

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER VE DERE YATAĞINDA
BIRAKILMASI GEREKEN CAN SUYU MİKTARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Veysel ÇİMENÇİ**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Hidrolik ve Su Kaynakları

EYLÜL 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER VE DERE YATAĞINDA
BIRAKILMASI GEREKEN CAN SUYU MİKTARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Veysel ÇİMENÇİ
(501071511)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 EYLÜL 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 15 EYLÜL 2011

**Tez Danışmanı : Y.Doç. Dr. Ali UYUMAZ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zekai ŞEN
Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK**

EYLÜL 2011

ÖNSÖZ

Kalkınmakta olan ülkemizin, üretim sürecini kesintisizce sürdürebilmesi ve buna bağlı olarak, ülkemiz insanının yaşamını çağdaş koşullarda devam ettirebilmesi enerjiye bağlıdır. Söz konusu enerjinin sağlanabilmesi için zengin potansiyele sahip ülkemizde hidroelektrik santrallerin büyük önemi vardır. Fakat yapılan çeşitli projelerle birlikte, ortaya çıkabilecek sosyal ve çevresel etkilerde düşünülmeli, ekonomi ve ekoloji arasındaki ilişkinin “akılcı kullanım” esaslarına göre belirlenmesi en doğru yaklaşım olarak görülmektedir.

Bu tez çalışması kamu-özel sektör ortaklıklarının geliştirilmesine, konuyla ilgili sosyal ve çevresel zararların en aza indirilmesi için EPDK, DSİ, Çevre ve Orman Bakanlığı’ nın yapacağı ortak çalışmalara ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın, bu konuyla ilgilenenlere ve ülkemiz adına faydalı olmasını ümit ediyorum.

Çalışmalarımın her safhasında yardımlarını esirgemeyen, sürekli yol gösteren çok değerli hocam Sayın Y.Doç.Dr. Ali UYUMAZ’ a ve desteklerinden dolayı Prof. Dr. Zekai Şen’ e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yapılan çalışmalarımda yol gösterici olan ve desteklerini esirgemeyen Naci YILMAZ, Hüseyin TAŞKIN, Abdullah ALTINTEPE, Giray ARSLAN, Esme ÖZTÜRK, Eda PECO, Ömür ÖZER, Dostcan SEVİM ve Ömer KAYA’ ya teşekkürlerimi borçluyum.

Eylül 2011

Veysel ÇİMENÇİ
(İnşaat Müh.)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	xiii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xvii
1. HİDROELEKTRİK SANTRALLAR	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Hidroelektrik Santralların Sınıflandırılması.....	1
1.2.1 Düşümlerine göre sınıflandırma.....	1
1.2.2 Ürettikleri enerjinin karakter ve değerine göre sınıflandırma	2
1.2.2.1 Baz (taban) santrallar.....	2
1.2.2.2 Pik (doruk) santrallar.....	2
1.2.3 Kapasitelerine (kurulu gücüne) göre sınıflandırma	2
1.2.4 Yapılarına göre sınıflandırma	2
1.2.4.1 Yerüstü santralları.....	2
1.2.4.2 Yeraltı santralları.....	2
1.2.4.3 Gel-Git santralları.....	3
1.2.4.4 Çevirme santralları.....	3
1.2.5 Biriktirme durumuna göre sınıflandırma	4
1.2.5.1 Biriktirmesiz santrallar.....	4
1.2.5.2 Biriktirmeli santrallar.....	5
1.3 HES'lerin Yapısı	6
1.3.1 Nehir tipi santraller	6
1.3.2 Kanal tipi santraller	6
1.3.3 Baraj tipi santraller.....	7
1.3.3.1 Baraj gövdesi.....	7
1.3.3.2 Su alma ağız tesisleri.....	7
1.3.3.3 Dolu savak.....	8
1.3.3.4 Derivasyon tünelleri.....	8
1.3.3.5 Denge bacası.....	8
1.3.3.6 Kuvvet tünelleri.....	9
1.3.3.7 Cebri borular.....	9
1.3.3.8 Kelebek vanalar.....	10
1.3.3.9 Küresel vanalar.....	11
1.3.3.10 Türbinler.....	12
2. KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLAR	15
2.1 Giriş.....	15
2.2 Küçük Hidroelektrik Santralların Önemi	15

