 10.31594/commagene.547234.
- Bückmann, A.De.,** 1929. Die Methodic fischereibiologischer untersuchungen an meeresfischen, *Hdb. Biol. Arb. Methoden. Lfrg.* 307, 194.
- CEN (Comité Européen de Normalisation),** 2005. Water quality - sampling of fish with multi-mesh gillnets. European Standards, EN14757.
- Clark, S.,** 1981. Use of trawl data in assessment can. *Spec. Yay. Fish. Aquat.*, 58:82-92.
- Cressie, N.,** 1993. Statistics for spatial data, revised edn. John Wiley, New York. 928s.
- Çetinkaya, O.,** 1999. Suyla gelen kültür: Ahlat'ın su kaynakları ve balıkçılığı. IX. Ahlat Kültür Haftası, "Müze Kent Ahlat'ın Türk Kültür Tarihinde Dünü ve Bugünü" Sempozyumu, Ahlat, Bitlis, Türkiye, 22-24 Ekim, 9-21.
- Çetinkaya, O., Sarı, M., Arabacı, M.,** 1995. Van Gölü inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) avcılığında kullanılan fanyalı uzatma ağların av verimleri ve seçiciliği üzerine bir ön çalışma. *E. Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Dergisi*, 12 (1-2): 1-13.
- Danulat, E., Selçuk, B.,** 1992. Life history and enviromental conditions of the anadromous *Chalcalburnus tarichi* (Cyprinidae) in the high alkaline Lake Van, Eastern Anatolia, Turkey, *Arch. Hidrobiol.*, 126(1):105-125.
- Degens, E.T., Kurtmann, F.,** 1978. Geology of Lake Van. MTA Yayınları, Ankara.
- Demiröl, F., Bilir, B., Gündüz, F., Atıcı, A.A., Çoban, M.Z., Şen, F., Gücü, A.C.,** 2019. A Preliminary Study on The Determination of The Tarek Biomass of Van Lake by Hydro Acoustic Method. *2nd International Symposium on Limnology and Freshwater Fisheries*, 03-05 September 2019. Elazığ, 130 p.
- Ebû Yahya Ebû Zekerîyya Zekerîyyâ b. Muhammed Kazvîni.** Asârü'l-Bilâd ve Ahbârü'l-i İbâd, Beyrut, 524s.
- Ebu'r-Reyhan el-Beyrunî.** Kitâbü's-Saydana fi't-Tıb, 253s.
- Echoview.** Teknik klavuz, 1.bölüm.
- Elp, M.,** 1996. İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* Palas, 1811)'nin üreme biyolojisi üzerine bir araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl üniversitesi, Van, 71s.

- Elp, M.**, 2002. Koçköprü Baraj Gölü'nde (Van) yaşayan siraz (*Capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) ve inci kefali (*Chalcalburnus tarichi* Palas, 1811) populasyonları üzerine bir araştırma, *Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 129s.
- Elp, M., Şen, F.**, 2006. Balık aşılama çalışmaları ve Van Gölü Havzası örneği. *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, Antalya, Türkiye, 07-09 Şubat 2006, 337-342.
- Elp, M., Şen, F., Atıcı, A. A.**, 2014. İnci Kefalinin (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt, 1814) Van Gölü Havzası su kaynaklarındaki yayılım bölgeleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3):228-232.
- Erinç, S.**, 1953. Doğu Anadolu Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:572, İstanbul.
- Everson, I.**, 1982. Diurnal variations in mean volume backscattering strength of an Antarctic krill (*Euphausia superba*) patch. *Journal of Plankton Research*, 4:155-162.
- Fernandes, P.G., Gerlotto, F., Holliday, D.V., Nakken, O., Simmonds, E.J.**, 2002. Acoustic applications in fisheries science: The ICES contribution. *ICES Marine Science Symposia*, 215, 483-492.
- Foley, E. J.**, 1938. Van Mıntıkasının Jeolojisi. MTA Rapor No: 719 (Yayınlanmamış), Ankara.
- Foote, K.G.**, 1983. Linearity of fisheries acoustics, with additional theorems. *Journal of the Acoustical Society of America*, 73:1932-1940.
- Froese, R.**, 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22:4, 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Frouzova, J., Kubecka, J., Balk, H., Frouz, J.**, 2005. Target strength of some European fish species and its dependence on fish body parameters. *Fisheries Research*, 75:86-96.
- Geldiay, R., Balık, S.**, 1988. Türkiye tatlı su balıkları. E. Ü. Fen Fak. Kitapları, E. Ü. Basımevi, İzmir, 519s.
- Gislason, H., Daan, N., Rice, J.C., Pope, J.G.**, 2010. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries* 11:149-158.
- Grant, W.D., Sorokin, D.Y.**, 2011. Distribution and diversity of soda lake alkaliphiles. *Extremophiles Handbook*, Springer, Tokyo. 1247s.
- Gulland, J.A.**, 1983. Fish stock assessment: A manual of basic methods. *Chichester, Wiley interscience*, 1:223.

