



T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE BALIK GEÇİTLERİ SORUNLARI:  
GÜMÜŞHANE ve BAYBURT ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet Emir KÖSE**

**MAYIS 2021  
GÜMÜŞHANE**



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE BALIK GEÇİTLERİ SORUNLARI:  
GÜMÜŞHANE ve BAYBURT ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet Emir KÖSE**

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
“İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı”  
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 19.04.2021**

**Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 07.05.2021**

**MAYIS 2021**

## TEZ BEYANNAMESİ

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlamış olduğum "Hidroelektrik Santrallerde Balık Geçitleri Sorunları: Gümüşhane ve Bayburt Örneği" isimli tez çalışmasında; bütün bilgi ve belgeleri genel akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak hazırlayıp sunduğumu, başka kaynaklardan yararlandığım bilgileri metin ve kaynaklarda eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksi durumda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.  
19/04/2021

**Ahmet Emir KÖSE**

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE BALIK GEÇİTLERİ SORUNLARI:  
GÜMÜŞHANE ve BAYBURT ÖRNEĞİ**

Ahmet Emir KÖSE

Gümüşhane Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Salim Serkan NAS

2021, 127 sayfa

Yeryüzünde artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte enerjiye duyulan ihtiyaç da artmaktadır. Ülkeler, bu enerji ihtiyacını genellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktadır. Günümüzde, sucul sistemler üzerine artan taleplerin karşılanabilmesi için pek çok bent, regülatör, baraj ve hidroelektrik santral gibi yapılar kurulmaktadır. Coğrafi yapısından dolayı ülkemizde de bu yapılara sıkça rastlanmaktadır. Bu yapılar özellikle memba ve mansaba olan balık göçlerini olumsuz etkilemekte ve pek çok canlı için tehlike oluşturmaktadır. Sucul sistemler üzerindeki doğal engellerin veya regülatör, baraj, hidroelektrik santral, bent gibi insan yapımı engellerin üzerine ya da çevresine diadrom (göçmen) balıkların memba-mansap ve/veya mansap-memba doğal hareketlerine yardımcı olacak hidrolik yapıların yapılması gerekmektedir. Bu hidrolik yapıların en önemli olanları da balık geçitleridir. En çok kullanılan balık geçidi, havuzlu geçit tipidir. Balık geçitlerinin tasarımında göz önünde bulundurulması gereken iki ana husus vardır. Bunlardan ilki geçmesi hedeflenen balığın balık geçidi girişini bulabilmesi, ikincisi ise balıkların geçitten

yüzmeyi başarıyla tamamlayıp engelin diğer tarafına ulaşabilmesidir. 1380 Sayılı Su Ürünleri Kanununun 22. Maddesi ile akarsular üzerinde kurulmuş veya kurulacak olan baraj ve regülatör gibi su yapılarında su ürünlerinin geçmesine mahsus balık geçidi yapılması ve işler durumda bulundurulması zorunlu hale getirilmiştir. Ülkemizin coğrafik durumu, her havzanın kendine özgü morfolojik özellikleri ve ekosistem çeşitliliği nedenleriyle balık geçitlerinin yapılacağı su yapılarının belirlenmesinde, balık geçidi tipleri yanında değerlendirmelerin bir bütün olarak yapılması gereken geçişlere uyumlu türbin vb. mekanik ekipmanların seçiminin de önemli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Gümüşhane ve Bayburt ili özelinde yapılan çalışmada, bu parametrelerin uygulamada ne gibi yararları/zararları olduğu da incelenmiştir.

Literatür taraması, ilgili kurumlardan veri toplanması ve saha çalışmaları (alanda yapılan gözlemler, tesis sorumlularından temin edilen ve/veya yerinde yapılan ölçüm ve tespitler) sonrasında yapılan anket sonuçlarıyla balık geçitleri konusunda toplumsal bilincin sorgulandığı bu çalışmada, balık geçitleri olarak adlandırılan hidrolik yapıların projelendirme, inşaat ve işletme-bakım aşamaları ile ilgili bilgi vermek, bu konu üzerinde önceden yapılmış çalışmaları incelemek, balık geçitlerinin önemini vurgulamak, Gümüşhane ve Bayburt illerinde mevcut bu yapıları yerlerinde gözlemleyerek özellikle işletmede karşılaşılan sorunlara çözüm önerileri getirmek amaçlanmaktadır. Bu nedenle çalışma alanında hidroelektrik santrallerde balık geçitlerinin olup olmaması, mevcut balık geçitlerinin bakımının yeterli düzeyde yapılıp yapılmaması, balık geçitlerinin balıklar tarafından kullanılıp kullanılmaması veya yapılan geçidin balığın cinsine uygun olup olmaması gibi temel balık geçitleri sorunları ele alınıp incelenmiştir.

Çalışmanın sonucunda, balık geçidi olmayan su yapılarına uygun tipte geçit yapılması, çalışmayan ya da kısmi çalışan mevcut balık geçitlerinin onarılması-iyileştirilmesi ve özellikle taşkınlardan sonra temizliklerinin yapılması gibi durumlarda bu geçitlerden göç ve hareket eden balık sayısında olumlu yöndeki artışlar ve sürdürülebilir ekosistem bütünlüğü vurgulanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Balık Geçitleri Sorunları, Balık Göçü, Havuzlu Geçit, Hidrolik, Regülatör, Yenilenebilir Enerji

**ABSTRACT**  
**MS THESIS**

**FISH PASSES PROBLEMS IN HYDROELECTRIC POWER PLANTS: CASE  
STUDY GÜMÜŞHANE and BAYBURT**

Ahmet Emir KÖSE

Gumushane University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Salim Serkan NAS

2021, 127 pages

With the increasing population and developing technology in the world, the need for energy is also increasing. Countries generally meet this energy need from renewable energy sources. Today, many dams, regulators, dams and structures such as hydroelectric power plants are established in order to meet the increasing demands on aquatic systems. Due to its geographical structure, these structures are frequently encountered in our country. These structures negatively affect fish migrations, especially upstream and downstream, and pose a danger to many living things. It is necessary to build hydraulic structures on or around natural barriers on aquatic systems or man-made barriers such as regulators, dams, hydroelectric power plants, weirs to assist the natural movement of diadromes (migratory) upstream-downstream and / or downstream-upstream. The most important of these hydraulic structures are fish passages. The most used fish pass is the pool pass type. There are two main considerations in the design of fish passes. The first is that the fish targeted to pass can find the entrance of the fish pass, and the second is that the fish can successfully complete

their swimming through the pass and reach the other side of the barrier. With the Article 22 of the Fisheries Law No. 1380, it has been made obligatory to build a fish pass for the passage of fishery products and keep them in working condition in water structures such as dams and regulators established or to be established on rivers. In determining the water structures where fish passes will be made due to the geographical situation of our country, the specific morphological characteristics of each basin and the diversity of ecosystems, turbines, etc. compatible with the transitions that should be evaluated as a whole, as well as the fish pass types. It should be noted that the choice of mechanical equipment is also important. In the study conducted specifically for Gümüşhane and Bayburt provinces, the benefits / harms of these parameters in practice were also examined.

In this study, in which social awareness about fish passes is questioned with the results of the surveys made after the literature review, data collection from the relevant institutions and field studies (observations made in the field, measurements and determinations made by the plant managers and / or on-site), the hydraulic structures called fish passages It is aimed to provide information about the operation and maintenance phases, to examine the previous studies on this subject, to emphasize the importance of fish passes, to observe these existing structures in Gümüşhane and Bayburt provinces and to offer solutions to the problems encountered in the enterprise. For this reason, basic fish pass problems such as whether there are fish passes in hydroelectric power plants, whether the existing fish passes are adequately maintained, whether the fish passes are used by fish, or whether the passage is suitable for the fish species have been discussed and examined.

As a result of the study, it is emphasized that there is a positive increase in the number of fish migrating and moving through these passages and sustainable ecosystem integrity in cases such as making a suitable type of passage for water structures that do not have fish passes, repairing and improving existing fish passes that are not working or partially working, and cleaning them especially after floods.

**Keywords:** Fish Pass Problems, Fish Migration, Pool Pass, Hydraulics, Regulator, Renewable Energy

## TEŞEKKÜR

Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada; Gümüşhane ve Bayburt illerinde bulunan hidroelektrik santrallerindeki balık geçitleri incelenmiş, bu geçitlerin projelendirme, inşaat ve işletme-bakım süreçleri göz önünde tutularak mevcut sorunlar tespit edilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir.

Tez çalışması, Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Salim Serkan NAS danışmanlığında gerçekleştirilmiştir. Çalışma gerçekleştirilirken öncelikle yüksek lisans tez konusunun seçiminde mevcut şartları değerlendirerek bana kolaylık sağlayan, saha çalışmaları esnasında ve çalışmaların yürütülmesinde bana zaman ayırıp sabırla ve ilgiyle faydalı olabilmek için elinden gelenin en iyisini yapan ve her türlü desteğini gördüğüm kıymetli danışman hocam sayın Prof. Dr. Salim Serkan NAS'a teşekkürü bir borç bilirim.

Kapısını her çaldığımda beni geri çevirmeyen, tezimin her aşamasında tecrübelerinden faydalandığım ve her karşılaştığım zorluğu beraber aştığımız sevgili kuzenim Öğr. Gör. Meltem ŞAHİN ve onun çok kıymetli eşi Doç. Dr. Rıdvan ŞAHİN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans programına başladığım günden beri en büyük destekçim olan çocukluk arkadaşlarım İnşaat Mühendisi Fatih ÜNAL'a ve Uluslararası İlişkiler Uzmanı Okay YAĞLIDERE'ye, yalnızca eğitim hayatımda değil hayatımın her anında yanımda olduğunu bildiğim Gümüşhane Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde yüksek lisans eğitimi görmekte olan çok değerli arkadaşım Sevcan GÜLEN'e teşekkür ederim.

Tez yazım aşamasında sürekli yardım aldığım ablam Türkçe Öğretmeni Tülay KÖSE'ye ve saha çalışmalarında beni bir an olsun yalnız bırakmayan ve benim bugünlere gelmemi sağlayan kıymetli aileme yanımda oldukları her an için sonsuz teşekkür ederim.

Ahmet Emir KÖSE  
Gümüşhane, 2021

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	IV
ABSTRACT .....	VI
TEŞEKKÜR .....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XIII
TABLolar DİZİNİ.....	XVII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	XVIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	2
1.3. Enerji .....	3
1.4. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	3
1.4.1. Kullanışlarına Göre Enerji Kaynakları .....	3
1.4.2. Hidroelektrik Enerji.....	4
1.5. Hidroelektrik Santraller .....	4
1.6. Pompaj Rezervuarlı Santraller .....	9
1.7. Küçük Hidroelektrik Santraller (KHES) .....	11
1.8. HES' lere İlişkin Genel Bilgiler .....	13
1.8.1. Dünya Ölçeğinde HES.....	14
1.8.2. Türkiye Ölçeğinde HES.....	14
1.9. HES'lerin Çevreye Olan Etkileri.....	15
1.9.1. Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Avantajları .....	16
1.9.2. Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Dezavantajları.....	17
1.10. Hidroelektrik Santrallerde Su Canlılarının Durumu.....	17
1.11. Balık Geçitleri ve Endemik Türler .....	21
1.11.1. Balık Geçidi Tipleri .....	22
1.11.1.1. Havuzlu Geçitler.....	23
1.11.1.2. Yarıklı Geçitler .....	23
1.11.1.3. Denil Geçitler .....	25

1.11.1.4.	Yılan Balığı Merdivenleri.....	26
1.11.1.5.	Balık Eklüzleri.....	27
1.11.1.6.	Balık Asansörü .....	28
1.11.2.	Taşılmalı ve Tuzaklı Balık Geçitleri.....	29
1.11.3.	Menfez Tipi Balık Geçitleri.....	31
1.11.4.	Diğer Balık Geçidi Tipleri.....	31
1.11.4.1.	Yan Yol Balık Geçidi .....	32
1.11.4.2.	Kayalık Rampalı Balık Geçidi.....	32
1.11.4.3.	Taban Rampası ve Meyilli Tabanlı Balık Geçidi .....	33
1.11.4.4.	Kilit Tipi Balık Geçidi.....	34
1.11.5.	Doğala Benzer Balık Geçidi Tipleri .....	34
1.12.	En Uygun Balık Geçidi Konumu.....	35
1.13.	Balık Geçidi Girişi ve Çağırma Yolları.....	37
1.14.	Balık Geçidi Çıkışı ve Çıkış Şartları .....	39
1.15.	Balık Geçidinde Bulunan Suyun Debisi ve Akıntı Koşulları .....	41
1.16.	Balık Geçidinin Eğimi, Uzunluğu ve Dinlenme Havuzları.....	41
1.17.	Balık Geçidi Tabanının Tasarımı .....	44
1.18.	Balık Geçitlerinin Bakımı.....	45
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	46
2.1.	Giriş .....	46
2.2.	Gümüşhane İli Genel Özellikleri.....	47
2.2.1.	Akarsular .....	47
2.2.2.	Gümüşhane İlindeki Hidroelektrik Santraller .....	48
2.3.	Bayburt İli Genel Özellikleri .....	49
2.3.1.	Akarsular .....	49
2.3.2.	Bayburt İlindeki Hidroelektrik Santraller.....	50
3.	BULGULAR ve İRDELEME .....	51
3.1.	Köprübaşı HES.....	51
3.1.1	Köprübaşı Regülatörü.....	52
3.1.2.	Köprübaşı Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu .....	53
3.2.	Güzeloluk HES .....	54
3.2.1.	Güzeloluk Regülatörü.....	55
3.2.2.	Güzeloluk Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu .....	56

3.3.	Torul Barajı ve HES .....	58
3.3.1.	Torul Barajı .....	58
3.3.2.	Torul Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu.....	59
3.4.	Fındık HES .....	60
3.4.1.	Fındık Regülatörü .....	61
3.4.2.	Fındık Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu.....	62
3.5.	Büyükdüz HES .....	64
3.5.1.	Elmalı Regülatörü.....	65
3.5.2.	Elmalı Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu .....	66
3.5.3.	Taşoba Regülatörü.....	68
3.5.4.	Taşoba Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu .....	69
3.6.	Mor 2 HES.....	71
3.6.1.	Mor 2 Regülatörü.....	72
3.6.2.	Mor 2 Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu .....	73
3.7.	Kürtün Barajı ve HES.....	75
3.7.1.	Kürtün Barajı .....	75
3.7.2.	Kürtün Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu .....	77
3.8.	Akköy 1 Can Suyu ve HES .....	78
3.8.1.	Akköy 1 Barajı .....	78
3.8.2.	Akköy 1 Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu.....	80
3.9.	Akköy 2 Barajı ve HES .....	80
3.9.1.	Gökçebel Barajı .....	82
3.9.2.	Gökçebel Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu .....	83
3.9.3.	Yaşmaklı Barajı .....	83
3.9.4.	Yaşmaklı Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu .....	84
3.10.	Bayburt HES.....	85
3.10.1.	Kop ve Bayburt Regülatörleri .....	86
3.10.2.	Kop ve Bayburt Regülatörlerinin Balık Geçitleri ve Durumu.....	87
3.11.	Yıldırım HES.....	88
3.11.1.	Yıldırım Regülatörü.....	89
3.11.2.	Yıldırım Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu .....	90
3.12.	Bayburt HES (Küçük) .....	92
3.12.1.	Bayburt Regülatörü (Küçük) .....	93

3.12.2.	Bayburt Regülatörünün (Küçük) Balık Geçidi ve Durumu.....	94
3.13.	Çoruh Un Fabrikası ve HES .....	94
3.13.1.	Çoruh Un Regülatörü.....	95
3.13.2.	Çoruh Un Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu .....	96
3.14.	Anket Çalışması.....	97
3.14.2.	Demografik Özellikler ve Anket Sorularına Verilen Yanıtlar.....	97
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	113
5.	KAYNAKLAR.....	120
6.	EKLER .....	128
	ÖZGEÇMİŞ	



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1.	Bir hidroelektrik santralin elemanları (Şekkeli ve Keçecioğlu, 2011; Ünver vd., 2015; Oral vd., 2017; Onurbaş Avcıoğlu, 2017).....	5
Şekil 1.2.	Hazar gölü HES yapı elemanları (Tuna, 2012; URL-2, 2021).....	6
Şekil 1.3.	Nehir tipi hidroelektrik santrali ve regülatörü (Eroğlu, 2011). ....	8
Şekil 1.4.	Kanal tipi hidroelektrik santralinin çalışma düzeneği (Eroğlu, 2011). ....	8
Şekil 1.5.	Baraj tipi hidroelektrik santralinin çalışma düzeneği (URL-3, 2021).....	9
Şekil 1.6.	Pompaj rezervuarlı hidroelektrik santralinin bir kesiti (Baş, 2014). ....	10
Şekil 1.7.	Pompaj rezervuarlı HES'lerin dünyadaki bazı örnekleri (URL-4, 2021; URL-5, 2021; URL-6, 2021). ....	11
Şekil 1.8.	Küçük hidroelektrik santrallerin debi-düşü grafiği (Özbay, 2009; Onurbaş Avcıoğlu, 2017, URL-7, 2021). ....	12
Şekil 1.9.	Düşü ve debi değerlerine göre kullanılacak türbin tipleri (Özdemir vd., 2020; URL-1, 2021). ....	13
Şekil 1.10.	Colorado (ABD) nehrindeki su akış hızındaki değişim (Berkün vd., 2008). ....	17
Şekil 1.11.	Hidroelektrik güç istasyonunun giriş bölümünün hassas tel örgüyle çevrilmesi (Berkün vd., 2008). ....	18
Şekil 1.12.	Türbinlerdeki balık geçişleri (URL-8, 2021). Izgaraların balık göçünü engellemesi (Berkün vd., 2008). ....	19
Şekil 1.13.	John Day Dam balık geçidi (URL-9, 2021). Büyük balıklar için mansap yönlü balık geçidi ve küçük balıklar için bypass sistemleri (URL-10, 2021). Yüzeysel toplayıcılar (URL-11, 2021).....	21
Şekil 1.14.	Doğal balık geçidi (a), tasarlanan balık geçidi (b) (Tüfek, 2009; Sever, 2014; Bozkurt ve Yüksel, 2017).....	22
Şekil 1.15.	Havuzlu bir geçidin yapısı ve ayrıntısı (Tüfek, 2009; Alp ve Akyüz, 2012; Üçüncü ve Altındağ, 2012; Sever, 2014; URL-12, 2021).....	23
Şekil 1.16.	Tek yarık balık geçidi kesiti (Tüfek, 2009; URL-12, 2021). ....	24
Şekil 1.17.	Çift yarık balık geçidi kesiti (Tüfek, 2009; Meşe, 2019).....	24
Şekil 1.18.	Denil geçit kesiti (Üçüncü ve Altındağ, 2012; Ekren, 2015; URL-12, 2021). 25	

Şekil 1.19.	Moselle nehrinde bulunan Zeltingen bendindeki yılan balığı merdiveni örneği (Tüfek, 2009; Meşe, 2019).....	26
Şekil 1.20.	Balık eklüzü işleyiş şekli (Tüfek, 2009; Sever, 2014; URL-12, 2021).....	27
Şekil 1.21.	Balık asansörünün yapısı ve çalışma şekli (Ekren, 2015; URL-12, 2021).....	28
Şekil 1.22.	Fransa/Dordogne nehrindeki Tuilières balık asansörü (Tüfek, 2009).....	29
Şekil 1.23.	Tuzaklama ile balıkların asansörlerle taşınması (Bozkurt ve Yüksel, 2017)..	30
Şekil 1.24.	Mevcut baraja sonradan yapılan bir balık geçidi (Bozkurt ve Yüksel, 2017).	30
Şekil 1.25.	Menfez tipi balık geçidi (Üçüncü ve Altındağ, 2012).....	31
Şekil 1.26.	Yan yol balık geçidi (Tüfek, 2009; URL-12, 2021).....	32
Şekil 1.27.	Hareketli kapakları olan bent ve sabit bent balık rampaları (URL-12, 2021).	33
Şekil 1.28.	Taban rampası ve meyilli taban (Tüfek, 2009; URL-12, 2021).....	33
Şekil 1.29.	Doğala benzer balık geçidi (Tüfek, 2009).....	34
Şekil 1.30.	Moselle nehri üzerindeki Neef barajının balık geçidi (ok işaretli) (Tüfek, 2009; Balbay, 2011). .....	35
Şekil 1.31.	Kıyı kesimlerinde birikme ve aşınma bölgeleri bulunan bir nehir üzerindeki akışın şema ile gösterimi (Tüfek, 2009; Sever, 2014; URL-12, 2021). .....	36
Şekil 1.32.	Yan geçit şekli (Tüfek, 2009; Balbay, 2011). .....	37
Şekil 1.33.	Ön oda ve çağırma akıntısı (Tüfek, 2009; Balbay, 2011). .....	38
Şekil 1.34.	Rezervuar bölgesinde farklı kotlardaki balık çıkışları (su girişleri) (Tüfek, 2009; Balbay, 2011). .....	40
Şekil 1.35.	Bir balık geçidindeki dinlenme havuzları (URL-14, 2021). .....	43
Şekil 1.36.	Yarıklı bir balık geçidinin tasarımı ve tabanında bulunan kaba malzeme (Tüfek, 2009; Sever, 2014). .....	44
Şekil 2.1.	Gümüşhane ili haritası (URL-15, 2021).....	47
Şekil 2.2.	Gümüşhane ilindeki HES'lerin harita üzerindeki konumu .....	48
Şekil 2.3.	Bayburt ili haritası (URL-17, 2021).....	49
Şekil 2.4.	Bayburt ilindeki HES'lerin harita üzerindeki konumları .....	50
Şekil 3.1.	Köprübaşı regülatörünün uydu görüntüsü.....	52
Şekil 3.2.	Köprübaşı regülatörünün memba ve mansap kısmı .....	52
Şekil 3.3.	Köprübaşı regülatörünün balık geçidi .....	53
Şekil 3.4.	Güzeloluk regülatörünün uydu görüntüsü.....	55
Şekil 3.5.	Güzeloluk regülatörünün memba ve mansap kısmı .....	56
Şekil 3.6.	Güzeloluk regülatöründeki balık geçidinin yandan ve üstten görünümü ....	57

Şekil 3.7. Torul Barajı'nın uydu görüntüsü.....	59
Şekil 3.8. Torul Barajı'nın memba ve mansap kısımları.....	59
Şekil 3.9. Fındık regülatörünün uydu görüntüsü.....	61
Şekil 3.10. Fındık regülatörünün memba ve mansap kısımları.....	61
Şekil 3.11. Fındık regülatörünün balık geçidi projesi ve geçidin kesiti.....	62
Şekil 3.12. Fındık regülatöründeki balık geçidinin üstten ve yandan görünümü.....	63
Şekil 3.13. Elmalı regülatörünün uydu görüntüsü.....	65
Şekil 3.14. Elmalı regülatörünün memba ve mansap kısımları.....	66
Şekil 3.15. Elmalı regülatöründeki balık geçidinin görünümü ve şırıltı borusu.....	67
Şekil 3.16. Taşoba regülatörünün uydu görüntüsü.....	68
Şekil 3.17. Taşoba regülatörünün memba ve mansap kısımları.....	69
Şekil 3.18. Taşoba regülatöründeki balık geçidi ve şırıltı borusu.....	70
Şekil 3.19. Mor 2 hidroelektrik santrali.....	71
Şekil 3.20. Mor 2 regülatörünün uydu görüntüsü.....	72
Şekil 3.21. Mor 2 regülatörünün memba ve mansap kısımları.....	73
Şekil 3.22. Mor 2 regülatöründeki balık geçidi.....	74
Şekil 3.23. Kürtün Barajı'nın uydu görüntüsü.....	76
Şekil 3.24. Kürtün Barajı'nın memba (a) ve mansap (b) kısımları.....	76
Şekil 3.25. Kürtün Barajı ve HES hakkında karakteristik bilgiler.....	77
Şekil 3.26. Akköy 1 Barajı'nın uydu görüntüsü.....	79
Şekil 3.27. Akköy 1 Barajı'nın memba ve mansap kısımları.....	79
Şekil 3.28. Akköy 2 HES projesi.....	81
Şekil 3.29. Gökçebel Barajı'nın uydu görüntüsü.....	82
Şekil 3.30. Gökçebel Barajı.....	82
Şekil 3.31. Yaşmaklı Barajı'nın uydu görüntüsü.....	83
Şekil 3.32. Yaşmaklı Barajı'nın memba (a) ve mansap (b) kısımları.....	84
Şekil 3.33. Kop regülatörünün uydu görüntüsü.....	86
Şekil 3.34. Kop regülatörünün memba ve mansap kısımları.....	86
Şekil 3.35. Bayburt regülatörünün uydu görüntüsü.....	87
Şekil 3.36. Bayburt regülatörünün projesi ve balık geçidi kesiti.....	88
Şekil 3.37. Kop regülatörünün projesi ve balık geçidi kesiti.....	88
Şekil 3.38. Yıldırım regülatörünün uydu görüntüsü.....	89
Şekil 3.39. Yıldırım regülatörünün memba ve mansap kısımları.....	90

Şekil 3.40. Yıldırım regülatörünün ve balık geçidinin projesi .....	91
Şekil 3.41. Yıldırım regülatöründeki balık geçidinin konumu ve önden görünüşü .....	91
Şekil 3.42. Bayburt HES (Küçük) regülatörünün uydu görüntüsü.....	93
Şekil 3.43. Bayburt HES (Küçük) santral binası, yükleme havuzu ve regülatörü .....	93
Şekil 3.44. Çoruh Un Fabrikası ve HES'in ilk kurulduğu yıllardaki görünümü.....	94
Şekil 3.45. Çoruh Un regülatörünün uydu görüntüsü.....	95
Şekil 3.46. Çoruh Un regülatörü memba (a) ve mansap (b) kısımları .....	96
Şekil 3.47. Burgu türbin ve balık geçidinin yapılacağı konum .....	96
Şekil 3.48. Anketteki birinci sorunun cevap dağılımı .....	98
Şekil 3.49. Anketteki ikinci sorunun cevap dağılımı .....	99
Şekil 3.50. Anketteki üçüncü sorunun cevap dağılımı .....	100
Şekil 3.51. Anketteki dördüncü sorunun cevap dağılımı .....	100
Şekil 3.52. Anketteki beşinci sorunun cevap dağılımı .....	101
Şekil 3.53. Anketteki altıncı sorunun cevap dağılımı.....	101
Şekil 3.54. Anketteki yedinci sorunun cevap dağılımı.....	102
Şekil 3.55. Anketteki sekizinci sorunun cevap dağılımı .....	103
Şekil 3.56. Anketteki dokuzuncu sorunun cevap dağılımı .....	103
Şekil 3.57. Anketteki onuncu sorunun cevap dağılımı.....	104
Şekil 3.58. Anketteki on birinci sorunun cevap dağılımı .....	104
Şekil 3.59. Anketteki on ikinci sorunun cevap dağılımı .....	105
Şekil 3.60. Anketteki on üçüncü sorunun cevap dağılımı .....	105
Şekil 3.61. Anketteki on dördüncü sorunun cevap dağılımı.....	106
Şekil 3.62. Anketteki on beşinci sorunun cevap dağılımı .....	106
Şekil 3.63. Anketteki on altıncı sorunun cevap dağılımı.....	107
Şekil 3.64. Anketteki on yedinci sorunun cevap dağılımı.....	107
Şekil 3.65. Anketteki on sekizinci sorunun cevap dağılımı .....	108
Şekil 3.66. Anketteki on dokuzuncu sorunun cevap dağılımı .....	108
Şekil 3.67. Anketteki yirminci sorunun cevap dağılımı .....	109
Şekil 3.68. Anketteki yirmi birinci sorunun cevap dağılımı.....	109
Şekil 3.69. Anketteki yirmi ikinci sorunun cevap dağılımı .....	110
Şekil 3.70. Anketteki yirmi üçüncü sorunun cevap dağılımı .....	111
Şekil 3.71. Anketteki yirmi dördüncü sorunun cevap dağılımı.....	112
Şekil 3.72. Anketteki yirmi beşinci sorunun cevap dağılımı.....	112

## TABLULAR DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1.1. Ülkelere göre mikro, mini ve küçük HES tanımlamaları (Özbay, 2009; Gökdemir vd., 2012; Onurbaş Avcıoğlu, 2017).....	12
Tablo 1.2. 2020 yılı HES potansiyel durumu (DSİ- Faaliyet Raporu, 2020).....	15
Tablo 1.3. Birtakım yetişkin balık türünün ortalama vücut uzunlukları (Tüfek, 2009). ..	42
Tablo 3.1. Köprübaşı HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-19, 2021).....	51
Tablo 3.2. Güzeloluk HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-20, 2021).....	55
Tablo 3.3. Torul Barajı ve HES yıllık elektrik üretimi tablosu (Yalçın, 2021).....	58
Tablo 3.4. Fındık HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-23, 2021).....	60
Tablo 3.5. Büyükdüz HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-24, 2021). ..	65
Tablo 3.6. Kürtün Barajı ve HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-25, 2021).....	75
Tablo 3.7. Akköy 1 HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-27, 2021).....	78
Tablo 3.8. Akköy 2 Barajı ve HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-28, 2021). ..	81
Tablo 3.9. Bayburt HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-29, 2021).....	85
Tablo 3.10. Yıldırım HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-30, 2021).....	89
Tablo 3.11. Anket katılımcılarının demografik özellikleri.....	98
Tablo 3.12. Katılımcıların HES gördüğü bölgeler ve sayıları .....	102
Tablo 3.13. Balık geçidi sorunlarına katılımcıların çözüm önerileri ve katılımcı sayısı..	111

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
ÇED	: Çevre Etki ve Değerlendirme
D	: Doğu
DIN	: Deutsches Institut für Normung (Alman Standartları Enstitüsü)
DO	: Çözünmüş Oksijen Miktarı
DSİ	: Devlet Su İşleri
GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawatt saat
HES	: Hidroelektrik Santral
hm <sup>3</sup>	: Hektometre küp
K	: Kuzey
KHES	: Küçük Hidroelektrik Santral
km <sup>2</sup>	: Kilometrekare
KW	: Kilowatt
kWh/yıl	: 1 yıllık kilowatt
m/s	: Hız birimi
m <sup>3</sup>	: Metre küp
MW	: Megawatt
PTD	: Proje Tanıtım Dosyası
W	: Watt
%	: Yüzde
‰	: Binde
Δh	: Yükseklik farkı

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Tüm insanlık boyunca vazgeçilmez, en önemli ve en çok ihtiyaç duyduğumuz şey enerjidir. Günümüzde enerji tüketimi (kişi başına düşen) aynı zamanda kalkınmanın da bir ölçütü olarak kullanılmaktadır. Yaşadığımız yüzyılda gelişen teknoloji ve artan nüfusa bağlı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Bunun sonucu olarak da enerjinin bulunması ve sürekliliğinin sağlanması dünyanın en büyük sorunlarından biri haline gelmektedir. Enerji, bir işin yapılabilme yeteneği olarak tanımlanmakta ayrıca ekonominin de temelinde yer almaktadır. Sağlıklı bir kalkınmanın mümkün olabilmesi için yeterli, ucuz, güvenli ve kaliteli enerjiye sahip olmak gerekmektedir (Arı, 2007; Bayrak ve Esen, 2014; Koç ve Kaya, 2015).

Günümüzde, sucul sistemler üzerine artan taleplerin karşılanabilmesi için pek çok bent, regülatör, baraj ve hidroelektrik santral (HES) gibi yapılar kurulmaktadır. Bir hidroelektrik santral projesi, su alma yapısı (regülatör veya baraj), su iletim hattı, yükleme havuzu, cebri boru ve santralden oluşmaktadır. Ayrıca inşa sırasında beton santrali, konkasör tesisi (taş kırma tesisi), depo sahası, şantiye gibi yapıları da gerektirmektedir. Konkasör tesislerinde genelde arazi hazırlama çalışmaları sırasında oluşacak hafriyatın kullanılacağı belirtilmektedir. Regülatör ve HES projelerinin ömürleri yaklaşık 50 yıl olarak öngörülmektedir (Şekkeli ve Keçecioglu, 2011; Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Özcan vd., 2017; Süme ve Fırat, 2020).

Hidroelektrik santrallerin çevreye uğrattıkları bazı etkiler vardır. Bunları sıraladığımızda; genellikle regülatörler nehrin mevcut bütünlüğüne zarar vererek balıkların göç hareketini ve geçişini etkilemektedir. Su iletim hatlarının bazıları açık kanal biçiminde yapılmaktadır. Bu nedenle hayvan geçişlerini etkilemekte ve bitki örtüsü bölünmesine yol açmaktadır. İnşaat yapılan arazilerde toprak yüzeyi bertaraf edildiği için arazi aşırı fazla tahribata maruz kalmakta ve aşınım oluşmaktadır. Debilere ve akım hızındaki değişmeye bağlı olan bütün su yaşamı, büyük bir tehditte karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıca tarımsal sulama zorlukları tarımdaki üretimde düşüslere sebep olabilmektedir ve suyun biriktirilmesi ise mikro klimayı değiştirebilmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Bars vd., 2016; Yaman ve Haşıl, 2018; Üçüncü ve Demirel, 2020).

Bunun yanı sıra proje alanlarında ise çok fazla ağaçların kesilmesi orman kalitesindeki düşümlere sebep olabilmekte, su miktarının değişimine bağlı olarak yer altı suyu ve taban suyu seviyeleri değişebilmektedir bu olaylar ise hem ormanları hem de jeolojik yapıyı etkileyebilmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Bars vd., 2016; Yaman ve Haşıl, 2018; Üçüncü ve Demirel, 2020).

İnsan eliyle inşa edilmiş olan barajlar, fiziksel yapısı yönüyle ekolojik sistemin döngüsünü düşünmediğinden kara ve su üzerinde yaşayan canlıların göç yolları kesilmiş, doğal yaşam alanları baraj gölleri ile su altında bırakılmıştır. Akarsular üzerine yapılan yapıların bu tür olumsuz etkilerini azaltmak, su canlılarının popülasyonlarına ve ekosisteme verilen zararı minimuma indirebilmek amacıyla su canlılarının geçişini sağlayacak geçitler inşa etme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Balıkların akarsular üzerine sonradan inşa edilmiş engelleri aşabilmeleri için tasarlanan yapılara balık geçidi adı verilir (Berkün vd., 2008; Tüfek, 2009; Sorgucu, 2016; Öner ve Sorgucu, 2016).

Balık geçitleri ve hidroelektrik santrallerinin balık göçlerine etkisi araştırılmış, geriye dönemeyen balık türlerinin üreme ve beslenme zincirinin yarım kaldığı, bu canlıların ancak sağlıklı yapılan balık geçitleriyle hayatına devam edebildiği, sadece balık geçitlerinin olması yeterli olmayıp bunlara gerekli suyun verilmesinin ve bakımının sağlanmasının da önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bülbül, 2019).

## **1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu çalışmada, Gümüşhane ve Bayburt illerindeki hidroelektrik santrallerin yerinde detaylı bir şekilde incelenmesi, bu santrallerdeki balık geçitleri gözlemlenerek haklarında teknik ve durumsal bilgiler verilmesi, bölgedeki balık geçitlerinin kullanım kapasitelerinin belirlenmesi, proje, inşaat, bakım ve özellikle işletme aşamalarında karşılaşılan sorunların araştırılması ve bu sorunlara çözüm önerileri getirilmesi, balık geçitleri olmayan su yapılarına geçitler yapılmasının sağlanması ve mevcut balık geçitlerinin karşı karşıya kaldığı sorunların (su kotunun düşüklüğü, balık geçidinin tahrip olması, geçidin girişinin kum, taş, odun vb. malzemelerle kapanmış olması gibi) çözüme kavuşturulmasıyla balıkların ve diğer su canlılarının daha güvenli ve kullanışlı geçitlerden geçerek ekosistem bütünlüğü içerisinde doğal hareketliliklerini sağlamaları, anket çalışmaları ile alansal bazda balık geçitleri konusunda toplumsal duyarlılığın ve bilincin artırılması, bölge özelinde bu konuda yapılan çalışmaların yetersizliğini azaltacak yönde literatüre de katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

### **1.3. Enerji**

Tüm insanlık boyunca vazgeçilmez, en önemli ve en çok ihtiyaç duyduğumuz şey enerjidir. Günümüzde enerji tüketimi (kişi başına düşen) aynı zamanda kalkınmanın da bir ölçütü olarak kullanılmaktadır. Yaşadığımız yüzyılda gelişen teknoloji ve artan nüfusa bağlı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Bunun sonucu olarak da enerjinin bulunması ve sürekliliğinin sağlanması dünyanın en büyük sorunlarından biri haline gelmektedir. Enerji, bir işin yapılabilme yeteneği olarak tanımlanmakta ayrıca ekonominin de temelinde yer almaktadır. Sağlıklı bir kalkınmanın mümkün olabilmesi için yeterli, ucuz, güvenli ve kaliteli enerjiye sahip olmak gerekmektedir (Arı, 2007; Bayrak ve Esen, 2014; Koç ve Kaya, 2015).

Enerji yaşamımızda vazgeçilmez olmakla birlikte 20. yüzyılın (yy) sonlarından beri ekonomik kalkınmaya da en çok etki eden unsurlardan biri haline gelmiştir. Bu özelliğe sahip olan enerji, her ülkenin stratejik yaşam kaynağını oluşturmaktadır ve bilhassa gelişmekte olan ülkelerin kalkınmasında temel araç olarak yerini almaktadır. Bu öneme sahip enerjinin ihtiyaç artışı, talebi karşılamamakta doğal olarak soruna sebep olmaktadır. Ülkeler, bu sorunun gelecekte daha büyük sonuçlar doğuracağını tahmin ettiği için yeni enerji alanları aramaktadır. Enerji ülkelerin bu tutumundan dolayı uluslararası bir boyuta ulaşmıştır. Gelecek yıllarda ülkelerin sosyal ve ekonomik gelişmeleri yine enerjiye dayalı olmaya devam edecektir (Bayrak ve Esen, 2014; Alper, 2018; Özaslan, 2020).

### **1.4. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması**

Enerji kaynakları depo edilebilirlik, yenilenebilirlik, madde hali, dönüştürülebilirlik, güneş temelli ve kullanılabilirlik olarak sınıflandırılabilen, ayrıca yenilenebilirliğine ve kullanılabilirliğine göre de ayrılabilir (Karaosmanoğlu, 2004; Yiğit, 2017; Koç vd., 2018).

#### **1.4.1. Kullanışlarına Göre Enerji Kaynakları**

-Yenilenemez (Tükenir) Enerji Kaynakları: Potansiyeli tükenen petrol, nükleer, kömür, doğalgaz, uranyum vb. kaynaklardır (Yiğit, 2017; Koç vd., 2018; Ergin, 2020).

-Yenilenebilir (Tükenmez) Enerji Kaynakları: Potansiyeli eksilmeyen rüzgâr, biyokütle, güneş ve su gücü (hidrolik, deniz enerjisi vb.) gibi enerji kaynaklarıdır (Yiğit, 2017; Koç vd., 2018; Ergin, 2020).

#### **1.4.2. Hidroelektrik Enerji**

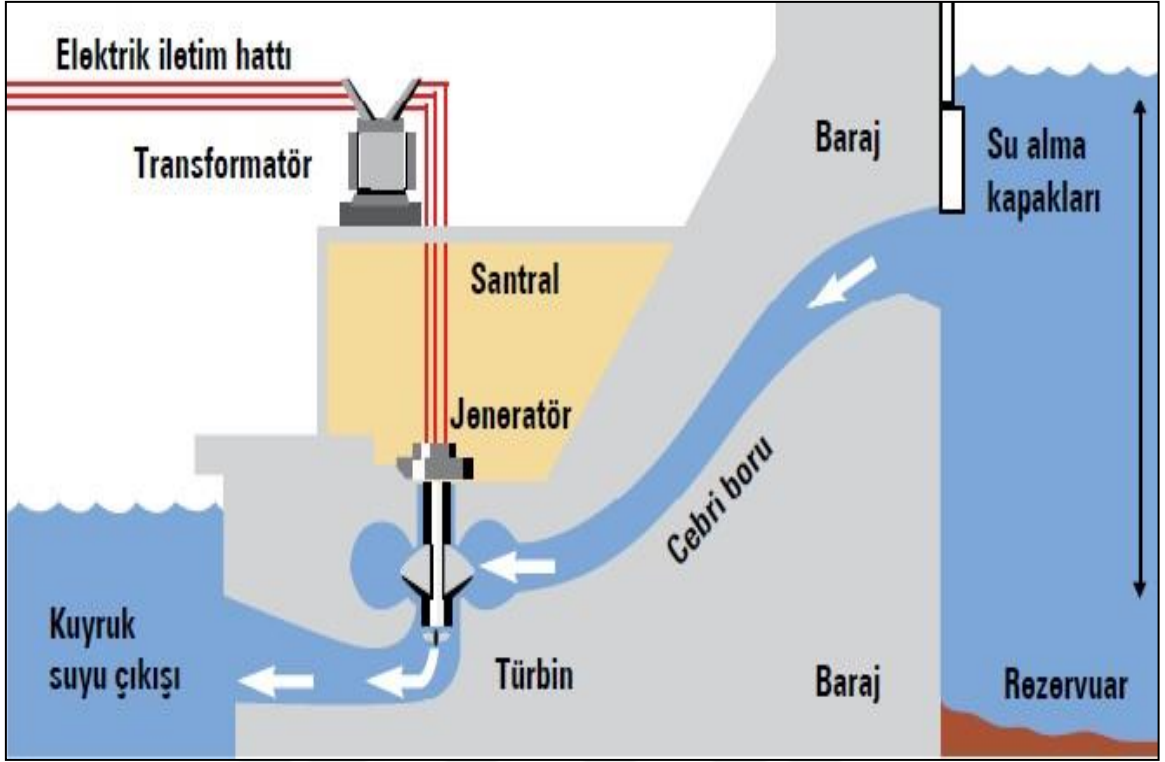
Hidroelektrik enerji sudan üretilmektedir. Deniz, okyanus, göl, dere ya da nehirlerdeki sular güneş enerjisiyle buharlaşmaktadır. Buharlaştıktan sonra yoğunlaşan su damlacıkları akarsuları beslemektedir. Bu dönüşüm ile suyun sürekliliği sağlandığı için hidroelektrik enerji yenilenebilen bir enerji kaynağıdır (Ceylan, 2015; Oral vd., 2017; Yaman vd., 2019).

Akarsuların, yeryüzünde çok büyük bir enerji kaynağı olarak kullanılması oldukça eski zamanlara dayanmaktadır. İnsanlar ilk olarak su çarklarını çevirmek amacıyla suyun gücünü kullanmış, elde ettikleri enerjiyi ise ağaç kesme, kumaş dokuma, buğday öğütme, bitkisel yağ çıkarma vb. amaçlarla kullanmışlardır. Orta ve Yakın Çağ dönemlerinde insanlar bu amaçları gerçekleştirmek için yerleşim yeri olarak akarsu vadilerini seçmişlerdir. Sanayi devriminde kömür hidrolik enerjinin yerini alsa da dinamonun ve türbinin bulunmasıyla su gücü tekrar değer kazanmış, enerji üretiminin artmasına neden olmuştur (Özdemir vd., 2011; Şahin, 2012; URL-1, 2021).

#### **1.5. Hidroelektrik Santraller**

Su enerjisi doğal göllerde veya önüne set çekilmiş olan barajlarda *potansiyel enerji*, nehir gibi akarsu veya akıntı olan deniz boğazlarında ya da gel-git durumlarının olduğu denizlerde de *kinetik enerji* olarak ortaya çıkmaktadır. Baraj setlerinin arkasında depolanmış halde bulunan su, hareketsiz durumdayken yükseklik ile doğru orantılı olarak potansiyel bir enerjiye sahip olmaktadır. Mevcut su ağırlığı tüneller veya cebri borular aracılığıyla türbin çarkına hareket ederken hızı sayesinde kinetik bir enerjiye sahip olmaktadır (Tekin vd., 2016; Oral vd., 2017; Kenet, 2020; Aygün ve Avcı, 2020).