2.3 Küçük Hidroelektrik Santrallerin Avantajları.....	16
2.4 Küçük Hidroelektrik Santrallerin Dezavantajları	16
2.5 Türkiye’deki Küçük Hidroelektrik Potansiyel	17
3. CAN SUYU (ÇEVRESEL AKIŞ) MİKTARI	19
3.1 Giriş	19
3.2 Çevresel Akış Nedir?	20
3.3 Çevresel Akışın Ülkemizdeki Uygulamaları.....	21
3.4 Çevresel Akışın Dünyadaki Uygulamaları.....	22
3.5 Çevresel Akış Miktarıyla İlgili Uluslararası Yasa ve Sözleşmeler	22
3.6 Küresel Bir Olgu Olarak Akarsu Yönetmeliği	23
3.7 Çevresel Akış Değerlendirmesi Biliminin Gelişimi.....	26
3.8 Çevresel Akış Yöntemlerinin Türleri	27
4. YAKLAŞIM.....	31
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	33
5.1 Çevresel Akış Yöntemlerindeki Küresel Eğilimler.....	33
5.2 Hidrolojik Tabanlı Akış Yöntemleri	34
5.2.1 Tennant (Montana) yöntemi.....	34
5.2.2 7Q10 düşük akımı	35
5.2.3 Diğer 7Q düşük akımları	35
5.2.4 Debi süreklilik eğrisi (DSE).....	36
5.2.5 Islak çevre yöntemi	38
5.2.6 Akuatik baz akım yöntemi	41
5.2.7 İç akış artım yöntemi.....	41
5.2.8 Diğer hidrolojik tabanlı yöntemler.....	42
5.3 Hidrolik Derecelendirme Yöntemleri.....	42
5.4 Habitat Simülasyon Yöntemleri	44
5.5 Bütünsel Yöntemler.....	45
5.6 Bileşik Yöntemler ve Diğer Yaklaşımlar	48
5.7 Dünya Bölgeleri Arasında Yöntem Türlerindeki Eğilimler	49
5.8 Ülkeye özgü eğilimler	50
5.9 Gelişmiş ülkeler karşısında gelişmekte olan ülkeler	53
5.10 Can Suyu Miktarının Doğru Belirlenmesi Neden Önemlidir?	53
5.11 HES Tesisleri Özelinde Can Suyu Miktarı Önerisi.....	61
6. KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN KARADENİZ BÖLGESİNE ETKİLERİ.....	65
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	79
KAYNAKLAR.....	88

KISALTMALAR

AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
ÇAD	: Çevresel Akış Değerlendirmesi
ÇAG	: Çevresel Akış Değerlendirmesi
ÇAY	: Çevresel Akış Yöntemleri
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirmesi
DDY	: Dizi Değişkenliği Yaklaşımı
DSE	: Debi Süreklilik Eğrisi
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Denetleme Kurulu
HES	: Hidroelektrik Santraller
YOA	: Yıllık Ortalama Akış

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : EİEİ tarafından ön incelemesi yapılmış küçük hidroelektrik projeleri.....	19
Çizelge 3.1 : Büyük barajların sayısı bakımından ilk 20 ülke.	27
Çizelge 5.1 : Tennat (Montana) yöntemi.	36
Çizelge 5.2 : Hidrolojik tabanlı akış metodolojileri.	42
Çizelge 5.3 : En yüksek toplam metodoloji sayısının kaydedildiği 10 ülke için farklı türde çevresel akış metodolojisinin sayısı ve global toplam oranları.....	52
Çizelge 5.4 : 4628 sayılı EPK' unca Doğu Karadeniz Bölgesi' nde geliştirilen santral projeleri.	75