- Gucu, A.C., Bilir, B., Aydin, C.M., Erbay, M., Kilic, S.,** 2022. An Acoustic Study on the Overwintering Black Sea Anchovy in 2020. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1), TRJFAS19187. <http://doi.org/10.4194/TRJFAS19187>
- Gündoğdu, S.,** 2010. Erçek Gölü inci kefali (*Chalcalburnus Tarichi*, Pallas, 1811) popülasyonu üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Adana, 48s.
- Hewitt, R.P., Demer, D.A.,** 1991. Krill abundance. *Nature*, 353:310.
- Hjort, J.,** 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern europe. *EN Commission Report*, Copenhagen.
- Huguet, C., Fietz, S., Stockhecke, M., Sturmb, M., Anselmetti, F.S., Rosell-Melé, A.,** 2011. Biomarker seasonality study in Lake Van, Turkey. *Organic Geochemistry*, 42:1289-1298.
- ICES,** 2005. Report of the workshop on survey design and data analysis (WKSAD), 9-13 May 2005, Se`te, France. ICES Document CM, 2005/B:07, 170s.
- İbn Haldun (Hazırlayan; Uludağ, S.,** 2009). Mukaddime I. Dergâh Yayınları, İstanbul, 407s.
- Johannesson, K.A., Losse, G.P.,** 1973. Some results of observed abundance estimations obtained in several UNDP/FAO resource survey projects. *Symposium of acoustic methods in fisheries research*, N 3. FAO, Rome, May 1973.
- Jolly, G.M., Hampton, I.,** 1990. A stratified random transect design for acoustic surveys of fish stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:1282-91.
- Jones, R.,** 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fisheries Technical Paper*, 256, 117.
- Jones, R.,** 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fisheries Technical Paper*, 256, 117s.
- Kassambara, Alboukadel,** 2021. rstatix: Pipe-Friendly Framework for Basic Statistical Tests. R package version 0.7.0. <https://CRAN.R-project.org/package=rstatix>
- Kavak, M.T., Karadoğan, S.,** 2012. Van Gölünde su yüzeyi sıcaklık değişiminin AVHRR uydu verileriyle incelenmesi, *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2012)*, 16-19 Ekim, Zonguldak.
- Kempe, S., Landmann, G., Müller, G.,** 2002. A Floating varve Chronology from the last glacial maximum terrace of Lake Van, Turkey. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 126:97-114.