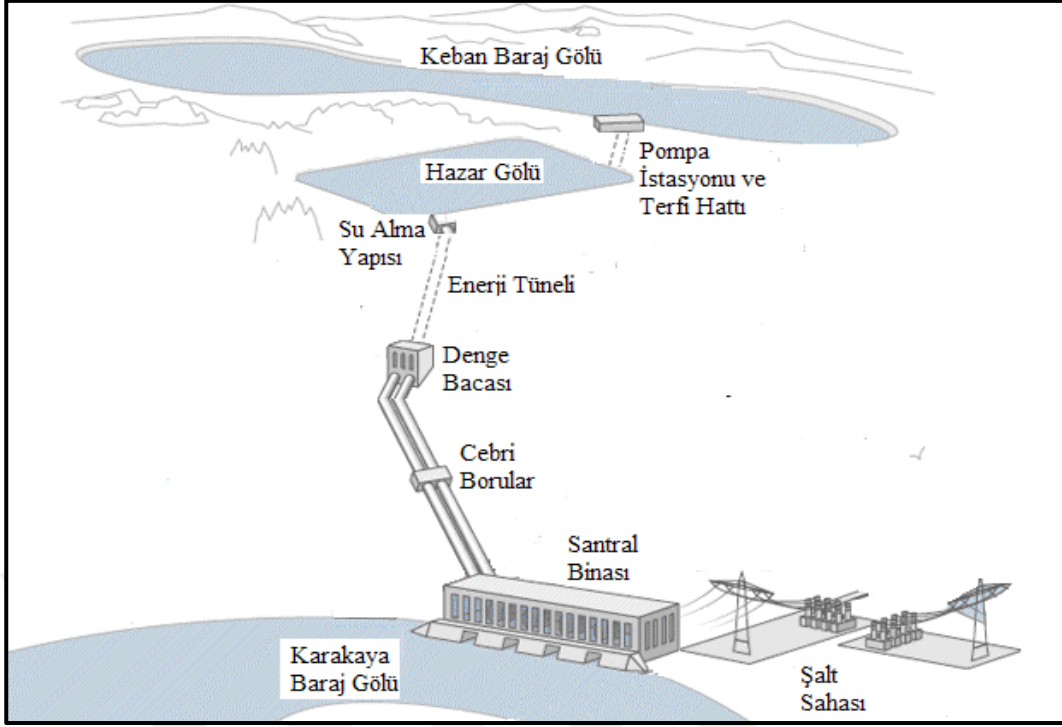
Suyun sahip olduğu kinetik enerji, hidrolik santrallerdeki su çarklarını belirli bir şekilde çevirerek türbin shaftında mekanik enerjiyi oluşturur. Türbin milinde oluşan mekanik enerjiyle jeneratör rotorunu çevirerek jeneratör stator sargılarında *elektrik enerjisi* oluşturulur (Şekkeli ve Keçecioglu, 2011; Tekin vd., 2016; Oral vd., 2017; Aygün ve Avcı, 2020).



Şekil 1.1. Bir hidroelektrik santralin elemanları (Şekkeli ve Keçeciöğü, 2011; Ünver vd., 2015; Oral vd., 2017; Onurbaş Avcioğlu, 2017).

Hidroelektrik santralini oluşturan yapılar aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Şekkeli ve Keçeciöğü, 2011; Özcan vd., 2017; Söme ve Fırıt, 2020). Bu sıralama:

- a) Santral binası
- b) Baraj gövdesi ve gölü
- c) Su yolları tesisleri
- d) Su alma tesisleri
- e) Santral çıkış suyu kanalı
- f) Dolu savak tesisleri
- g) Dip savak tesisleri
- h) Şalt tesisleri



Şekil 1.2. Hazar gölü HES yapı elemanları (Tuna, 2012; URL-2, 2021).

Nehir suyunu biriktirmek veya su düşüşünü elde etmek baraj gövdesi ve gölünün görevidir. Barajdaki veya nehir havzasındaki suyu su iletim tesislerine almak veya gerektiği zaman suyu kapatmakla su alma tesisleri görevlidir. Su iletim tüneli (basınçsız tünel), su iletim kanalı, su yolları tesisleri, cebri boru veya enerji tüneli (basıncılı tünel) vb. elemanlar suyu türbinlere iletmekle görevlidir. Elektromekanik araçların ve kontrol-kumanda, koruma gibi elektrikli araçların veya başka yardımcı gereçlerin konulmasına olanak tanıyan özel olarak yapılmış binaya santral binası adı verilir. Türbinleri terk eden su, santral çıkış suyu kanalı yardımıyla nehir yatağına verilir. Şalt tesisinde, elektrik devre kesicileri, parafudurlar, ayırıcılar, transformatörler vb. elektrikli araçlar bulunur. Baraj haznesindeki suyu yeri geldiğinde nehir yatağına göndermeye olanak sağlayan tesisler dip savak tesisleridir. Fazla yağış olan senelerde baraj suyu en yüksek seviyeye kadar yükseldiğinde, bu yüksekliğin baraj yapısına zarar vermemesi için aşırı gelmiş olan suyu, akarsuyun mansabına doğru hareket ettiren tesisler dolu savak tesisleridir (Başışme, 2003; Şekkeli ve Keçecioglu, 2011; Özcan vd., 2017; Süme ve Fırat, 2020).

Hidroelektrik santraller belirli değişkenlere göre ayrılır. Değişkenler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Şekkeli ve Keçecioglu, 2011; Bulut, 2013; Bozdemir, 2013; Dağhan, 2018; Süme ve Fırat, 2020). Bu sıralama:

**a) Kurulu güçlerine göre:**

- » Büyük kapasiteli ( $>10000$  kW)
- » Orta kapasiteli (1000–10000 kW)
- » Küçük kapasiteli (100–1000 kW)

**b) Düşülerine göre:**

- » Yüksek düşülü ( $h > 50$  m)
- » Orta düşülü ( $h = 10 - 50$  m)
- » Alçak düşülü ( $h < 10$  m)

**c) Baraj gövde durumuna göre:**

- » Kaya ve Toprak Dolgu Gövdeli
- » Beton Kemer Gövdeli
- » Ağırlıklı Beton Gövdeli

**d) Depolama tiplerine göre:**

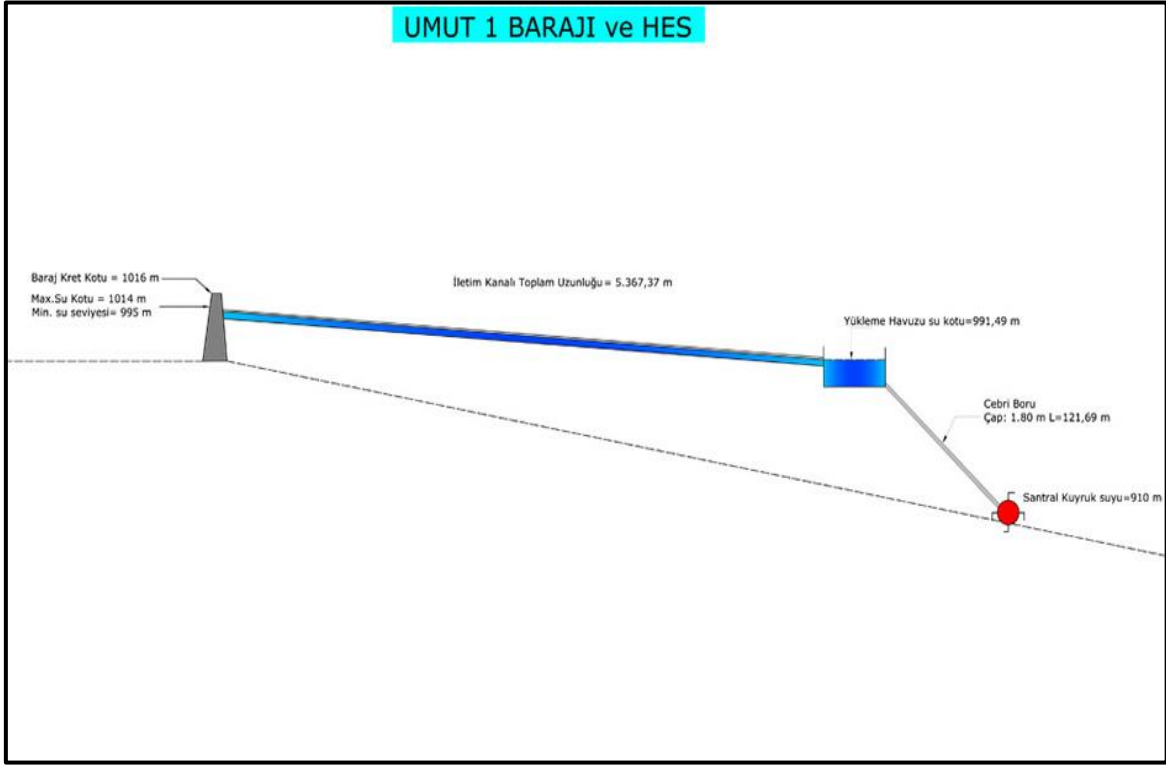
- » Depolamasız (Kanal Tipi – Nehir Tipi)
- » Depolamalı (Baraj Göllü – Doğal Göllü)

**e) Hidroelektrik santrallerin kuruldukları suyun özelliklerine göre:**

» **Nehir Tipi Santraller:** Nehir tabanının genişliği yeterli ise bütün yapı yerleştirilebilmekte ancak tabanın genişliği yeterli değilse o kesitin kazılmasıyla genişletilmekte ve bütün tesisler aynı en kesit üzerine yerleştirilmektedir. Nehir tipi santraller; santral binası, regülatör ve ilgili yapılar, ızgara, servis köpüğü, bölge ayakları ve giriş yapısı, eşik (tomruk yolu, nehir nakil araçları geçiş yeri, balık geçitleri), dalgıç perde (yüzer buzlar için deflektör), kuyruk suyu kanalı, perde, benzeri duvar ve koruyucu yan duvarlardan oluşmaktadır (Aslan ve Soğuksulu, 2017; Dağhan, 2018; Süme ve Fırat, 2020; Özdemir vd., 2020).



» **Baraj Tipi Santraller:** Bu tip santraller, bir bent arkasında suyu biriktirerek oluşan yükseklikle birlikte ortaya çıkan potansiyel sayesinde elektrik enerjisi üretmektedirler. Baraj santral yapıları, kuvvet tüneli, vana odası, santral binası, su alma yapısı, denge bacası, çıkış suyu kanalı şalt sahası, cebri borular ve iletim hatlarıdır (Onurbaş Avcıoğlu, 2017; Dağhan, 2018; Süme ve Fırat, 2020).

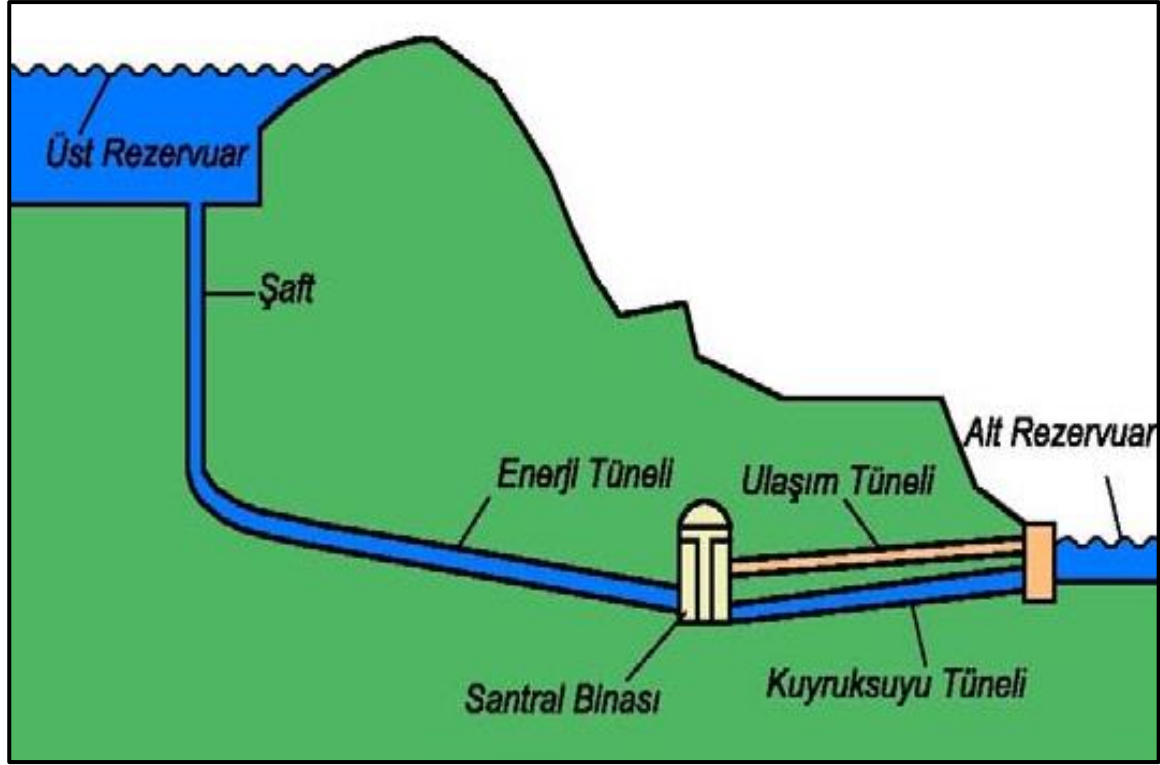


Şekil 1.5. Baraj tipi hidroelektrik santralinin çalışma düzeneği (URL-3, 2021).

## 1.6. Pompaj Rezervuarlı Santraller

Pompaj depolamalı HES'lerde, biri üst diğeri alt olmak üzere iki adet rezervuar mevcuttur. Rezervuarlar baraj rezervuarı, nehir, deniz, yapay havuz ya da göl olabilmektedir. Elektrik pahalı olduğunda ya da enerji talebinin yüksek olduğu zamanlarda, elektrik enerjisi üretmek amacıyla üst rezervuardaki birikmiş olarak bulunan su alt rezervuara düşürülmektedir. Elektrik ucuz olduğunda ya da enerji talebi az olduğunda ise pompa devreye sokularak su, alt rezervuardan üst rezervuara pompalanmaktadır (Baş, 2014; Ünver vd., 2015; Yıldız ve Şekkeli, 2016; Onurbaş Avcıoğlu, 2017; Dağhan, 2018).

Pompaj depolamalı HES'ler yeraltı santrallerde kullanıldığında, suyu iletmek için genellikle enerji tüneli ve basınçlı kuyu kullanılmaktadır (Baş, 2014; Ünver vd., 2015; Yıldız ve Şekkeli, 2016; Onurbaş Avcıoğlu, 2017; Dağhan, 2018).



Şekil 1.6. Pompaj rezervuarlı hidroelektrik santralinin bir kesiti (Baş, 2014).

Çoruh nehri üzerinde kurulu olan 10 adet HES ve baraj yapıları pompaj depolamalı sistem mantığı ile planlanmıştır. Derbent Barajı ile Altınkaya Barajı (Samsun), Yenice Barajı ile Gökçekaya Barajı (Ankara-Eskişehir), Çamlığöze Barajı ile Kılıçkaya Barajı (Sivas), Manavgat Barajı ile Oymapınar Barajı (Antalya) ardışık olarak bulunan barajlardır. Bu sıraladığımız barajlar ve eteklerinde bulunan santral yapıları, üzerinde oldukları nehrin enerjisini değerlendirmek için kurulmuştur. Bu santrallerde, pompaj rezervuarlı HES'lerdeki gibi tersinir türbin değil yalnızca türbin olarak çalışmakta olan geleneksel makinalar mevcuttur (Baş, 2014; Sertkaya vd., 2016; Yıldız ve Şekkeli, 2016; Dağhan, 2018).



Şekil 1.7. Pompaj rezervuarlı HES'lerin dünyadaki bazı örnekleri (URL-4, 2021; URL-5, 2021; URL-6, 2021).

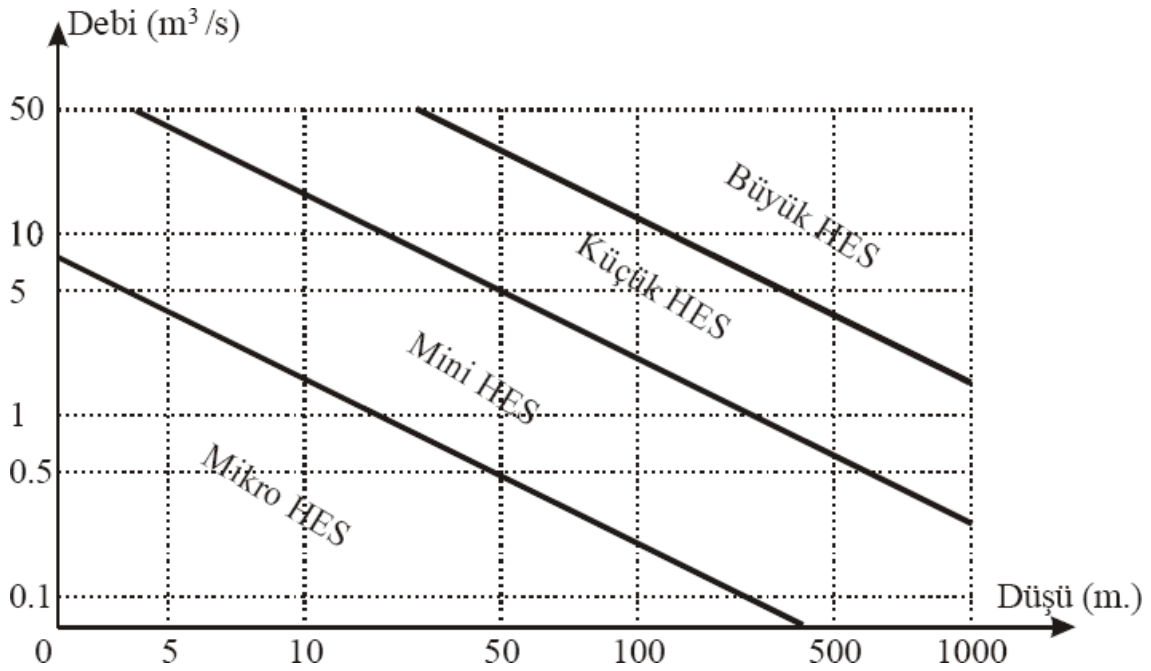
### 1.7. Küçük Hidroelektrik Santraller (KHES)

KHES'lere ilişkin sınıflandırma ülkelere göre değişiklik göstermektedir. Tablo 1.1'de bazı ülkeler için, mikro, mini ve küçük HES'lere ait güç sınırları görülmektedir. Dünya ülkeleri içerisinde bu konuda tam anlamıyla bir fikir birlikteliği mevcut değildir ama Dünya üzerinde 100'den çok ülkede mikro, mini veya küçük HES gibi adlara sahip olan sistemler işletilmektedir. Özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da, ekonomik olarak değerlendirilebilecek, su potansiyelinin önemli bir kısmı kullanılmaktadır. Buna paralel olarak, Avrupa pazarında hidroelektrik sistemlere ilave yapabilmenin en iyi yolunun KHES olduğu söylenebilir (Onat, 2005; Özbay, 2009; Onurbaş Avcıoğlu, 2017; Süme ve Fırat, 2020).

Nitekim, Avrupa Komisyonu, 2010 yılına kadar Avrupa Birliği ülkelerindeki toplam KHES kapasitesini %50 arttırarak, 4200 MW'a yükseltme kararı almıştır. KHES'ler, 2 m'den yüksek su düşülerini kullanırlar ve yeryüzünde bilinen en eski elektrik üretim tesisleridir. Enterkonnekte sistemin erişemediği, yakıt elde etmek için zorlukla karşılaşılan alanlarda, KHES hiçbir yere bağlı olmadan elektrik üretebilir. Bununla birlikte kullanma suyu elde etme, sulama vb. olayları da gerçekleştirebilir. Büyük HES'lerin kurulmaya başlaması ile bir ara önemlerini kaybetmişlerse de petrole karşı alternatif bir enerji üretme ve yenilenebilir enerji kaynaklarını daha çok kullanma politikası KHES'leri yeniden gündem konusu haline getirmiştir (Onat, 2005; Özbay, 2009; Onurbaş Avcıoğlu, 2017; Süme ve Fırat, 2020).

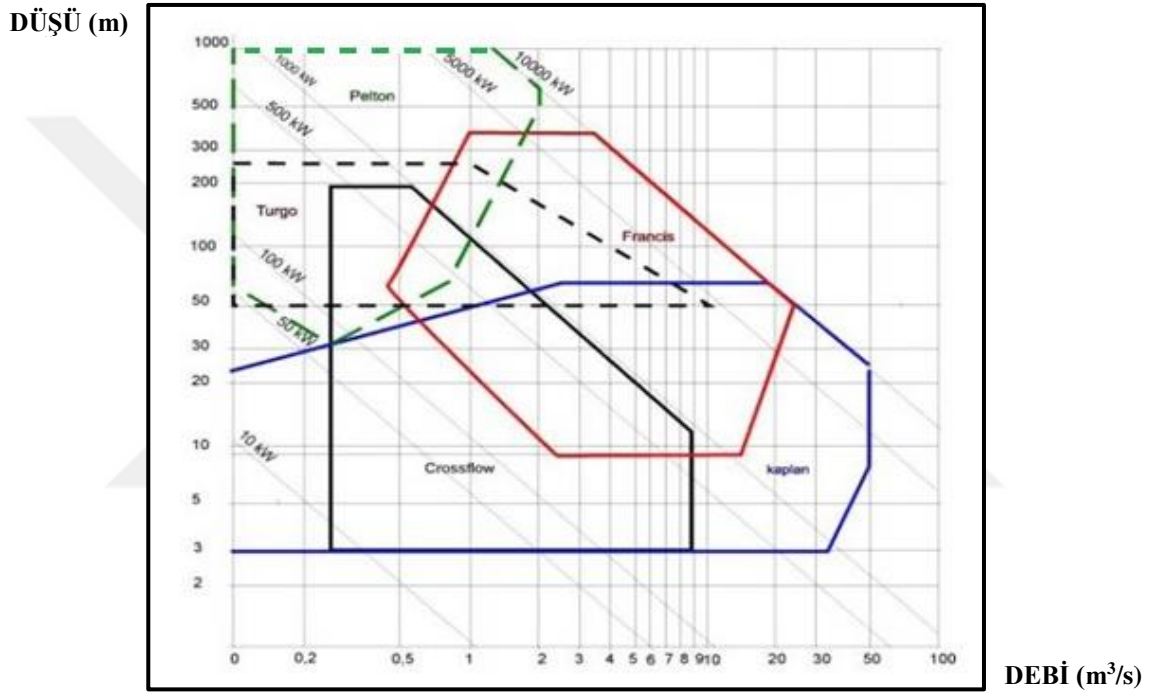
Tablo 1.1. Ülkelere göre mikro, mini ve küçük HES tanımlamaları (Özbay, 2009; Gökdemir vd., 2012; Onurbaş Avcıoğlu, 2017).

Ülke	Mikro HES (kW)	Mini HES (kW)	Küçük HES (MW)
A.B.D.	<100	100–1000	1–30
Çin	-	<500	0.5–25
Fransa	5–5000	-	-
Hindistan	<100	101–1000	1–15



Şekil 1.8. Küçük hidroelektrik santrallerin debi-düşü grafiği (Özbay, 2009; Onurbaş Avcıoğlu, 2017, URL-7, 2021).

Küçük HES'lerin avantajlı olmadığı durumlar da vardır bunlardan en büyüğü birim tesis bedelinin, dolaylı olarak elektrik maliyetinin çok olmasıdır. Küçük HES'lerin maliyeti, çoğu zaman düşü ile ters orantılı bir şekilde artmaktadır. Belirli bir gücü üretebilmek için, düşü az olduğu zaman debinin büyük olması gerekmektedir. Dolayısıyla daha büyük ve daha pahalı türbinlere ihtiyaç duyulur. Genellikle  $H < 20$  m için Kaplan tipi,  $H > 40$  m için ise Francis tipi türbinler kullanılır.  $H > 100$  m olduğu zaman, çok küçük debilerde Pelton tipi tercih edilir (Onat, 2005; Özbay, 2009; Gökdemir vd., 2012; Süme ve Fırat, 2020).



Şekil 1.9. Düşü ve debi değerlerine göre kullanılacak türbin tipleri (Özdemir vd., 2020; URL-1, 2021).

### 1.8. HES' lere İlişkin Genel Bilgiler

Enerji üretim konusunda HES'lerin tabiata çok az miktarda zarar verdikleri kabul edilmektedir. HES'lerdeki sera gaz salınımı ( $CO_2$ ), enerji üretmek için fosil yakıtı kullanan santrallere göre daha düşük seviyededir. Bu nedenle rüzgâr, güneş ve jeotermal kaynaklar ile beraber son zamanlarda en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Oysa ki HES'ler tabiatın doğasına verdikleri yıkımdan dolayı sandığımız kadar da masum değildir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Tekin vd., 2016; Oral vd., 2017; Aygün ve Avcı, 2020; Süme ve Fırat, 2020).

Her şeyden önce inşaatı yapılırken aşırı derecede çevresel sorunlarla karşılaşabilmektedir. Su alma işlemini gerçekleştiren regülatörler, barajın bütününden ayrı parçaları gibi çalışarak akarsuyun yapısına zarar vermektedir. İnşaat aşamasındaki hidroelektrik üretim projeleri tabiata trafik, gürültü, toz vb. zararlar vermektedir ayrıca inşaat anında meydana gelen hafriyatın uzaklaştırılması veya hangi vasıta ile götürüleceği de sorun teşkil etmektedir. Su iletim hatlarının yapılması aşamasındaki kazılar sonucu meydana gelen hafriyatın dere yatağına dökülmesiyle alanda bulunan bitki örtüsü zarar görebilmektedir. Bununla beraber dere yatağının var olan toprak yapısı da bu zararlardan etkilenebilmektedir. Üretim esnasındaki olumsuzluğu ise dere yatağındaki var olan suyun tüketilmesi sonucu hidroelektrik santral yapıları ve regülatör arasındaki su seviyesinin düşmesidir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Tekin vd., 2016; Oral vd., 2017; Aygün ve Avcı, 2020; Süme ve Fırat, 2020).

### **1.8.1. Dünya Ölçeğinde HES**

Bir ülkede, ülke sınırlarına veya denizlere kadar bütün doğal akışların %100 verim olarak nitelendirilebilmesi için hesaplanmış olan hidroelektrik potansiyel, o ülkenin sahip olduğu brüt teorik hidroelektrik potansiyelidir. Günümüzdeki teknolojinin sınırlı olmasından dolayı bu potansiyel kısmen kullanılabilir bu yüzden var olan teknolojiyle değerlendirilebilecek maksimum potansiyel teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel olarak adlandırılır. Diğer taraftan teknik yapılabilirliğe sahip tüm tesisler ekonomik yapılabilirliği olan tesis anlamına gelmemektedir. Teknik potansiyelin, var olan ve öngörülen yerel ekonomik koşullar içinde geliştirilmesine ise ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel adı verilir (Şekkeli ve Keçecioglu, 2011; Dağhan, 2018; Özay, 2019).

### **1.8.2. Türkiye Ölçeğinde HES**

Hidroelektrik enerji santralleri birçok enerji kaynakları arasında çevre dostu olarak bilinmelerinden ve düşük potansiyel risk taşımalarından dolayı tercih edilmektedirler. Ayrıca bu tip santraller bir anda gerçekleşen taleplere yanıt verebilmektedir. Bundan dolayı ülkemizde de ani talep karşılayan santral olarak kullanılmaktadır. Hidroelektrik santraller Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ)'ne göre; 'temiz, çevreyle uyumlu, yüksek verimli,

yenilenebilir, ani talepleri karşılayabilen, yakıt gideri olmayan, uzun ömürlü (200 yıl), enerji fiyatlarında sigorta rolü üstlenen, işletme gideri çok düşük, yatırımı geri ödeme süresi kısa ve dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynak olarak tanımlanmaktadır (Kankal ve Akçay, 2019).

Ülkemizin teorik hidroelektrik potansiyeli dünya hidroelektrik potansiyelinin sadece %1’lik kısmına tekabül etmektedir. Ayrıca ekonomik uygulanabilir hidroelektrik potansiyel değerleri incelendiğinde ülkemiz Avrupa hidroelektrik potansiyelinin %15’lik kısmına sahiptir. Türkiye teorik olarak toplam, 433 milyar kWh/yıl hidrolik potansiyele ancak teknik olarak değerlendirilebilecek 216 milyar kWh/yıl hidroelektrik potansiyeli sahiptir. Mevcut durumda ekonomik anlamda geliştirilmiş potansiyel 158 milyar kWh/yıl iken bu rakamın yeni projeler ile 2023 yılının sonuna kadar aşağı yukarı 180 milyar kWh/yıl’a çıkacağı öngörülmektedir (Üçüncü, 2016; Dağhan, 2018; Serdar, 2020; Süme ve Fırat, 2020).

Tablo 1.2. 2020 yılı HES potansiyel durumu (DSİ- Faaliyet Raporu, 2020).

HES Aşaması	HES Adedi	Toplam Kurulu Kapasite (GW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWh/yıl)	Toplamdaki Payı (%)
İşletmede	714	31.40	108005	68.0
İnşaat Halinde	37	1.28	4578	2.9
İnşaata Henüz Başlanmayan	493	15.32	46216	29.1
Toplam	1244	48.00	158799	100.0

\*Tüzel kişiler tarafından geliştirilen projeler de tabloya dahil edilmiştir.

### 1.9. HES’lerin Çevreye Olan Etkileri

Hidroelektrik santrallerin çevreye uğrattıkları bazı etkiler vardır. Bunları sıraladığımızda; genellikle regülatörler nehrin mevcut bütünlüğüne zarar vererek balıkların göç hareketini ve geçişini etkilemektedir. Su iletim hatlarının bazıları açık kanal biçiminde yapılmaktadır. Bu nedenle hayvan geçişlerini etkilemekte ve bitki örtüsü bölünmesine yol açmaktadır. İnşaat yapılan arazilerde toprak yüzeyi bertaraf edildiği için arazi aşırı fazla tahribata maruz kalmakta ve aşınım oluşmaktadır. Debilere ve akım hızındaki değişmeye bağlı olan bütün su yaşamı, büyük bir tehditte karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıca tarımsal sulama zorlukları tarımdaki üretimde düşüslere sebep olabilmektedir ve su tutulması ise mikro klimayı değiştirebilmektedir. Bunun yanı sıra proje alanlarında ise çok fazla ağaçların kesilmesi hem ormanları hem de jeolojik yapıyı etkileyebilmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Bars vd., 2016; Yaman ve Haşıl, 2018; Üçüncü ve Demirel, 2020).

HES'lerdeki CO<sub>2</sub> emisyonunun az olmasının hava olaylarındaki değişimlerle mücadelede mühim bir yere sahip olduğu, enerji sektörünün ve hükümetlerin bilimsel uzmanları tarafından ortaya koyulmuştur fakat sebep olduğu çevresel zararları peş peşe sıraladığımızda meydana getirdiği “karbon ayak izi ve dolayısıyla ekolojik ayak izi” ile içinde bulunduğu konuma gölge düşürmektedir. Karbon ayak izi birim CO<sub>2</sub> türünden ölçülen, insanların çevreye uğrattığı yıkımın meydana getirdiği sera gazının yoğunluğu bakımından tespit edilmesidir. Ekolojik ayak izi ise, kullandığımız doğal kaynağın tekrardan üretilmesi sırasında doğaya karışan atıkların geri dönüştürülmesi için kullanılması gereken su veya kara sahasına gerek duyulduğunu belirten bir ölçüdür (Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Bars vd., 2016; Yaman ve Haşıl, 2018; Üçüncü ve Demirel, 2020).

Barajların ve HES'lerin toplum üzerinde sosyo-ekonomik, doğa üzerinde ise ekolojik, hidrolojik ve iklimsel etkileri bulunur. Çalışır durumda olan bir HES kullandığı su toplama kısmı ile çevreyi etkilemektedir. Su toplama kısmının yüzey alanının nehre kıyasla fazla büyük olması ve bu durumun buharlaşmayı artırması mevsimsel etki oluşturmaktadır. Böylece atmosferdeki nem artarken hava faaliyetleri değişmektedir ve yağış, sıcaklık, rüzgâr hareketleri farklılık göstermektedir. Böylece çevredeki doğal vejetasyon, tarım ürünleri, suda yaşayan hayvanlar ve kara hayvanları doğal bir farklılaşma içine girmektedir. Bu farklılaşmayı özümseyebilen türler hayatlarına devam etmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012; Bars vd., 2016; Yaman ve Haşıl, 2018; Üçüncü ve Demirel, 2020).

### **1.9.1. Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Avantajları**

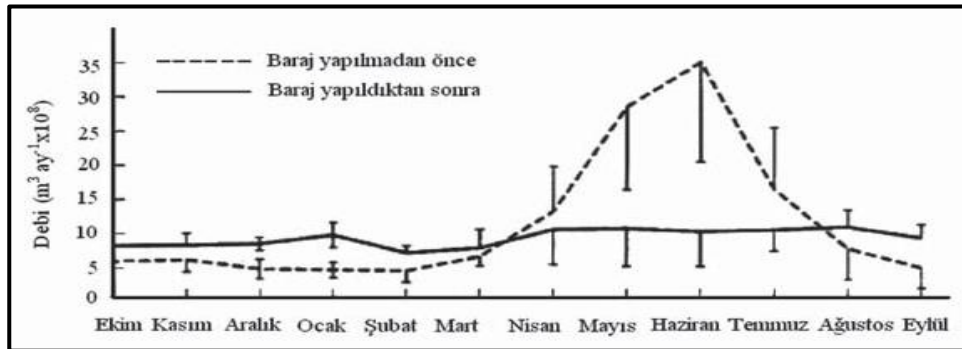
1. Çevrenin dostu ve temizdir. Yenilenebilir özelliktedir.
2. Başka enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında daha az yabancı kaynak kullanılır.
3. Balıkçılığa katkı sağlar.
4. Verimi yüksektir (%80).
5. Çevrede, kullanılan herhangi bir yakıt olmadığı için, sera gazı gibi kirliliklere sebep olmamaktadır.
6. Kısa bir sürede devreye sokulup enerji ihtiyacını karşıladıkları için pik saatler (18-22 saat) arası çok büyük önem taşır. Talebin aciliyet durumuna göre saniyeler içerisinde devreye sokulabilmektedir (Koçak, 2011; Dağhan, 2018; Süme ve Fırat, 2020).

### 1.9.2. Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Dezavantajları

1. Gövdesi baraj olan hidroelektrik santrallerin ilk yatırım maliyetleri fazladır.
2. Suyun birikmesi söz konusu ise su kalitesi bozulabilmektedir.
3. Suyu biriktirmeden elektrik enerjisi üretilen santrallerde, elektrik üretiminin kurak yıllarda azalması ve su rejiminden dolayı değişiklik gösterilebilmektedir.
4. Suyu biriktirerek elektrik enerjisi üreten santrallerde, baraj yüzey alanı nehrin yüzey alanına göre daha geniş olduğu için buharlaşma çok olur ve havada bulunan nem artar bundan dolayı bölgedeki iklim etkilenir ve ekolojik denge bozulur.
5. Gövdesi baraj olan santrallerde, çok büyük alanlar sular altında kaldığından toprak kaybı da söz konusu olabilir.
6. Su alma yapısının (regülatör veya baraj) ve santralin inşaat aşamasında, kamulaştırma yapılacaksa bu durum büyük bir nüfus göçünü de beraberinde getirebilir.
7. Gövdesi baraj olan HES'lerin yapım süreci uzundur.
8. HES'ler nehir çevresinde bulunan bitkilerin gelişmesini olumsuz yönde etkiler (Koçak, 2011; Eroğlu, 2011; Dağhan, 2018; Süme ve Fırat, 2020).

### 1.10. Hidroelektrik Santrallerde Su Canlılarının Durumu

Baraj yapımı bittikten sonra mansap bölümünde, akış şartları barajın çalışma şekline göre değişim göstermektedir. Bu akış koşulları doğadaki canlıların göç zamanı vb. yaşamsal faaliyetlerinin ne zaman yapılacağını da belirler. Elde edilen izlenimler barajdaki doğal yaşamın yapımdan önceki canlı faaliyetlerinin değişmesine ve hareketliliğinin farklılık göstermesine sebep olmaktadır (Berkün vd., 2008; Bozan, 2019).



Şekil 1.10. Colorado (ABD) nehrindeki su akış hızındaki değişim (Berkün vd., 2008).

HES türbinlerinin su içerisindeki oksijen seviyesine etki ettiği düşünülmektedir. Baraj gölünde bulunan ve hali hazırda oksijen oranının az olduğu dip sularının enerji üretmek için kullanımından sonra, mansaptaki su oksijen açısından daha da yoksul hale gelmektedir. Tam aksine, barajın savakları su havalandırma işlemini gerçekleştirerek mansap bölümünde çözünmüş oksijen miktarı (DO) doygunluğunun aşırı düzeye gelmesine neden olmaktadır. Hava azotunun yüksekte bulunan ve aşağı dökülen sularda doygun olması hatta bu düzeyin aşırıya kaçması su canlıları için ölümcül olabilmektedir. Tüm bu varyasyonlar nehirdeki karmaşık yapıyı tetiklemekte ve nehrin dinamiğini etkilemektedir. Göç halinde olan balık türlerinin göç rotalarını kapatan barajlar nehir habitatının yaşam alanını sınırlamaktadır. Su alma kanallarından giren ve türbinlerden geçen balıklar zarara uğramakta (%25) bu nedenle su kaynağındaki habitat eskiye oranla fazlasıyla farklılaşmaktadır. Bu hasarın en aza indirilebilmesi için su alma bölümlerinin çevresi ızgara ve tel örgü ile sabitlenmektedir. Alınan bu tedbirler suyun akış hızında gözle görülür bir azalmaya neden olmaktadır. Bu tedbirlerin dışında, türbinler için kanat hareketleri gibi teknik farklılıklar tasarlanarak, balıkların göç sürelerinde gördükleri hasarın en aza indirilmesi için uğraşmaktadır. Bu yöntemlerden bir diğeri de ABD’de uygulanan balık göç süreleri ile santral çalışmasının çakışmasını engellemektir (Berkün vd., 2008; Kenet, 2020).



Şekil 1.11. Hidroelektrik güç istasyonunun giriş bölümünün hassas tel örgüyle çevrilmesi (Berkün vd., 2008).



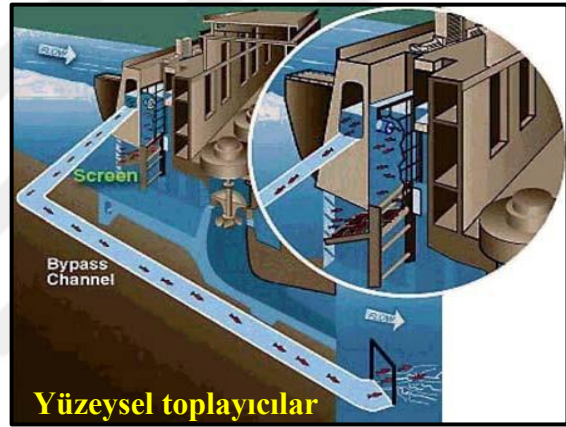
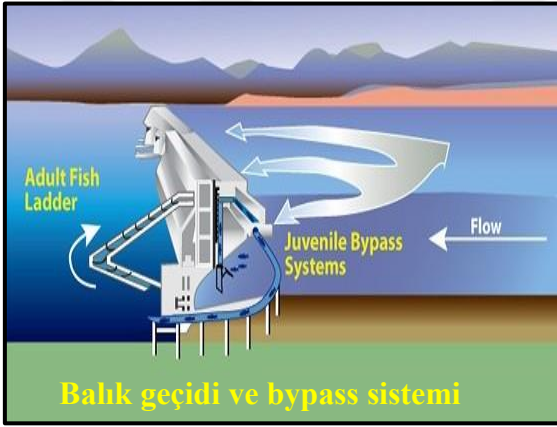
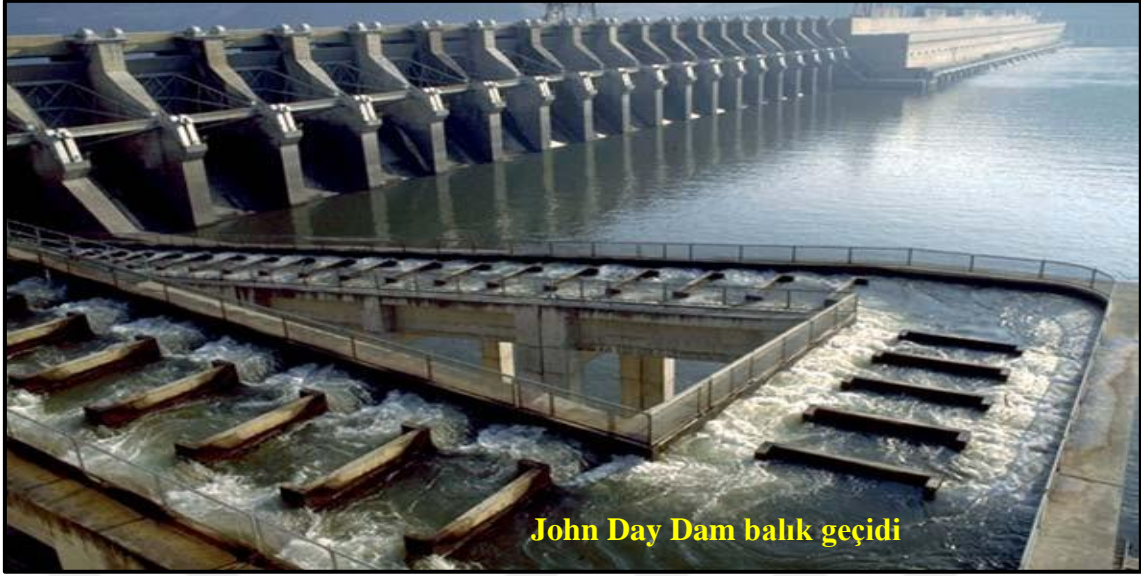
Şekil 1.12. Türbinlerdeki balık geçişleri (URL-8, 2021). Izgaraların balık göçünü engellemesi (Berkün vd., 2008).

Nesli tükenmekle karşı karşıya olan Mersin balığı üreme dönemlerinde Türkiye'deki baraj ve setlerin engeline takılmaktadır. Türkiye'deki barajlardan geçme zamanları, üreme mevsimlerine gelen bu balıklar tatlı su arayışındadır fakat bölgeye ulaşımı, alan kirliliği ve tabii yolların baraj suları tarafından engellenmesi nedeniyle bu balıkların nesli tamamen tükenmek üzeredir. Bu olasılık, baraj inşaatı esnasında elektrik üretimi ön plana çıkarıldığı ve Mersin balığına gerekli doğal koşullar sağlanmadığı için Türkiye'deki bu türün doğal varlığını azalttığı araştırmalarda gösterilmektedir. Bu balıklar farklı türlerde değişiklik göstermekle beraber yumurtalarını nehrin ağız bölgesinden 200-250 km içeri giderek bırakırlar. Örnekle açıklamak gerekirse Sakarya ilinde bulunan Geyve boğazındaki balıkların Eskişehir'de biten göç yolları, nehrin üzerine kurulu setler sebebiyle engellenmiştir. Kızılırmak ve Yeşilirmak'ta bu duruma sık rastlanmaktadır. Kızılırmak nehri üzerinde benzer bir durum görülmektedir. Yeşilirmak'ta da nehrin 40 km içerisinde hatta ondan 60 km daha içerde ise yine bir baraj bulunur. Ekonomik açıdan değerli olan Mersin balıklarının yumurtalarını yataklara bırakabilmeleri için geçmeleri gereken yolda balık geçitleri ya da kanal inşa edilmeliydi. Balıklar yumurtlamak için nehir ağzından iç kısımlara ilerleyemeyince zaman içerisinde bu bölgeden ayrıldılar. Balıkların ayrılmasında aşırı avlanma ve kirlilik de etkileyici bir unsur haline geldi. Başlangıçta yapılması gereken uygulama balıkların nesillerini sürdürebilmeleri için çok fazla önem taşımaktadır. Ekonomik değeri olan Mersin balıklarının yetişkinleri hacim olarak geniş, ağırlık olarak ise 80 ila 100 kiloya kadar çıkabilmektedir. Bu hacimdeki balıklara doğal olarak daha geniş geçiş yolları yapmak gereklidir fakat barajlarda çoğunlukla hacmi düşük balıklar düşünülüp geçiş

kanalları bırakılmıştır ancak yetişkin Mersin balığı için bu geçiş kanallarından daha geniş geçiş yollarının gerekliliği araştırmalara göre kanıtlanmıştır. Setlerin ve barajların olmaması ya da alınan önlemlerin yetersiz olması yalnızca Mersin balığı için değil aynı zamanda Alabalık türleri için de tehdit oluşturmaktadır (Ekim vd., 2000; Kangel, 2016; Ak, 2017).