- Kılıç, O.**, 2019. Orta ve yeniçağda Van Gölü'nde gemi yapımı, taşımacılık ve ticaret *Cihannüma Tarih ve Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 2:1-24.
- Kloser, R.J.**, 1996. Improved precision of acoustic Surveys of benthopelagic fish by means of a deep-towed transducer. *ICES Journal of Marine Science*, 53:407-413.
- Kocabaş, M.**, 2011. Nazik Gölü (Ahlat-Bitlis) inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi* pallas, 1811) populasyonunun yapısı, büyüme, üreme ve beslenme özellikleri üzerine araştırmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 65s.
- Kuru, M.**, 1987. Dicle-Fırat, Kuru-Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası tatlı sularında yaşayan balıkların (Pisces) sistematik ve zoocoğrafik yönden incelenmesi, *Basılmamış Doçentlik Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kuzucuoğlu, C., Christol, A., Doğu, A.F., Mouralis, D., Akköprü, E., Fort, M., Fontugne, M., Brunstein, D., Karabıyıkoglu, M., Reyss, J.L., Zorer, H.**, 2010. Formaton of the upper pleistocene terraces of Lake Van (Turkey). *Quat Sci Rev.*, 25(7):1124-1137.
- Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., Passino, D.R.M.**, 1977. In Ichthyology (2nd ed) John Wiley and Sons, Newyork, 257-259s.
- Lahn, E.**, 1948. Türkiye Göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Hakkında Bir Etüt. MTA Yayınları, No:12, Ankara.
- Lasker, R.**, 1975. The role of a stable ocean in larval fish survival and subsequent recruitment. <http://swfsc.noaa.gov/publications/CR/1981/8132.PDF>, 30 Kasım 2021.
- Litt, T., Krastel, S., Sturm, M., Kipfer, R., Örçen, S., Heumann, G., Franz, S. O., Ülgen, B.U., Niessen, F.**, 2009. 'Palaeovan', Internatonal Contnental Scientfic Drilling Programme (ICDP): Site survey results and perspectives. *Quaternary Science Reviews*, 28:1555-1567.
- Longrich, N.**, 2020. How the extinction of ice age mammals may have forced us to invent civilisation. <https://theconversation.com/how-the-extinction-of-ice-age-mammals-may-have-forced-us-to-invent-civilisation-128799>, 30 Kasım 2021.
- Matheron, G.**, 1971. The theory of regionalized variables and its application. *Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau*, Fasc. 5, Ecole Nat. Sup. des Mines de Paris.
- Maxcon, J.H.**, 1936. Nemrut Krater Gölü. *MTA Dergisi*, 5:45-49.
- McQuinn, I., Simard, Y., Beaulieu, J.L., Landry, J., Lavoie, D., Walsh, S.**, 1999. An adaptive integrated acoustic-trawl survey on Atlantic cod. *ICES CM* 1999/7:11. 7s.

- Michalsen, K., God, O.R., Ferno, A.,** 1996. Diel variation in the catchability of gadoids and its influence on the reliability of abundance indices. *ICES Journal of Marine Science*, 53:389-396.
- Mildenberger, T.K., Taylor, M.H., Wolff, M.,** 2017. TropFishR: an R package for fisheries analysis with length-frequency data. *Methods in ecology and evolution*, 8(11):1520-1527.
- Mitson, R.B.,** 1983. Acoustic detection and estimation of fish near the seabed and surface. *FAO Fisheries Report*, 300:24-37.
- Muska, M., Vasek, M., Modry, D., Jirku, M., Ojwang, E.O., Malala, J.O., Kubecka, J.,** 2012. The last snapshot of natural pelagic fish assemblage in Lake Turkana, Kenya: A hydroacoustic study. *Journal of Great Lakes Research*, 38:98-106.
- Oğuz, A. R.,** 2013. Environmental regulation of mitochondria-rich cells in *Chalcalburnus tarichi* (Pallas, 1811) during reproductive migration. *The Journal of Membrane Biology*, 246:183-188.
- Oğuz, A. R.,** 2015. A histological study of the kidney structure of van fish (*Alburnus tarichi*) acclimated to highly alkaline water and freshwater. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. 48:135-144.
- Ona, E., Mitson, R.B.,** 1996. Acoustic sampling and signal processing near the seabed: the deadzone revisited. *ICES Journal of Marine Science*, 93:677-690.
- Özdemir, H.,** 2000. Van Gölü inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) avcılığında kullanılan monofilament galsama ağların av verimi ve seçiciliği üzerine bir araştırma. *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Özdemir, N.,** 1982. Van Gölü'nde Yaşayan *Chalcalburnus tarichi* (Pallas 1811)'nin Boy-ağırlık ilişkisi ve kondüsyon faktörü üzerine bir araştırma. *Fırat Üniv. Fen Fak. Dergisi*, 2:12-15.
- Özdemir, N., Şen, D., Polat, N.,** 1985. Van Gölü'nde yaşayan *Chalcalburnus tarichi* (Pallas 1811)'nin et randımanı ve yöre halkı için önemi. *Elazığ Bölgesi Veteriner Hekimler Odası Dergisi*, 1 (3):38-43.
- Parrish, B.B.,** 1953. A proposal for the introduction of organised echo-search in North Sea herring investigations. *ICES CM 1953/Pelagic Committee*: 30.4s.
- Pauly, D.,** 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 175-192.
- Pauly, D.,** 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish.Tech.Pap.*, (234): 52s.