Etkilerin hidrolojik olanları akarsu akış rejimine ve kimyasal parametre değişimleriyle meydana gelmektedir. Baraj gölü içerisinde bulunan su buharlaşınca su içerisindeki tuz minerali ve başka mineraller artış göstermektedir. Suyun akarsu yatağından baraj gölüne geçişinde difüzyon, su hızı ve de oksijen bulundurma kapasitesi düşmekte bu sebeple gölün kendi temizliği zorlaşmakta doğal olarak göl ötrofikasyon geçirmeye başlamaktadır. Göldeki bulunan su kalitesi, etkilendiği faktörler sebebiyle büyük değişim geçirmekte bu durum sudaki yaşamın seyrini bozmaktadır (Berkün vd., 2008).

İnsan eliyle inşa edilmiş olan barajlar, fiziksel yapısı yönüyle ekolojik sistemin döngüsünü düşünmediğinden kara ve su üzerinde yaşayan canlıların göç yolları kesilmiş, doğal yaşam alanları baraj gölleri ile su altında bırakılmıştır. Tüm bunlar akarsu çevresindeki türlerin tehdit altında kalmasına neden olmaktadır. Akarsu çevresindeki türlerin yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için alınan önlemler ise bazen problemlere yol açmaktadır. Örneğin memba bölümünde yapılan çalışmalar ve oluşturulan balık geçitleri, mansap bölümünde bulunan çalışmalardan daha fazla zarar vermektedir. Bu durumu kısaca açıklamamız gerekirse genel sebep memba bölümündeki akımın düşüklüğünün balıkların doğal yüzüş dengelerini etkilemesi ve bunun sonucunda ise balıkların balık geçitlerini bulamamalarıdır. Üstelik balıklar buldukları geçitte su hızını ayarlayamadıklarından balık türleri için yapılan iyileştirme faaliyetleri amacına hizmet etmemekte ve bunun gibi belli başlı sorunları bünyesinde barındırmaktadır. Bu sebeple balık geçitlerinin yerinin balıkların doğal yaşam dengelerinin ve yüzüş kalitelerinin etkilenmeyeceği şekilde ayarlanması hatta mümkünse geçit yerinin balıkların doğal dengelerini bozmayan göç yolları üzerinde yapılması sağlanmalıdır. Ayrıca barajın balık geçidi inşa edilirken farklı türde balıkların balık geçidini kullanacakları hesaba katılarak balık için yeterli ve elverişli su akışının sağlanması gerekmektedir. Tüm bu temel koşulları sağlayan bir balık geçidi için kabataslak bir fiyat çıkardığımızda 25 metre yüksekliğindeki bir balık geçidinin yaklaşık 4 milyon dolara mal olacağı tahmin edilmektedir. Bu veriyle karşılaştırmak gerekirse Dicle nehri üzerinde inşa edilecek olan 15 km uzunluğa ve 135 metre yüksekliğe sahip Ilisu barajının en makul 43 milyon dolara mal olacağı düşünülmektedir (Berkün vd., 2008).



Şekil 1.13. John Day Dam balık geçidi (URL-9, 2021). Büyük balıklar için mansap yönlü balık geçidi ve küçük balıklar için bypass sistemleri (URL-10, 2021). Yüzeysel toplayıcılar (URL-11, 2021).

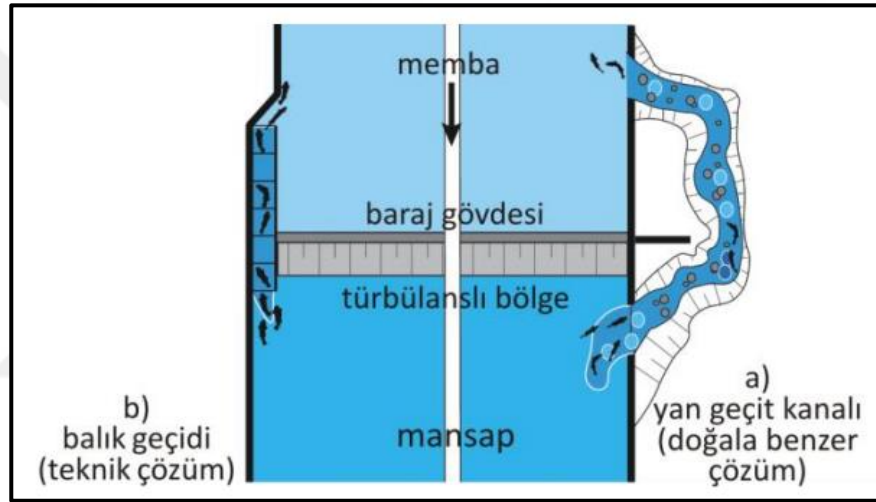
### 1.11. Balık Geçitleri ve Endemik Türler

Dünya’da yalnızca belirli bir bölgede yaşamına devam eden tür endemik tür olarak adlandırılmaktadır. Avrupa’ya göre Türkiye’de çok daha fazla tür ve alttür yaşamaktadır. Türkiye Akdeniz ülkeleri içerisinde diğerlerine nazaran değişik kökenlerden gelen, sayıları 350’den fazla olan Tatlısu balık çeşitleri sayesinde geniş bir yelpazeyi bünyesinde barındırmaktadır (Ekmekçi vd., 2016).

Ülkemiz kara sularında bulunan 368 balık türünden beşinin kaybolduğu ve 153 türünse endemik tür olarak kabul görüldüğü belirtilmektedir (Çiçek vd., 2015).

Türkiye’nin belli bölümleri de balık türleri açısından tehdit oluşturmaktadır çünkü balıklar üreme ihtiyaçları nedeniyle göç ederken yeterli önlemin alınmadığı sulardan

geçmektedirler. Katadrom (üremek için denizlere göç eden) ve Anadrom (üremek için tatlı sulara göç eden) balıklar, dönüşlerde önlerine çıkan HES'lerdeki engeller sebebiyle zor bir durum içine girmektedirler. Bu durum somon, yılan, mersin vb. balık türlerinin yok olmasına sebep olmaktadır. Son yıllarda yapılan barajlarda balık geçitleri uygun ve elverişli şekilde tasarlanmıştır. *Su Ürünleri Yönetmeliği'nde bulunan 1380 Sayılı kanunun 22. Maddesi de bu durumu mecburi hale getirmiştir.* Ülkemizdeki jeopolitik konum sebebiyle, her coğrafik yapı kendine özgüdür. Bu yüzden balık geçitleri yapılırken coğrafi özellikler göz önüne alınarak yapılmalıdır (Tüfek, 2009; Bozkurt ve Yüksel, 2017). Aşağıdaki şekilde barajın bir kesitinde iki farklı balık geçidi çözümü gösterilmiştir.



Şekil 1.14. Doğal balık geçidi (a), tasarlanan balık geçidi (b) (Tüfek, 2009; Sever, 2014; Bozkurt ve Yüksel, 2017).

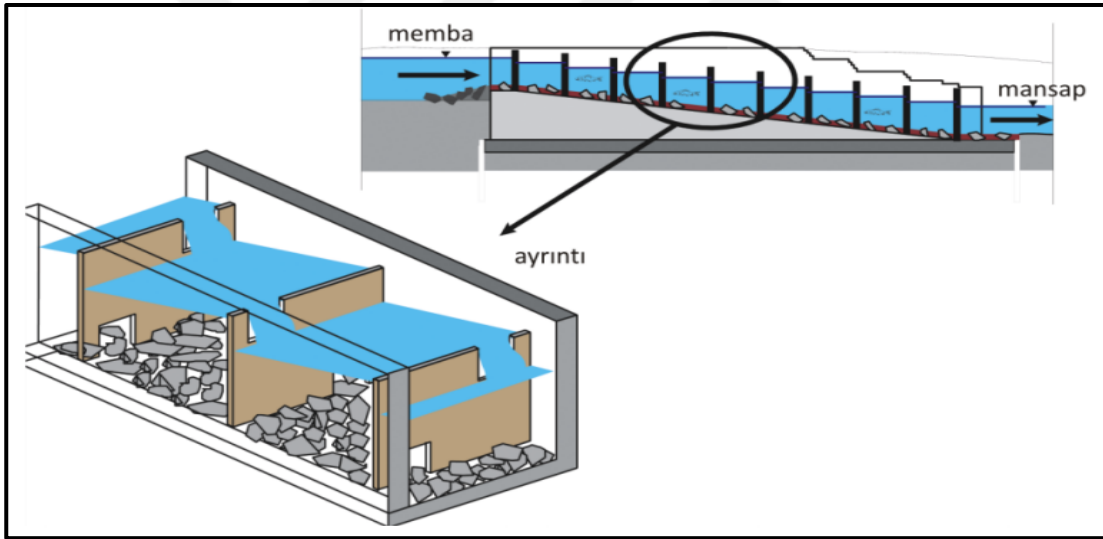
### 1.11.1. Balık Geçidi Tipleri

Balık geçitleri teknik olarak 6 başlıkta incelenmektedir (Tüfek, 2009; Ekren, 2015; Meşe, 2019). Bunlar;

- Havuzlu geçitler
- Yarıklı geçitler
- Denil geçitler
- Yılan balığı merdivenleri
- Balık eklüzleri
- Balık asansörleridir.

### 1.11.1.1. Havuzlu Geçitler

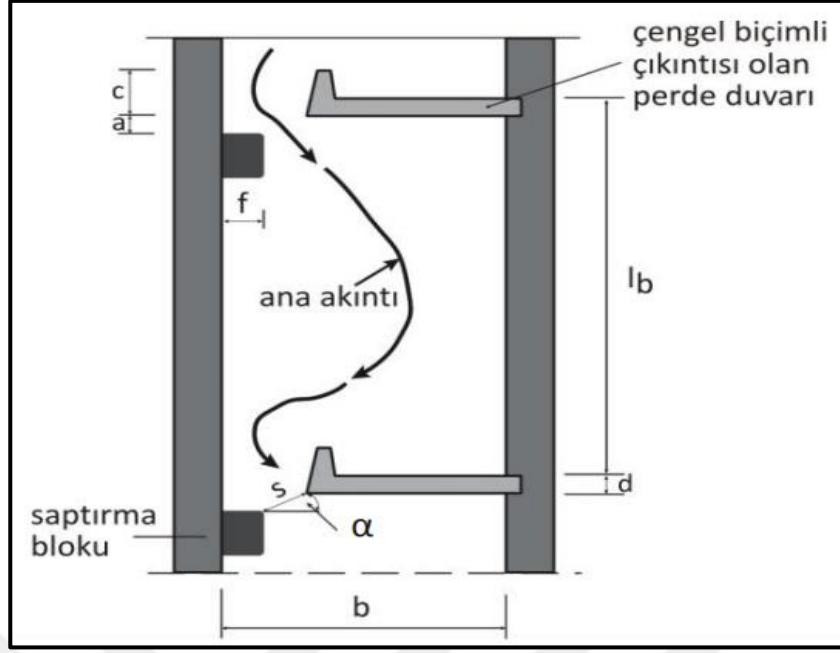
Havuzlu geçit için temel unsur, memba ile mansap arasındaki tüm kanalı, art arda sıralanan havuzlar getirilecek biçimde perde duvarı ile parçalara bölmektir. Su çoğunlukla perde duvarında bulunan açıklıklardan (orifis) akar, böylece suyun sahip olduğu potansiyel enerji havuzlarda aşamalı olarak azalır. Balıklar, perde duvarının tabanındaki (batık orifis) ya da üstündeki (entik) açıklıkları kullanarak içinde buldukları havuzdan başka bir havuza geçmektedir. Balıklar g ederken perde duvarlarından geçer, geçit boyunca yalnızca burada yüksek akış hızıyla karşı karşıya kalır. Balıklar, akış hızının yavaş olduğu havuzları ise dinlenme ve sığınma amaçlı kullanır. Dip canlılarının, havuzlu geçitleri aşabilmeleri için geçit tabanında pürüzlerin bulunması zorunludur (Tüfek, 2009; Sever, 2014; ner ve Sorgucu, 2016). Havuzlu bir geçidin boy kesit görünümü aşağıda gösterilmiştir.



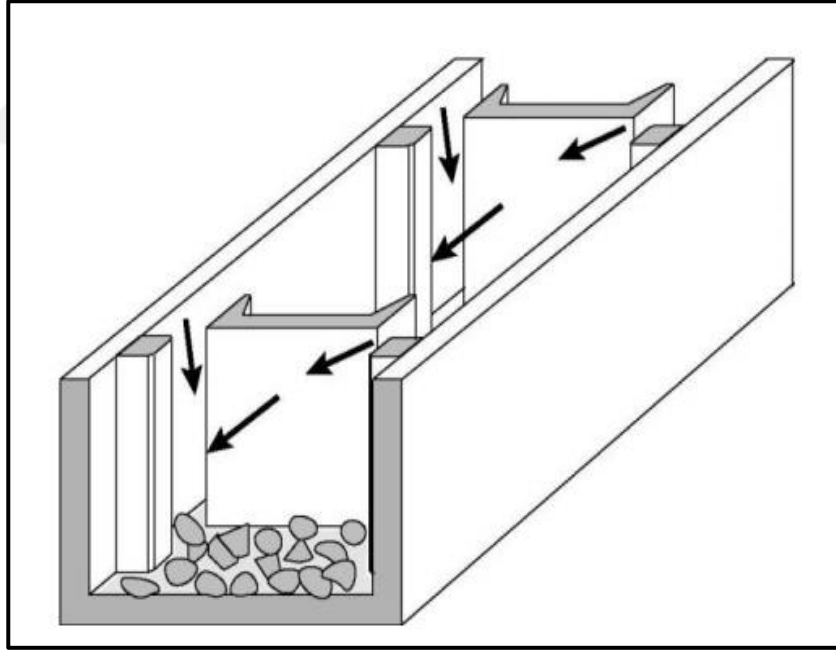
şekil 1.15. Havuzlu bir geçidin yapısı ve ayrıntısı (Tüfek, 2009; Alp ve Akyüz, 2012; nc ve Altındağ, 2012; Sever, 2014; URL-12, 2021).

### 1.11.1.2. Yarıklı Geçitler

1950'lerden günümüze kadar gelmiş olan dikey yarıklı geçit ya da yarıklı geçit Amerika'nın kuzeyinde geliştirilmiştir. Yarıklı geçitler son zamanlarda Almanya'da da yaygın bir şekilde görülmektedir. Yarıklı geçitler havuzlu geçitlere benzer bir tasarımıdır (Tüfek, 2009; nc ve Altındağ, 2012; Evcimen, 2016).



Şekil 1.16. Tek yarıklı balık geçidi kesiti (Tüfek, 2009; URL-12, 2021).



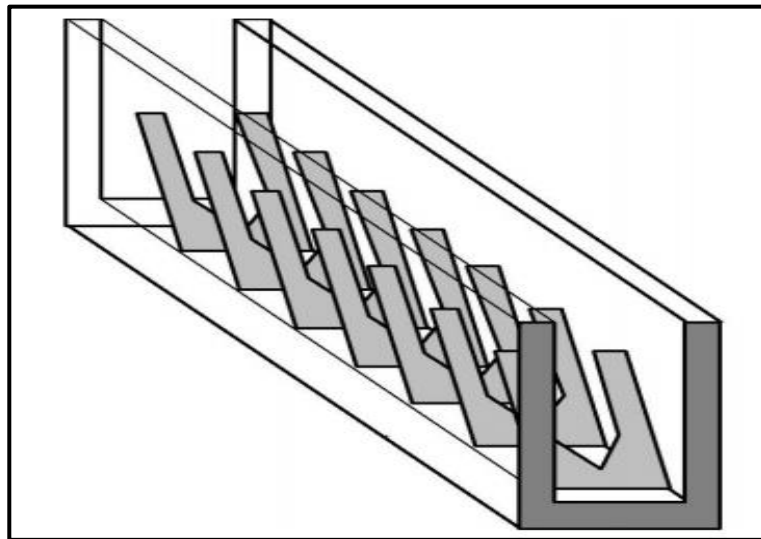
Şekil 1.17. Çift yarıklı balık geçidi kesiti (Tüfek, 2009; Meşe, 2019).

Geçitte çengel biçimli çıkıntısı olan perde duvarlar, bu duvarların karşısında türbülans etkisini azaltmak ve suyun enerjisini kırmak için saptırma blokları bulunmaktadır. Perde duvarlar yarıklı geçitlerde duvarın yerden yüksekliğinin bütününde dikey yarıklar yapılarak çentikli bir şekle getirilmiştir (Tüfek, 2009; Üçüncü ve Altındağ, 2012; Evcimen, 2016).

Perde duvarlarında, gelen suyun yoğunluğuna ve var olan suyun debisine göre bir ya da iki yarık bulunabilmektedir. Tek yarık bulunan tasarımda (klasik havuzlu bir geçidin tam tersine) yarıklar daima aynı bölümde bulunur (Tüfek, 2009; nc ve Altındağ, 2012; Evcimen, 2016).

### 1.11.1.3. Denil Geçitler

Belçikalı bir mühendis olan G. Denil 19. yy başlarında çalışma şeklinden ötürü ‘ters akışlı geçit’ olarak isimlendirilen bir çeşit balık geçidini tasarlamıştır. Bu geçit, mucidine atfen Denil geçidi adı ile literatüre geçmiştir. Denil geçidi, içindeki saptırıcıların çok yakın mesafelerle, akış yönünün tersine bir şekilde yerleştirildiği kanaldan meydana gelmektedir. Saptırıcıların alışma şeklinden dolayı ortaya çıkan su kabarması, fazla oranda enerjiyi yok eder ve bu saptırıcılar alt bölmelerde akışın düşmesini sağlar. Bu durumdan dolayı, Denil geçidi diğer türdeki balık geçitleriyle karşılaştırıldığında fazlasıyla dik eğime sahip olması ve kısa aralıklarda küçük yükseklikten orta yüksekliğe kadar olan mesafe farklarının ortadan kaldırılmasını sağlar. Bu geçidin düzenli yapısı, ıslak olmayan koşullarda prefabrik şekilde retilbilmesinden ve tek seferde tamamının monte edilebilir olmasından dolayı; bünyesinde balık geçidi bulundurmayan bentlerin düzenlenmesine ve alanın kısıtlı olduğu bölgelerde bu yapının kullanılmasına olanak sağlar (Tüfek, 2009; nc ve Altındağ, 2012; Baydar, 2014; Evcimen, 2016). Aşağıdaki şekilde Denil geçidi rneği gösterilmiştir.

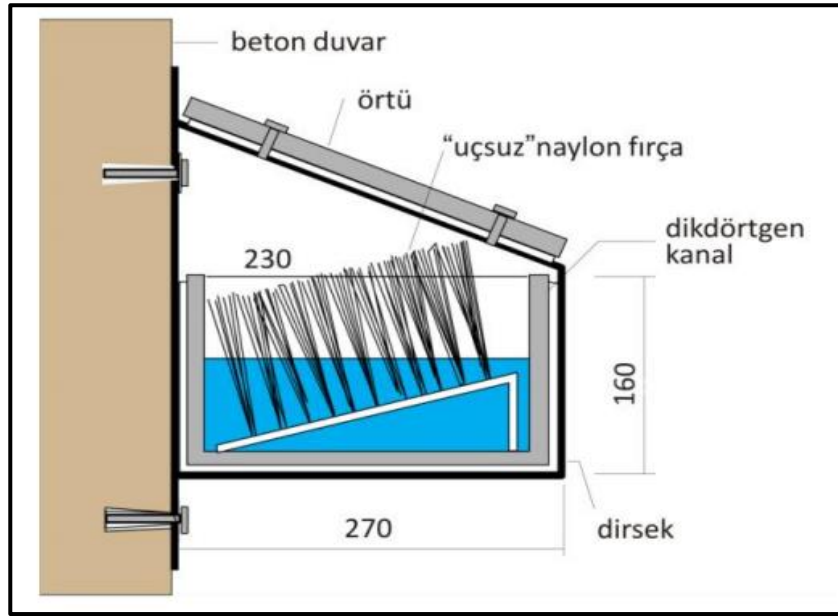


şekil 1.18. Denil geçit kesiti (nc ve Altındağ, 2012; Ekren, 2015; URL-12, 2021).

#### 1.11.1.4. Yılan Balığı Merdivenleri

Yılan balığı yaşamının tamamını denizle bağlantısı olan bütün durgun ve akar sularda geçirir. Aynı zamanda katadrom göçmen balık türlerinden biridir. Üremeye hazır oluncaya kadarki büyümesini tatlı suda tamamlar. Yılan balığı gümüşü evreye geldiğinde Saragosa Denizi'ne yumurtalarını bırakmak için bulunduğu tatlı sudan denize yol alır. Yılan balığı larvalarının (cam yılan balığı) Avrupa kıyılarına ulaşması 2-3 yıl sürer daha sonra bu larvalar kıyalardan iç sulara doğru göç ederler. Uzunlukları 7 ile 25 cm arasında olan ve membaya giden yılan balıkları, yüzeyinde pürüzler bulunan ufak yarıklara sahip engelleri aşmalıdır (Tüfek, 2009; Meşe, 2019).

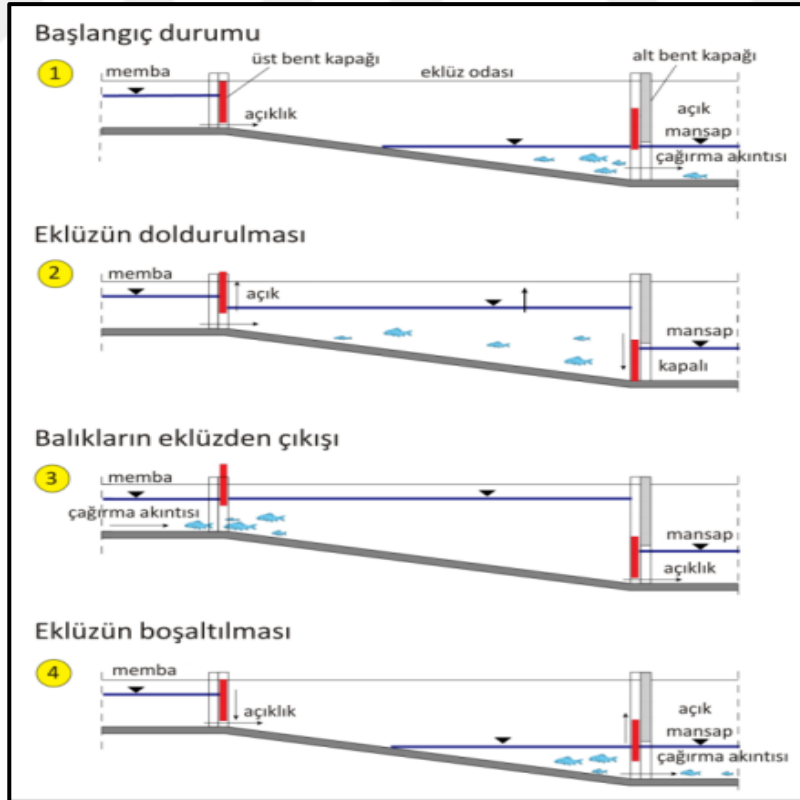
Henüz gelişimini tamamlamamış yılan balıkları tırmanma yeteneği açısından düşünüldüğü kadar başarılı değildir. Bu sebeple düşey olarak konumlandırılmış ve balıkların tırmanmasına yardımcı olacağı düşünülen (çalı demetleri vb.) araçlar pek de başarılı olmamıştır. Bu nedenle, nehir ağzlarında sayısının çok az olduğu bilinen yılan balığı için mevcut balık geçidine ek olarak cam yılan balıklarının performansını artıracak önlemlerin alınması yararlı olmaktadır. Uzunluğu daha fazla olan yılan balıkları klasik balık geçitlerini de kolaylıkla kullanabilmektedir. Bundan dolayı bu balık geçitlerinde ayrıyeten yılan balığı merdivenlerine gerek duyulmamaktadır (Tüfek, 2009; Meşe, 2019).



Şekil 1.19. Moselle nehrinde bulunan Zeltingen bendindeki yılan balığı merdiveni örneği (Tüfek, 2009; Meşe, 2019).

### 1.11.1.5. Balık Eklüzleri

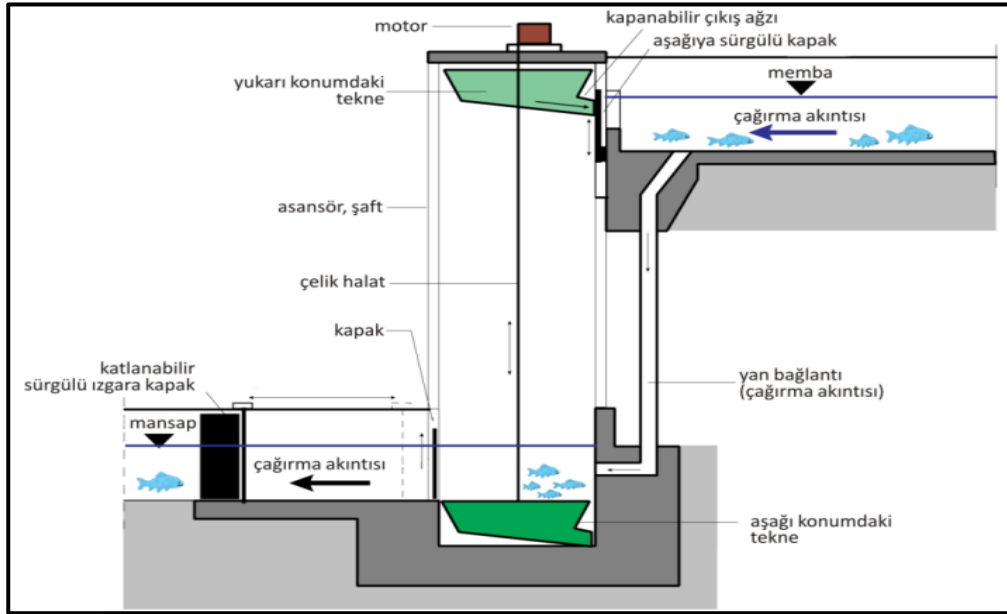
Balık eklüzleri İskoçya, Rusya, Hollanda ve İrlanda'da uzun yıllardan beri etki azaltıcı tedbir olarak kullanılmaktadır. Sieg ve Saar nehirlerinde (Almanya) da balık eklüzleri mevcuttur. Balık eklüzleri yapısal olarak gemi eklüzlerine benzerler. Bu eklüzlerin temeldeki ortak özelliği kapatma tertibatlı alt girişi ve üst çıkışı bulunan bir eklüz odasından oluşmalarıdır. Balık eklüzü ile gemi eklüzü karşılaştırıldığında birtakım farklılıklar bulunmaktadır. Aslında gemi eklüzü balık göçleri için gerekli donanıma sahip olmadığından balık geçidi amacıyla kullanılamaz. Özellikle daima seyreden akıntının olmayışı, bent kapaklarının açık kalma sürelerinin kısa olması, doldurma işlemi yapılırken odada bulunan yüksek su türbülansı ve eklüzün bentteki durumu; balıkların gemi eklüzünden geçişini fazlasıyla sınırlamaktadır. Ancak alabalıkların ve cam yılan balıklarının gereğinden fazla göç ettikleri dönemlerde gemi eklüzü balıkların membaya geçmesini kolaylaştırmak için kısa süreli olarak değiştirilmesi göz önüne alınabilir (Tüfek, 2009; Sever, 2014; URL-12, 2021). Balık eklüzünün çalışma şekli aşağıda gösterilmiştir.



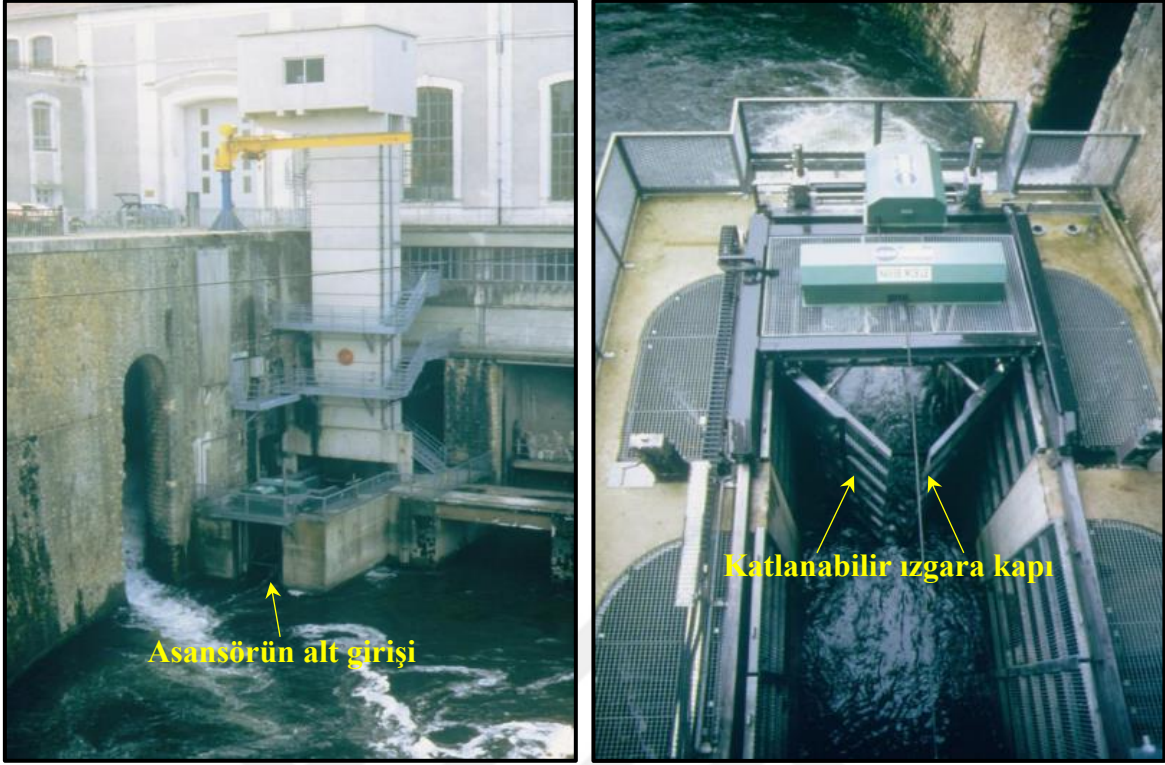
Şekil 1.20. Balık eklüzü işleyiş şekli (Tüfek, 2009; Sever, 2014; URL-12, 2021).

### 1.11.1.6. Balık Asansörü

Mevcut su yetmediği zamanlarda ve yükseklik farkının önemli (6-10 m) olduğu yerlerde alan gereksinimi, balıkların fiziksel yetenekleri ve performansları bakımından diğer balık geçitlerinin uygulanabilmesine ilişkin inşaat masrafları açısından bazı kısıtlamalar mevcuttur. Balıklar mansap bölgesinden membaya taşınırken aşılacak engeller çok yüksek olduğunda, balıkları bir asansör ile taşıma fikri için birtakım çözüm önerileri geliştirilmiştir. Balıkları taşımak için tekne kullanılmaktadır; bu tekneyi boşaltmak için tekneyi eğerek ya da tekneye açılır-kapanır boşaltma kapağı yerleştirerek boşaltma işlemi gerçekleştirilebilir. Bu tekne aşağıdayken tabana gömülü bir durumdadır bu yüzden balıkları kılavuz bir akıntıyla asansöre doğru çağırmak gerekir. Bir de asansörün ön kısmına koyulan katlanabilir özelliğe sahip ve aynı zamanda sürgülü olan ızgara şeklindeki kapak, balıkları önce asansöre daha sonra oradan da tekneye doğru yönlendirmeyi sağlar. Asansörün altında bulunan kapak belirli zaman aralıklarıyla düzenli bir şekilde kapanır. Tekneye gelen balıklar teknede hapsolür bir yere gidemezler ve yukarıya çıkan tekneye membaya taşınırlar. Tekne membadaki girişe direkt olarak boşaltılabilir veya üst su kotu ile tekne arasında su sızdırmayan bir bağlantı oluşturulabilir. Balıklar teknede bulunan suyla üst kanala gider; yine üst kanalda da açık bir biçimde çağırma akıntısı bulunması gerekmektedir (Tüfek, 2009; Ekren, 2015; Evcimen, 2016; URL-12, 2021).



Şekil 1.21. Balık asansörünün yapısı ve çalışma şekli (Ekren, 2015; URL-12, 2021).



Şekil 1.22. Fransa/Dordogne nehrindeki Tuilières balık asansörü (Tüfek, 2009).

### 1.11.2. Taşımali ve Tuzaklı Balık Geçitleri

Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısırılmasıyla yapılır. Kısırılan bu balıkların, çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir. Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin teşhisi, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Adıyaman ve Şanlıurfa illeri arasında kurulmuş olan Atatürk barajında balık geçidi bulunmamaktadır. Balık geçidi bulunmayan diğer büyük barajlara ve Atatürk barajına uygun geçit tiplerinden birisi de tuzaklama yaparak balıkların taşınmasıdır. DSİ eskiden yapmış olduğu barajlara balık geçidi yapmamıştır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi oldukça önemli ve kullanışlı olmuştur. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların DSİ'nin küçük havuzlarında yetiştirilerek tekrar rezervuar veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir (Bozkurt ve Yüksel, 2017).



Şekil 1.23. Tuzaklama ile balıkların asansörlerle taşınması (Bozkurt ve Yüksel, 2017).



Şekil 1.24. Mevcut baraja sonradan yapılan bir balık geçidi (Bozkurt ve Yüksel, 2017).

Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur (Bozkurt ve Yüksel, 2017).

### 1.11.3. Menfez Tipi Balık Geçitleri

Menfezler, demiryolunun veya karayolunun bir kısmından başka bir kısmına su iletmeye yarayan kanallardır. Dairesel, dikdörtgen, eliptik, kar kesitler veya boru-kemer biçiminde yapılmaktadırlar. Bu tür geçitler, çoğu zaman karayolu yapısına da bağlı olarak %0.5-5 arasında eğime sahiptirler. Menfezler genellikle akarsuların aşağı kesimlerine yerleştirilmektedir. Balığın geçmesi için menfez gerekliyse; balıkların geçide girmeleri, geçitten geçmeleri, geçitte zarar görmemeleri veya lüzumsuz gecikmeler yaşanmadan geçitten çıkmaları için özel yapılar (perde, blok, bent, plaka, dolgu vb.) gerekli olmaktadır (Üçüncü ve Altındağ, 2012).



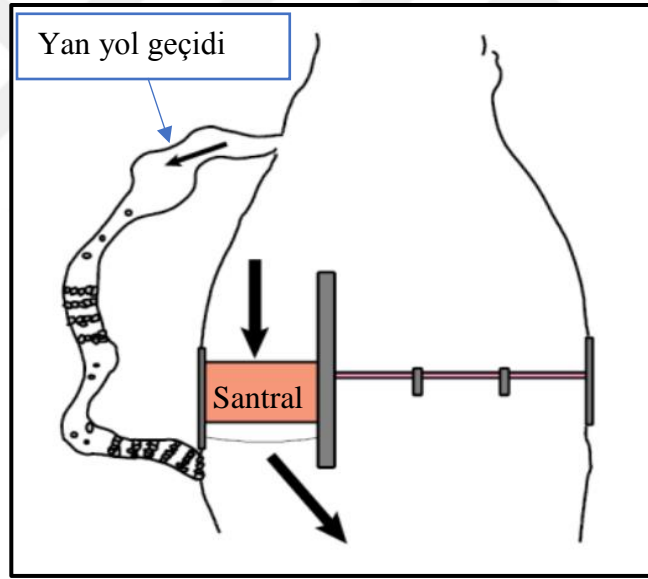
Şekil 1.25. Menfez tipi balık geçidi (Üçüncü ve Altındağ, 2012).

### 1.11.4. Diğer Balık Geçidi Tipleri

Bu geçitler; yan yol balık geçidi, kayalık rampalı balık geçidi, taban rampası ve meyilli tabanlı balık geçidi ve kilit tipi balık geçididir. Birçok ülkede bu geçitlerin değişik versiyonları geliştirilmiş ve günümüzde de kullanılmaktadır (Üçüncü ve Altındağ, 2012; Evcimen, 2016).

#### 1.11.4.1. Yan Yol Balık Geçidi

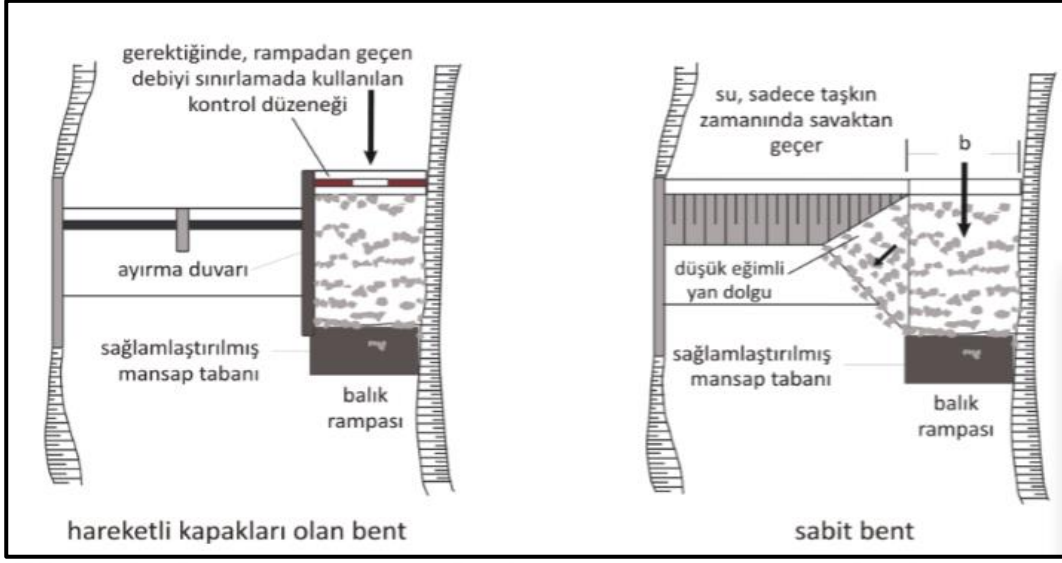
Bu tip balık geçitlerinde, doğal akarsu yapılarına benzer şekilde, su hareketleri, eğim, morfoloji ve uygun zemin oluşturularak topraktan veya kanallardan yapılmış bir yan kanal oluşturulur. Bu kanallar nehrin yukarısından aşağıya doğru kazılır. Ayrıca doğal engeller içerir; set, alüvyal materyaller veya taş bloklar gibi. Yan yol balık geçitlerinin kurulması uzunluğundan dolayı bazı alanlarda kısıtlanmıştır. Diğer taraftan ise çevreyle uyumu çok iyidir. Bu sebeple yan yol balık geçitlerine doğa seven (nature-like) balık geçitleri de denilmektedir. İlk olarak; 1980-1990 yılları arasında Avusturya, Danimarka ve Fransa'da; 1990 yıllarının başlarında ise İsveç'te yan yol balık geçitleri yapılmıştır. Bu geçitleri, tüm balık türlerinin geçebileceği hale getirmek için eğim %1-5 arası olmalıdır (Üçüncü ve Altındağ, 2012).



Şekil 1.26. Yan yol balık geçidi (Tüfek, 2009; URL-12, 2021).

#### 1.11.4.2. Kayalık Rampalı Balık Geçidi

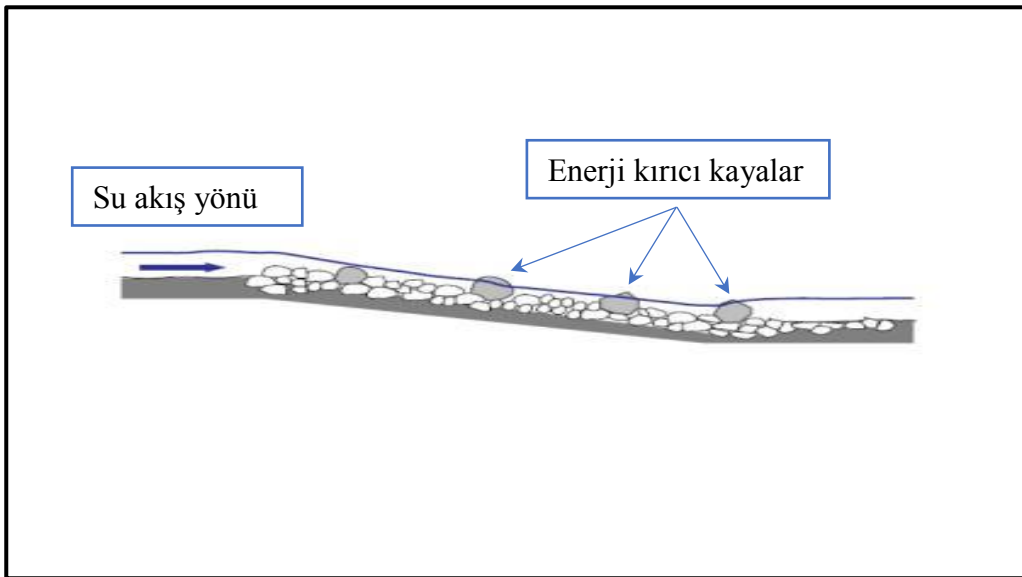
Kayalık rampalı geçitlerde, şelaleler ve doğal yapıtlara benzer havuzlar yapmak için büyük kayalar ve kalaslar kullanılır. Bu yapılar genellikle balık geçidi olmayan kısa bariyerlerde kullanılır. Ayrıca bu yapılar doğala benzer şekilde tasarlanmaktadır (Üçüncü ve Altındağ, 2012; Evcimen, 2016).



Şekil 1.27. Hareketli kapaklı bent ve sabit bent balık rampaları (URL-12, 2021).

#### 1.11.4.3. Taban Rampası ve Meyilli Tabanlı Balık Geçidi

Kaba malzemeli yüzeyi olan, nehir genişliği boyunca uzanan eşik, tabandaki kot farkını gidermek amacıyla olabildiğince düşük eğimlidir. Bendin gövdesinin rampa gövdesi gibi hafif eğimli olması ve gevşek malzemeden yapılmış olması durumunda bu gruba güçlendirme yapıları (stabilizasyon bentleri gibi) da dâhil edilebilir (Tüfek, 2009; URL-12, 2021).



Şekil 1.28. Taban rampası ve meyilli taban (Tüfek, 2009; URL-12, 2021).

#### 1.11.4.4. Kilit Tipi Balık Geçidi

Bu tip balık geçitleri, balıkları girişe doğru çekme yöntemiyle çalışmasından dolayı havuz tipi balık geçitlerine benzemektedirler. Havuz tipi balık geçitlerinden farkı olarak balıklar, bir kanala yüzmek yerine, bir toplanma bölgesinde yığılırlar. Daha sonra bariyerin su akışına eşit seviyeye ulaşabilmesi için toplanma bölgesi tıkanarak suyla doldurulur. Böylece balıklar kilitli bölge dışında yüzmeye başlar (Üçüncü ve Altındağ, 2012).

#### 1.11.5. Doğala Benzer Balık Geçidi Tipleri

Doğala benzer balık geçidi dizaynında, eğimi dik dereler ya da doğal nehirler özellikle göz önüne alınmaktadır. Bu geçitlerde kullanılan malzemeler çoğunlukla nehirlerden doğal yollarla sağlanır. Bu yapılar genellikle belli bir bölgeye özgüdür ve her yere uygulanmaz. Doğala benzer bu yapılar, akarsularda yeni akarsu biyotopları oluşumunu sağlamakla birlikte doğaya görsel bir uyum da sağlar. Aşağıdaki şekilde verilen yapı ‘doğala benzer balık geçidi tipi’ olarak adlandırılmaktadır. Bu tip nehir kesimlerindeki en bariz özellik, basamaklı görünüm ve düzensiz eğimdir. Kayalık eşikler üzerinde bulunan yüksek olmayan su düşülerini hemen havuzcuklar takip eder, bu bölümler en düşük su kotunda balıklar için hayatta kalma ve sığınma imkânı sağlar (Tüfek, 2009).



Şekil 1.29. Doğala benzer balık geçidi (Tüfek, 2009).

Nehirlerde balıkların geçişine olanak tanımak ve nehirdeki dikey bağlanabilirlik gereksinimini karşılamak için çoğu zaman eşik yapıları değiştirilmelidir (Tüfek, 2009).

DIN [Deutsches Institut für Normung (Alman Standartları Enstitüsü)] 4047 Bölüm 5'e göre meyilli taban ile taban rampası arasındaki tek fark yapının mevcut eğimidir. 1:3-1:10 eğimi olan doğal yapılar 'rampa' 1:20-1:30 eğimi olan yapılar ise 'meyilli taban' olarak isimlendirilir. Meyilli tabanlar veya taban rampaları özellikle nehirde bulunan çok dik meyilli ya da düşey düşüler yerine kullanılabilir. Ayrıca bu tarz yapılar akış kontrol sistemine ihtiyaç duymayan regülatörler biçiminde de sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tesisler böyle bir durum söz konusu olduğunda, memba su yüksekliğini muhafaza etmek için koruma yapısı ya da eşik olarak çalışmaktadır. Bu yöntemin çevresel olarak çok fazla üstünlükleri vardır. Orta veya uzun süreçte bu bölgede oluşacak olan silt birikmesi sebebiyle bendin su alma yapısında doğal akış koşulları tekrardan oluşturulabilecektir (Tüfek, 2009; Evcimen, 2016).

### 1.12. En Uygun Balık Geçidi Konumu

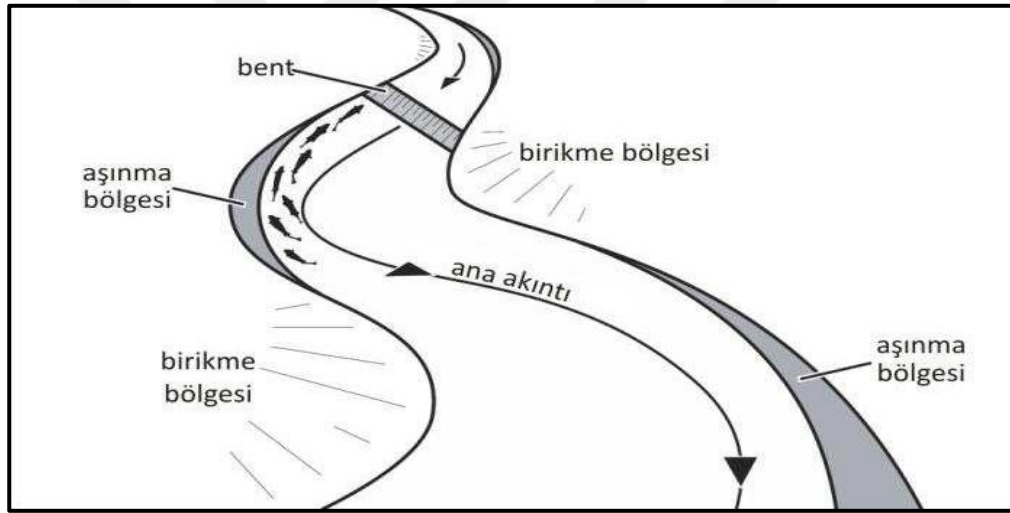
Su canlıları, göç esnasında üzerinde baraj bulunmayan nehirlerin akarsu yatak genişliğini tamamen kullanabilirken, bentler ve barajlarda bulunan balık geçitleri göç halindeki su canlılarını nehir yatağının en kesitindeki dar bir alana sıkıştırılmaktadır. Balık geçitleri, genellikle küçük boyutlu yapılar olduğu için, büyük nehir ve ırmaklarla kıyaslandığında fazlasıyla küçük kalmaktadır (Tüfek, 2009; Balbay, 2011; Sever, 2014; URL-13, 2021).



Şekil 1.30. Moselle nehri üzerindeki Neef barajının balık geçidi (ok işaretli) (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).

Moselle Nehri (Rhineland-Palatinate) üzerindeki Neef barajının kuş bakışı görünümüne bakıldığında balık geçidinin baraja kıyasla çok daha küçük boyutta olduğu gözlenmektedir (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).

Özellikle bu büyük nehirlerle uygulanan balık geçidi boyutları; hidrolik, mühendislik, ekonomik vb. durumlarla kısıtlanmaktadır. Bundan dolayı barajlarda bulunan balık geçitlerinin konumları fazlasıyla öneme sahiptir. Su omurgasızları ve balıklar çoğunlukla membaya gider. Bu gidiş de akıntı boyunca gerçekleşir. Membaya giden su canlılarının balık geçidi girişini bulabilmesi için, balık geçidi en fazla akıntı potansiyeline sahip nehir kıyısına yerleştirilmelidir. Balık geçidinin kıyıya yakın bir yerde inşa edilmesindeki amaç, taban ya da kıyı substratını kolayca balık geçidine bağlamaktır (Tüfek, 2009; Balbay, 2011; Sever, 2014; URL-13, 2021).

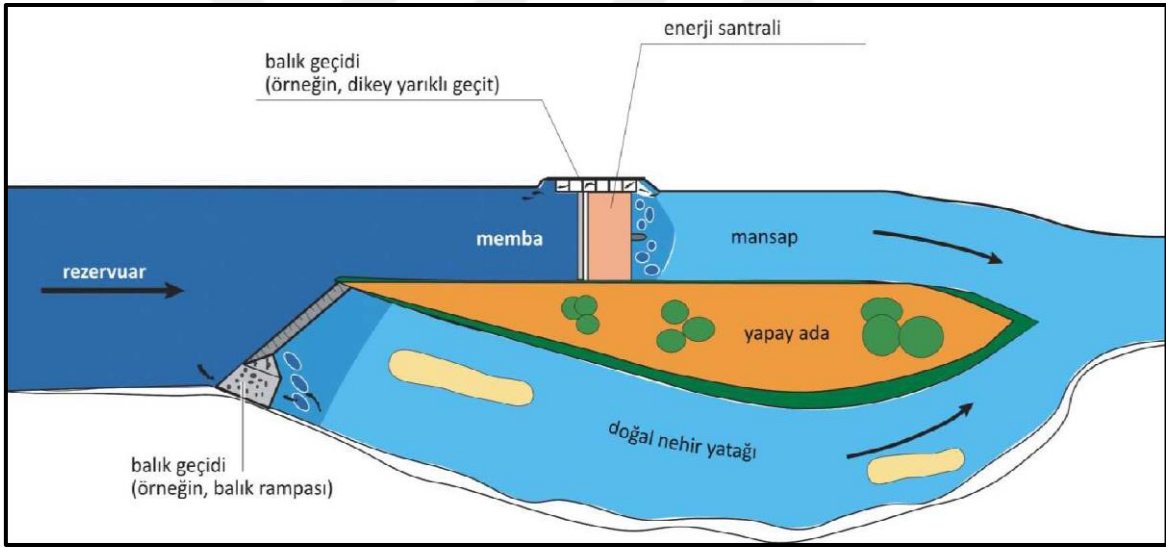


Şekil 1.31. Kıyı kesimlerinde birikme ve aşınma bölgeleri bulunan bir nehir üzerindeki akışın şema ile gösterimi (Tüfek, 2009; Sever, 2014; URL-12, 2021).

Ana akıntı boyunca hareket eden balıklar bende gidebilmek için aşınma bölgesini kullanır. Bu yüzden balık geçitleri balıkların engel ile karşı karşıya geldiği noktanın yakınılarında bulunmalıdır (Tüfek, 2009; Sever, 2014).

HES'lerin olduğu nehirlerde balık geçitlerinin konumu için en elverişli bölge, çoğunlukla santral binasının bulunduğu taraftır. Balık geçidindeki su çıkış yapısı (balık girişi) barajın ya da türbin çıkışının mümkün olduğunca yakınına yerleştirilmelidir. Balık geçidinde bulunan çıkış yapısını bendin ya da barajın çok yakınına konumlandırmak, balık geçidi girişi ile engel arasındaki kullanılmayan bölge oranını en aza indirir. Membaya doğru

giden balıklar bu girişi gözden kaçırarak, ölü bölge içerisinde kaldıklarından bu tedbir oldukça önemlidir. Baraj ya da bentlerin nehir üzerinde köşegen bir şekilde konumlandırılması ve taşmış olan suyun savaktan tamamen geçmesi durumunda, membaya doğru göç halinde olan balıklar çoğu zaman kıyı ile bent arasında kalan dar bölgede yoğunlaşmaktadır. Bundan dolayı balık geçidi bu bölgeye yerleştirilmelidir. Yan geçit türü HES'lerle alakalı olarak, balık geçidi yerini belirlemek için iki olasılık bulunur. İlk durumda balık geçidi, memba ile mansap arasındaki kanal bağlantısını sağlamak için elektrik santraline yapılabilir. Diğer durumda ise, rezervuara gelmiş olan su ile nehir havzası arasında bağlantı kurulacak biçimde bendin üzerine yapılabilir. Genellikle balık geçitleri bu olasılıklardan yalnızca biri kullanılarak yapılır. Balıklar, çoğu zaman akıntının çok kuvvetli olduğu yeri takip ederler bu yüzden debinin düşük olduğu nehrin eski yatağına girmektense mansap kanalını kullanarak türbin çıkışına yüzmeyi seçerler (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).



Şekil 1.32. Yan geçit şekli (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).

### 1.13. Balık Geçidi Girişi ve Çağırma Yolları

Sucul canlılar yönlerini bulmak için nehirdeki akıntıdan yararlanır. Ergin balıklar memba yönünde göç ederken, genellikle akıntının tersine (pozitif reotaksi) doğru yüzerler. Bununla beraber, akışın en yoğun olduğu zamanlarda göç etmek zorunda kalmazlar fakat yüzme yeteneklerine göre kıyı boyunca yüzebilirler (Tüfek, 2009; Balbay, 2011; Aslıyüksek, 2014).



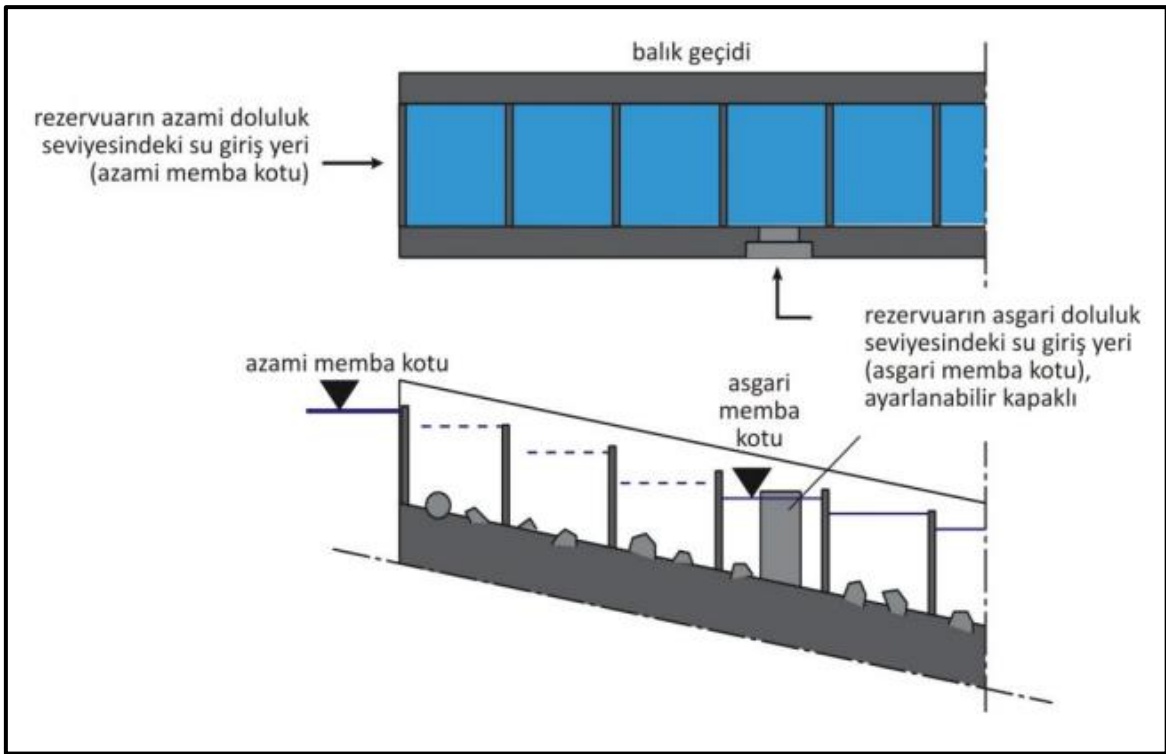
Yan geçit sisteminin açık kanal şeklinde olması daima iyidir fakat kapalı boru şeklinde de bulunabilir. Bu sistemden çıkan ilave su hızı, balıkların asla geçide gitmelerini engellememelidir. Bazı durumlar dışında suyun hızı 2 m/s'yi geçmemelidir. Rusya'da balık geçitleri üzerine çalışma yapan bir grup tarafından, balık geçidindeki girişe ilave olarak n oda koyulması tavsiye edilmiştir. Bu odalar suyunu hem yan geçitten hem de balık geçidi hattından alırlar ve günümüzde ABD ve Fransa'da bulunan tesislerden birçoğunda bulunmaktadır. Balık geçidinden ve yan geçitten gelen suların bu n odada birlikte oluşturduğu akıŐlar, çağırma suyu etkisi oluŐturarak nehre dökülür. Bu vaziyette balık geçidi girişindeki hız, suyun en az olduğu zamanda dahi 2 m/s'yi aŐmamalıdır (Tüfek, 2009; Balbay, 2011; Aslıyüksek, 2014).

Balık geçidinin girişinde çağırma akıntısını yükseltmek amacıyla, geçitteki ilk havuz mansabında bulunan n odaya yan geçitten su ilave edilir. Balıklar membaya doğru giderken bir araya gelirler, balık geçidi girişi de tam olarak balıkların toplandıkları bu yere konumlandırılmalıdır. Mansaptaki akıntuların karakteristik özellikleri ve HES'in yapısı balıkların toplanma alanını belirler (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).

#### **1.14. Balık Geçidi ıkıŐı ve ıkıŐ Şartları**

Bir HES'e balık geçidi yapılması söz konusu olduğunda, su girişi (membaya çıkış), bu geçitten çıkan balıkların akıntı sayesinde trbın yönünde sürüklenmesine engel olacak őrilde, türbinden ya da bentten gerektiği kadar uzağa konumlandırılmalıdır. Balık geçidiyle ızgara ya da trbın su alma yapısı arasında en az 5 m olmalıdır. Eğer gelen su hızı 0.5 m/s'den fazlaysa, balık geçidi çıkışı bir ayırma duvarı sayesinde membaya doğru uzatılır. Çoğu zaman rezervuardaki memba su yüksekliği sabit olduğu için, su giriş yapısı dizaynı problem teşkil etmemektedir fakat su yüksekliğinin deėiŐtiėi barajlarda farklı önlemlerin alınması gerekli olmaktadır. Bu gibi durumda, balık geçidinin su kotlarının deėiŐmesinden çok daha az etkilenerek çalışma düzenini sürdürebilecek őrilde tasarlanması veya su giriş bölgesindeki yapısal düzenlemelerin projeye eklenmesi gerekir. Membadaki su yüksekliği maksimum değişimi 0.5-1 m olduğu durumda balık geçitleri için dikey yarıklı çıkış modelinin elverişli olduğu kararına varılmıŐtır. Kot değişimi 1 metreyi geçtiği zaman balık geçidi, işlevini sürdürebilmesi için farklı yüksekliklerde birden çok çıkış inşa edilmelidir (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014; URL-13, 2021).

Memba su kotu değişse (düşse) bile balıkların geçitten çıkmasına olanak sağlar. Belirli türdeki balık geçitlerinin işlevselliği için, geçitte bulunan su akımının mekanik olarak düzenlenmesi gerekebilir. Su giriş yerinde (çıkışta) bulunan basit bir açıklık kontrol mekanizması işe yarayabilir. Rezervuarda bulunan su kot değişimleri aşırı olduğunda, kontrol sistemine ya da bariyer düzenekli daha kompleks yapılara gerek duyulabilir. Yalnız bu tip yapıların istenildiği gibi çalışmama olasılığı da vardır. Ayrıca buradaki personel, kontrol sistemlerini yanlış çalıştırırsa aynı zamanda balık geçidinin işlevselliğini de azaltmış olabilir (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).



Şekil 1.34. Rezervuar bölgesinde farklı kotlardaki balık çıkışları (su girişleri) (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).

Balık geçidini bir rampa aracılığıyla kıyı substratına ya da doğal tabana bağlamak, dipte bulunan canlıların balık geçidini kullanarak membaya geçmesini kolaylaştırır. Yüzen bir saptırıcıyla (kalas vb.) istenmeyen nesnelerin girişine karşı balık geçidinin su girişi korunmalıdır. Balık geçidi etkinliğini izleyebilmek amacıyla çıkışa bir kontrol mekanizması (tuzak vb.) yerleştirmek için bazı tedbirler alınmalıdır. Balık tuzağı pabuçları ve kaldırma tertibatı bu tedbirlere örnek olarak verilebilir ayrıca bakım ve kontrol maksadıyla balık geçidinde bulunan suyu kesmek için bir düzenek de yapılabilir (Tüfek, 2009; Balbay, 2011).

### **1.15. Balık Geçidinde Bulunan Suyun Debisi ve Akıntı Koşulları**

Balık geçidinde balıklara en elverişli hidrolik koşulları sağlamak için gerekli debi, çoğu zaman çağırma akıntısı meydana getirmek için duyulan ihtiyaçtan daha küçüktür. Balık geçidindeki suyun, bulunan ya da planlanmış olan geçidi hidrolik açıdan düzgün şekilde işletmek için, gereğinden daha fazla olduğu durumda, genişliği çok daha fazla olan kayalık rampa inşasına benzer başka tasarımlar da gözden geçirilmelidir (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014).

Su debisini arttırmak amacıyla, balık geçidi bulunan nehirden alınmayan sular (derivasyon kanallarından ya da atık su arıtma tesislerinden gelen su) kullanılmamalıdır. Özellikleri (fiziko-kimyasal) farklılık gösteren suların birbirine karışması koku ile yön bulan balıkların işlerini zorlaştırır ve bu balıkların göç etme dürtüleri azalır. Tüm su canlılarının, balık geçidinden göç etmesi için geçitte bulunan türbülansın mümkün oldukça düşük olması gerekmektedir. Havuzlu geçitte bulunan her havuzun hacimsel olarak enerji kırım gücünün havuz hacminin  $m^3$ 'ü başına 150-200 W'ı geçmemesi önerilmektedir (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014).

### **1.16. Balık Geçidinin Eğimi, Uzunluğu ve Dinlenme Havuzları**

Balık geçitlerindeki olması gereken ölçüleri belirleyen uzunluk, genişlik, eğim, su derinliği vb. özelliklerin dışında bu ölçüler arasında dinlenme havuzları ve orifisin boyutları da bulunmalıdır. Bu yüzden balık geçidi inşa edilirken geçidin tipi ve su debisi talimatları karşılamalıdır. Balık geçitlerinin boyutları tayin edilirken, akarsuda bulunan ya da olabilecek en büyük balık türünün (doğal balık faunası açısından) boyu dikkate alınması gereken en temel husustur. Potansiyel balık büyüklükleri hakkında sağlıklı bilgi elde etmek için, balıkların tüm yaşamı boyunca büyümelerinin devam ettiği göz önünde bulundurulmalıdır. Tablo 1.3'te balıkların ortalama vücut uzunlukları verilmiştir. Mersin balıkları 6.0 metreye varan uzunluklarda da olabilir fakat azami veriler bu tabloda gösterilmemiştir. Bir nehirde yaşama ihtimali en yüksek balık çeşidinin ortalama boyu ve su kotu değişimi, balık geçidi boyutlandırılırken dikkate alınmalıdır. Su kotunda yalnızca  $\Delta h = 0.2$  metre bir fark olması, perde duvarlarda ve orifiste azami 2.0 m/s büyüklüğünde bir akıntı hızı meydana getirdiği için balık geçidindeki havuzlar arasında su kotu farkı 0.2 metrenin altında olması gereklidir (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014).

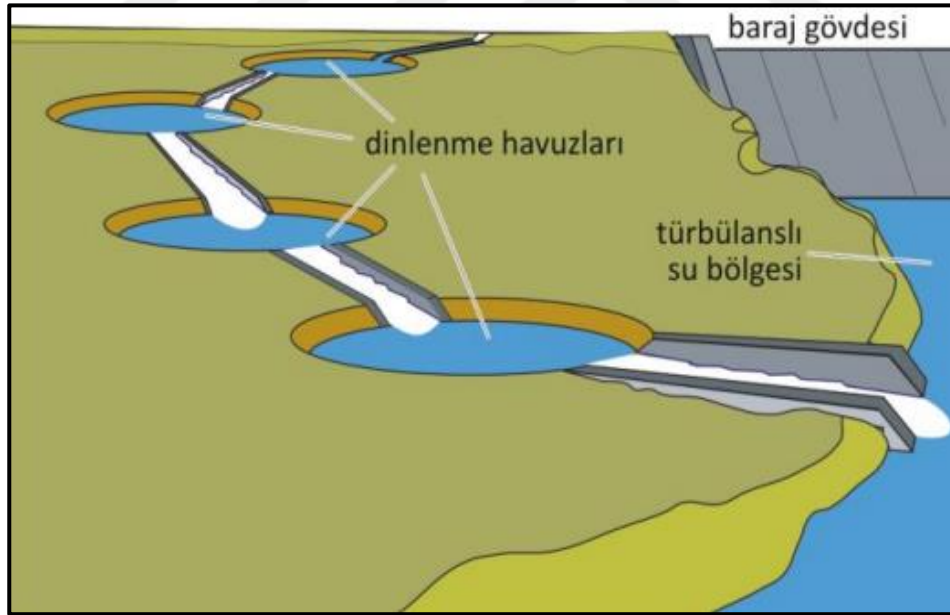
Su kotunda bulunan bu fark yüzme yeteneği az olan balıkların dahi geçebilmesine olanak sağlayan kaba malzemeli taban üzerindeki katmanda akıntı hızı oluşturmaktadır. Şelalelerden ve su jetlerinin meydana getirdiği düşülerden mutlaka kaçınılmalıdır (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014).

İnşa ilkesine dayalı teknik çözümlerde, izin verilen en yüksek eğim 1:5-1:10 aralığında iken, doğala benzer balık geçitlerinde ise 1:15'in altındaki en büyük değerler alınmalıdır. Bununla beraber, balık geçidi bulunan alanda doğal eğimi karşılamayan, doğala benzeyen balık geçidi eğimleri de kullanılmaktadır. Doğal balık faunasında yer alan balık çeşitlerinin yüzme yeteneği ve tüm yaşam safhaları balık geçidi uzunluğuna karar verilirken göz önüne alınmalıdır. Birçok farklı araştırmada görülen veriler birbirlerinden çok farklı ve aynı zamanda çelişkili olduğu için balıkların yüzme hızları burada gösterilmemiştir fakat balık geçidi boyutlandırılırken en zayıf yaşam koşullarının veya en güçsüz balık türünün gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014; URL-13, 2021).

Tablo 1.3. Birtakım yetişkin balık türünün ortalama vücut uzunlukları (Tüfek, 2009).

Balık Türü	Boyu (m)
Mersin Balığı	3.0
Yayın Balığı	2.0
Turna Balığı	1.2
Somon	1.2
Huchen	1.2
Deniz Lampreyi	0.8
Denizalası	0.8
Tirsi	0.8
Bıyıklı Balık	0.8
Gölalası	0.8
Çapak Balığı	0.7
Orfe	0.7
Sazan	0.7
Tatlısu Kefali	0.6
Gölge Balığı	0.5
Dişli Tirsi	0.4
Nehir Lampreyi	0.4
Kahverengi Alabalık	0.4

Balıkların gideceği istikamette dinlenme havuzları ya da dinlenme bölgeleri bulunmalıdır çünkü balıklar buralarda dinlenmek için göçü durdururlar. Havuzlu ya da yarıklı geçitlere benzeyen balık geçitlerinde zaten bu bölgeler bulunur. Kayalık rampa gibi diğerlerinde de kolaylıkla oluşturulmaktadır. Tasarımı sebebiyle dinlenme bölgeleri bulunmayan balık geçitlerinde, türbülansın çok daha az olduğu dinlenme havuzları ara bölgelere konumlandırılmalıdır. Dinlenme havuzları, havuz hacminin  $m^3$  ü başına hacimsel enerji kırılması  $50 W'$ ı geçmeyecek biçimde boyutlandırılmalıdır. Çoğu zaman balık geçitlerinin uzunluklarıyla ilgili geçerli sayılan değerler bulunmamaktadır. Bununla beraber uzunluğu balıkların tek seferde geçebileceğinden büyük olan ve dinlenme bölgesi bulunmayan geçitler için havuzların arasında 2 metreden daha çok mesafe olmayacak ve uzunluğu kot farkına uygun ayarlanacak şekilde dinlenme havuzları yerleştirilmelidir. Denil tipi balık geçitlerinde, sazangiller için en kısa her 6 ila 8 metre, alabalıklar için ise en kısa her 10 metre de bir dinlenme havuzları konularak balık geçidi kısımlara ayrılmalıdır (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014).

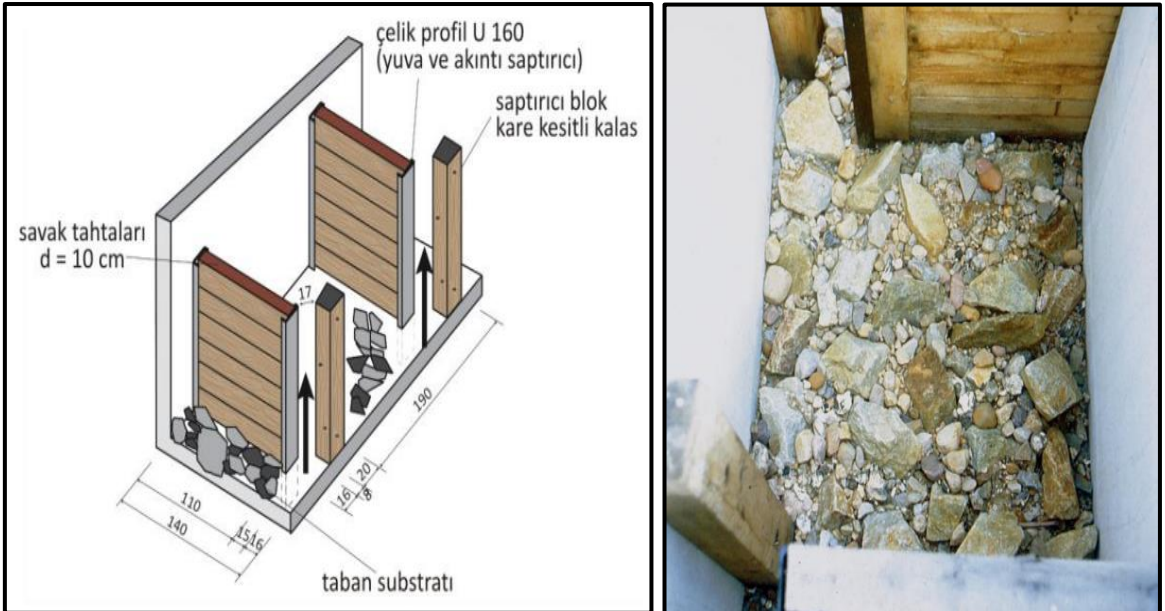


Şekil 1.35. Bir balık geçidindeki dinlenme havuzları (URL-14, 2021).

Karnivor veya etobur olarak bilenen canlılar et ile beslenmektedirler. Predatör, yırtıcı veya avcı olarak bilinen canlılar ise diğer hayvanları avlayarak beslenmektedirler. Balıklar hem karnivorların hem de predatörlerin yiyecek kaynağıdır. Bu nedenle balık geçitlerinde, balıkların av konumuna düşmeleri engellenmelidir.

### 1.17. Balık Geçidi Tabanının Tasarımı

Balık geçidi tabanı, her yerde minimum 0.2 metre kalınlığında tabaka halinde kaba bir malzemeyle kaplanmalıdır. Bu kaba malzemenin nehir malzemelerinden meydana getirilmesi arzu edilir. Su mühendisliği açısından bakıldığında, erozyona daha dirençli taban için de kaba malzemenin gereksinimi önemlidir. Bununla beraber, tabandaki malzemenin olabildiğince doğala benzer bir yapıda olması ve değişik tane büyüklükleri nedeniyle farklı büyüklükteki ara boşluklardan meydana gelen mozaik bir şekilde olması arzu edilir. Bu boşluklarda akıntı az olduğu için yavru balıklar, küçük balıklar ve bilhassa dip omurgasızları buraya sığınır. Böylece membaya göç etmek için akıntının etkisinden korunmuş olurlar. Doğala benzeyen türdeki balık yolları üzerinde kaba malzemeli bir taban oluşturmak çoğu zaman birtakım problemler doğurmaktadır. Kaba malzemedan meydana gelen pürüzlü bu taban orifis, yarık ve çıkış alanı da dahil olmak üzere geçit boyunca sürekliliğini devam ettirmelidir. Denil geçitleri ve buna benzer birtakım teknik geçitlerde bu tip bir taban meydana getirmek olası değildir. Bundan dolayı, dip canlılarının bu tip geçitleri kullanamadığı ve bu tarz yapıların balık geçitleriyle alakalı bazı temel ihtiyaçlardan birisini karşılayamadığı sonucu çıkarılabilir (Tüfek, 2009; Aslıyüksek, 2014).



Şekil 1.36. Yarıklı bir balık geçidinin tasarımı ve tabanında bulunan kaba malzeme (Tüfek, 2009; Sever, 2014).

### **1.18. Balık Geçitlerinin Bakımı**

Balık geçitlerinin çalışma işlevini kaybetmesine yol açan en büyük faktör yetersiz bakımdır. Bu nedenle bir balık geçidinin planlandığı aşamadan itibaren düzenli olarak bakıma ihtiyacı olacağı göz önüne alınmalıdır. Orifislerin veya balık geçidi çıkışının (su girişinin) tıkanması, geçitte görülen bazı yapısal zararlar ya da akış kontrol düzeneklerindeki arızalar nadiren görülse de yapılan düzenli bakımlarla bu sorunlar çözülebilir. Balık geçidi bakımının yapılabilmesi için geçide emniyetli ve engelsiz bir şekilde ulaşmak gerekir (URL-13, 2021). Kayalık rampa gibi doğala benzer geçitlerin bakımı diğer teknik geçitlere nazaran daha kolaydır bunun sebebi suyun giriş bölümü ya da kaya parçaları arasında bulunan bölüm, genelde tamamen tıkanmadığından ve sistemin işleyişi anında durmadığındandır. Teknik yapılar bu nedenle daha fazla bakıma ihtiyaç duyarlar. Taşkınlardan sonra her zaman bakım işlevi gerçekleştirilmelidir. Ayrıca üzerinde çalışılan geçit tipi veya arıza sıklıkları göz önüne alınarak bakım işlemi için bir program hazırlanabilir. Daha önce yapılmış program da düzenlenebilir (Tüfek, 2009; URL-12, 2021).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

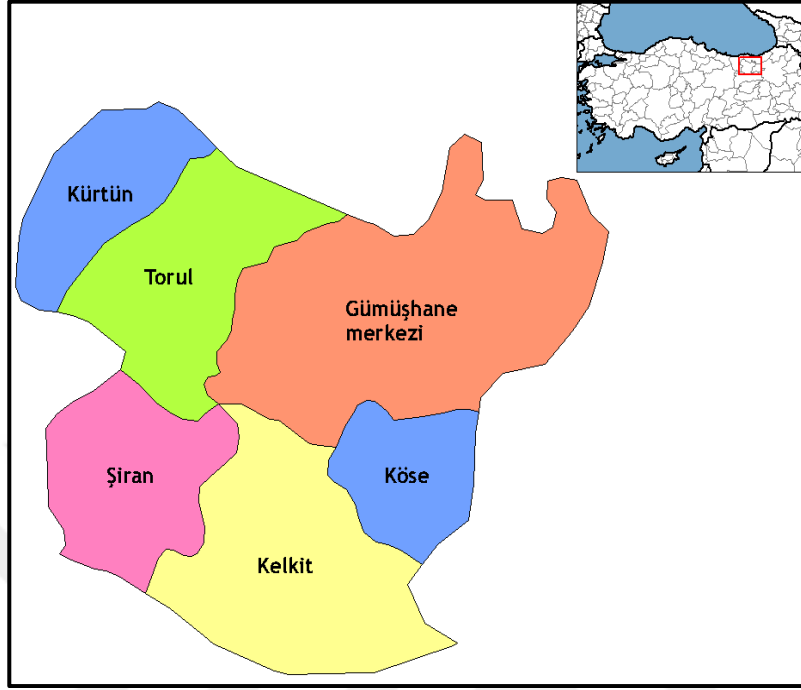
### 2.1. Giriş

“Hidroelektrik Santrallerde Balık Geçitleri Sorunları: Gümüşhane ve Bayburt Örneği” isimli tez çalışması için öncelikle balık geçitlerinin projelendirme, inşaat, işletme ve bakım süreçleri literatür bazlı incelenmiş, DSİ 22. Bölge Müdürlüğünden, Gümüşhane ve Bayburt illerindeki hidroelektrik santrallerinin projeleri ve fizibilite raporları alınmış, ardından Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinden hidroelektrik santrallerle ilgili Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporları ve Proje Tanıtım Dosyaları (PTD) alınarak çalışmanın başlangıcı oluşturulmuştur.

Bu bilgiler ışığında, Doğu Karadeniz Bölgesi’ni kapsayan Gümüşhane ve Bayburt illerinde bulunan Köprübaşı, Güzeloluk, Torul, Fındık, Büyükdüz, Mor 2, Kürtün, Akköy 1, Akköy 2, Bayburt, Yıldırım, Bayburt (Küçük), Çoruh Un HES’lerindeki balık geçitlerinin yapısal ve hidrolik özellikleri belirlenmiş, saha çalışmasıyla birlikte yerinde yapılan gözlemlerin sonucu ile bu özellikler karşılaştırılarak mevcut sorunlar tespit edilmiştir. Hidroelektrik santrale uygun balık geçidi yapılıp yapılmadığı, yapılan geçidin balığın cinsine uygun olup olmadığı, balığın geçidi kullanıp kullanmadığı, taşkın sonrası geçidin temizliğinin yapılıp yapılmadığı, geçidin tipi, basamak sayısı, su derinliği, uzunluğu, balığın boyutları, akıntı koşulları gibi parametreler göz önüne alınarak balık geçitlerinin sorunları incelenmiştir. İnceleme sonucu toplanan bilgi ve belgeler değerlendirilmiş, yapılan durum analizleri sonucunda sorunlara projelendirme, inşaat ve işletme-bakım aşamalarındaki uyumsuzluklar özelinde çevresel ve uygulanabilir çözüm önerileri getirilmiştir.

Durum analizlerinde hidroelektrik santrallerin teknik sorumluları ve bulunduğu yöredeki insanlarla pandemi koşullarına uygun şekilde yüz yüze veya telefonla görüşmeler yapılması da sorunların belirlenmesinde yardımcı olmuştur. Bu bağlamda yöre halkı öncelikli olmak üzere vatandaşlarla balık geçitleriyle ilgili toplumsal bilinç-duyarlılığın belirlenmesi ve geliştirilmesi açısından anket çalışması yapılmıştır. Sonuçları karşılaştırmak ve değerlendirmek amacıyla üniversitemiz akademisyenleriyle de konu ile ilgili olanlar özelinde anket çalışmaları yapılarak yardımlarına başvurulmuştur. Bu şekilde yöre halkının HES ve özellikle balık geçitleri hakkında bilgi birikimleri, görüşleri ve çevresel duyarlılıkları öğrenilerek, eksik ve yanlış bilgiler konusunda bilgilendirme yapılması ve kabartıcı tesislere karşı önyargıların önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

## 2.2. Gümüşhane İli Genel Özellikleri



Şekil 2.1. Gümüşhane ili haritası (URL-15, 2021).

Gümüşhane 38° 45'- 40° 12' doğu boylamları ile 39° 45'- 40° 50' kuzey enlemleri arasında yer alır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunur. Bayburt, Giresun, Trabzon ve Erzincan illeri ile komşudur. Deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1210 metre, yüzölçümü 6575 kilometrekaredir (URL-16, 2021).

### 2.2.1. Akarsular

Gümüşhane ili akarsu şebekesi, Kelkit çayı ve Harşit Çayı ile bu çayların yan kollarından oluşmaktadır. Bütün akarsular, kaynaklarını il sınırları içerisinde alır. Kelkit Çayı Samsun ilinin Çarşamba ilçesinde Yeşil Irmağa karışarak Karadeniz'e dökülmektedir. Harşit çayı ise Giresun ilinin Tirebolu ilçesinden Karadeniz'e dökülmektedir. Gümüşhane ilinde bu iki akarsudan başka yaz mevsiminde yer yer kuruyan birçok küçük dereler de bulunur (URL-16, 2021).

Gümüşhane ilindeki akarsularda sazan, alabalık ve kaya balıkları gibi balık türleri yaşamaktadır (Verep, 2020).

### 2.2.2. Gümüşhane İlindeki Hidroelektrik Santraller

Gümüşhane ilinde, Kürtün, Torul, Şiran, Köse ve Kelkit olmak üzere 5 ilçe bulunmaktadır. Gümüşhane ilinin, Kürtün ilçesinde 6 hidroelektrik santral, Torul ilçesinde 2 hidroelektrik santral ve Şiran ilçesinde 1 hidroelektrik santral olmak üzere toplamda 9 tane hidroelektrik santrali vardır. Bu hidroelektrik santraller aşağıdaki gibidir:

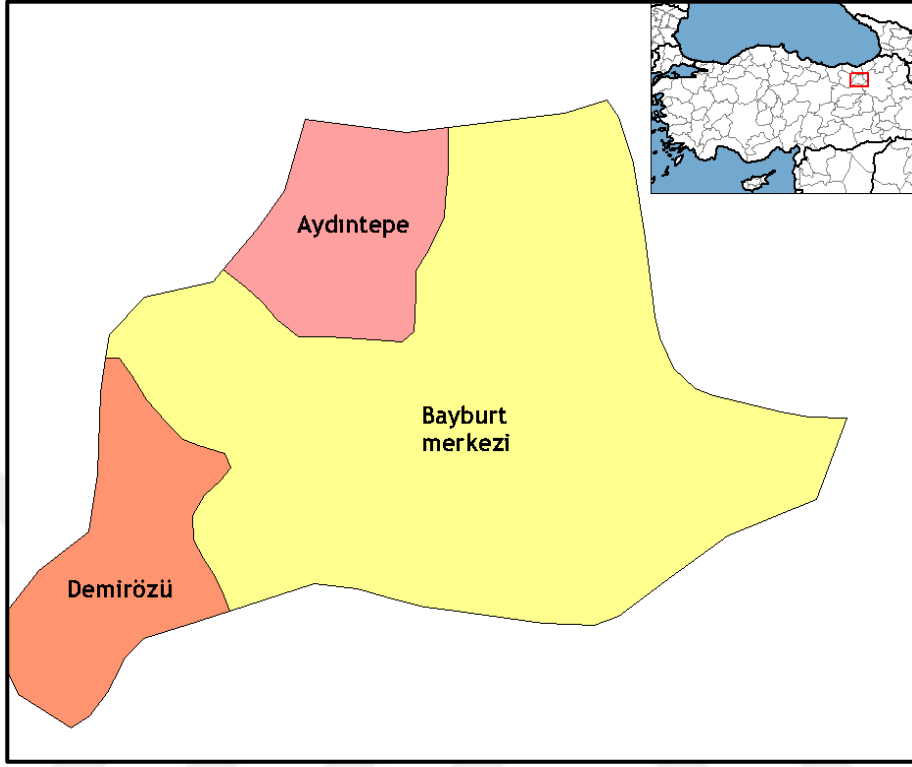
- 1- Köprübaşı HES
- 2- Güzeloluk HES
- 3- Torul Barajı ve HES
- 4- Fındık HES
- 5- Büyükdüz (Elmalı-Taşoba) HES
- 6- Mor 2 Regülatörü ve HES
- 7- Kürtün Barajı ve HES
- 8- Akköy 1 Can Suyu ve HES
- 9- Akköy 2 Barajı (Gökçebel-Yaşmaklı) ve HES



Şekil 2.2. Gümüşhane ilindeki HES'lerin harita üzerindeki konumu

Köprübaşı HES, bütünlüğü bozmamak ve estetiklik adına yaklaşık konuma kaydırılarak harita üzerinde gösterilmiştir.

### 2.3. Bayburt İli Genel Özellikleri



Şekil 2.3. Bayburt ili haritası (URL-17, 2021).

Bayburt  $40^{\circ} 37'$  kuzey enlemi ile  $40^{\circ} 45'$  doğu boylamı,  $39^{\circ} 52'$  güney enlemi ile  $39^{\circ} 37'$  batı boylamları arasında bulunur. Erzurum, Gümüşhane, Trabzon, Rize ve Erzincan illeri ile komşudur. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunur. Deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1550 metre, yüzölçümü 3739 kilometrekaredir (URL-18, 2021).

#### 2.3.1. Akarsular

Ülkemizin en önemli akarsularından biri olan Çoruh Nehri, Bayburt il sınırına güney doğudan girmektedir. Masat vadisinden gelen ana kaynak ile Kop Dağı eteklerinden gelen kop suyu Maden köyünde birleşir, alt kısımlardaki diğer küçük derelerin de sularını toplayarak Çoruh Nehri şehre ulaşır. Nehir daha sonra derin ve dar olan Çoruh Vadisi'ne girer ve kuzey-doğu yönünde akışına devam ederek ili terk eder (URL-18, 2021).

Bayburt ilindeki akarsularda sazan, alabalık, mersin balıkları, yayın balıkları, kaya balıkları ve çöpçü balıkları gibi balık türleri yaşamaktadır (Akbulut, 2009).

### 2.3.2. Bayburt İlindeki Hidroelektrik Santraller

Bayburt ilinde, Demirözü ve Aydın-tepe olmak üzere 2 ilçe bulunmaktadır. Toplamda 4 tane hidroelektrik santrali bulunan Bayburt ilinde, tüm santraller il merkezinde bulunmaktadır. Bu hidroelektrik santraller aşağıdaki gibidir:

- 1- Bayburt (Kop-Bayburt) HES
- 2- Yıldırım HES
- 3- Bayburt HES (Küçük)
- 4- Çoruh Un Fabrikası ve HES



Şekil 2.4. Bayburt ilindeki HES'lerin harita üzerindeki konumları

### 3. BULGULAR ve İRDELEME

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki balık geçitlerinde projelendirme, inşaat, işletme ve bakım süreçlerinde oluşan veya oluşabilecek sorunların belirlenmesi ve bu sorunlara çözüm önerileri getirilmesi amacıyla yürütülen çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'ni kapsayan Gümüşhane ve Bayburt illerinde bulunan Köprübaşı, Güzeloluk, Torul, Fındık, Büyükdüz, Mor 2, Kürtün, Akköy 1, Akköy 2, Bayburt, Yıldırım, Bayburt (Küçük), Çoruh Un HES'lerindeki balık geçitlerinin yapısal ve hidrolik özellikleri DSİ ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinden alınan veriler ışığında belirlenmiş, saha çalışmasıyla birlikte yerinde yapılan gözlemlerin sonucu ile bu özellikler karşılaştırılarak mevcut sorunlar tespit edilmiş ve bu sorunlara çözüm önerileri getirilmiştir. Bu amaçla, işletmelerin yerinde incelenmesinden ortaya çıkan bulgular sırayla ele alınmıştır.