- Pauly, D.**, 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Stud.Rev.*, 8:325s.
- Pauly, D, Munro J.L.**, 1984. Once more on growth comparison in fish and invertabrates. *Fishbyte*, 2(1):21s.
- Perivolioti, T.M., Frouzova, J., Tušer, M., Bobori, D.**, 2020. Assessing the fish stock status in Lake Trichonis: A hydroacoustic approach. *Water* 12:1823. <https://doi.org/10.3390/w12061823>.
- Pollom, R.A., Rose, G.A.**, 2015. Size-based hydroacoustic measures of within-season fish abundance in a boreal freshwater ecosystem. *Plos One*, 10(4):e0124799.
- Pope, J.G.**, 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Res.Bull.ICNAF*, 9:65-74.
- Reid, D.G.**, 2000. Echo trace classification. *ICES Cooperative Research Report*, 238. 115s.
- Ricker WE.**, 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fish Res Board Can Bull.* 191.
- Rose, G.A.**, 1995. Cod spawning on a migration highway in the north-west Atlantic. *Nature*, 366:458-461.
- Sarı, M.**, 1997. Van Gölü inci kefalinin (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) stok miktarının tahmini ve balıkçılık yönetim esaslarının belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Ege Üniversitesi, İzmir, 85-117s.
- Sarı, M.**, 2001. Van Gölü inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) stok miktarının tahmini ve balıkçılık yönetim esaslarının belirlenmesi. ÇEKÜL Vakfı, Bilimsel Eserler Serisi, ISBN: 975-6825-01-4, İstanbul, 150s.
- Sarı, M.**, 2008. Integrated sustainable fisheries management for pearl mullet of Lake Van, Turkey, *Environmental Technologies*, Edit; Özkara, G., E.B., ISBN: 978-3-902613-10-3.
- Schweizer, G.**, 1975. Untersuchungen zur Physiogeographie von Ostanatolien und Nordwestran, geomorphologische, klima- und hydrogeographische Studien im Vansee- und Rezaiehsee- Gebiet. Tübinger Geographische Studien, Institute of Geography, University of Tuübingen.
- Selçuk, B.**, 1993. Van Gölü'nde fito ve zooplankton türlerinin tespiti ve bir yıl içindeki aylık dağılımları. *Doktora Tezi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 201s.
- Simmonds, E.J., Fryer, R.J.**, 1996. Which are better, random or systematic acoustic surveys? A simulation using North Sea herring as an example. *ICES J. Mar. Sci.* 53:39-50.

- Simmonds, E.J., MacLennan, D.,** 2005. Fisheries Acoustics: Theory and Practice. Blackwell Science, Oxford. 437s.
- Simmonds, E.J., Williamson, N.J., Gerlotto, E., Aglen, A.,** 1992. Acoustic survey design and analysis procedure: a comprehensive review of current practice: *ICES Cooperative Research Report*, 187:127s.
- Simmonds, J., MacLennan, D.,** 2005. Fisheries acoustics, theory and practice, 2nd ed. Oxford: Blackwell Publishing, 437s.
- Simrad,** 2012. Simrad EK60 yankısayar kullanma klavuzu.
- Sparre P., Venema, S.C.,** 1998. Introduction to tropical fish stock assessment, Vol 306/1. FAO Fisheries Technical Paper.
- Sparre, P., Ursin E., Venema, S.C.,** 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. *Part 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap.,* (306.1):337s.
- Stepnowski, A., Gücü, A.C., Bingel, F.,** 1993. Assessment of the pelagic fish resources in the southern Black Sea using echo integration and dual-beam processing. *Archives of Acoustics*, 18, 1, 83-104.
- Stockhecke, M., Kwiecien, O., Vigliotti, L., Anselmetti, F.S., Beer, J., Çağatay, M.N., Channell, E.T., Kipfer, R., Lachner, J., Litt, T., Pickarski, N., Sturm, M.,** 2014. Chronostratigraphy of the 600,000 year old continental record of Lake Van (Turkey), *Quaternary Science Reviews*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.04.008>.
- Şen, F., Çetinkaya, O., Elp, M.,** 1999. Nazik Gölü (Ahlat-Bitlis) siraz (*Capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) populasyonu üzerinde bir araştırma. *X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, Adana, Türkiye, 22-24 Eylül, Cilt: II: 465-475.
- Şen, F., Paruğ, Ş. Ş., Elp, M.,** 2015. İnci Kefali'nin (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt, 1814) dünü bugünü ve geleceği üzerine projeksiyonlar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3):347-356.
- Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G., Hewitt, D.A.,** 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES J. Mar. Sci.* 72:82-92.
- Thompson, W.F., Bell, F.H.,** 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep.Int.Fish. (Pacific Halibut) Comm.*, 8:49s.
- TOKB,** 1986. Su ürünleri geliştirme projesi (İnci kefali araştırma projesi), *Proje Uygulama Genel Müdürlüğü, Araştırma Projeleri Çalışma Grup Toplantısı*, Muğla, 23s, (Yayınlanmamış).