#### 3.1. Köprübaşı HES

Gümüşhane ilinin Şiran ilçesinde, Şiran Çayı üzerinde yer almaktadır. Köprübaşı HES ülkemizin 611. Gümüşhane ilinin ise 6. büyük enerji santralidir (URL-19, 2021). Toplamda 14.66 MW elektrik üretilen santralde 3 adet Francis yatay eksenli türbin bulunmaktadır. Her biri yaklaşık 5 MW elektrik üretmektedir.

Köprübaşı hidroelektrik santrali 09.11.2013 tarihinde işletmeye açılmıştır. Tesis ortalama 18 GWh elektrik üreterek 5323 kişinin günlük yaşamında kullandığı (sanayi, resmi daire, konut gibi) bütün enerji ihtiyacını karşılayabilir. Yalnızca konut elektrik tüketimi olarak bakıldığında ise 5593 konutun elektrik enerjisini karşılayabilmektedir (URL-19, 2021).

Tablo 3.1. Köprübaşı HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-19, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2013	0.25	0.1	0.00
2014	5.97	2.8	0.02
2015	18.90	8.5	0.07

### 3.1.1 Köprübaşı Regülatörü

Köprübaşı regülatörü Şiran Çayı üzerinde 1227 m talveg kotunda yer almakta olup, bu dere Kelkit Çayı'nın bir kolu durumundadır. Tesisin regülatörü 4442874 (Kuzey) ve 497418 (Doğu) koordinatları arasında yer almaktadır. Köprübaşı HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3.1. Köprübaşı regülatörünün uydu görüntüsü



Şekil 3.2. Köprübaşı regülatörünün memba ve mansap kısmı

1227 m talveg kotundaki Köprübaşı Regülatörü ile alınan sular, 730 m uzunluğundaki iletim kanalı ve 1603 m uzunluğundaki iletim tüneli ile yükleme havuzuna iletilmektedir.

### 3.1.2. Köprübaşı Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Köprübaşı regülatöründe bulunan balık geçidi, balık geçitleri arasında en çok kullanılan havuzlu balık geçidi tipidir. Regülatörde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçit, balıkların sadece membadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır. Birçok balık geçidinde balıkların geçide girişini sağlamak için su şırlıtısı oluşturmak üzere boru ile çağırma suyu bırakılmaktadır fakat bu regülatörde böyle bir yapı bulunmamaktadır.



Şekil 3.3. Köprübaşı regülatörünün balık geçidi

Balıkları farklı debilerde geçitten geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitte perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır. Balıkların bir havuzdan diğerine geçmek için kullandığı batık orifis veya çentiklerde herhangi bir problem ile karşılaşılmamıştır ve balıklar bu geçişleri kolaylıkla yapabilmektedir.

Balık geçidinin üzeri açık olup su canlılarıyla beslenen kuş türleri için korunmasızdır fakat geçidin yan duvarları yüksek olduğundan karnivor ve predatör türlere karşı korunaklıdır. Balık geçidinin akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapılabileceği yapılmadığı hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınamamıştır. Balıkçılık regülatörün ve balık geçidinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır. Geçidin perde duvarlarında veya yan duvarlarında herhangi bir aşınma söz konusu değildir. Geçitteki havuzlarda su bulunmakta fakat su akışı durgun denilebilecek kadar yavaş olmaktadır. Geçit çıkışından şekil 3.3'te de gösterildiği gibi can suyu bırakılmakta ve türbülans oluşmamaktadır. Balık geçidi girişi ve çıkışı odun, taş vb. malzemelerle kapalı olmayıp açık ve temizdir ancak balıkların geçitten çıktıktan sonraki hareket güzergahı ağaç veya ot gibi bodur bitkilerle az da olsa engellenmektedir. Balık geçidi bakımları taşkın sonrası yapılmaktadır. Eğer taşkından dolayı geçitte hasar oluştu ise geçit onarılmaktadır ve geçidin girişinde, havuzlarında veya çıkışında tıkanmalar varsa temizlenmektedir. Balık geçidi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Şu an aktif olarak çalışmakta olup herhangi bir tıkanma bulunmamaktadır. Balık geçidi genel anlamda asgari tasarım ölçütlerini karşılamaktadır.

### **3.2. Güzeloluk HES**

Güzeloluk HES, Gümüşhane/Torul'da Güzeloluk Deresi üzerinde yer almaktadır. Toplamda 13.58 MW elektrik üretilen santralde 2 adet düşey pelton türbin bulunmaktadır. Her biri yaklaşık 6.8 MW elektrik üretmektedir. Türkiye'deki enerji santralleri arasında büyüklük açısından 638. sırada yer alırken, Gümüşhane'de 7. büyük enerji santralidir. Türkiye'deki hidroelektrik santrallerin büyüklüğü baz alındığında ise 287. sırada yer almaktadır. Güzeloluk hidroelektrik santrali 29.08.2013 tarihinde işletmeye açılmıştır. Güzeloluk HES ortalama 18 GWh elektrik üretmektedir. Ürettiği elektrik ile 5349 kişinin sanayi, resmi daire, konut, metro ulaşımı, çevre aydınlatması gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayabilir. Sadece konut elektrik tüketimi baz alındığında ise Güzeloluk HES 'in yaptığı elektrik üretimi 5621 konutun elektrik enerjisini karşılayabilecek kadardır (URL-20, 2021).

Hidroelektrik santraller, özellikle nehir tipi hidroelektrik santraller su tüketen tesisler değildir. Elektrik üretimi için türbünlenen sular aynı miktarda yatağa geri dönmektedir. Bu sebeple, Güzeloluk HES tesisinde enerji üreten sular aynı miktarda ve kalitesinde bir değişiklik olmadan Güzeloluk Deresi'ne geri dönecektir.

Tablo 3.2. Güzeloluk HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-20, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2013	0.91	0.2	0.00
2014	16.14	4.2	0.06
2015	21.69	5.4	0.08

### 3.2.1. Güzeloluk Regülatörü

Güzeloluk regülatörü Güzeloluk Deresi üzerinde 1800 m talveg kotunda yer almakta olup, bu dere Demirkapı Dere'sinin bir kolu durumundadır. Tesisin regülatörü 4479871 (K) ve 505883 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Güzeloluk HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3.4. Güzeloluk regülatörünün uydu görüntüsü

1800 m talveg kotundaki Güzeloluk Regülatörü ile alınan sular, 3464 m uzunluğundaki iletim kanalı ile yükleme havuzuna iletilmektedir.



Şekil 3.5. Güzeloluk regülatörünün memba ve mansap kısmı

### 3.2.2. Güzeloluk Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Güzeloluk regülatöründe bulunan balık geçidi tipi havuzlu balık geçididir. Regülatörde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçit, balıkların sadece membadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır. Birçok balık geçidinde balıkların geçide girişini sağlamak için su şırlıtısı oluşturmak üzere boru ile çağırma suyu bırakılmaktadır fakat bu regülatörde böyle bir yapı bulunmamaktadır. Balıkları farklı debilerde geçitten geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitte perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır. Balıkların bir havuzdan diğerine geçmek için kullandığı batık orifis veya çentiklerde herhangi bir problem ile karşılaşılmamıştır ve balıklar bu geçişleri kolaylıkla yapabilmektedir. Geçitte herhangi bir aşınma söz konusu değildir. Balık geçidinin üzeri ızgaralar ile kapatılmış böylece su canlılarıyla beslenen kuş türleri için balıklar korunmaya alınmıştır. Ayrıca ızgaraların boşluklu yapısı sayesinde balık geçidi içerisinde hava sirkülasyonu oluşmaktadır. Geçidin üzerinin kapalı olması aynı zamanda arazide yaşayan kedi, köpek gibi hayvanların geçide düşmelerini engellemektedir. Balık geçidinin yan duvarları yüksek olduğundan karnivor ve predatör türlere karşı korunaklıdır. Balıkçılık regülatörün ve balık geçidinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır. Geçidin etrafının kapalı olması geçidi yağmur, kar, fırtına gibi doğa olaylarından koruyarak perde duvarların ve havuz yapısının deformasyona uğramasını önlemektedir.



Şekil 3.6. Güzeloluk regülatöründeki balık geçidinin yandan ve üstten görünümü

Balık geçidinin akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapılıp yapılmadığı hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınamamıştır. Balık geçidi girişi ve çıkışı odun, taş vb. malzemelerle kapalı olmayıp açık ve temizdir. Geçit çıkışında balıkların zarar göreceği türbülans oluşmamaktadır. Balık geçidi korunaklı olduğu için bakımları yılda iki kez olmak üzere altı aydan altı aya yapılmaktadır. Bu sürelerin dışında regülatör ve geçit taşkına maruz kalırsa bakım tekrarlanmaktadır. Balık geçidi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Geçitteki havuzlarda balıkların geçebileceği miktarda ve derinlikte su akışı gerçekleşmektedir fakat geçit girişindeki iki havuzda su bulunmamaktadır. Bunun sebebinin, taşkın esnasında gelen suyun boş havuzlar ile karşılanarak balık geçidine zarar vermesini engellemek olduğu düşünülmektedir. Su bulunmayan geçit girişindeki havuzlar, şekil 3.6'nın sağ alt kısmında gösterilmiştir. Geçit şu an aktif olarak çalışmaktadır. Balık geçidi genel anlamda asgari tasarım ölçütlerini karşılamaktadır.

### 3.3. Torul Barajı ve HES

Torul Barajı ve HES, Gümüşhane/Torul'da Harşit Çayı üzerindedir. 103.26 MW kurulu gücü ile Torul Barajı ve HES, Türkiye'de enerji santralleri arasında büyüklük açısından 139. sırada yer alırken Gümüşhane'de 2. sırada yer almaktadır. Ayrıca Türkiye'nin 52. büyük hidroelektrik santralidir. Bu santralde elektrik üretimi 16 Ekim 2008 tarihinde başlamıştır. Torul Barajı ve HES ortalama 245 GWh elektrik üretimi ile 74100 kişinin sanayi, resmi daire, konut, metro ulaşımı gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayabilir. Sadece konut elektrik tüketimi baz alındığında ise Torul Barajı ve HES' in yaptığı elektrik üretimi 77864 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek kadardır. Torul Barajı ve HES, her biri 51.6 MW kapasiteli iki adet düşey francis türbine sahiptir (URL-21, 2021).

Tablo 3.3. Torul Barajı ve HES yıllık elektrik üretimi tablosu (Yalçın, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (‰)
2010	388.60	123	1.80
2011	272.00	142	1.20
2012	262.00	72	1.10
2013	299.45	81	1.20
2014	109.33	28	0.40
2015	286.12	72	1.10
2016	279.00	70	1.07
2017	260.00	65	0.99
2018	258.00	64	0.98
2019	272.00	68	1.04

#### 3.3.1. Torul Barajı

Torul Barajı, gövdesi bakımından ağırlıklı beton gövdeli barajlar sınıfında yer almaktadır. Barajın, 1.3 milyon m<sup>3</sup> gövde hacmi bulunmaktadır. Akarsu yatağından 152 m yüksektedir. Normal su kotunda 3.86 km<sup>2</sup> göl alanı ve 168 hm<sup>3</sup> göl hacmi mevcuttur (URL-22, 2021).

Torul Barajı, Harşit Çayı üzerinde 4498287 (K) ve 519601 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Torul Barajı ve HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü bulunan (depolamalı) baraj tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3.7. Torul Barajı'nın uydu görüntüsü



Şekil 3.8. Torul Barajı'nın memba ve mansap kısımları

152 m yüksekliği bulunan Torul Barajı'nın aktif olarak kullanılan yüksekliği 27 m'dir. Geriye kalan 125 m yükseklik çökeltim havuzu olarak kullanılmaktadır.

### 3.3.2. Torul Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu

Türkiye'deki çoğu barajda olduğu gibi Torul Barajı'nda da balık geçidi bulunmamaktadır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini

gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi kullanılmalıdır. Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısırılmasıyla yapılmaktadır. Kısırılan bu balıkların çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir. Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin teşhisi, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların küçük havuzlarda yetiştirilerek tekrar rezervuara veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir.

Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur.

### 3.4. Fındık HES

Gümüşhane ilinin Kürtün ilçesinde, Harşit çayının bir kolu olan Süme Deresi üzerinde yer almaktadır. Fındık HES ülkemizin 520. büyük enerji santralidir. Tesis ortalama 36 GWh elektrik üreterek 10774 kişinin günlük yaşamında kullandığı (sanayi, resmi daire, konut gibi) bütün enerji ihtiyacını karşılayabilir. Yalnızca konut elektrik tüketimi olarak bakıldığında ise 11321 konutun elektrik enerjisini karşılayabilmektedir (URL-23, 2021).

Fındık HES'in tek regülatörü ancak Fındık 1 ve Fındık 2 olmak üzere birbirine bağlı iki tane santrali bulunmaktadır. Öncelikle Fındık 1 santrali elektriği üretmekte olup bıraktığı su ile Fındık 2 santrali elektrik üretmektedir. Fındık 1'de ve Fındık 2'de ikişer adet olmak üzere 4 tane düşey eksenli pelton tipi türbin bulunmaktadır. Fındık 1'de 11.2 MW, Fındık 2'de ise 8.55 MW olmak üzere toplamda iki santralde 19.75 MW elektrik üretilmektedir. Elektrik üretilirken kullanılan su, işlem tamamlandıktan sonra Kürtün Barajı'na verilmektedir.

Tablo 3.4. Fındık HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-23, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2013	30.56	1.9	0.12
2014	33.19	2.0	0.13
2015	42.22	2.0	0.16

### 3.4.1. Fındık Regülatörü

Fındık Regülatörü ve Fındık HES; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, 22 Nolu Doğu Karadeniz Havzası'nda, Gümüşhane ili Kürtün ilçesi sınırları içinde Harşit Çayının kolu olan Süme Deresi üzerinde 1154.70 m talveg kotunda 4505949 (K) ve 515830 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Fındık Regülatörü 1164 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 9.30 m ve kret uzunluğu 15 m'dir.



Şekil 3.9. Fındık regülatörünün uydu görüntüsü

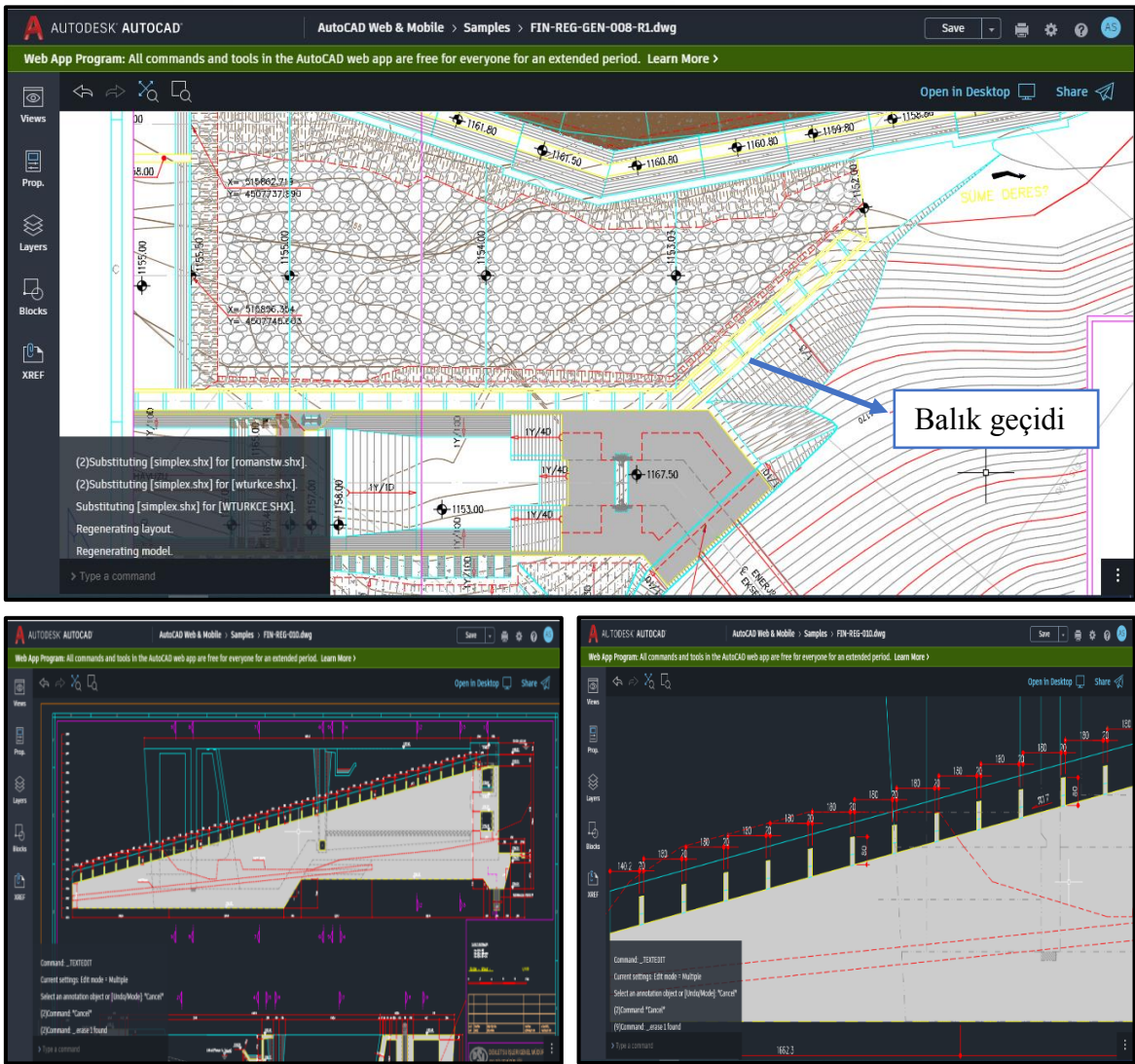


Şekil 3.10. Fındık regülatörünün memba ve mansap kısımları

Fındık regülatörünün gövdesi bakımından tipi tirol-beton dolu gövdedir. Regülatörün maksimum su kotu 1165.76 m'dir. Fındık 1 HES'in kuyruk suyu kotu 871.60 m ve Fındık 2 HES'in kuyruk suyu kotu 648 m'dir.

### 3.4.2. Fındık Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Fındık regülatöründe bulunan balık geçidi tipi en çok kullanılan havuzlu balık geçididir. Regülatörde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçit, balıkların sadece membadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır.



Şekil 3.11. Fındık regülatörünün balık geçidi projesi ve geçidin kesiti

Birçok balık geçidinde balıkların geçide girişini sağlamak için su şırlıtısı oluşturmak üzere boru ile çağırma suyu bırakılmaktadır fakat bu regülatörde böyle bir yapı bulunmamaktadır. Balıkları farklı debilerde geçitten geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitte perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır. Balıkların bir havuzdan diğerine geçmek için kullandığı batık orifis veya çentiklerde herhangi bir problem ile karşılaşılmamıştır. Projeye bakıldığında (Şekil 3.11) balık geçidindeki eğimin %17 olduğu, geçitteki havuza bakıldığında bir perdenin diğer perde ile uzaklığının 180 cm olduğu, bir perdenin yüksekliğinin 80 cm ve derinliğinin 20 cm olduğu görülmüştür. Bu balık geçidinde can suyu geçit çıkışından bırakılmaktadır.



Şekil 3.12. Fındık regülatöründeki balık geçidinin üstten ve yandan görünümü

Balık geçidi girişi ve çıkışı odun, taş vb. malzemelerle kapalı olmayıp açık ve temizdir. Balık geçidinin akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapılabileceği hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınmamıştır. Geçitteki havuzlarda balıkların geçebileceği miktarda ve derinlikte su akışı gerçekleşmektedir fakat birkaç havuzda taş mevcuttur. Balıklar bu havuzlardan geçerken dinlenme bölgeleri taş vb. malzemelerle dolu olduğu için hem dinlenemeyecek hem de bir havuzdan diğerine geçişlerde zorlanacaktır. Balık geçidinin üzeri açık olup su canlılarıyla beslenen kuş türleri, karnivor ve predatör türler için korunmasızdır. Balıkçılık regülatörün ve balık geçidinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır. Geçidin perde duvarlarında herhangi bir aşınma söz konusu değildir fakat geçidin yan duvarlarında çatlaklara rastlanmıştır. Çatlaklardan bir tanesinin boyutunun büyük olduğu gözlemlenmiş ve şekil 3.12’de verilmiştir. Bu çatlaktan suyun akması, geçit içerisindeki su seviyesini düşürerek geçidin işlevselliğini etkileyecektir. Geçit çıkışında balıkların zarar göreceği türbülans oluşmamaktadır. Balık geçidi bakımları ile ilgili herhangi bir bilgi alınmamıştır. Balık geçidi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Şu an aktif olarak çalışmakta olup herhangi bir tıkanma bulunmamaktadır. Balık geçidi genel anlamda asgari tasarım ölçütlerini karşılamaktadır.

### **3.5. Büyükdüz HES**

68.86 MW kurulu güce sahip olan Büyükdüz Hidroelektrik Santrali, Gümüşhane/ Kürtün’deki Demirciler Köyü’nde Harşit Çayı üzerinde yer almaktadır. Türkiye’deki enerji santralleri büyüklüklerine göre sıralandığında 189. sırada yer alırken, Gümüşhane’nin 5. büyük enerji santralidir. Ayrıca Türkiye’deki hidroelektrik santraller büyüklüklerine göre sıralandığında 85. sıradadır. Elektrik üretimine 31 Mayıs 2012 tarihinde başlamıştır. Büyükdüz HES ortalama 125 GWh elektrik üretmektedir. Ürettiği elektrik ile 37745 kişinin çevre aydınlatması, sanayi, metro ulaşımı, konut gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayabilir. Sadece konut elektrik tüketimi baz alındığında ise Büyükdüz HES’ in yaptığı elektrik üretimi 39663 konutun elektrik enerjisini karşılayabilecek kadardır. Büyükdüz HES’deki su sarfiyatı ve elektrik üretimi oldukça verimlidir (URL-24, 2021).

Büyükdüz HES’te 2 adet düşey milli pelton türbin bulunmaktadır. Türbinlerin ürettiği elektrik enerjisi birbirine eşittir ve bir tanesi yaklaşık 34.08 MW elektrik üretmektedir. Türbinlerin devir sayısı dakikada 600’dir.





Şekil 3.14. Elmalı regülatörünün memba ve mansap kısımları

Regülatör alttan yıkamalı olarak yapılmıştır, silt ve çakıllar dip savaktan mansaba aktarılacağı için ayrıca çakıl geçidi yapılmamıştır. Regülatörün sol sahiline balık geçidi yapılmıştır. Elmalı regülatörüne bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.

### 3.5.2. Elmalı Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Elmalı regülatöründe bulunan balık geçidi tek yarıkli balık geçididir. Balık geçidi düşü havuzunun içinden başlayarak basamaklar halinde küçük havuzlarla normal su seviyesine kadar yükselmektedir. Ayrıca balıkların balık geçidini bulmaları için çağırma suyunun bırakılacağı şırıltı borusu rezervuardan aldığı suyu balık geçidi girişine bırakmaktadır. Regülatörde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçit, balıkların sadece membadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır. Balıkları farklı debilerde geçitten geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitte çengel biçimli çıkıntısı olan perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır. Perde duvarların karşısında, türbülans etkisini azaltmak ve suyun enerjisini kırmak için saptırma bloğu bulunmaktadır. Balıklar bir havuzdan diğerine geçişleri kolaylıkla yapabilmektedir. Balık geçidinin üzeri açık olup su canlılarıyla beslenen kuş türleri, karnivor ve predatör türlere karşı korunmasızdır. Ayrıca balık geçidi üzerinin açık olması doğa olaylarından etkilenmesine de sebep olmaktadır.



Şekil 3.15. Elmalı regülatöründeki balık geçidinin görünümü ve şırlıtı borusu

Balık geçidinin akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapılıp yapılmadığı hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınamamıştır. Balıkçılık regülatörün ve balık geçidinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır. Geçidin perde duvarlarında aşınmalar yan duvarlarının bazı bölgelerinde ise küçük çatlaklar mevcuttur ve Şekil 3.15'te gösterilmiştir. Perde duvarlarda aşınma olması betonun sürekli su ile temas etmesi sonucu korozyona uğradığını göstermekte, yan duvarlarda çatlak olması ise donma-çözünme etkisinden dolayı betonun korozyona maruz kaldığını göstermektedir. Yapılan saha çalışmasında bu aşınmaların ve çatlakların geçidin işleviyle ilgili herhangi bir soruna yol açmadığı gözlemlenmiştir. Geçitteki havuzlarda balıkların geçebileceği miktarda ve

derinlikte su akışı gerçekleşmektedir. Bu balık geçidinde can suyu geçit çıkışından verilmektedir. Balık geçidi girişi ve çıkışı odun, taş vb. malzemelerle kapalı olmayıp açık ve temizdir ancak havuzlardan bir tanesinde oldukça büyük kaya parçası gözlemlenmiştir. Bu sebeple balıkların o havuzda dinlenmesi mümkün olmamakla birlikte diğer havuzlara geçiş yaparken zorlanacakları sonucu ortaya çıkmaktadır. Balık geçidindeki basamaklardan iki tanesinin eksik olduğu görülmüş ve şekil 3.15'te gösterilmiştir. Şırlıtu borusuna bırakılan çağırma suyu balık geçidi girişinde demir bir kapakla ayarlanabilmektedir fakat bu kapak neredeyse tamamen kapalı konumda ve balık geçişini engellemekle birlikte çağırma suyunu da borudan taşırmaktadır. Balık geçidi bakımları hakkında herhangi bir bilgi alınamamıştır. Geçit çıkışında türbülans oluşmamaktadır. Balık geçidi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Şu an aktif olarak çalışmakta olup yukarıda bahsedilen havuzun dışında herhangi bir tıkanma bulunmamaktadır.

### 3.5.3. Taşoba Regülatörü

Taşoba Regülatörü Cizere Deresi üzerinde 1177.80 m dere yatağı kotunda 4490200 (K) ve 510878 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. 1191.10 m kret kotunda kret uzunluğu 110 m dolu gövdeli beton regülatör ile 8 m genişliğinde tek gözlü çökeltim havuzu bulunmaktadır.



Şekil 3.16. Taşoba regülatörünün uydu görüntüsü

Regülatörde 1180 m kotunda 2 adet 3.50\*2.50 m radyal kapaklı dip savak ve 1189.50 m kotunda 30 m genişliğinde kontrolsüz dolu savak mevcuttur. Regülatör alttan yıkamalı olarak yapılmıştır ve silt ve çakıllar dip savaktan mansaba aktarılacağı için ayrıca çakıl geçidi yapılmamıştır. Regülatörün sağ sahiline balık geçidi yapılmıştır. Taşoba regülatörüne bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3.17. Taşoba regülatörünün memba ve mansap kısımları

#### 3.5.4. Taşoba Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Taşoba regülatöründe bulunan balık geçidi tek yarıkli balık geçididir. Balık geçidi düşü havuzunun içinden başlayarak basamaklar halinde küçük havuzlarla normal su seviyesine kadar yükselmektedir. Ayrıca balıkların balık geçidini bulmaları için çağırma suyunun bırakılacağı şırıltı borusu rezervuardan aldığı suyu balık geçidi girişine bırakmaktadır. Regülatörde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçit, balıkların sadece membadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır. Balıkları farklı debilerde geçitten geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitte çengel biçimli çıkıntısı olan perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır. Perde duvarların karşısında, türbülans etkisini azaltmak ve suyun enerjisini kırmak için saptırma bloğu bulunmaktadır.

Balık geçidinin üzeri açık olup su canlılarıyla beslenen kuş türleri, karnivor ve predatör türlere karşı korunmasızdır. Ayrıca balık geçidi üzerinin açık olması doğa olaylarından etkilenmesine de sebep olmaktadır.



Şekil 3.18. Taşoba regülatöründeki balık geçidi ve şırlıtı borusu

Balık geçidinin akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapıp yapılmadığı hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınamamıştır. Balıkçılık regülatörün ve balık geçidinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır. Geçidin perde duvarlarında ve yan duvarlarında hem aşınmalar hem de çatlaklar mevcuttur ve Şekil 3.18’de gösterilmiştir.

Perde duvarlarda aşınma ve çatlak olması betonun sürekli su ile temas etmesi sonucu korozyona uğradığını göstermekte, yan duvarlarda aşınma ve çatlak olması ise donma-çözünme etkisinden dolayı betonun korozyona maruz kaldığını göstermektedir. Bu aşınmaların ve çatlakların geçidin işleviyle ilgili sorunlar çıkarabileceği ve geçidi kullanan balıklarda da yaralanmalara yol açabileceği düşünülmektedir. Bu sebeple balıklar bir havuzdan diğerine geçiş yaparken zorlanacaktır. Geçitteki havuzlarda balıkların geçebileceği miktarda ve derinlikte su akışı gerçekleşmektedir. Bu balık geçidinde can suyu geçit çıkışından verilmektedir. Balık geçidi girişi ve çıkışı odun, taş vb. malzemelerle kapalı olmayıp açık ve temizdir. Balık geçidindeki basamaklardan bir tanesinin eksik olduğu görülmüş ve Şekil 3.18’de gösterilmiştir. Balık geçidi bakımları hakkında herhangi bir bilgi alınamamıştır. Geçit çıkışında türbülans oluşmamaktadır. Balık geçidi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Şu an aktif olarak çalışmaktadır. Balık geçidi genel anlamda asgari tasarım ölçütlerini karşılamaktadır.

### 3.6. Mor 2 HES

Mor 2 HES Karadeniz Bölgesi’nde, Doğu Karadeniz Havzası’nda, Gümüşhane ilinin Kürtün ilçesinde Manastır (Demirkapı) Deresi’nin Kürtün kolu üzerinde yer almaktadır. Manastır Deresi Torul Barajı ve Kürtün Barajı arasından Harşit Çayı’na bağlanmaktadır.



Şekil 3.19. Mor 2 hidroelektrik santrali

Mor 2 hidroelektrik santrali 03.07.2013 tarihinde işletmeye açılmıştır. Mor 2 HES'te 3 adet yatay francis türbin bulunmaktadır. Türbinlerin ürettiği elektrik enerjisi birbirine eşittir ve toplamda yaklaşık 6.84 MW (3\*2.28 MW) elektrik üretmektedir. Türbinlerin devir sayısı dakikada 1000'dir. Santral binası tipi yarı gömülü olup kuyruk suyu seviyesi 1190 m'dir.

Hidroelektrik santraller, özellikle nehir tipi hidroelektrik santraller su tüketen tesisler değildir. Elektrik üretimi için türbünlenen sular aynı miktarda yatağa geri dönmektedir. Bu sebeple, Mor 2 HES tesisinde enerji üreten sular aynı miktarda ve kalitesinde bir değişiklik olmadan Manastır Deresi'ne geri dönecektir.

### 3.6.1. Mor 2 Regülatörü

Mor 2 Regülatörü Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Doğu Karadeniz Havzası'nda, Gümüşhane ili Kürtün ilçesi sınırları içinde Manastır Deresi'nin Kürtün kolu üzerinde 1348 m talveg kotunda 502158 (K) ve 4489981 (D) koordinatları arasında yer almaktadır.



Şekil 3.20. Mor 2 regülatörünün uydu görüntüsü



Şekil 3.21. Mor 2 regülatörünün memba ve mansap kısımları

Mor 2 Regülatörü 1352.75 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 4.75 m ve kret uzunluğu 48 m'dir. Mor 2 HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir. Regülatörün sol sahiline balık geçidi yapılmıştır.

### 3.6.2. Mor 2 Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Mor 2 regülatöründe bulunan balık geçidi tipi en çok kullanılan, havuzlu balık geçididir. Regülatörde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçit, balıkların sadece membadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır. Birçok balık geçidinde balıkların geçide girişini sağlamak için su şırlıtısı oluşturmak üzere boru ile çağırma suyu bırakılmaktadır fakat bu regülatörde böyle bir yapı bulunmamaktadır. Balıkları farklı debilerde geçitten geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitte perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır. Balıkların bir havuzdan diğerine geçmek için kullandığı batık orifis veya çentiklerde yapısal olarak herhangi bir problem ile karşılaşılmaştır. Balık geçidinin üzeri açık olup su canlılarıyla beslenen kuş türleri için korunmasızdır fakat geçidin yan duvarları yüksek olduğundan karnivor ve predatör türlere karşı korunaklıdır. Balıkçılık regülatörün ve balık geçidinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır. Balık geçidinin akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapılar yapılmadığı hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınamamıştır. Geçitte perde duvarlarda ve yan duvarlarda aşınma söz konusu değildir. Geçidin sağ yan duvarında küçük yarıklardan dolayı çok düşük miktarda su sızıntısı vardır.

Yapılan saha çalışmasında bu sızıntının geçidin işleyişiyle ilgili herhangi bir soruna yol açmadığı gözlemlenmiştir. Geçitteki havuzlarda balıkların geçebileceği miktarda ve derinlikte su akışı gerçekleşmektedir fakat bazı havuzlarda taş, odun kâğıt gibi malzemeler mevcuttur. Balıklar bu havuzlardan geçerken dinlenme bölgelerinin dolu olması özellikle kâğıt ve odunların orifisleri tıkaması ile hem dinlenemeyecek hem de bir havuzdan diğerine geçişlerde zorlanacaktır. Bu balık geçidinde can suyu balık geçidi çıkışından bırakılmaktadır. Balık geçidi girişinde, demir bir kapakla geçide verilen su ayarlanabilmektedir fakat bu kapak neredeyse kapalı konumda ve balık geçişini engellemektedir. Balık geçidi girişinde çok sayıda taş mevcuttur.



Şekil 3.22. Mor 2 regülatöründeki balık geçidi

Balık geçidi çıkışı herhangi bir malzeme ile kapalı olmayıp açık ve temizdir. Geçit çıkışında balıkların zarar göreceği türbülans oluşmamaktadır. Balık geçidi bakımları ile ilgili herhangi bir bilgi alınamamıştır. Balık geçidi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Şu an aktif olarak çalışmakta olup herhangi bir tıkanma bulunmamaktadır. Balık geçidi genel anlamda asgari tasarım ölçütlerini karşılamaktadır.

### 3.7. Kürtün Barajı ve HES

Kürtün Barajı, Gümüşhane/Kürtün' de Harşit Çayı üzerinde yer almaktadır. 85 MW kurulu gücü ile Türkiye'deki enerji santralleri arasından büyüklük açısından 161. sırada yer alırken, Gümüşhane'nin ise 4. büyük enerji santralidir. Ayrıca Türkiye'deki hidroelektrik santraller büyüklüğe göre sıralandığında 68. sırada yer almaktadır. Kürtün Barajı ve HES ortalama 151 GWh elektrik üretmektedir. Ürettiği elektrik ile 45550 kişinin, sanayi, çevre aydınlatması, metro ulaşımı, konut, resmi daire gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayabilir. Sadece konut elektrik tüketimi baz alındığında ise Kürtün Barajı ve HES' in yaptığı elektrik üretimi 47863 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek kadardır (URL-25, 2021).

Tablo 3.6. Kürtün Barajı ve HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-25, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (‰)
2008	155.00	52	0.8
2009	204.00	70	1.1
2010	189.00	60	0.9
2011	146.00	76	0.6
2012	150.00	41	0.6
2013	146.85	40	0.6
2014	84.24	22	0.3
2015	142.62	36	0.5

#### 3.7.1. Kürtün Barajı

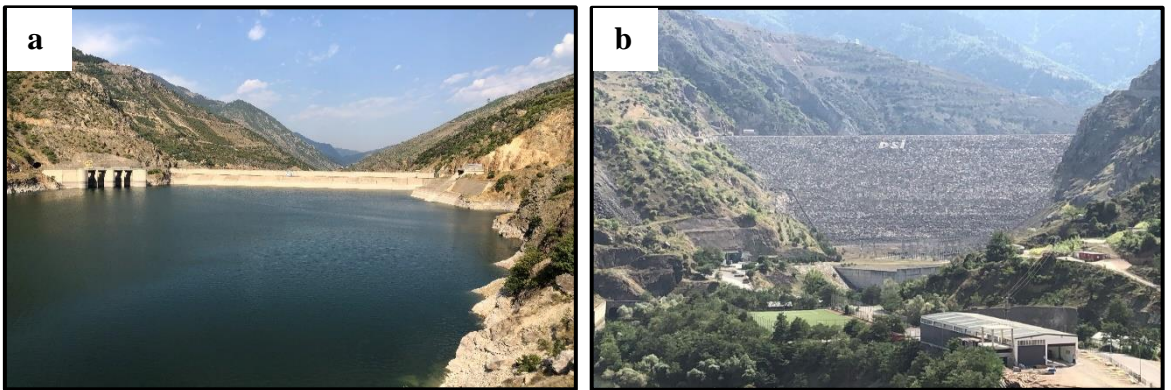
Kürtün Barajı, enerji üretmek maksadıyla 1999-2002 yılları arasında yapılmıştır. Baraj, gövdesi bakımından ağırlıklı beton ve kaya gövdeli barajlar sınıfında yer almaktadır. Barajın, 3 milyon m<sup>3</sup> gövde hacmi bulunmaktadır (URL-26, 2021).



Şekil 3.23. Kürtün Barajı'nın uydu görüntüsü

Kürtün Barajı, akarsu yatağından 133 m yüksektedir. Normal su kotunda 2.62 km<sup>2</sup> göl alanı ve 108.20 hm<sup>3</sup> göl hacmi mevcuttur (URL-26, 2021).

Kürtün Barajı, Harşit Çayı üzerinde 4503453 (K) ve 510799 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Kürtün Barajı ve HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü bulunan (depolamalı) baraj tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir. Kürtün barajı Harşit Çayı üzerinde, 540 m talveg kotunda yer almaktadır. Kürtün Barajı 650 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 90 m ve kret uzunluğu 300 m'dir. Kret genişliği ise 12 m'dir.



Şekil 3.24. Kürtün Barajı'nın memba (a) ve mansap (b) kısımları



Şekil 3.25. Kürtün Barajı ve HES hakkında karakteristik bilgiler

### 3.7.2. Kürtün Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu

Türkiye'deki çoğu barajda olduğu gibi Kürtün Barajı'nda da balık geçidi bulunmamaktadır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi kullanılmalıdır. Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısırılmasıyla yapılmaktadır. Kısırılan bu balıkların çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir. Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin teşhisi, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların küçük havuzlarda yetiştirilerek tekrar rezervuara veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir.

Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur.

### 3.8. Akköy 1 Can Suyu ve HES

Akköy 1 HES, Gümüşhane/Kürtün' de Harşit Çayı üzerinde yer almaktadır. 101.94 MW kurulu gücü ile Türkiye'deki enerji santralleri arasında büyüklük açısından 142. sırada yer alırken, Gümüşhane'nin 3. büyük enerji santralidir. Ayrıca Türkiye'deki hidroelektrik santraller büyüklüklerine göre sıralandığında ise 55. sırada yer almaktadır. Santraldeki enerji tünelinin uzunluğu 12.5 km ve içerisinde birbirine eşit güçte üç adet düşey eksenli Francis türbin bulunmaktadır. 18 Eylül 2008'de ünitelerden iki tanesi, 26 Kasım 2008'de ise diğer ünitesi ticari olarak üretime başlamıştır.

Akköy 1 HES ortalama 213 GWh elektrik üretmektedir. Ürettiği elektrik ile 64245 kişinin, çevre aydınlatması, sanayi, resmi daire, konut, metro ulaşımı gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayabilir. Sadece konut elektrik tüketimi baz alındığında ise Akköy 1 HES' in yaptığı elektrik üretimi 67508 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek kadardır (URL-27, 2021).

Tablo 3.7. Akköy 1 HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-27, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2008	20.15	6.8	0.1
2009	317.32	109	1.6
2010	302.45	96	1.4
2011	236.73	123	1.0
2012	232.14	64	1.0
2013	239.35	65	1.0
2014	139.09	36	0.5
2015	213.94	53	0.8

#### 3.8.1. Akköy 1 Barajı

Akköy 1 Barajı ve Hidroelektrik Santrali, silindire sıkıştırılmış 54 m yüksekliğinde beton (RCC) gövdeye sahiptir. Akköy 1 Can Suyu ve hidroelektrik santrali 04.01.2018 tarihinde işletmeye açılmıştır.



Şekil 3.26. Akköy 1 Barajı'nın uydu görüntüsü

Akköy 1 Barajı, Harşit Çayı üzerinde 4504726 (K) ve 508077 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Akköy 1 Can Suyu ve HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü bulunan (depolamalı) baraj tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3.27. Akköy 1 Barajı'nın memba ve mansap kısımları

### **3.8.2. Akköy 1 Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu**

Türkiye'deki çoğu barajda olduğu gibi Akköy 1 Barajı'nda da balık geçidi bulunmamaktadır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi kullanılmalıdır. Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısıtılmasıyla yapılmaktadır. Kısıtılan bu balıkların çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir. Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin teşhisi, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların küçük havuzlarda yetiştirilerek tekrar rezervuara veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir.

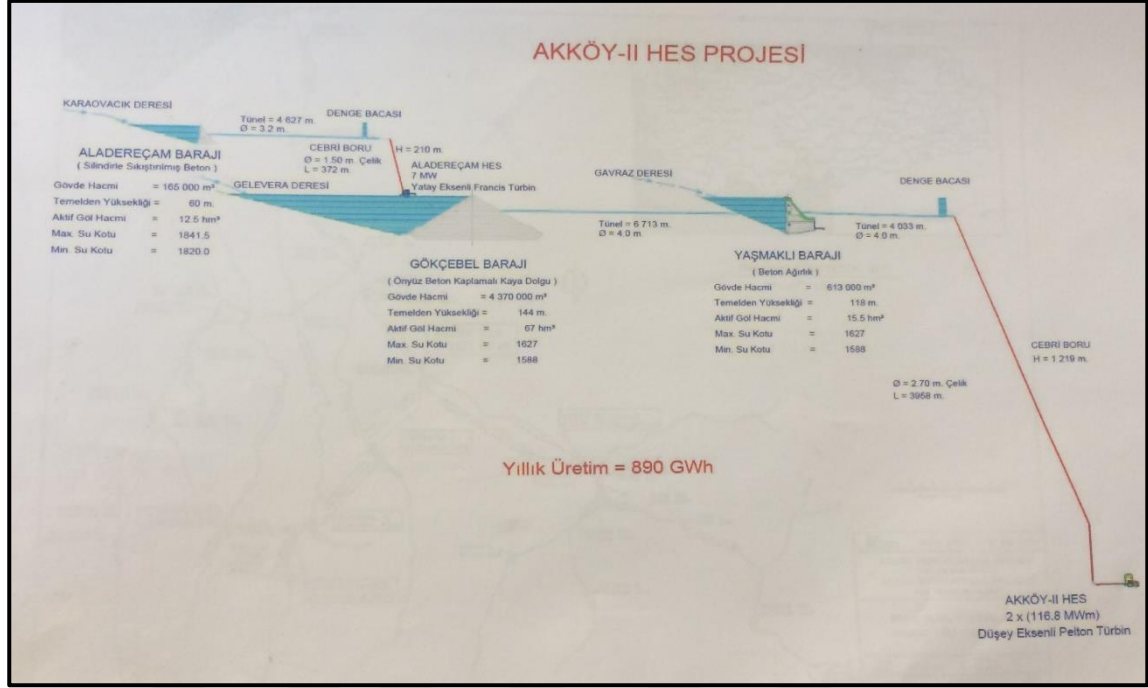
Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur.

### **3.9. Akköy 2 Barajı ve HES**

Gümüşhane/Kürtün' de Harşit Çayı üzerinde bulunan santral, 229.60 MW kurulu güce sahip olmasından dolayı Türkiye'deki enerji santralleri arasında 77. sırada yer alırken Gümüşhane'nin en büyük enerji santralidir. Akköy 2 Barajı Türkiye'deki hidroelektrik santraller arasında ise 24. sıradadır. Akköy 2 ve HES ortalama 450 GWh elektrik üretimi ile 135711 kişinin sanayi, resmi daire, konut, metro ulaşımı gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayabilir. Sadece konut elektrik tüketimi baz alındığında ise Akköy 2 Barajı ve HES' in yaptığı elektrik üretimi 142604 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek kadardır (URL-28, 2021).

Akköy 2 HES'in Gökçebel Barajı ve Yaşmaklı Barajı olmak üzere iki tane su alma yapısı bulunmaktadır. Gökçebel Barajı Gelevera Deresi, Yaşmaklı Barajı ise Gavraz Deresi dere yatağında bulunmaktadır.

Akköy 2 HES'in düşü yüksekliği 1220 m'dir. Bu yükseklik ile ülkemizde birinci sırada olup dünyada ise ilk 10 santral arasında bulunmaktadır.



Şekil 3.28. Akköy 2 HES projesi

Projede gösterilen Aladereçam Barajı Giresun ilinin Güce ilçesinde Karaovacı Deresi üzerinde 1797 m talveg kotunda yer almaktadır. Aladereçam Barajı 1843 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 46 m'dir. Silindirik sıkıştırılmış beton gövde tipine sahiptir. Gövde hacmi 165000 m<sup>3</sup> ve temelden yüksekliği 60 m'dir. Aktif göl hacmi 12.5 hm<sup>3</sup>, en yüksek su kotu 1841.5 m ve en düşük su kotu 1820 m'dir.

Aladereçam HES'te yatay eksenli francis türbin bulunmaktadır ve 7 MW kurulu güce sahiptir. Santralde elektrik üretmek amacıyla Aladereçam barajından gelen su türbülendikten sonra santral çıkışından Gökçeşel barajına dökülmektedir.

Tablo 3.8. Akköy 2 Barajı ve HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-28, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oran (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2012	313.95	86	1.3
2013	413.97	112	1.7
2014	350.08	91	1.4
2015	466.54	117	1.8
2016	701.46	168	2.5

### 3.9.1. Gökçebel Barajı

Gökçebel Barajı Gümüşhane ilinin Kürtün ilçesinde Gelevera Deresi üzerinde 4499390 (K) ve 489676 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Gökçebel Barajı 1630 m kret kotundadır. Barajın ön yüzü beton kaplamalı kaya dolgu tipine sahiptir. Gövde hacmi 4.37 milyon m<sup>3</sup> ve temelden yüksekliği 144 m'dir. Aktif göl hacmi 67 hm<sup>3</sup>, en yüksek su kotu 1627 m ve en düşük su kotu 1588 m'dir. Gökçebel Barajı bir iletim tüneli ile Yaşmaklı Barajı'na bağlanmaktadır. Bu iletim tüneli 4 m iç çapında ve 6713 m uzunluğundadır.



Şekil 3.29. Gökçebel Barajı'nın uydu görüntüsü



Şekil 3.30. Gökçebel Barajı

### 3.9.2. Gökçebel Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu

Türkiye'deki çoğu barajda olduğu gibi Gökçebel Barajı'nda da balık geçidi bulunmamaktadır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi kullanılmalıdır. Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısıtılmasıyla yapılmaktadır. Kısıtılan bu balıkların çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir. Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin tespiti, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların küçük havuzlarda yetiştirilerek tekrar rezervuara veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir.

Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur.

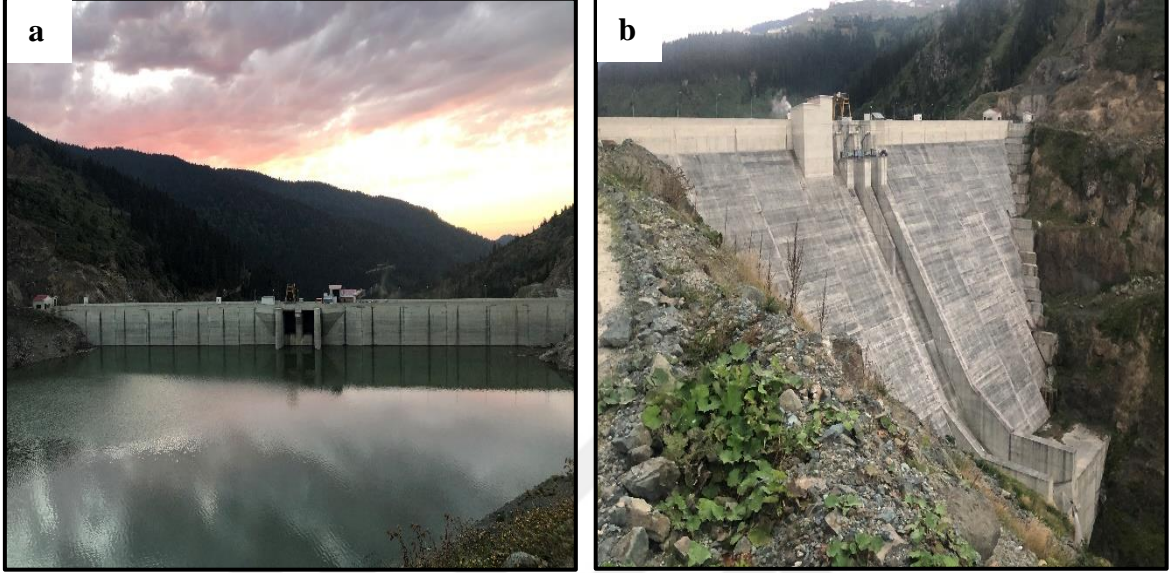
### 3.9.3. Yaşmaklı Barajı

Yaşmaklı Barajı Gümüşhane ilinin Kürtün ilçesinde Gavraz Deresi üzerinde 1530 m talveg kotunda 4505291 (K) ve 493562 (D) koordinatları arasında yer almaktadır.



Şekil 3.31. Yaşmaklı Barajı'nın uydu görüntüsü

Yaşmaklı Barajı 1630 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 100 m'dir. Baraj, gövdesi bakımından ağırlıklı beton gövdeli barajlar sınıfında yer almaktadır.



Şekil 3.32. Yaşmaklı Barajı'nın memba (a) ve mansap (b) kısımları

Yaşmaklı barajının gövde hacmi  $613000 \text{ m}^3$  ve temelden yüksekliği 118 m'dir. Aktif göl hacmi  $15.5 \text{ hm}^3$ , en yüksek su kotu 1627 m ve en düşük su kotu 1588 m'dir. Barajdan Akköy 2 HES'e su, bir iletim tüneli aracılığıyla gelmektedir. İletim tüneli 4 m iç çapında ve 4033 m uzunluğundadır. Cebri borunun uzunluğu ise 1219 m'dir. Akköy 2 HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü bulunan (depolamalı) baraj tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.

#### 3.9.4. Yaşmaklı Barajı'nın Balık Geçidi ve Durumu

Türkiye'deki çoğu barajda olduğu gibi Yaşmaklı Barajı'nda da balık geçidi bulunmamaktadır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi kullanılmalıdır. Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısırılmasıyla yapılmaktadır. Kısırılan bu balıkların çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir.

Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin teşhisi, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların küçük havuzlarda yetiştirilerek tekrar rezervuara veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir.

Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur.

### 3.10. Bayburt HES

Bayburt HES Bayburt ilinin merkezinde Masat Çayı (Çoruh Nehri) üzerinde yer almaktadır. 14.63 MW kurulu güce sahiptir. Santral ülkemizin 631. Bayburt ilinin ise en büyük enerji santralidir. Bayburt hidroelektrik santrali 01.02.2010 tarihinde üretime başlayarak bu üretime hala devam etmektedir. Tesis ortalama 43 GWh elektrik üreterek 11765 kişinin günlük yaşamında kullandığı (sanayi, resmi daire, konut gibi) bütün enerji ihtiyacını karşılayabilir. Yalnızca konut elektrik tüketimi olarak bakıldığında ise 14305 konutun elektrik enerjisini karşılayabilmektedir (URL-29, 2021).

Toplamda 14.63 MW elektrik üretilen santralde 3 adet Francis yatay eksenli türbin bulunmaktadır. Her biri yaklaşık 4.87 MW elektrik üretmektedir. Santralin kuyruk suyu kotu 1575 m'dir.

Tablo 3.9. Bayburt HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-29, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (‰)
2012	43.79	41	0.18
2013	44.30	41	0.18
2015	43.09	37	0.16
2016	49.68	41	0.18

Bayburt HES'in Kop Regülatörü ve Bayburt Regülatörü olmak üzere iki tane su alma yapısı bulunmaktadır. Kop Regülatörü Erzurum'dan gelen Kop Deresi üzerinde Bayburt Regülatörü ise Masat Çayı üzerinde bulunmaktadır.

### 3.10.1. Kop ve Bayburt Regülatörleri

Kop Regülatörü, Kop Deresi üzerinde 1665 m talveg kotunda 4446360 (K) ve 619525 (D) koordinatları arasında, Bayburt Regülatörü ise Masat Çayı üzerinde 1660 m talveg kotunda 4449720 (K) ve 626114 (D) koordinatları arasında yer almaktadır.



Şekil 3.33. Kop regülatörünün uydu görüntüsü



Şekil 3.34. Kop regülatörünün memba ve mansap kısımları

Bayburt HES'in su alma yapılarına bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir. Regülatörlerin her ikisi de dolu gövdeli beton tipindedir. Kop regülatörü 166.50 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 1.50 m ve kret uzunluğu 25 m'dir. Bayburt Regülatörünün ve Kop regülatörünün yapıları aynı olup Kop Deresi üzerindeki regülatörün memba ve mansap kısmı şekil 3.33'te verilmiştir.

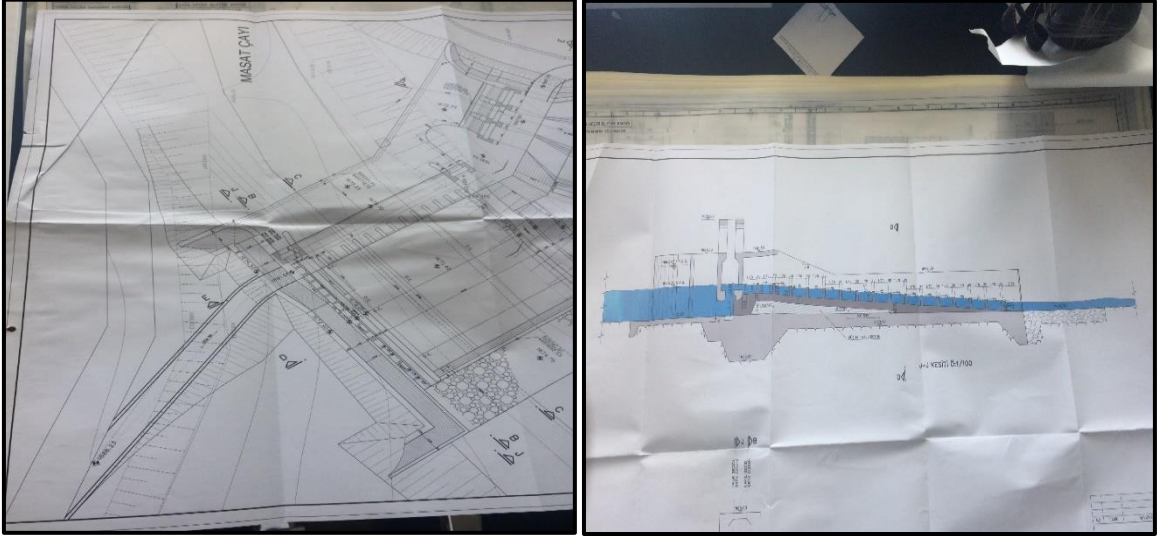


Şekil 3.35. Bayburt regülatörünün uydu görüntüsü

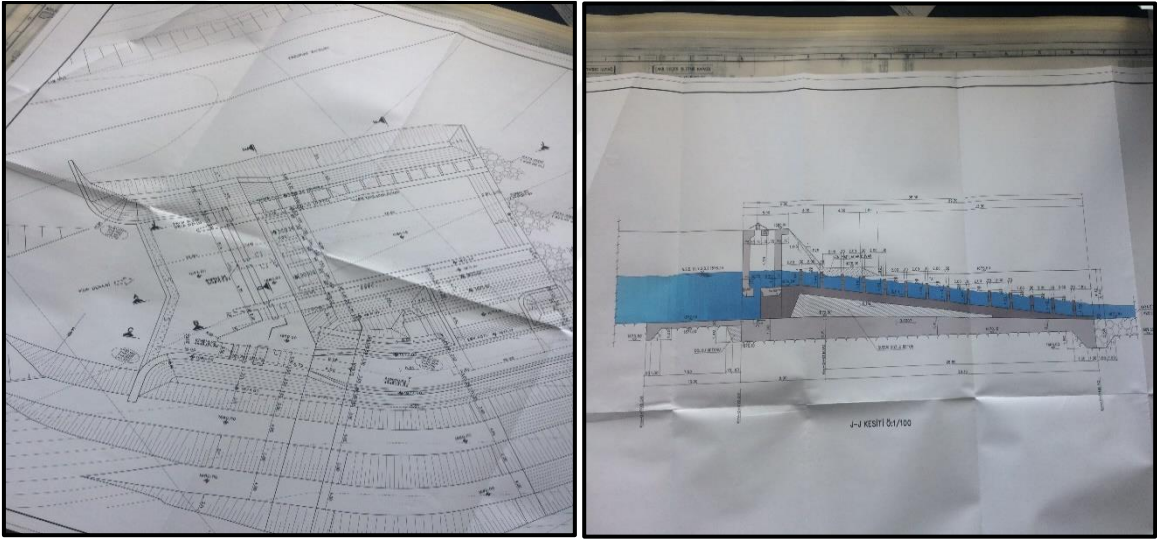
Bayburt regülatörü 1667.66 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 7.66 m ve kret uzunluğu 50 m'dir. 1660 m talveg kotundaki Bayburt Regülatörü ile alınan sular, 16501 m uzunluğundaki iletim kanalı ile yükleme havuzuna iletilmektedir. Kop regülatörünün suyu da bu iletim kanalına bağlanarak yükleme havuzuna gitmektedir.

### 3.10.2. Kop ve Bayburt Regülatörlerinin Balık Geçitleri ve Durumu

Bayburt HES'in Kop regülatörünün ve Bayburt regülatörünün projelerinde balık geçidi olmasına rağmen iki regülatörde de balık geçidi bulunmamaktadır.



Şekil 3.36. Bayburt regülatörünün projesi ve balık geçidi kesiti



Şekil 3.37. Kop regülatörünün projesi ve balık geçidi kesiti

### 3.11. Yıldırım HES

Yıldırım HES Bayburt ilinin merkezinde Masat Köyü'nde Masat Çayı üzerinde yer almaktadır. 10.68 MW kurulu güce sahiptir. Santral ülkemizin 727. Bayburt ilinin ise 2. en büyük enerji santralidir. Tesis ortalama 30 GWh elektrik üreterek 8129 kişinin günlük yaşamında kullandığı (sanayi, resmi daire, konut gibi) bütün enerji ihtiyacını karşılayabilir. Yalnızca konut elektrik tüketimi olarak bakıldığında ise 9885 konutun elektrik enerjisini karşılayabilmektedir (URL-30, 2021).

Toplamda 10.68 MW elektrik üretilen santralde 3 adet Francis yatay eksenli türbin bulunmaktadır. Her biri yaklaşık 3.56 MW elektrik üretmektedir. Santralin kuyruk suyu kotu 1679.50 m'dir. Yıldırım hidroelektrik santrali 28.09.2012 tarihinde üretime başlayarak bu üretime hala devam etmektedir.

Tablo 3.10. Yıldırım HES yıllık elektrik üretimi tablosu (URL-30, 2021).

Yıl	Üretim (GWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2014	16.47	15	0.06
2015	31.64	27	0.12
2016	34.95	29	0.13
2017	31.26	24	0.11

### 3.11.1. Yıldırım Regülatörü

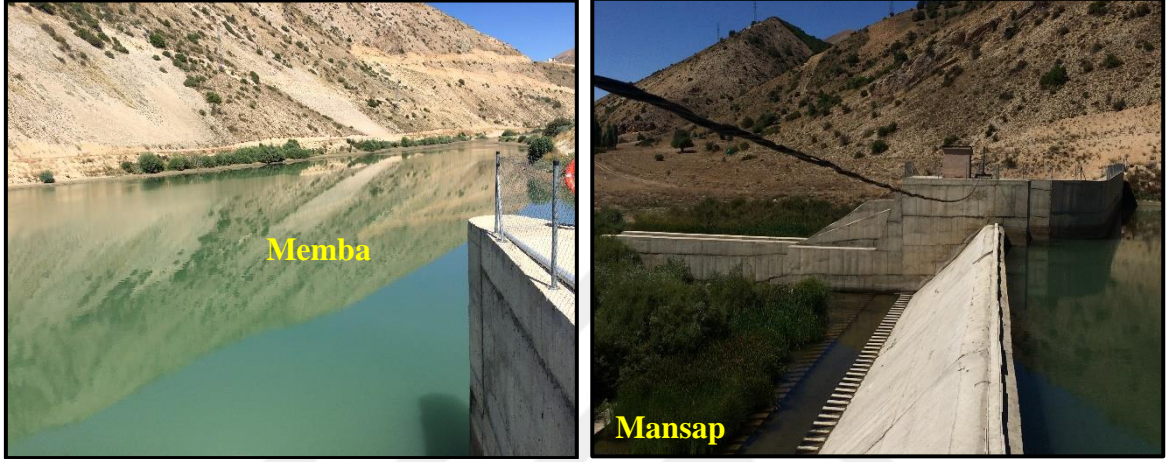
Yıldırım Regülatörü Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Bayburt ili Merkez ilçesi sınırları içinde Masat Çayı üzerinde 1750 m talveg kotunda 4450971 (K) ve 637954 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Yıldırım Regülatörü 1755 m kret kotuna sahip olup talveg kotundan yüksekliği 5 m'dir. Normal su seviyesi 1755 m, maksimum su kotu 1756.49 m'dir. Yıldırım regülatörünün gövdesi bakımından tipi beton dolu gövdedir.



Şekil 3.38. Yıldırım regülatörünün uydu görüntüsü

Yıldırım HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir. Regülatörün sağ sahiline balık geçidi yapılmıştır.

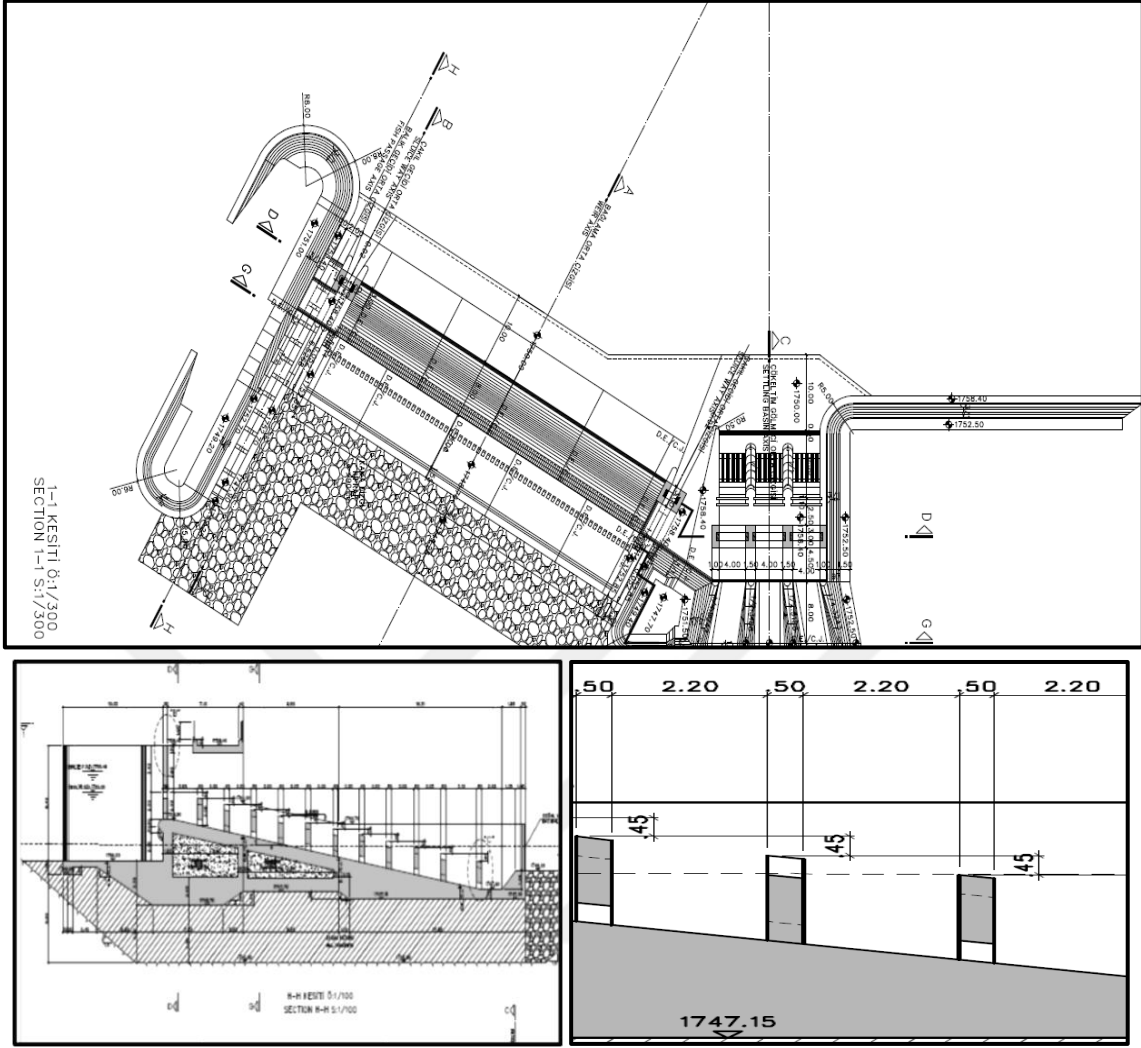
1750 m talveg kotundaki Yıldırım Regülatörü ile alınan sular, 11295.70 m uzunluğundaki iletim kanalı ile yükleme havuzuna iletilmektedir.



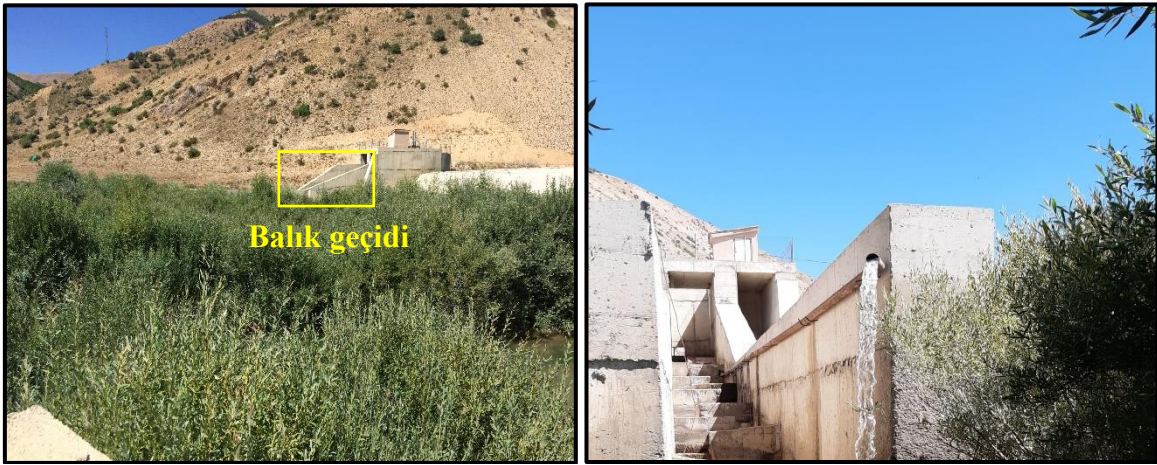
Şekil 3.39. Yıldırım regülatörünün memba ve mansap kısımları

### 3.11.2. Yıldırım Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Yıldırım regülatöründe bulunan balık geçidi tipi en çok kullanılan, havuzlu balık geçididir. Regülatörde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçit, balıkların sadece membadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır. Birçok balık geçidinde balıkların geçide girişini sağlamak için su şırlıtısı oluşturmak üzere boru ile çağırma suyu bırakılmaktadır fakat bu regülatörde böyle bir yapı bulunmamaktadır. Balıkları farklı debilerde geçitten geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitte perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır. Balıkların bir havuzdan diğerine geçmek için kullandığı batık orifis veya çentiklerde yapısal olarak herhangi bir problem ile karşılaşılmamıştır. Balık geçidinin üzeri açık olup su canlılarıyla beslenen kuş türleri için korunmasızdır fakat geçidin yan duvarları yüksek olduğundan karnivor ve predatör türlerle karşı korunaklıdır. Balıkçılık regülatörün ve balık geçidinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır. Geçit çıkışında balıkların zarar göreceği türbülans oluşmamaktadır.



Şekil 3.40. Yıldırım regülâtörünün ve balık geçidinin projesi



Şekil 3.41. Yıldırım regülâtöründeki balık geçidinin konumu ve önden görünüşü

Balık geçidinin akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapılıp yapılmadığı hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınmamıştır. Geçitte perde duvarlarda ve yan duvarlarda aşınma söz konusu değildir. Geçitteki havuzlarda su bulunmakta fakat su akışı durgun denilebilecek kadar yavaş olmaktadır. Bu balık geçidinde can suyu balık geçidi çıkışından bırakılmaktadır. Balık geçidi girişi açık ve temizdir.

Balık geçidi çıkışı neredeyse tamamen kapalıdır. Geçit çıkışı ağaçlarla ve bodur bitkilerle çevrilmiş ve bataklık oluşmuştur. Uydu görüntüsünden bu ağaçlık alanın ve bataklığın ne kadar olduğu görünmektedir (Şekil 3.37). Bu şekildeki bir balık geçidini kullanan balıklar aslında ölüme doğru gitmektedir. Balıkların geçide girmesi, normal bir düzeyde seyahat etmesi ne kadar önemli ise geçitten çıktıktan sonraki hareket güzergahı da o kadar önemlidir. Bu sorun çözülmeden balıkların göç etmesi başarı ile sonuçlanmayacaktır. Balık geçidi bakımları taşkın sonrası yapılmaktadır. Balık geçidi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Şu an aktif olarak çalışmakta olup herhangi bir tıkanma bulunmamaktadır. Balık geçidi genel anlamda asgari tasarım ölçütlerini karşılamaktadır.

### **3.12. Bayburt HES (Küçük)**

Bayburt HES Karadeniz Bölgesi'nde Bayburt ilinin Merkez ilçesinde Yıldırım Çayı üzerinde yer almaktadır. Santral 1950 yılında kurulmuştur. Bayburt HES'te bir tane yatay francis türbin bulunmaktadır ve 0.40 MW kurulu güce sahiptir. Türbinlerin devir sayısı dakikada 750'dir.

Regülatördeki su 600 m açık kanal ile santrale iletilmektedir. Yükleme havuzu santralin hemen üzerinde ve 7 m'den suyun hepsi basınçla türbinlere düşmektedir. Hidroelektrik santraller, özellikle nehir tipi hidroelektrik santraller su tüketen tesisler değildir. Elektrik üretimi için türbülenen sular aynı miktarda yatağa geri dönmektedir. Bu sebeple, Bayburt HES tesisinde enerji üreten sular aynı miktarda ve kalitesinde bir değişiklik olmadan Yıldırım Çayı'na geri dönecektir.

### 3.12.1. Bayburt Regülatörü (Küçük)

Bayburt Regülatörü Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Bayburt ili Merkez ilçesi sınırları içinde Yıldırım Çayı üzerinde 4461603 (K) ve 604560 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Bayburt HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 3.42. Bayburt HES (Küçük) regülatörünün uydu görüntüsü



Şekil 3.43. Bayburt HES (Küçük) santral binası, yükleme havuzu ve regülatörü

### 3.12.2. Bayburt Regülatörünün (Küçük) Balık Geçidi ve Durumu

Bayburt ilinde bulunan Bayburt HES regülatöründe balık geçidi bulunmamaktadır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi kullanılmalıdır. Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısıtılmasıyla yapılmaktadır. Kısıtılan bu balıkların çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir. Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin teşhisi, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların küçük havuzlarda yetiştirilerek tekrar rezervuara veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir.

Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur.

### 3.13. Çoruh Un Fabrikası ve HES



Şekil 3.44. Çoruh Un Fabrikası ve HES'in ilk kurulduğu yıllardaki görünümü

Çoruh Un Fabrikası ve HES Karadeniz Bölgesi'nde Bayburt ilinin Merkez ilçesinde Yıldırım Çayı üzerinde yer almaktadır. Çoruh Un Fabrikası ve HES hem un hem de elektrik üretmek amacıyla Osmanlı Devleti zamanında II. Abdülhamid döneminde 1904 tarihinde kurulmuştur.

Tesisin yapımı için gereken tüm malzemeler II. Abdülhamid emriyle gümrüksüz olarak ithal edilmiştir. Tesis 1930'lı yıllarda betonarme yapıya geçmiştir. Tesis 1970-2001 yılları arası üretim yapmamıştır. 2012'de çıkan yönetmelikle birlikte lisan alınmıştır. HES'te 3 tane burgu türbin bulunmaktadır. Şu anda elektrik üretimi yapmaktadır fakat sadece tesisin kullanacağı kadar elektrik üretmektedir. Şu an için herhangi bir satış sözü yoktur.

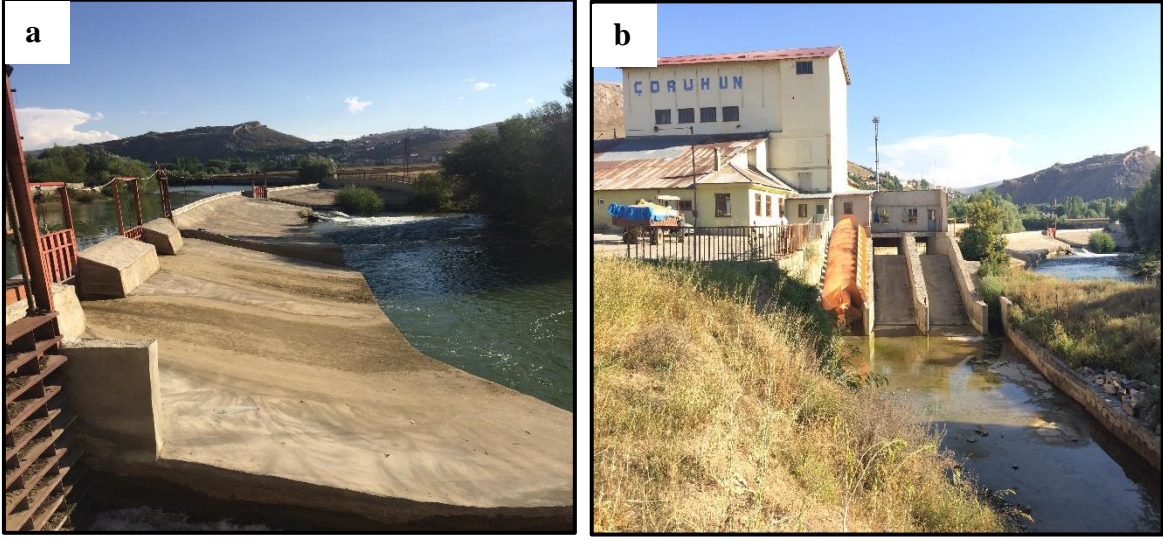
### 3.13.1. Çoruh Un Regülatörü

Çoruh Un Regülatörü Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, Bayburt ili Merkez ilçesi sınırları içinde Yıldırım Çayı üzerinde 4459044 (K) ve 604927 (D) koordinatları arasında yer almaktadır. Kuyruk suyu 1532.25 m ve kret kotu 1536.90 m'dir.



Şekil 3.45. Çoruh Un regülatörünün uydu görüntüsü

Çoruh Un Fabrikası ve HES'in su alma yapısına bakıldığında, baraj gölü olmayan (depolamasız) nehir tipi hidroelektrik santral olduğu gözlemlenmektedir. Elektrik üretimi için türbülanslı sular aynı miktarda dere yatağına geri dönmektedir.



Şekil 3.46. Çoruh Un regülatörü memba (a) ve mansap (b) kısımları

### 3.13.2. Çoruh Un Regülatörünün Balık Geçidi ve Durumu

Çoruh Un Regülatöründe henüz balık geçidi bulunmamaktadır fakat balık geçidinin konumu ve regülatördeki yeri hazırdır. En uygun balık geçidi tipi için balık türleri, balık boyutları, yüzme yetenekleri ve suyun debisi gibi veriler araştırılıp bulunan sonuçlara göre balık geçidi yapılacaktır.



Şekil 3.47. Burgu türbin ve balık geçidinin yapılacağı konum

### **3.14. Anket Çalışması**

Anket çalışması HES'lerin bulunduğu yöre halkı ile yapılmış, bu şekilde yöre halkının HES ve özellikle balık geçitleri hakkında bilgi birikimleri, görüşleri ve çevresel duyarlılıkları öğrenilerek, eksik ve yanlış bilgiler konusunda bilgilendirme yapılması ve böylece ekosistem bütünlüğü içerisinde enerji ihtiyaçlarımızı karşılamaya yönelik bu tür çalışmalarla geliştirilen, çevreci kabartıcı tesislere karşı önyargıların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Sonuçları karşılaştırmak ve değerlendirmek için üniversitemiz akademisyenleriyle de konu ile ilgili olanlar özelinde anket çalışmaları yapılarak yardımlarına başvurulmuştur.

Anket çalışmaları ile alansal bazda hidroelektrik santraller ve balık geçitleri konusunda toplumsal duyarlılığın ve bilincin artırılması, bölge özelinde bu konuda yapılan çalışmaların yetersizliğini azaltacak yönde literatüre de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Anket çalışmasının hidroelektrik santrallerinin bulunduğu yöredeki insanlarla köy meydanında, köy odalarında ve derneklerde, akademisyenlerle ise üniversitelerde toplantı salonlarında veya kendi odalarında yüz yüze yapılması planlanmış ancak anket çalışması Covid-19 virüsü ve pandemi şartlarından dolayı sanal ortamlarda yapılmıştır. Anket soruları elektronik ortamlarda katılımcılar ile paylaşılmış ve soruların yanıtlanması istenmiştir. Anket soruları, katılımcıların demografik özellikleri ve sorulara verdikleri yanıtlar sırasıyla ele alınmıştır.

#### **3.14.2. Demografik Özellikler ve Anket Sorularına Verilen Yanıtlar**

Katılımcıların yaş durumu, 18-24, 25-31, 32-38, 39-45, 46-52, 53 ve üzeri olmak üzere gruplandırılmıştır. Katılımcıların çoğu 23-31 yaş aralığındadır. Katılımcıların eğitim durumu, ilkokul, lise, yüksekokul, fakülte, yüksek lisans ve doktora olmak üzere gruplandırılmıştır. Katılımcıların çoğu fakülte mezunudur. Katılımcıların meslek durumu, akademisyen, mühendis, öğretmen, hemşire, memur/işçi, öğrenci, işsiz/cevaplamayanlar ve diğer (Esnaf, Avukat, Yönetici, Bankacı, Sigortacı, Emekli vb.) olmak üzere gruplandırılmıştır. Katılımcıların çoğu diğer grupta toplanmaktadır (Tablo 3.11).

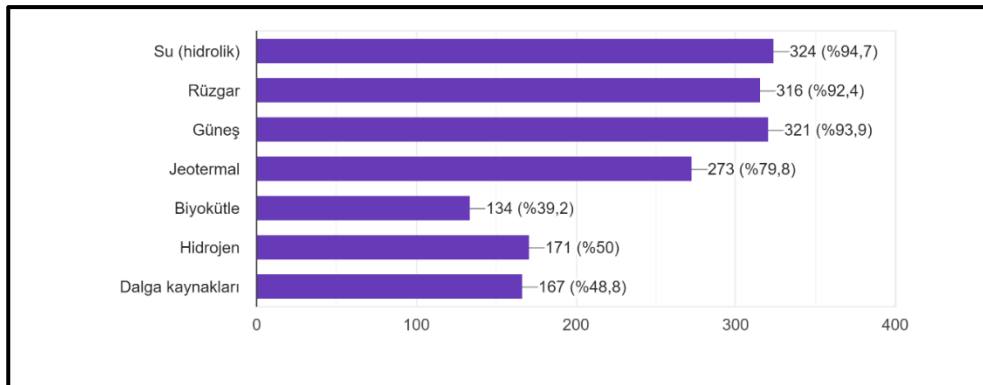
Tablo 3.11. Anket katılımcılarının demografik özellikleri

Gruplar	Sayı	Yüzde (%)
<b>Yaş Durumu</b>		
18-24	103	29.8
25-31	131	37.9
32-38	47	13.6
39-45	21	6.0
46-52	23	6.7
53 ve üzeri	21	6.0
<b>Eğitim Durumu</b>		
İlkokul	4	1.2
Lise	31	9.0
Yüksek okul	67	19.3
Fakülte	181	52.3
Yüksek Lisans	50	14.5
Doktora	13	3.7
<b>Meslek Durumu</b>		
Akademisyen	24	7.0
Mühendis	50	14.5
Öğretmen	53	15.3
Hemşire	15	4.3
Memur/İşçi	57	16.5
Öğrenci	35	10.1
İşsiz/Cevaplamayanlar	33	9.5
Diğer*	79	22.8

\*Esnaf, Avukat, Yönetici, Bankacı, Sigortacı, Emekli vb.

**Anket Sorusu 1.** Aşağıdaki enerji kaynaklarından hangi veya hangilerini biliyorsunuz?

- Su (hidrolik)       Rüzgâr       Güneş       Jeotermal  
 Biyokütle       Hidrojen       Dalga kaynakları

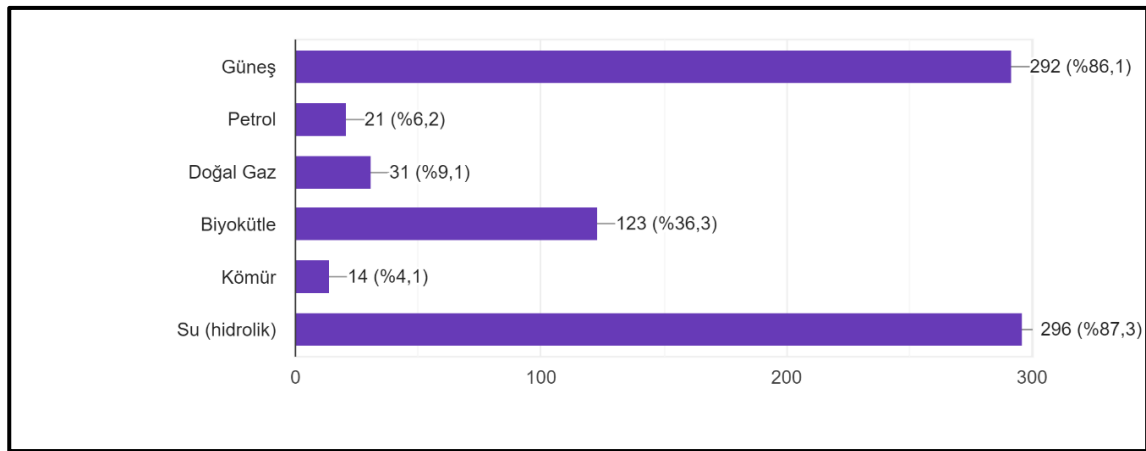


Şekil 3.48. Anketteki birinci sorunun cevap dağılımı

Birden fazla seçenek işaretleyebilen katılımcılarımızdan 342'si yukarıdaki enerji kaynaklarından en çok su (hidrolik) enerjisini ve güneş enerjisini bildiklerini en az biyokütle enerjisini bildiklerini ifade etmişlerdir.

**Anket Sorusu 2.** Aşağıdakilerden hangi veya hangileri yenilenebilir enerji kaynaklarındandır?

- Güneş  Petrol  Doğal Gaz  
 Biyokütle  Kömür  Su (hidrolik)

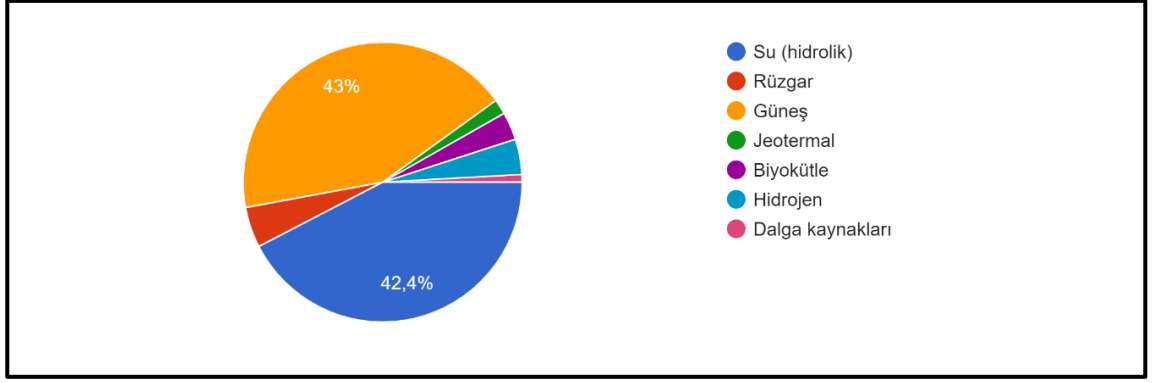


Şekil 3.49. Anketteki ikinci sorunun cevap dağılımı

Güneş, biyokütle ve hidrolik enerji yenilenebilir enerjidir. Birden fazla seçenek işaretleyebilen katılımcılarımızdan 339'u bu soruyu yanıtlamıştır. Katılımcıların çoğu güneş ve hidrolik enerjisinin yenilenebilir olduğunu bilirken yaklaşık %64'ü biyokütle enerjisinin yenilenebilir enerji olduğunu bilmemektedir.

**Anket Sorusu 3.** Aşağıdaki enerji kaynaklarından hangisi sizce daha önemlidir? Bir seçenek işaretleyiniz.

- Su (hidrolik)  Rüzgâr  Güneş  Jeotermal  
 Biyokütle  Hidrojen  Dalga kaynakları



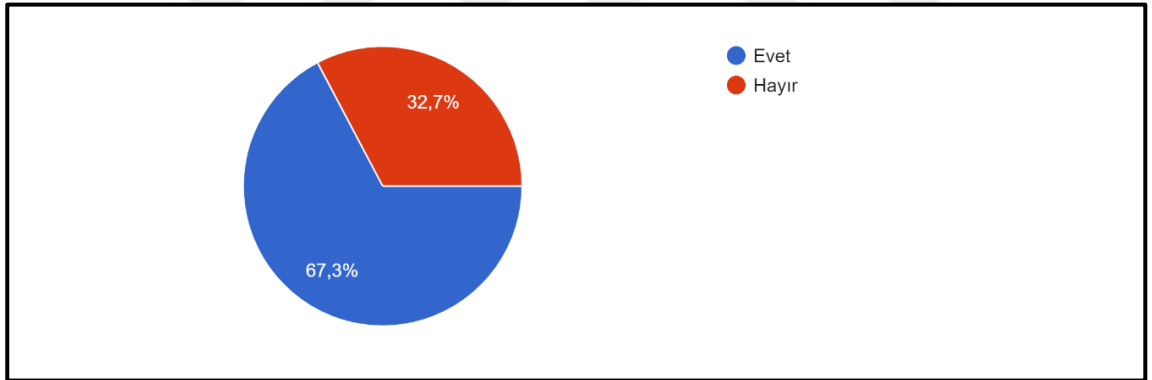
Şekil 3.50. Anketteki üçüncü sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 342'si bu soruyu yanıtlamıştır. Katılımcıların çoğu güneş ve su enerjisinin daha önemli olduğunu ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 4.** Yenilenebilir enerji olan hidrolik enerjiyi tanımlayabilir misiniz?