- Tuğrul, S., Dumlu, G., Baştürk, Ö., İlhan, C., Balkaş, T.,** 1984. Van Gölü özümleme kapasitesinin saptanması ve evsel nitelikli atık su arıtımı ve deşarjı optimizasyonu. İller Bank. Gen. Müd. ve TÜBİTAK Marmara Arş. Ens. Ortak Projesi No: 0730018301, Yayın No: 145, Gebze, 183s.
- URL-1,** 2021. <http://www.iucnredlist.org/details/4375/0>. Nesli tehlike altında olan türler listesi (kırmızı Liste). 30 Kasım 2021.
- URL-2,** 2021. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas>. Su ürünleri istatistikleri. 30 Kasım 2021.
- URL-3,** 2021. <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/22928.pdf>. Denizlerde ve iç sularda ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen 1997-1998 av dönemine ait 31/1 numaralı sirküler, s30, 30 Kasım 2021.
- URL-4,** 2021. <http://subis.tarim.gov.tr>. Su Ürünleri Bilgi Sistemi Resmi İnternet Sitesi. 30 Kasım 2021.
- URL-5,** 2021. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/sumae> Trabzon Merkez Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (SUMAE) resmi internet sitesi, TAGEM ve TÜBİTAK projeleri. 30 Kasım 2021.
- URL-6,** 2021. https://tr.wikipedia.org/wiki/Van_G%C3%B6lü. Wikipedi, özgür ansiklopedi. 30 Kasım 2021.
- Ünlüata, Ü., Bingel, F., Bekiroğlu, Y., Gücü, A.C., Niermann, U., Kıdeys, A.E., Mutlu, E., Doğan, M., Kayıkçı, Y., Avşar, D., Genç, Y., Okur, H., Zengin, M.,** 1996. Karedeniz Stok Tespiti Projesi, DEBÇAG 74/G, DEBÇAG 139/G ve DEBAG 115/G, Final Raporu, Trabzon.
- Valeton, I.,** 1978. A morphological and petrologicaal study of the terraces around Lake Van, Turkey. Geology of Lake Van, Degens E, Kurtmann F edit. MTA Yayınları, 64-80, Ankara.
- Vitale, F., Worsøe Clausen, L., Ní Chonchúir, G. (Eds.),** 2019. Handbook of fish age estimation protocols and validation methods. ICES Cooperative Research Report No:346.180s. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5221>
- Walline, P.D.,** 2007. Geostatistical simulations of eastern Bering Sea walleye pollock spatial distributions, to estimate sampling precision. *ICES Journal of Marine Science*, 64:559-569.
- Walsh, S.I., Engås, A., Ferro, R.S.T, Fontaine, R., Van Marlen, B.,** 2002. To catch or conserve more fish: the evolution of fishing technology in fisheries science. *ICES Marine Science Symposia*, 215:493-503.
- Wick, L., Lemcke, G., Sturm, M.,** 2003. Evidence of lateglacial and holocene climatic change and human impact in Eastern Anatolia: High-resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van, Turkey. *The Holocene*, 13(5):665-675.

Yemişen, D., Soyupak, S., Yerli, S.V., Akbay, N., Işık, O., Aytekin, A., Üstündağ, S., Öztekin, Z., Anul, N., Alp, E., Aydoğın, A., Güven, E., Gücü, A.C., Çiçek. B.A., 2000. Keban Baraj Gölü Limnolojisi ve Balıkçılığın Geliştirilmesi. 7. Aşama YDABÇAĞ-613/G, *Final Raporu*, Ankara.

Yeşil, A, 2018. Van Gölü balıkçılığının yapısal analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 68s.



ÖZGEÇMİŞ



EKLER

EK 1, Doktora tez çalışmasına ait çeşitli resimler