Evet

Hayır



Şekil 3.51. Anketteki dördüncü sorunun cevap dağılımı

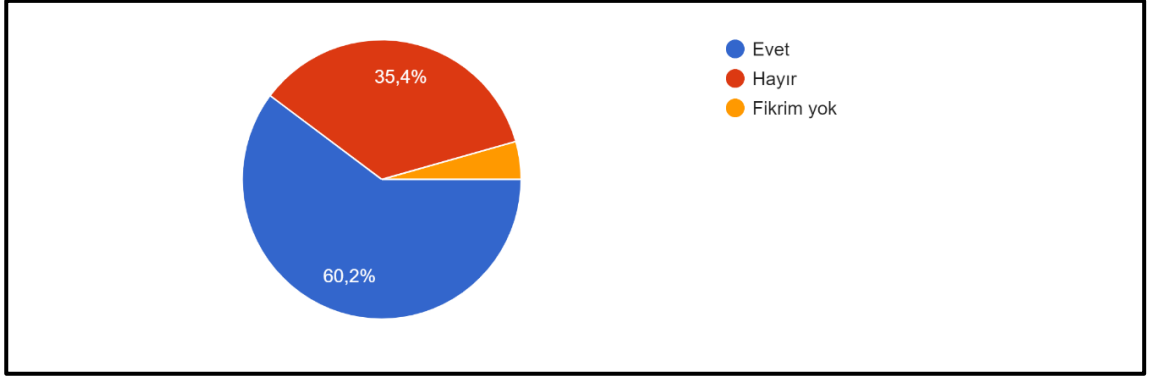
Katılımcıların 342'si bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %67'si hidrolik enerjiyi tanımlayabileceğini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 5.** Türkiye su kaynakları açısından nasıl bir konumdadır? Yani yeterli su kaynaklarına sahip midir?

Evet

Hayır

Fikrim yok



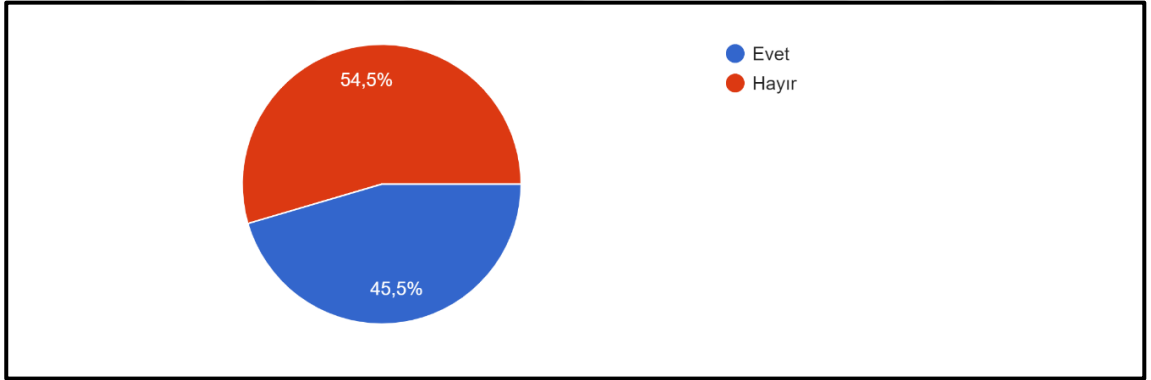
Şekil 3.52. Anketteki beşinci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 342'si bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %60'ı Türkiye'deki su kaynaklarının yeterli olduğunu ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 6.** Daha önce bir hidroelektrik santral gördünüz mü? Cevabınız evet ise isim veya isimlerini yazabilir misiniz?

Evet

Hayır



Şekil 3.53. Anketteki altıncı sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 341'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %45'i daha önce HES gördüğünü ifade etmiştir.

Tablo 3.12. Katılımcıların HES gördüğü bölgeler ve sayıları

HES'lerin Bulunduğu Bölgeler	HES Sayısı
Karadeniz Bölgesi	81
Doğu Anadolu Bölgesi	14
Akdeniz Bölgesi	4
Karadeniz Bölgesi-Doğu Anadolu Bölgesi	9
Karadeniz Bölgesi-Akdeniz Bölgesi	4
Akdeniz Bölgesi-Doğu Anadolu Bölgesi	2
Diğer*	20

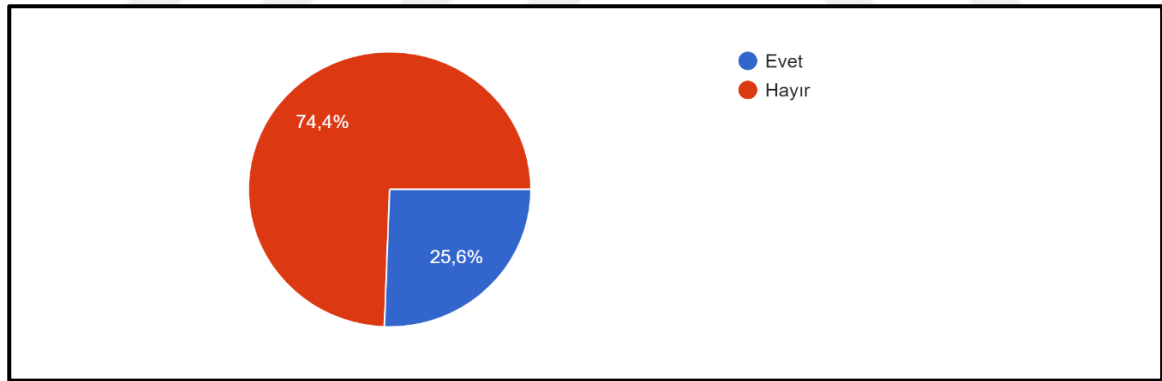
\*Katılımcıların gördüklerini ifade ettiği ama isimlerini bilmedikleri veya hatırlamadıkları HES sayısı

Katılımcıların 134'ü bu soruyu yanıtlamış ve bunların %61'i gördükleri HES'lerin Karadeniz Bölgesi'nde olduğunu ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 7.** Bir hidroelektrik tesisin hangi proje elamanlarından oluştuğunu söyleyebilir misiniz?

Evet

Hayır



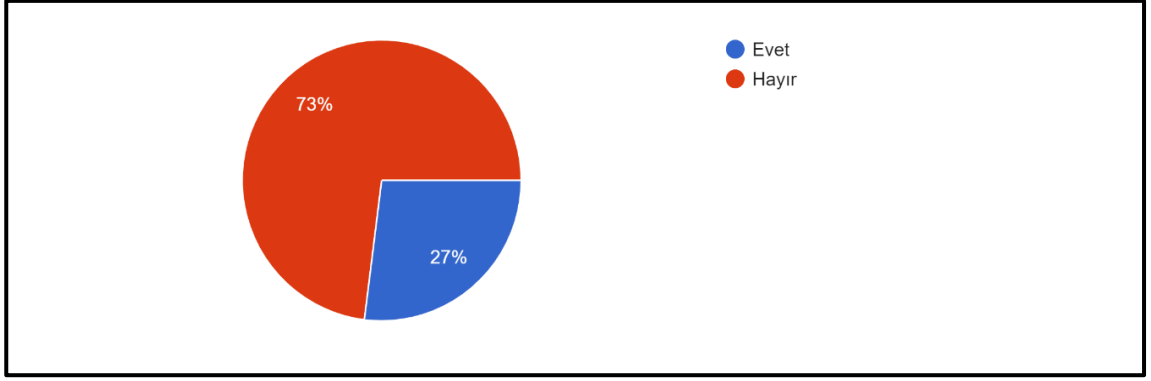
Şekil 3.54. Anketteki yedinci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 340'ı bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %75'i bir hidroelektrik tesisin hangi proje elemanlarından oluştuğunu bilmediklerini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 8.** Regülatör, savak sistemleri, iletim hatları, yükleme odası, denge bacası, cebri boru ve santral kavramlarını görsel olarak tanıyabilir misiniz?

Evet

Hayır

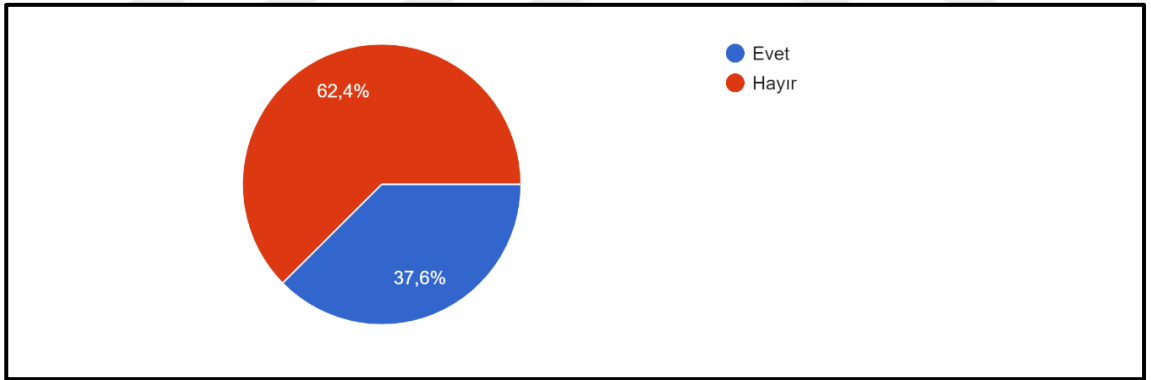


Şekil 3.55. Anketteki sekizinci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 341'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların %27'si regülatör, savak sistemleri, iletim hatları, yükleme odası, denge bacası, cebri boru ve santral kavramlarını görsel olarak tanıyabileceğini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 9.** Nehir tipi hidroelektrik tesisler hakkında bilgi sahibi misiniz?

Evet  Hayır

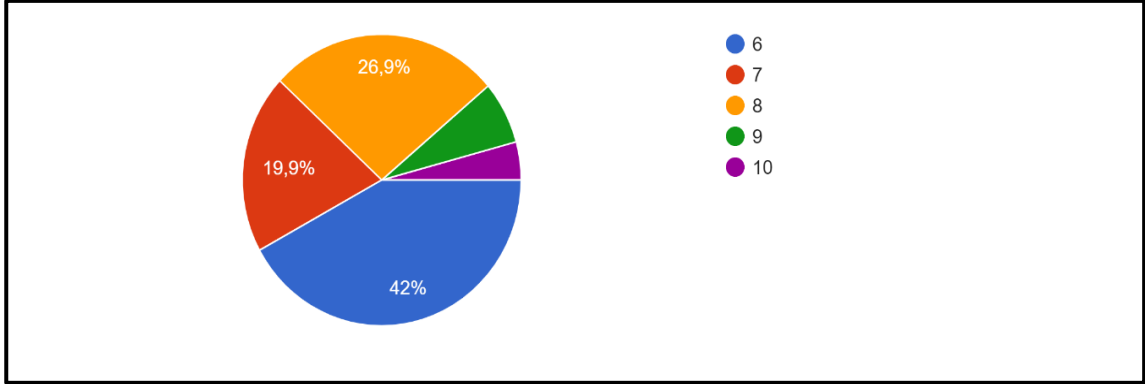


Şekil 3.56. Anketteki dokuzuncu sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 338'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %38'i nehir tipi hidroelektrik tesisler hakkında bilgi sahibi olduğunu ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 10.** Gümüşhane ilinde sizce kaç tane hidroelektrik santral vardır?

6  7  8  9  10

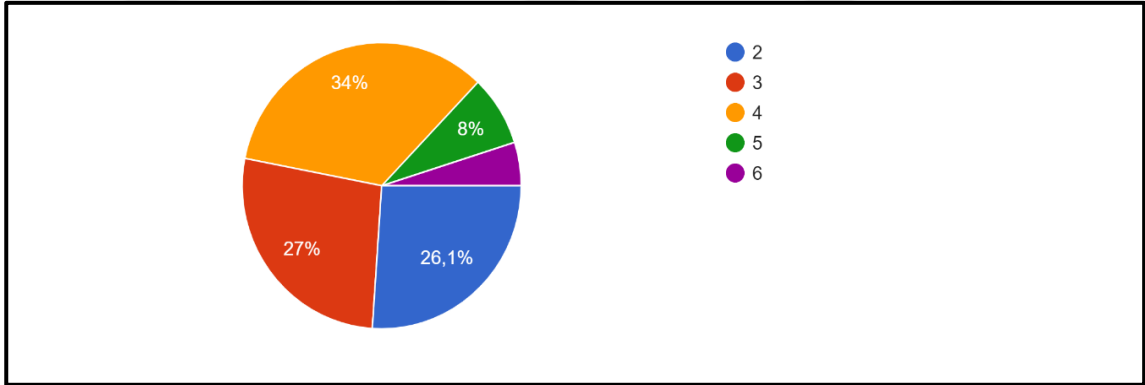


Şekil 3.57. Anketteki onuncu sorunun cevap dağılımı

Gümüşhane ilinde 9 tane hidroelektrik santral vardır. Katılımcıların 331'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %7'si Gümüşhane ilinde kaç tane hidroelektrik santral olduğunu doğru yanıtlamıştır.

**Anket Sorusu 11.** Bayburt ilinde sizce kaç tane hidroelektrik santral vardır?

- 2       3       4       5       6

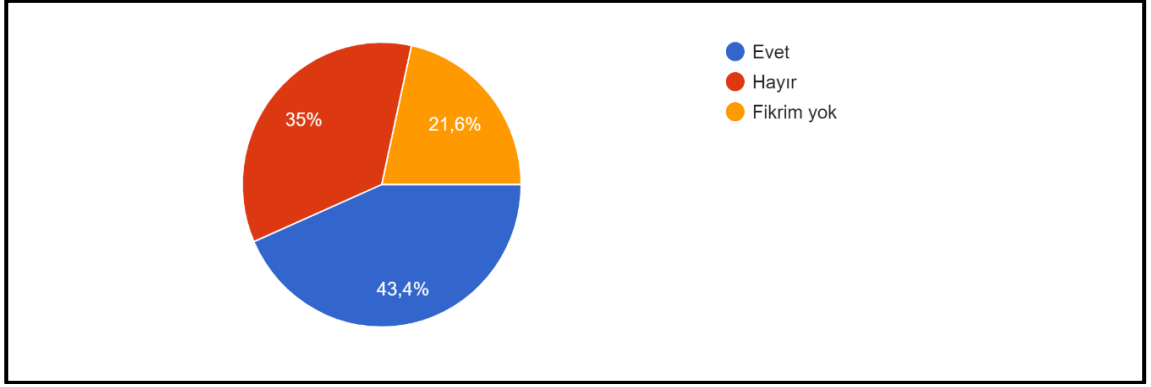


Şekil 3.58. Anketteki on birinci sorunun cevap dağılımı

Bayburt ilinde 4 tane hidroelektrik santral vardır. Katılımcıların 326'sı bu soruyu yanıtlamış ve bunların %34'ü Bayburt ilinde kaç tane hidroelektrik santral olduğunu bilmiştir.

**Anket Sorusu 12.** Hidroelektrik tesislerin çevreye zararlı bir etkisi var mıdır?

- Evet       Hayır       Fikrim yok



Şekil 3.59. Anketteki on ikinci sorunun cevap dağılımı

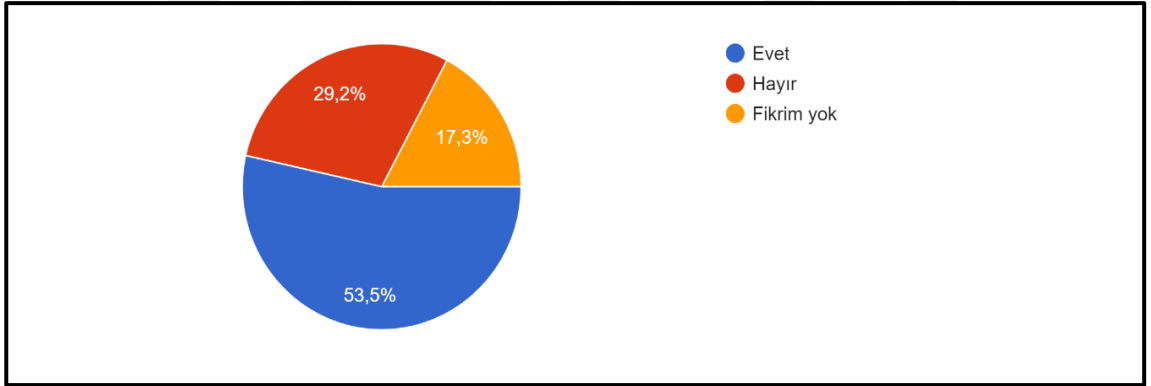
Katılımcıların 343'ü bu soruyu yanıtlamış ve bunların %35'i hidroelektrik tesislerin çevreye zararlı bir etkisi olmadığını ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 13.** HES'ler enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmamızı sağlar mı?

Evet

Hayır

Fikrim yok



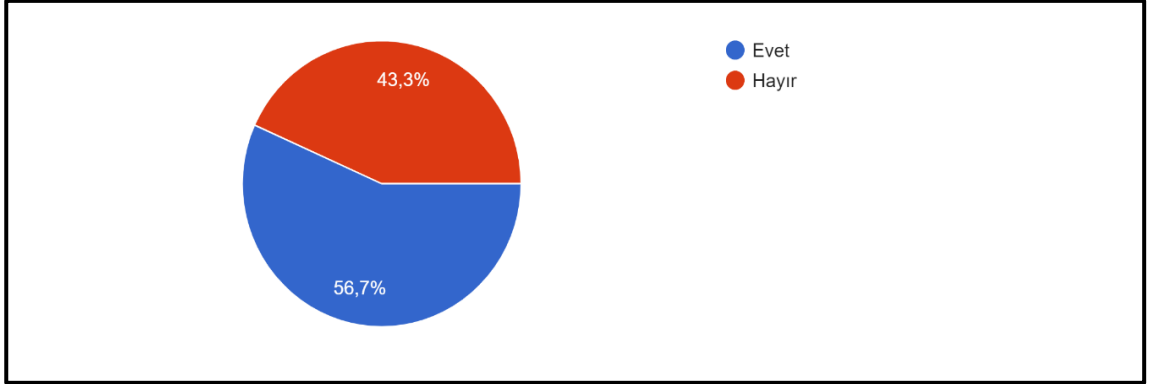
Şekil 3.60. Anketteki on üçüncü sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 342'si bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %54'ü HES'lerin enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmamızı sağlayacağını ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 14.** ÇED neyin kısaltmasıdır? Bilginiz var mı?

Evet

Hayır



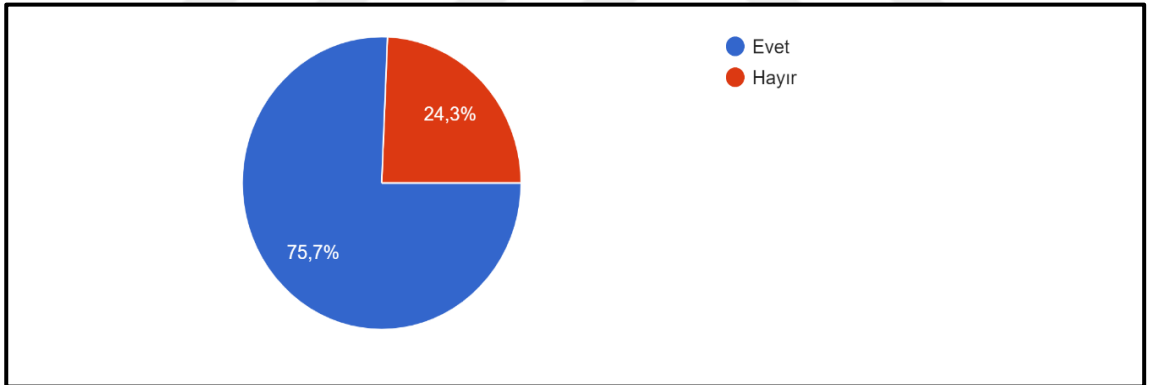
Şekil 3.61. Anketteki on dördüncü sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 342'si bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %57'si ÇED'in açılımını bildiklerini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 15.** Can suyu kavramını daha önce hiç duydunuz mu?

Evet

Hayır



Şekil 3.62. Anketteki on beşinci sorunun cevap dağılımı

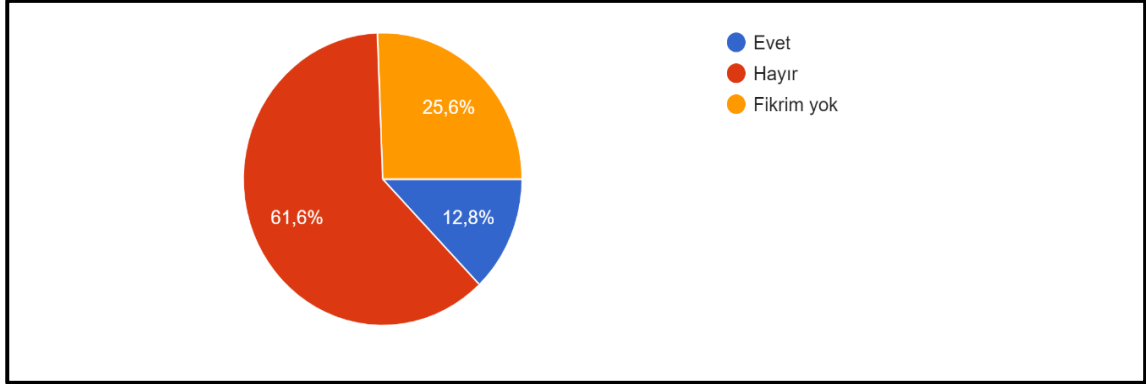
Katılımcıların 341'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %76'sı can suyu kavramını daha önce duyduğunu ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 16.** Nehirleri korumak için bırakılan can suyu miktarlarının yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet

Hayır

Fikrim yok

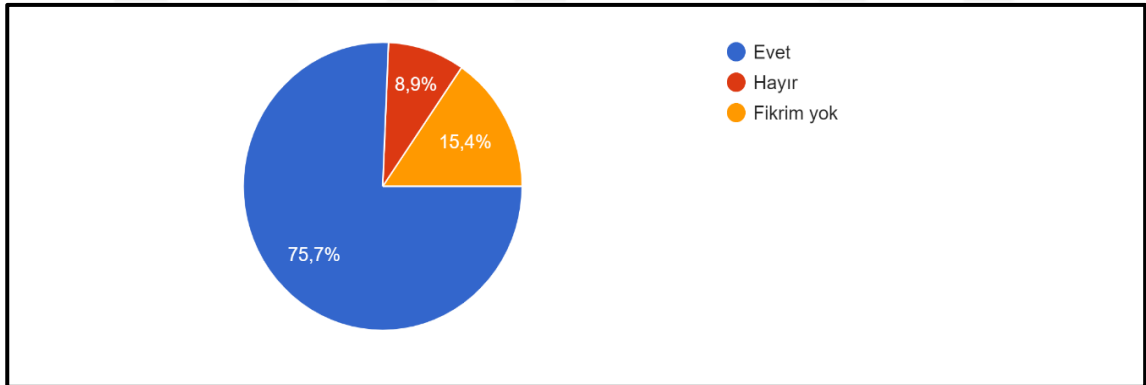


Şekil 3.63. Anketteki on altıncı sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 289'u bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %62'si nehirleri korumak için bırakılan can suyu miktarlarının yeterli olmadığını ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 17.** Hidroelektrik santrallerin inşaat, işletme veya bakım süreçlerinden su canlıları sizce etkilenir mi?

- Evet  Hayır  Fikrim yok

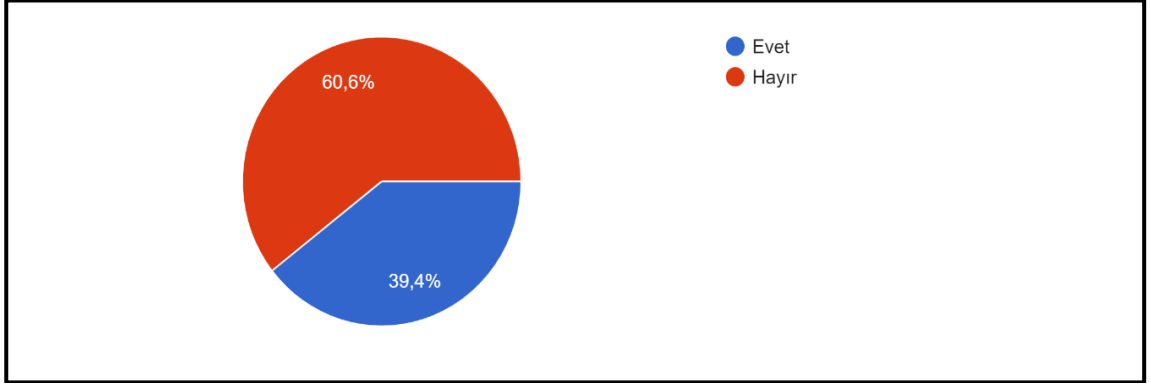


Şekil 3.64. Anketteki on yedinci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 337'si bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %76'sı hidroelektrik santrallerin inşaat, işletme veya bakım süreçlerinden su canlılarının etkileneceğini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 18.** Hidroelektrik tesislerin su tutma-çevirme yapılarında balıkların göç ve memba-mansap çift yönlü hareket etmesi için balık geçitleri olduğunu biliyor muydunuz?

- Evet  Hayır



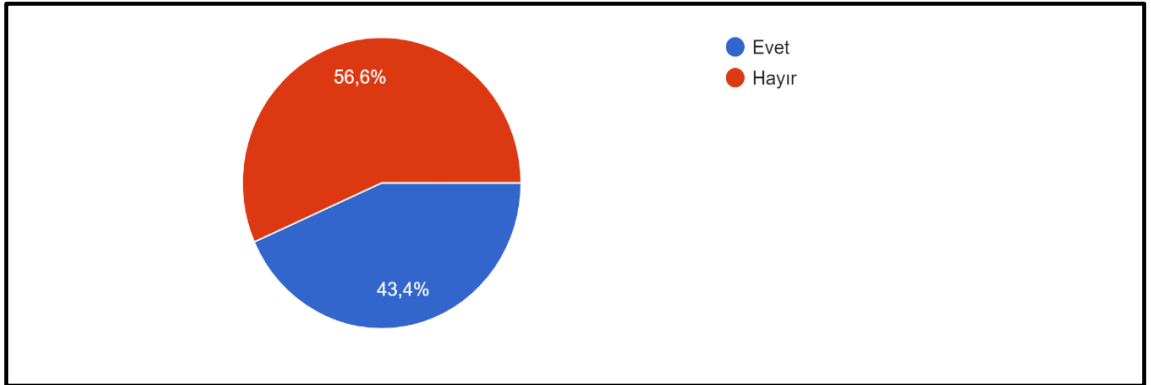
Şekil 3.65. Anketteki on sekizinci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 340'ı bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %61'i hidroelektrik tesislerin su tutma-çevirme yapılarında balıkların göç ve memba-mansap çift yönlü hareket etmesi için balık geçitleri olduğunu bilmediğini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 19.** Bugüne kadar fotoğraf, görüntü veya canlı şekilde balık geçidi gördünüz mü?

Evet

Hayır

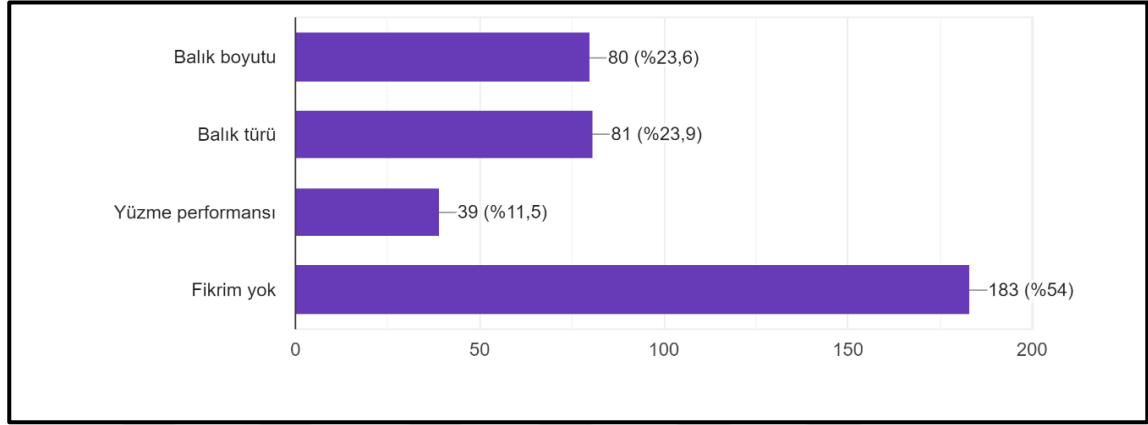


Şekil 3.66. Anketteki on dokuzuncu sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 339'u bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %57'si bugüne kadar fotoğraf, görüntü veya canlı şekilde balık geçidi görmediğini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 20.** Hidroelektrik tesislerde balık geçidi tasarımı aşağıdaki seçeneklerden hangisi veya hangilerine göre yapılmaktadır değerlendirme yapabilir misiniz?

- Balık boyutu       Balık türü       Yüzme performansı       Fikrim yok

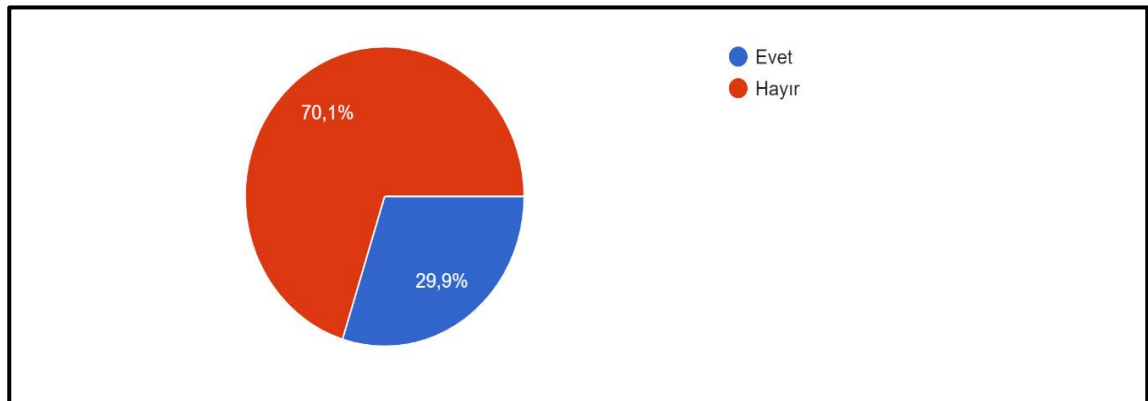


Şekil 3.67. Anketteki yirminci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 339'u bu soruyu yanıtlamış ve bunların %54'ü hidroelektrik tesislerde balık geçidi tasarımının hangi kriterlere göre yapıldığı hakkında fikrinin olmadığını ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 21.** Birbirinden farklı balık geçidi tiplerinin olduğunu biliyor musunuz?

- Evet       Hayır



Şekil 3.68. Anketteki yirmi birinci sorunun cevap dağılımı

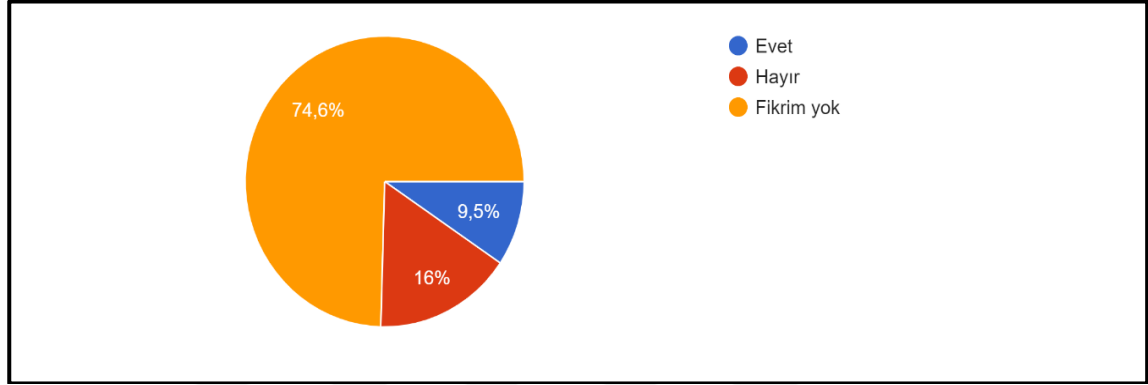
Katılımcıların 338'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %70'i birbirinden farklı balık geçidi tiplerinin olduğunu bilmediklerini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 22.** Balık geçitleri sizce işlevlerine uygun şekilde sorunsuz çalışıyor mu?

Evet

Hayır

Fikrim yok

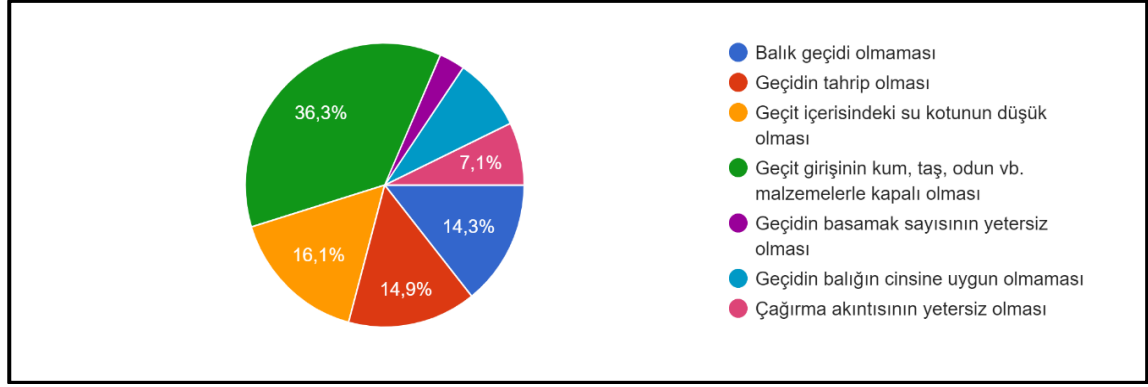


Şekil 3.69. Anketteki yirmi ikinci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 338'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %75'i balık geçitlerinin işlevlerine uygun şekilde sorunsuz çalışıp çalışmadığı hakkında fikir sahibi olmadıklarını ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 23.** Balık geçitlerinde karşılaşılan aşağıdaki sorunlardan bildiğiniz varsa bir seçenek işaretleyiniz varsa balık geçidi sorununa çözüm öneri veya önerilerinizi kısaca yazınız.

- Balık geçidi olmaması
- Geçidin tahrip olması
- Geçit içerisindeki su kotunun düşük olması
- Geçit girişinin kum, taş, odun vb. malzemelerle kapalı olması
- Geçidin basamak sayısının yetersiz olması
- Geçidin balığın cinsine uygun olmaması
- Çağırma akıntısının yetersiz olması



Şekil 3.70. Anketteki yirmi üçüncü sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 168'i bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %36'sı balık geçitlerinde karşılaşılan sorunlardan 'geçit girişinin kum, taş, odun vb. malzemelerle kapalı olması' sorununu bildiğini ifade etmiştir (Şekil 3.69).

Tablo 3.13. Balık geçidi sorunlarına katılımcıların çözüm önerileri ve katılımcı sayısı

Balık Geçidi Sorunlarına Katılımcıların Çözüm Önerileri	Katılımcı Sayısı
Balık geçitlerinin bakım ve onarımı periyodik olarak yapılmalıdır.	21
Akarsular üzerine kurulan her tesise balık geçidi yapılmalı ve denetlenmelidir.	9
Akarsular üzerine HES'ler yapılmamalı ve doğal yaşam rahat bırakılmalıdır.	4
Balık geçitleri akarsuda yaşayan balık türüne göre yapılmalıdır.	4
Can suyunun bilimsel hesaplamalar dışında proje alanında uygulanabilirliği değerlendirilmelidir.	3
Üniversitelerde akademik anlamda balık geçitleriyle ilgili eğitimler verilmelidir.	2
HES'ler yerine güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji vb. alternatif enerji kaynaklarına geçilmelidir.	2
Balık geçitleri temizliği için akarsu yatağında çevre düzenlemesi yapılmalıdır.	2
Diğer*	9

\*Sorunla karşılaşıldığında yetkililere haber vermek, balık geçitlerini kapsamlı olarak ele alınmalı, tahrip olan balık geçitleri yeniden yapılmalı vb.

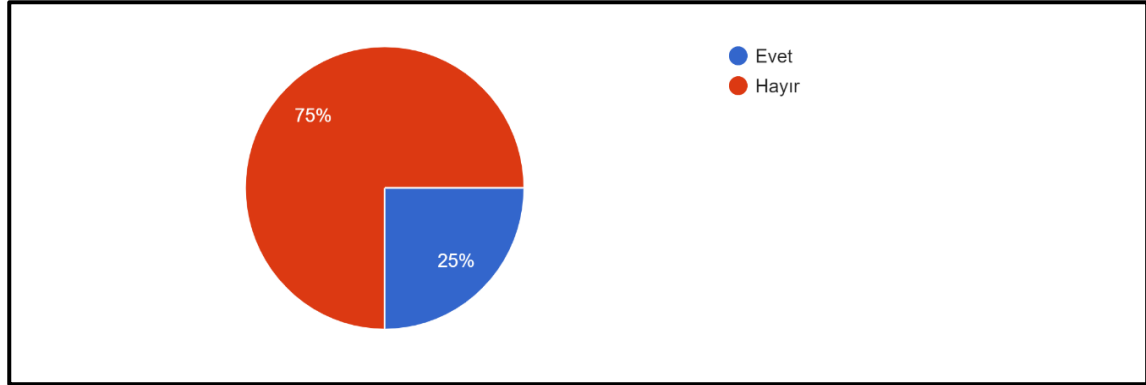
Katılımcıların 56'sı bu soruyu yanıtlamış ve bunların %37'si geçit girişinin kum, taş, odun vb. malzemelerle kapalı olması sorununu ele almıştır. Katılımcılar bu sorunu, balık geçitlerinin bakım ve onarımının periyodik olarak yapılması ile çözülebileceğini ifade etmiştir.

**Anket Sorusu 24.** Reseptör kavramını daha önce duydunuz mu?

Evet

Hayır

Katılımcıların 320'si bu soruyu yanıtlamış ve bunların %75'i reseptör kavramını daha önce duymadığını ifade etmiştir.



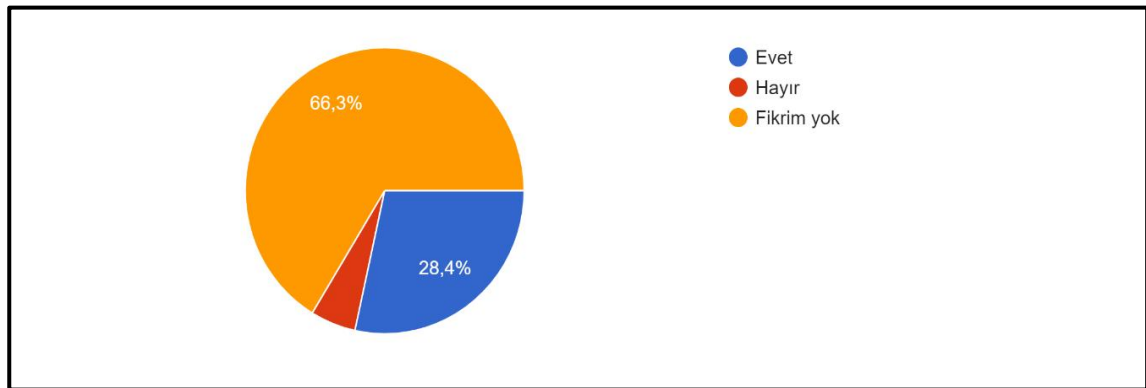
Şekil 3.71. Anketteki yirmi dördüncü sorunun cevap dağılımı

**Anket Sorusu 25.** Balıklar, balık geçidini kullanmak için reseptörlere ihtiyaç duyarlar mı?

Evet

Hayır

Fikrim yok



Şekil 3.72. Anketteki yirmi beşinci sorunun cevap dağılımı

Katılımcıların 190'ı bu soruyu yanıtlamış ve bunların yaklaşık %66'sı balıkların, balık geçidini kullanmak için reseptörlere ihtiyaç duymadıkları hakkında fikir sahibi olmadıklarını ifade etmiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Balık geçitlerinin projelendirme, inşaat, işletme ve bakım süreçleri literatür bazlı incelenmiş, ilgili kurumlardan veri toplanmış, Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki balık geçitlerinde inşaat, işletme ve bakım süreçlerinde oluşan veya oluşabilecek sorunların belirlenmesi ve bu sorunlara çözüm önerileri getirilmesi amacıyla saha çalışmaları (alanda yapılacak gözlemler, tesis sorumlularından temin edilecek ve/veya yerinde yapılacak ölçüm ve tespitler) yapılmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Gümüşhane ilinde bulunan Köprübaşı, Güzeloluk, Fındık, Büyükdüz (Elmalı ve Taşoba Regülatörleri), Mor 2, Kürtün, Akköy 1, Akköy 2 (Gökçebel ve Yaşmaklı Barajları) HES'lerindeki ve Bayburt ilinde bulunan Bayburt (Kop ve Bayburt Regülatörleri), Yıldırım, Bayburt (Küçük), Çoruh Un HES'lerindeki balık geçitlerinin yapısal ve hidrolik özellikleri DSİ ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinden alınan veriler ışığında belirlenmiş, saha çalışmalarıyla birlikte yerinde yapılan gözlemlerin sonucu ile bu özellikler karşılaştırılarak mevcut sorunlar tespit edilmiş ve bu sorunlara çözüm önerileri getirilmiştir. Sonrasında anket çalışması yapılarak, toplumun özellikle yöre halkının hidrolik yapılar ve balık geçitleri hakkında bilgileri ölçülmüş ve çalışma tamamlanmıştır. Bu amaçla yürütülen çalışmada, ortaya çıkan sonuç ve öneriler sırası ile ele alınmıştır.

Köprübaşı, Güzeloluk, Fındık, Mor 2 ve Yıldırım regülatörlerinde bulunan balık geçitleri, geçitler arasında en çok kullanılan havuzlu balık geçidi tipidir. Elmalı ve Taşoba regülatörlerinde bulunan balık geçitleri ise tek yarıkli balık geçidi tipidir. Regülatörlerde geçit girişinin memba, çıkışının ise mansap kısmında bulunması nedeniyle geçitler, balıkların sadece mambadan mansaba olan hareketini sağlamaktadır.

Birçok balık geçidinde balıkların geçide girişini sağlamak için su şırlıtısı oluşturmak üzere boru ile çağırma suyu bırakılmaktadır, Elmalı ve Taşoba regülatörlerinde bu yapı mevcutken söz edilen diğer regülatörlerde böyle bir yapı bulunmamaktadır. Elmalı regülatöründe bulunan balık geçidindeki şırlıtlı borusuna bırakılan çağırma suyu, balık geçidi girişinde demir bir kapakla ayarlanabilmektedir fakat bu kapak neredeyse tamamen kapalı konumda ve balık geçişini engellemekle birlikte çağırma suyunu da borudan taşırmaktadır.

Köprübaşı, Güzeloluk, Fındık, Mor 2 ve Yıldırım regülatörlerinde bulunan geçitlerde balıkları farklı debilerde geçitlerden geçirmek ve balıkları dinlendirebilmek amacıyla, geçitlerde perde duvarlarla ayrılmış havuzlar bulunmaktadır.

Elmalı ve Taşoba regülatörlerinde bulunan geçitlerde ise çengel biçimli çıkıntısı olan perde duvarlarla ayrılmış havuzlar ve perde duvarların karşısında türbülans etkisini azaltmak ve suyun enerjisini kırmak için saptırma bloğu bulunmaktadır. Yukarıdaki tüm balık geçitlerinde, balıkların bir havuzdan diğerine geçmek için kullandığı batık orifis veya çentiklerde herhangi bir problem ile karşılaşılmamıştır ve balıklar bu geçişleri kolaylıkla yapabilmektedir. Güzeloluk regülatöründeki balık geçidinin üzeri ızgaralar ile kapalı iken diğer regülatörlerdeki geçitlerin üzeri açık olup su canlılarıyla beslenen kuş türleri, karnivor ve predatör türler için korunmasızdır. Ayrıca geçitlerin üzerinin açık olması doğa olaylarından etkilenmesine de sebep olmaktadır.

Köprübaşı, Güzeloluk, Fındık, Elmalı, Taşoba, Mor 2 ve Yıldırım regülatörlerindeki balık geçitlerinin, akarsuda yaşayan balık türleri göz önüne alınarak yapılıp yapılmadığı hakkında ÇED, PTD ve çevresel anlamda yöre halkından herhangi bir bilgi alınamamıştır. Balıkçılık yukarıda belirtilen regülatörlerin ve balık geçitlerinin olduğu alanlarda yasaklanmıştır.

Köprübaşı, Güzeloluk ve Yıldırım regülatörlerindeki balık geçitlerinde perde duvarlarında ve yan duvarlarında herhangi bir aşınma veya çatlak söz konusu değilken, Fındık ve Mor 2 regülatörlerindeki balık geçitlerinin yan duvarlarında çatlaklara, Elmalı regülatöründe bulunan geçidin perde duvarlarında aşınmalara ve yan duvarlarının bazı bölgelerinde küçük çatlaklara, Taşoba geçidinin perde duvarlarında ve yan duvarlarında ise hem aşınmalara hem de çatlaklara rastlanmıştır. Yan duvarlarda çatlak olması donma-çözünme etkisinden dolayı betonun korozyona maruz kaldığını, perde duvarlarda aşınma olması ise betonun sürekli su ile temas etmesi sonucu korozyona uğradığını göstermektedir.

Yapılan saha çalışmasında, Fındık regülatöründe bulunan balık geçidindeki çatlaklardan birinin büyük olmasından dolayı geçitteki havuzda fazla miktarda su kaybı olduğu, bu olayın geçit içerisindeki su seviyesini düşürerek geçidin işlevselliğini etkilediği, Taşoba regülatöründe bulunan balık geçidindeki aşınmaların ve çatlakların geçidi kullanan balıklarda yaralanmalara yol açarak geçidin işlevselliğini etkilediği, Mor 2 ve Elmalı regülatörlerindeki geçitlerde bulunan çatlakların ve aşınmaların ise geçidin işleviyle ilgili herhangi bir soruna yol açmadığı ve Elmalı regülatöründe bulunan balık geçidindeki basamaklardan iki tanesinin, Taşoba regülatöründe bulunan balık geçidindeki basamaklardan ise bir tanesinin eksik olduğu gözlemlenmiştir.

Güzeloluk, Fındık, Mor 2, Elmalı ve Taşoba regülatörlerinde bulunan balık geçitlerindeki havuzlarda balıkların geçebileceği miktarda ve derinlikte su akışı

gerçekleşmektedir fakat Köprübaşı ve Yıldırım regülatörlerinde bulunan balık geçitlerinde su akışı durgun denilebilecek kadar yavaş olmaktadır. Fındık regülatöründe bulunan balık geçidindeki birkaç havuzda balıkların dinlenebileceği bölgede batık malzemeler (taş vb.), Mor 2 regülatöründe bulunan balık geçidindeki birkaç havuzda batık orifiste batık malzemeler çentiklerde ise yüzer malzemeler (odun, kâğıt vb.) mevcuttur. Balıklar bu havuzlardan geçerken dinlenme bölgelerinin dolu olması özellikle yüzer ve batık malzemelerin çentik ve orifisleri tıkanması ile hem dinlenemeyecek hem de bir havuzdan diğerine geçişlerde zorlanacaktır. Elmalı regülatöründe bulunan balık geçidinde ise havuzlardan bir tanesinde oldukça büyük kaya parçası gözlemlenmiş, balıkların o havuzda dinlenmesi mümkün olmamakla birlikte diğer havuzlara geçiş yapması da söz konusu olmamaktadır. Güzeloluk regülatöründe bulunan balık geçidinde geçit girişindeki iki havuzda su bulunmamaktadır. Bunun sebebinin, taşkın esnasında gelen suyun boş havuzlar ile karşılanarak balık geçidine zarar vermesini engellemek olduğu düşünülmektedir.

Köprübaşı, Güzeloluk, Fındık, Elmalı, Taşoba ve Yıldırım regülatörlerindeki balık geçitlerinde, geçit girişi ve çıkışı odun, taş vb. malzemelerle kapalı olmayıp açık ve temizdir ancak Köprübaşı regülatöründeki balık geçidinde balıkların geçitten çıktıktan sonraki hareket güzergahı ağaç veya ot gibi bodur bitkilerle az da olsa engellenmektedir, Yıldırım regülatöründeki balık geçidinde ise balıkların geçitten çıktıktan sonraki hareket güzergahı ağaç ve bodur bitkilerle tamamen kapalı olup bataklık durumundadır, bu şekildeki bir balık geçidini kullanan balıklar, aslında ölüme doğru gitmektedir. Balıkların geçide girmesi, normal bir düzeyde seyahat etmesi ne kadar önemli ise geçitten çıktıktan sonraki hareket güzergahı da o kadar önemlidir. Bu sorun çözülmeden balıkların göç etmesi başarı ile sonuçlanmayacaktır. Mor 2 regülatöründeki balık geçidinde ise geçit girişinde, demir bir kapakla geçide verilen su ayarlanabilmektedir fakat bu kapak neredeyse kapalı konumda ve balık geçişini engellemektedir ayrıca balık geçidi girişinde çok sayıda taş mevcuttur. Balık geçidi çıkışı herhangi bir malzeme ile kapalı olmayıp açık ve temizdir.

Tüm regülatörlerde bulunan balık geçitlerinde can suyu geçit çıkışından verilmektedir ve çıkışta balıkların zarar görebileceği türbülans oluşmamaktadır. Köprübaşı ve Yıldırım regülatörlerindeki balık geçitlerinde bakımlar taşkından sonra yapılmakta iken Güzeloluk regülatöründeki balık geçidinde bakımlar yılda iki kez olmak üzere altı aydan altı aya yapılmaktadır. Elmalı, Taşoba, Fındık ve Mor 2 regülatörlerinde bulunan balık geçitlerindeki bakım periyotları hakkında bilgiye ulaşılamamıştır.

Söz edilen regülatörlerdeki balık geçitlerinin hepsi tüm aylarda aralıksız olarak çalışmaktadır. Söz konusu geçitler şu an aktif olarak çalışmakta olup, yukarıda bahsedilen Elmalı regülatöründe bulunan geçitteki havuzun dışında geçitlerde herhangi bir tıkanma bulunmamaktadır. Geçitler genel anlamda asgari tasarım ölçütlerini karşılamaktadır.

Bayburt HES'in, Kop ve Bayburt olmak üzere iki tane regülatörü olduğu ve bu regülatörlerin projelerinde balık geçidi olmasına rağmen iki regülatörde de balık geçidi bulunmadığı gözlemlenmiştir.

Bayburt ilinde bulunan Çoruh Un regülatöründe henüz balık geçidi bulunmamaktadır fakat balık geçidinin konumu ve regülatördeki yeri hazırdır. En uygun balık geçidi tipi için balık türleri, balık boyutları, yüzme yetenekleri ve suyun debisi gibi veriler araştırılıp bulunan verilere göre balık geçidi yapılacaktır.

Türkiye'deki çoğu barajda olduğu gibi Gümüşhane ilinde bulunan Torul, Kürtün, Akköy 1 ve Akköy 2 barajlarında ve Bayburt ilinde bulunan Bayburt HES'in (küçük) regülatöründe de balık geçidi bulunmamaktadır. Bu nedenle balıkların beslenme, üreme vb. yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilmeleri için tuzaklama ve taşıma yöntemi kullanılmalıdır. Tuzaklama işlemi, tüm balıkların kullanabileceği özel haznelere bazı yemleri bırakarak balıkların kısırılmasıyla yapılmaktadır. Kısırılan bu balıkların çeşitli asansörlerle yukarıya çekilmesiyle taşınma işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu yöntemle balıklar özel araçlarla rezervuarda istenilen yere de taşınabilmektedir. Balıkların tuzağa düşürülmesiyle ölüm ve yaralanma durumları, balık türlerinin teşhisi, stres, biyolojik özellikleri vb. bilgiler de elde edilebilmektedir. Ayrıca tuzaklama işlemi yapıldıktan sonra uygun olan balıkların küçük havuzlarda yetiştirilerek tekrar rezervuara veya serin sulara transfer edilmesi hatta ekonomik olanlarının piyasaya verilmesi de sağlanabilmektedir. Yapılan hidroelektrik santrallerde ve barajlarda sonradan balık geçidi yapılabilme durumu da söz konusudur. Dünyada bunun birçok örneği mevcuttur.

Yapılan anket çalışmasında, katılımcıların çoğunun yenilenebilir enerji kaynaklarından biyokütle enerjisi hakkında daha az bilgi sahibi olduğu, katılımcıların beşte üçünün hidrolik enerjiyi tanımlayabildiği ve Türkiye'deki enerji kaynaklarının yeterli olduğunu düşündüğü, katılımcıların yarısının daha önce HES görmediği, katılımcıların dörtte üçünün hidroelektrik tesisin hangi proje elemanlarından oluştuğunu bilmediği ve hidroelektrik santrallerin inşaat, işletme veya bakım süreçlerinden su canlılarının etkilendiğini düşündüğü, katılımcıların beşte ikisinin nehir tipi hidroelektrik tesisler hakkında bilgi sahibi olmadığı, katılımcıların %93'ünün Gümüşhane ilindeki HES sayısını

bilmediği %66'sının ise Bayburt ilindeki HES sayısını bilmediği, katılımcıların dörtte üçünün daha önce reseptör kavramını duymadığı, katılımcıların beşte üçünün hidroelektrik tesislerin su tutma-çevirme yapılarında balıkların göç ve memba-mansap çift yönlü hareket etmesi için balık geçitleri olduğunu bilmediği ve bugüne kadar fotoğraf, görüntü veya canlı şekilde balık geçidi görmediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, kabartıcı tesislerde bulunan balık geçitleri hakkında toplumun özellikle yöre halkının bilinçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bilinçlendirmelerin görsel veya basın-yayın yolu ile yapılmasının daha anlaşılabilir ve uygulanabilir olduğu düşünülmektedir.

Bulunan bütün sonuçlara ek olarak balık geçitlerinde karşılaşılan projelendirme, inşaat, işletme ve bakım sorunlarının çözümü için Gümüşhane ve Bayburt illerindeki HES'lerde ve bu sorunlarla karşılaşılan tüm HES'lerde aşağıdaki önerilerin uygulanmasının değerlendirilmesi hem bu çalışmanın sürekliliği açısından hem de sudaki canlıların özellikle balıkların doğal yaşamlarını kabartıcı tesislerde kolaylaştırabilmek adına önemli olduğu düşünülmektedir.

» İlk olarak üzerine HES kurulması düşünülen akarsuda habitat çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmalar ile birlikte balık türleri belirlenmeli ve bu türlere uygun balık geçidi tipi seçilmelidir. Seçilen balık geçidi tipi, akarsudaki balık boyutları da dikkate alınarak tasarlanmalıdır. Balık geçidi birçok multidisiplinler iş birliği içerisinde tasarlanmalıdır ve yapılmalıdır. Yapılan balık geçidinin düzenli olarak izlenmesi, geçidin işlevselliği açısından önemlidir. İşlevselliğin kontrolü, geçitten geçen tüm balıkların sayılması ve faunanın özelliklerine ait diğer değişkenler ile birlikte temel şartların değerlendirilmesiyle yapılmalıdır. Bu izleme sonuçları ile balık faunasının doğal göç faaliyetleri kıyaslanarak balık geçidinin etkinliği belirlenmelidir.

» Balık geçidi bulunmayan, akarsudaki doğal ya da yapay tüm engeller üzerine balık geçidi yapılmalıdır. *Su Ürünleri Yönetmeliği'nde bulunan 1380 Sayılı kanununun 22. Maddesi de bu durumu mecburi hale getirmiştir.* Balık geçidinin tasarlanması ve yapılması aşamalarında gerekli kurallara uyulmalı, kurulan balık geçidinin takibi belirli aralıklarla yapılmalıdır.

» Balık geçitlerinin sürekliliği için periyodik olarak bakımlarının yapılması gerekmektedir. Taşkınlardan sonra balık geçidi girişi ve çıkışı kum, taş, çakıl, odun vb. malzemelerle tıkanabilmektedir. Bu nedenle özellikle taşkınlardan sonra balık geçidi temizlenmeli ve su canlıları için kullanılabilir hale getirilmelidir.

» Balıklar geçide girdikten sonra geçitten çıkana kadar rahat seyahat edebilmelidir. Bu nedenle, perde duvarlardaki açıklıklar balık boyutlarına göre tasarlanmalı ve havuzlar balıkların dinlenebileceği büyüklükte yapılmalıdır. Ayrıca geçitteki akıntı ve havuzlardaki su seviyesi yeterli düzeyde olmalıdır.

» Mevsimsel değişiklikler ve hava olayları nedeniyle, balık geçitlerinin perde duvarlarında veya yan duvarlarında küçük çatlaklar ve aşınmalar oluşabilmektedir. Bu sorunlar balık geçidi işlevselliğini pek etkilememekte fakat çatlak ve aşınmaların büyümesi balıkların geçişi için sorun olabilmektedir. Bu nedenle balık geçidi izlenmeli ve onarılmalıdır.

» Balıkların geçidi kullanıp göç etmelerinin yanı sıra geçitten çıktıktan sonra da hareket etmesi gerekmektedir. Bu nedenle akarsu üzerinde balık geçidinin olduğu alanlarda özellikle balık geçidi çıkışında balıkçılık yasaklanmalıdır. Ayrıca balıkla beslenen kuş türleri, karnivor ve predatör türlere karşı balıkları koruyabilmek için balık geçidinin üzeri ızgaralar ile kapatılmalıdır.

» Balıklar geçitten çıktıktan sonra yüzmeye devam edeceklerdir. Nehir yatağı balıkların yüzebileceği şekilde temiz ve engelsiz olmalıdır. Bu nedenle geçit çıkışında ağaç, ot, bodur bitki vb. engeller göz önünde bulundurularak temizlenmelidir.

» Balıklar, bazı durumlarda geçit girişini bulamamakta ve doğal yaşamını devam ettirmek amacıyla göç edememektedir. Bu nedenle, balıkların rezervuarda geçit girişini arayarak göç etmelerinin zaman alması veya bulamayıp ölmesi vb. sorunlarla karşılaşmamak için arazinin ve akarsuyun özellikleri de eğer elverişliyse balıkların geçide girişini kolaylaştırmak için balıklara çağırma suyu bırakmak amacıyla şırıltı borusu yapılmalıdır.

» Balıkların göç etmelerini sağlamak amacıyla balık geçitleri yapılır fakat önemli olan balıkların yalnızca göç etmelerini değil göç ettikten sonra da geriye dönebilmelerini sağlamaktır. Bu nedenle balık geçitleri sadece memba-mansap yönlü değil mansap-memba yönlü de kullanılabilir durumda tasarlanmalıdır.

» Çevresel akış hesaplamaları sonucu hidrolik yapıdan nehir yatağına verilecek can suyu miktarı belirlenirken suyun aktığı zemin yapısı ve göç edecek balık türünün su miktarıyla ilişkisi de göz önüne alınmalıdır.

» Üniversitelerin ilgili bölümlerinde balık geçidi tasarımına yönelik disiplinler arası dersler açılmalı ve akademik anlamda eğitim verilmelidir. Böylelikle balık geçidini tasarlayan ve inşa eden insanların alanlarında uzman olması ile balık geçitlerinde karşılaşılan sorunlar en aza indirilebilecektir.

» Yapılan anket ile birlikte, toplumun yenilenebilir enerji, HES ve balık geçitleri hakkında pek bilgi sahibi olmadığı sonucuna varılmıştır. Genelde toplumu özelde ise HES'in kurulu olduğu yörede yaşayan insanları bu konuda bilinçlendirmek maksadıyla seminerler düzenlenmelidir. Seminerlerin yapılmasının mümkün olmadığı bölgelerde ise broşürler yardımıyla veya basın-yayın yoluyla bilgilendirme yapılmalıdır.



## 5. KAYNAKLAR

- Ak, K., 2017. Doğu Karadeniz Şartlarında Sibiry (Acipenser Baerii) ve Karaca (Acipenser Gueldenstaedtii) Mersin Balıklarının Gamet Gelişimlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 61s.
- Akbulut, B., 2009. Çoruh Nehri'nde Bulunan Balık Türlerinin Sıcaklık, Oksijen, Besin ve Habitat İstekleri Üzerine İncelemeler, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 10(1), 29-36.
- Alp, A. ve Akyüz, A., (2012, 12 Ağustos). <https://docplayer.biz.tr/22850148-Camlıca-2-hidroelektrik-santrali-hes-balik-gecidi-projesinin-yapısal-yonden-değerlendirilmesi-prof-dr-ahmet-alp-doc-dr.html>.
- Alper, F. Ö., 2018. Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: 1990-2017 Türkiye Örneği, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8(2), 223-242.
- Arı, V., 2007. Türkiye Enerji Kaynakları, Enerji Planlaması ve Enerji Stratejileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 170s.
- Aslan, H. ve Soğuksulu, Ş., 2017. Nehir Tipi Hidroelektrik Santralleri (NT-HES)'nin Neden Olduğu Sorunlar ve Rehabilitasyon Çalışmaları: Trabzon Örneği, KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20(1), 67-74.
- Ashyüksək, H. O., 2014. Ekolojik Denge Suyu Debinin Balık Geçitleri Yönünden Değerlendirilmesi: Rize İlindeki Hidroelektrik Santrallere Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 167s.
- Aygün, E. ve Avcı, N., 2020. Hidroelektrik Santrallerin Turizme Etkileri: Uzungöl Solaklı Vadisi Örneği, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 23(43), 471-483.
- Balbay, Ü. C., 2011. Hidroelektrik Santral Projelerinde Ekosistem Su İhtiyacının Belirlenmesi ve Türkiye'deki Uygulamalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 73s.
- Bars, T., Akbay, C. ve Uçum, İ., 2016. Türkiye'de HES'lerin Varlığı, Çevreye ve Tarıma Olan Etkileri. XII. Ulusal Tarım Kongresi, 25-27 Mayıs 2016, Isparta, s.2241-2248.
- Baş, Ş., 2014. Hidroelektrik Enerji TR81 HES Raporu. [http://teknikadam.org/wp-content/uploads/2014/05/TR81\\_HES.pdf](http://teknikadam.org/wp-content/uploads/2014/05/TR81_HES.pdf).
- Başşeme, H., 2003. Hidroelektrik santraller ve hidroelektrik santral tesisleri, EÜAŞ Yayınları, Ankara, 663s.

- Baydar, Ş., 2014. Doğu Akdeniz Bölgesindeki Balık Geçit Sistemlerinin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 66s.
- Bayrak, M. ve Esen, Ö., 2014. Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28(3), 139-158.
- Berkün, M., Aras, E. ve Koç, T., 2008. Barajların ve Hidroelektrik Santrallerin Nehir Ekolojisi Üzerinde Oluşturduğu Etkiler, Türkiye Mühendislik Haberleri, 452, 41-48.
- Bozan, İ., 2019. Hidroelektrik Santrallerin Çevresel Etkileri ve Toplum Algısı (Loç Vadisi Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 86s.
- Bozdemir, M., 2013. Hazneli Pompalı Hidroelektrik Santrallerin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, 93s.
- Bozkurt, R. ve Yüksel, A. Y., 2017. Balık Geçitleri ve Hidroelektrik Santrallerinin Balık Göçlerine Etkisi, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 6(2), 94-99.
- Bulut, M., 2013. Hidroelektrik enerji ve hidroelektrik santrallerde türbin tipi seçiminin verime etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 145s.
- Bülbül, O., 2019. Yukarı Ceyhan Havzasındaki İki Farklı Balık Geçidinin Performanslarının Biyolojik ve Hidrolojik Açından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 81s.
- Ceylan, M., 2015. Elektrik Enerjisi Santralleri ve Elektrik Enerjisi İletim ve Dağıtım, Seçkin Yayıncılık, ISBN: 978-975-023-642-6, Ankara, 455s.
- Çiçek, E., Birecikligil, S. S. ve Fricke, R., 2015. Freshwater fishes of Turkey: a revised and updated annotated checklist, Biharean biologist, 9(2), 141-157.
- Dağhan, M. M., 2018. Hidroelektrik enerji üretim için baraj yeri seçiminde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) kullanılması ve uygulamaları (Seydisuyu havzası). Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, 105s.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2020 Yılı Faaliyet Raporu, 2020. <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/759/1107/DosyaGaleri/DS%C4%B0%202020-yili-faaliyet-raporu.pdf>.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z. ve Adıgüzel, N., 2000. Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, ISBN: 975-936-110-8, Ankara, 246s.

- Ekmekçi F.G., Yoğurtçuoğlu B. ve Freyhof J., 2016. Türkiye’de Barajların Doğrudan ve Dolaylı Etkileri Nedeniyle Tehdit Altında Olan Tatlısu Balıkları. Balık Geçitleri ve Göçleri Çalıştayı, 21-22 Kasım 2016, İstanbul, s.25-26.
- Ekren, M. G., 2015. Evaluation of Fish Passage Design: A Case Study in Vereinigte Weißeritz River. Master Thesis, Istanbul Technical University Institute of Science, İstanbul, 155p.
- Ergin, M. N., 2020. Enerji Arz Güvenliği Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi ve Sürdürülebilir Enerji Politikaları. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir, 128s.
- Eroğlu, M., 2011. Enerji Çeşitliliği ve Gümüşhane İli Su Potansiyelinin Hidroelektrik Enerji Üretimi Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 105s.
- Evcimen, T. U., (2016, 21 Nisan).  
[https://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/cbfd4d362ee585c\\_ek.pdf?tipi=79&tu=3](https://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/cbfd4d362ee585c_ek.pdf?tipi=79&tu=3).
- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ. ve Evcimen, T. U., 2012. Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış.  
[https://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/d8c5e9986a1c41b\\_ek.pdf?dergi=260](https://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/d8c5e9986a1c41b_ek.pdf?dergi=260).
- Kangel, P., 2016. Mersin Balıklarında (Acipenser Gueldenstaedtii ve Acipenser Baerii) Karşılaşılan Sağlık Problemlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, 41s.
- Kankal, M. ve Akçay, F., 2019. Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Durumunun İncelenmesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 892-901.
- Karaosmanoğlu, F., 2004. Enerjinin Önemi, Sınıflandırılması ile Kaynak İhtiyaç Dengesi ve Gelecekteki Enerji Kaynakları. Dünya ve Türkiye’deki Enerji ve Su Kaynaklarının, Ulusal ve Uluslararası Güvenliğe Etkileri Sempozyum Bildirileri, Harp Akademileri Yayınları, s.14-15.
- Kenet, S., 2020. Türkiye’de Hidroelektrik Santrallerin Çevresel ve Ekonomik Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 109s.
- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y. ve Uğurlu, İ., 2018. Dünyada ve Türkiye’de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi, Mühendis ve Makine Dergisi, 59(692), 86-114.
- Koç, C., 2020. Sulama Kanalları Üzerine İnşa Edilen Hidroelektrik Santrallerin İşletilmesi Üzerine Bir Çalışma, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 19, 138-144.

- Koç, E. ve Kaya, K., 2015. Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu, Mühendis ve Makina, 56(668), 36-47.
- Koçak, M. E., 2011. Yenilenebilir enerji kaynakları, Hidroelektrik santraller ve Sırakonaklar HES projesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 223s.
- Meşe, A., 2019, Hydraulic design of Borland fish lock for Ordu Turnasuyu Hydro Electric Power Plant. Master Thesis, Boğaziçi University Institute Of Science, İstanbul, 96p.
- Onat, N., 2005. Mini Hidroelektrik Santraller için Güneş Pilleri ile Uyarılan Senkron Generatör Tasarımı. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 204s.
- Onurbaş Avcıoğlu, A., 2017. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknoloji Dersi. [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/18478/mod\\_resource/content/0/YEN%20C4%B0LENEB%20C4%B0L%20C4%B0R%20ENERJ%20C4%B0%20KAYNAKLA%20RI%20VE%20TEKNOLOJ%20C4%B0LER%20C4%B0%207.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/18478/mod_resource/content/0/YEN%20C4%B0LENEB%20C4%B0L%20C4%B0R%20ENERJ%20C4%B0%20KAYNAKLA%20RI%20VE%20TEKNOLOJ%20C4%B0LER%20C4%B0%207.pdf).
- Oral, F., Behçet, R. Ve Aykut, K., 2017. Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 29-38.
- Öner, A. A. ve Sorgucu, O., 2016. Havuzlu Balık Geçidi Hidroliğinin Deneysel İncelenmesi, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(2), 168-176.
- Özaslan, M., 2020. Yükseköğretim Kurumunda Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Konusunda Farkındalık: Bir Vakıf Üniversitesinde Öğrenciler Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 141s.
- Özay, G., 2019. Çoklu Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin (HES) Kabaca Deresi'nin Su Miktarı, Su Kalitesi ve Askıda Sediment Değerleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 84s.
- Özbay, E., 2009. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Modellenmesi ve Benzetimi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 89s.
- Özcan, E. C., Varlı, E. ve Eren, T., 2017. Hidroelektrik santrallerde vardiya çizelgeleme problemleri için hedef programlama yaklaşımı, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 10(4), 363-370.
- Özdemir, M. S., Dalcalı, A. ve Ocak, C., 2020. Akarsu Tipi Hidroelektrik Santraller ve Bu Santrallerde Kullanılan Türbin-Generatörler, Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 2(2), 69-75.

- Özdemir, M. T., Orhan, A. ve Cebeci, M., 2011. Çok küçük hidrolik potansiyellerin enerji üretim amacı ile yerel imkanlarla değerlendirilmesi. Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elazığ, s.371-377.
- Serdar, S., 2020. Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli ve Gelişme Durumu, Oda Raporları, Yayın No. 718, Ankara, 482s.
- Sertkaya, A. A., Saraç, M., ve Omar, M. A., 2016. Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santrallerinin Türkiye İçin Önemi, Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1(3), 369-382.
- Sever, Ö., (2014, 27 Ekim). <https://www.slideshare.net/ozgursever/balk-geidi-eitim-notlar>.
- Sorgucu, O., 2016. Balık Geçitlerinin Hidrolik Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 116s.
- Süme, V. ve Fırat, S. S., 2020. Hidroelektrik Santraller ve Rize İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi, Türk Hidrolik Dergisi, 4(2), 8-23.
- Şahin, C. (Ed.), 2012. Genel Beşeri ve Ekonomik Coğrafya, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, ISBN: 978-605-558-404-7, Ankara, 310s.
- Şekkeli, M., Keçecioglu Ö.F., 2011. Hidroelektrik Santrallerin Türkiye'deki Gelişimi ve Kahramanmaraş Bölgesi Örnek Çalışması, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(2), 19-26.
- Şimşek, O., 2014. Akım öteleme metodu ile hidroelektrik potansiyelin farklı barajlar için karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 103s.
- Tekin, M., Keçecioglu, Ö. F., Erafşar, Ö. ve Şekkeli, M., 2016. Bir Hidroelektrik Santralin (HES) Elektrik Şebekesindeki Harmonik Oluşumuna Etkisinin İncelenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(2), 70-77.
- Tuna, M. C., 2012. Hazar Gölü Cansuyu ve Pompaj Depolamalı HES Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 14(2), 29-42.
- Tüfek, Ö. M., 2009. Balık Geçitleri-Tasarım, Boyutlandırma ve İzleme, DSİ Yayınları, DSİ ISBN: 978-605-393-045-7, Ankara, 118s.
- Üçüncü, E. ve Altındağ, A., 2012. Balık Geçitleri ve Tasarımı Üzerine Genel Bir Bakış, KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 15(2), 50-58.
- Üçüncü, M. M., 2016. Enerji Kaynaklarımız Işığında Hidroelektrik Santrallerin Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Trabzon Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Avrasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon, 137s.

- Üçüncü, O. ve Demirel, Ö., 2020. HES Projelerinin Olumsuz Çevresel Etkileri Üzerinde Alınacak Önlemler ve Koruma Eylemleri, Kısıklı Regülatörü ve HES Projesi Örneği, Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi, 3(1), 10-29.
- Ünver, Ü., Bilgin, H. ve Güven, A., 2015. Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Sistemler, Mühendis ve Makina, 56(663), 57-64.
- Ürker, O. ve Çobanoğlu, N., 2012. Türkiye’de Hidroelektrik Santrallerin Durumu (HES’ler) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 65-88.
- Verep, B., 2020. Hidrobiyolojik açıdan su kullanım koşulları veya can suyu ve ekosistem değerlendirme raporu, Rize, 20s.
- Yaman, A., Yakın, A. ve Behçet, R., 2019. Van İli Güneş ve Hidroelektrik Enerjilerinin Potansiyeli ve İlin Ekonomisine Katkıları, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 243-250.
- Yaman, M. ve Haşıl, F., 2018. Türkiye’deki Hidroelektrik Santrali (HES) Uygulamalarına Çevre Açısından Bakış, Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi, 3(5), 145-156.
- Yıldız, C. ve Şekeli, M., 2016. Türkiye Gün Öncesi Elektrik Piyasasında Rüzgâr Enerjisi ve Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santral İçin Optimum Teklif Oluşturulması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22(5), 361-366.
- Yiğit, E., 2017. Briç Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Karbon Emisyonları, Kentleşme ve Petrol Fiyatları Üzerine Var Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tokat, 107s.
- URL-1, [https://www.erbakan.edu.tr/storage/files/department/elektrikelektronikmuhendisligi/Editor/DERS/YElkEnrUrt/Hidroelektrik\\_Enerji\\_T%C3%BCrbinleri.pdf](https://www.erbakan.edu.tr/storage/files/department/elektrikelektronikmuhendisligi/Editor/DERS/YElkEnrUrt/Hidroelektrik_Enerji_T%C3%BCrbinleri.pdf) . 1 Mart 2021.
- URL-2, [https://arsiv.elaziz.com/dogu\\_anadoluyu\\_ucuracak\\_proje\\_haber5604.html](https://arsiv.elaziz.com/dogu_anadoluyu_ucuracak_proje_haber5604.html). 11 Mart 2021.
- URL-3, <http://www.boydakenerji.com.tr/uretim/tamamlanan-projeler/umut1-baraji-ve-umut2-regulator-ve-hidroelektrik-santrali>. 1 Mart 2021.
- URL-4, [https://en.wikipedia.org/wiki/Seneca\\_Pumped\\_Storage\\_Generating\\_Station](https://en.wikipedia.org/wiki/Seneca_Pumped_Storage_Generating_Station). 1 Mart 2021.
- URL-5, <https://www.hydropower-dams.com/hydro-2018/study-tours/>. 1 Mart 2021.
- URL-6, <https://www.visit-eislek.lu/en/tour/t/pumped-hydroelectric-storage-station-seo-vianden-our>. 1 Mart 2021.

- URL-7, <https://slideplayer.biz.tr/slide/13932963/>. 11 Mart 2021.
- URL-8, <https://fwee.org/nw-hydro-tours/fish-passage-tour/turbines/> . 1 Mart 2021.
- URL-9, <https://www.nwp.usace.army.mil/Media/Images/igphoto/2001894288/> . 1 Mart 2021.
- URL-10, <https://fwee.org/nw-hydro-tours/fish-passage-tour/> . 1 Mart 2021.
- URL-11, <https://fwee.org/nw-hydro-tours/fish-passage-tour/bypass-systems/> . 1 Mart 2021.
- URL-12, <https://sue.sdu.edu.tr/assets/uploads/sites/74/files/ramazan-celebi-sunum-18072014.pdf>. 11 Mart 2021.
- URL-13, <https://docplayer.biz.tr/20393989-Balik-gecitleri-dizayninda-dikkat-edilmesi-gereken-hususlar-doc-dr-ozgur-emiroglu-eskisehir-osmangazi-universitesi-hidrobiyolog75-gmail.html>. 1 Mart 2021.
- URL-14, <https://docplayer.biz.tr/108132086-3-6-taban-tasarimi-3-7-calistirma-zamanlari.html> 1 Mart 2021.
- URL-15, [https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCm%C3%BC%C5%9Fhane%27nin\\_il%C3%A7eleri](https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCm%C3%BC%C5%9Fhane%27nin_il%C3%A7eleri). 1 Mart 2021.
- URL-16, <https://gumushane.csb.gov.tr/cografi-konum-i-2914>. 1 Mart 2021.
- URL-17, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Bayburt%27un\\_il%C3%A7eleri](https://tr.wikipedia.org/wiki/Bayburt%27un_il%C3%A7eleri). 1 Mart 2021.
- URL-18, <https://bayburt.csb.gov.tr/cografi-yapisi-i-2616> . 1 Mart 2021.
- URL-19, <https://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/koprubasi-hes.html>. 1 Mart 2021.
- URL-20, <https://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/guzeloluk-hes.html>. 1 Mart 2021.
- URL-21, <https://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/torul-baraji.html> . 1 Mart 2021.
- URL-22, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Torul\\_Baraj%C4%B1\\_ve\\_Hidroelektrik\\_Santrali](https://tr.wikipedia.org/wiki/Torul_Baraj%C4%B1_ve_Hidroelektrik_Santrali) . 1 Mart 2021.
- URL-23, <https://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/findik-hes.html>. 1 Mart 2021.
- URL-24, <https://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/buyukduz-hes.html>. 1 Mart 2021.
- URL-25, <https://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/kurtun-baraji.html>. 1 Mart 2021.
- URL-26, [https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCrt%C3%BCn\\_Baraj%C4%B1\\_ve\\_Hidroelektrik\\_Santrali](https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCrt%C3%BCn_Baraj%C4%B1_ve_Hidroelektrik_Santrali) . 1 Mart 2021.

URL-27, <https://www.enerjiatlas.com/hidroelektrik/akkoy-hes.html> . 1 Mart 2021.

URL-28, <https://www.enerjiatlas.com/hidroelektrik/akkoy-baraji.html>. 1 Mart 2021.


URL-29, <https://www.enerjiatlas.com/hidroelektrik/bayburt-hes.html>. 1 Mart 2021.

URL-30, <https://www.enerjiatlas.com/hidroelektrik/yildirim-hes.html>. 1 Mart 2021.



## 6. EKLER

### Ek 1. Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Onay Formu

<b>T.C. GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ Rektörlüğü</b>		<b>GÜMÜŞHANE UNIVERSITY Rector's Office</b>
<b>Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu</b>		
<b>Sayı : 95674917-659-E.39877</b>	<b>08/12/2020</b>	
<b>Konu : Etik Kurul Onay</b>		
<b>DAĞITIM YERLERİNE</b>		
<p>Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'na yapmış olduğunuz başvurunuz, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 2020/11 sayılı ve 18/11/2020 tarihli toplantısında görüşülmüş ve kabul edilmiştir. Proje onay formu Hukuk Müşavirliği'nden alınacaktır. Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.</p>		
<b>e-İmzalıdır</b>		
<b>Prof. Dr. Günay ÇAKIR Kurul Başkanı</b>		
<b>Dağıtım:</b>		
Sayın Arş.Gör.Dr. Aydanur AYDIN		
Sayın Arş. Gör. Cemile AKTUĞ		
Sayın Doç. Dr. Salih YILDIZ		
Sayın Prof. Dr. Mehmet Ferhat ÖZBEK		
Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ersin DİKER		
Sayın Arş. Gör. Hamdi Furkan GÜNAY		
Sayın Dr. Öğr. Üyesi Banu BOLAYIR		
Sayın Prof. Dr. Serkan ÖZTÜRK		
Sayın Doç. Dr. Melike DEMİR DOĞAN		
Sayın Dr. Öğr. Üyesi Pınar KOÇ		
Sayın Doç. Dr. Büşra TOSUNOĞLU		
Sayın Arş. Gör. Özge PALANCI AY		
Sayın Prof. Dr. Salim Serkan NAS		
Sayın Öğr. Gör. Fevziye GURLAŞ		
Sayın Öğr. Gör. Nurşen KULAKAÇ		
<hr/>		
Adres:		
Telefon:		Faks:
E-Posta:		

**Ek 2. Hidroelektrik Santraller ile Balık Geçitleri Hakkında Toplum Bilincinin Araştırılması Anket Formu**

Bu anket formu Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yürütülmekte olan **“Hidroelektrik Santrallerde Balık Geçitleri Sorunları: Gümüşhane ve Bayburt Örneği”** başlıklı yüksek lisans tezi çalışması için yapılmaktadır. Sizlerden edinilecek bilgiler tamamen bilimsel amaçlı kullanılacaktır. Katkılarınız bizim için önemlidir. Şimdiden değerli katkılarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

**Prof. Dr. Salim Serkan NAS**  
Gümüşhane Üniversitesi  
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi  
İnşaat Mühendisliği ABD Öğretim Üyesi

**Ahmet Emir KÖSE**  
Gümüşhane Üniversitesi  
İnşaat Mühendisliği ABD  
Yüksek Lisans Öğrencisi

**1) Lütfen size uygun cevabı işaretleyiniz.**

KİŞİSEL BİLGİLER							
1	Yaşınız	18-24 ( )	25-31 ( )	32-38 ( )	39-45 ( )	46-52 ( )	53 ve üzeri
2	Öğrenim Durumunuz	İlkokul ( )	Lise ( )	Yüksekokul ( )	Fakülte ( )	Yüksek Lisans ( )	Doktora ( )
3	Mesleğiniz						

**2) Lütfen aşağıdaki anket sorularına uygun cevabınızı veriniz.**

1) Aşağıdaki enerji kaynaklarından hangi veya hangilerini biliyorsunuz?

- Su (hidrolik)       Rüzgâr       Güneş       Jeotermal  
 Biyokütle       Hidrojen       Dalga kaynakları

2) Bu enerji kaynakları hakkında bilgiye nasıl ulaştınız?

- Basın-yayın       Araştırma       Alanda görsel deneyim

3) Aşağıdakilerden hangi veya hangileri yenilenebilir enerji kaynaklarıdır?

- Güneş       Petrol       Doğal Gaz  
 Biyokütle       Kömür       Su (hidrolik)

4) Aşağıdaki enerji kaynaklarından hangisi sizce daha önemlidir? Bir seçenek işaretleyiniz.

- Su (hidrolik)       Rüzgâr       Güneş       Jeotermal  
 Biyokütle       Hidrojen       Dalga kaynakları

5) Yenilenebilir enerji olan hidrolik enerjiyi tanımlayabilir misiniz?

- Evet  Hayır

Cevabınız hayır ise nedenlerini veya nedenini işaretleyiniz.

- Bilgim yok  Görmedim  Hiç düşünmedim

6) Türkiye su kaynakları açısından nasıl bir konumdadır? Yani yeterli su kaynaklarına sahip midir?

- Evet  Hayır  Fikrim yok

7) Daha önce bir hidroelektrik santral gördünüz mü?

- Evet  Hayır

Cevabınız evet ise isim veya isimlerini yazabilir misiniz?

8) Bir hidroelektrik tesisin hangi proje elamanlarından oluştuğunu söyleyebilir misiniz?

- Evet  Hayır

9) Regülatör, savak sistemleri, iletim hatları, yükleme odası, denge bacası, cebri boru ve santral kavramlarını görsel olarak tanıyabilir misiniz?

- Evet  Hayır

10) Nehir tipi hidroelektrik tesisler hakkında bilgi sahibi misiniz?

- Evet  Hayır

11) Gümüşhane ilinde sizce kaç tane hidroelektrik santral vardır?

- 6  7  8  9  10

12) Bayburt ilinde sizce kaç tane hidroelektrik santral vardır?

- 2  3  4  5  6

13) Hidroelektrik tesislerin çevreye zararlı bir etkisi var mıdır?

- Evet  Hayır  Fikrim yok

14) HES'ler enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmamızı sağlar mı?

- Evet  Hayır  Fikrim yok

15) ÇED neyin kısaltmasıdır? Bilginiz var mı?

- Evet  Hayır

Cevabınız evet ise bu bilgiye nasıl sahip oldunuz?

- Kişisel araştırma  Basın-yayın haberleri  Toplumsal iletişim (duyum)

16) Can suyu kavramını daha önce hiç duydunuz mu?

Evet

Hayır

Cevabınız evet ise bu bilgiye nasıl sahip oldunuz?

Kişisel araştırma

Basın-yayın haberleri

Toplumsal iletişim (duyum)

Cevabınız hayır ise 17. Soruyu cevaplamayınız.

17) Nehirleri korumak için bırakılan can suyu miktarlarının yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?

Evet

Hayır

Fikrim yok

Cevabınız hayır ise bu düşünceye nasıl sahip oldunuz?

Kişisel araştırma

Basın-yayın haberleri

Toplumsal iletişim (duyum)

18) Hidroelektrik santrallerin inşaat, işletme veya bakım süreçlerinden su canlıları sizce etkilenir mi?

Evet

Hayır

Fikrim yok

19) Hidroelektrik tesislerin su tutma-çevirme yapılarında balıkların göç ve memba-mansap çift yönlü hareket etmesi için balık geçitleri olduğunu biliyor muydunuz?

Evet

Hayır

20) Bugüne kadar fotoğraf, görüntü veya canlı şekilde balık geçidi gördünüz mü?

Evet

Hayır

21) Hidroelektrik tesislerde balık geçidi tasarımı aşağıdaki seçeneklerden hangisi veya hangilerine göre yapılmaktadır değerlendirme yapabilir misiniz?

Balık boyutu

Balık türü

Yüzme performansı

Fikrim yok

22) Birbirinden farklı balık geçidi tiplerinin olduğunu biliyor musunuz?

Evet

Hayır

23) Balık geçitleri sizce işlevlerine uygun şekilde sorunsuz çalışıyor mu?

Evet

Hayır

Fikrim yok

Cevabınız evet ise 24. Soruyu cevaplamayınız.

Cevabınız hayır ise bu düşünceye nasıl sahip oldunuz?

Kişisel araştırma

Basın-yayın haberleri

Toplumsal iletişim (duyum)

24)Balık geçitlerinde karşılaşılan aşağıdaki sorunlardan bildiğiniz varsa bir seçenek işaretleyiniz.

- Balık geçidi olmaması  Geçidin tahrip olması  
 Geçit içerisindeki su kotunun dűřük olması  
 Geçit girişinin kum, taş, odun vb. malzemelerle kapalı olması  
 Geçidin basamak sayısının yetersiz olması  
 Geçidin balığın cinsine uygun olmaması  
 ağırma akıntısının yetersiz olması

Bu işaretlediğiniz balık geçidi sorununa çözüm öneri veya önerilerinizi kısaca yazınız.

- 1.
- 2.
- 3.

25) Reseptör kavramını daha önce duydunuz mu?

- Evet  Hayır

Cevabınız hayır ise 26. Soruyu cevaplamayınız.

26) Balıklar, balık geçidini kullanmak için reseptörlere ihtiyaç duyarlar mı?

- Evet  Hayır  Fikrim yok

## ÖZGEÇMİŞ

2013 yılında Gümüşhane Mareşal Çakmak Anadolu Öğretmen Lisesi'nden mezun olmuştur. 2014-2018 yılları arasında lisans eğitimini Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimine başlayan Ahmet Emir KÖSE İngilizce bilmektedir.