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	: Basınçlı yerüstü santrali.	2
Şekil 1.2	: Yeraltı santrali şekilleri.	3
Şekil 3.1	: Hidroelektrik santral genel proje formülasyonu.	23
Şekil 3.2	: Büyük barajların mevcut bölgesel dağılımı.	26
Şekil 5.1	: Küresel toplama kıyasla dünya çapında kullanımda olan her türden çevresel akış metodolojilerinin sayısı ve göreceli oranları.	35
Şekil 5.2	: Debi gidiş çizgisi kesimi	38
Şekil 5.3	: Debi süreklilik eğrisi	39
Şekil 5.4	: Islak çevre.....	41
Şekil 5.5	: Islak çevre eğrisi ve kırılma noktası misali	41
Şekil 5.6	: Farklı dünya bölgeleri için altı tür çevresel akış metodolojisinin oranı.....	51
Şekil 5.7	: En yüksek sayıda çevresel akış metodolojisinin kaydedildiği 10 ülkede çevresel akış metodolojilerinin farklı türlerinin kullanımının göreceli oranı.....	53
Şekil 5.8	: İkizdere’ den santralden önce bir görünüş	58
Şekil 5.9	: İkizdere’ den sular santrale aktarıldıktan sonra yaz mevsimi görünüşü	59

KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER VE DERE YATAĞINDA BIRAKILMASI GEREKEN CAN SUYU MİKTARI

ÖZET

Nehirler üzerinde yapılan su yapıları su miktarı, kalitesi ve dolayısıyla da su ekosistemi üzerinde etkiler oluşturmaktadır. Bu nedenle mansaptaki su ekosisteminin korunması için de gerekli düşük akımın (can suyu) belirlenmesi önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır.

Hidrolojide düşük akım hesabı; içme ve sulama suyu temininde, hidroelektrik santrallerden verilecek minimum etek suyu hesabında, su kirliliğine yönelik çalışmalarda ve nehirlerdeki su ekosistemin devamlılığı için gerekli su miktarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Ülkemizin, üretim sürecini kesintisizce sürdürebilmesi ve buna bağlı olarak, ülkemiz insanının yaşamını çağdaş koşullarda devam ettirebilmesi enerjiye bağlıdır. İhtiyaç duyulan enerji yönünden ülkemiz büyük oranda dışa bağımlıdır. Ülkemizin genel enerji ihtiyacı içersinde elektrik enerjisinin özel bir yerinin olduğu ve doğal kaynaklarımızın, özellikle yenilenebilir doğal kaynaklarımızdan olan, su potansiyelimizin; elektrik enerjisine dönüştürülerek sanayimizin ve halkımızın hizmetine sunulması ertelenemez bir zorunluluktur. Bununla birlikte bu potansiyel değerlendirilirken çevreye büyük oranda zarar verilmektedir.

Bu çalışmada nehirlerdeki ekolojik dengenin korunması için hidroelektrik santrallerden nehir yatağına bırakılacak minimum debinin belirlenmesi konusu incelenmiştir. Konuyla ilgili olarak literatürde yer alan çeşitli yöntemler değerlendirilmiş ve bu yöntemlerin dünya ülkelerinde kullanımı incelenmiştir. Ülkemizde yaşanan problemler, dünya ülkelerindeki eğilimler ile birlikte değerlendirilerek, bu problemlerin çözülebilmesi adına çeşitli öneriler sunulmuştur.

HYDROELECTRIC POWER PLANT AND ENVIRONMENTAL FLOW AMOUNT NEEDED FOR STREAM BED

SUMMARY

Structures built on rivers, have effects on water amount, water quality and consequently on water ecosystem. In this reason, determination of required environmental flow to protect water ecosystem in river mouth constitutes a significant problem.

The calculation of low flow in science of Hydrology, is used for procurement of potable and irrigation water, calculation of downstream left from hydroelectric power plant, studies of water pollution and determination water amount needed for permanence of water ecosystem on rivers.

Of our country, to sustain the production process permanently and to maintain the life of people in the contemporary circumstances accordingly, depend on energy. In terms of energy needed in our country is largely dependent on export. Our country's overall energy needs in the electric energy and natural resources is a special place, particularly water potential ,which is one of the renewable natural resource, converted into electrical energy industry can not be postponed and presented at the service of our people is a necessity. However, the environment has been harmed largely in the process of evaluating the potential.

In this study, determination of minimum flow rate left to river bed from hydroelectric power plant in order to protect ecological balance on rivers was investigated. Various methodologies according to the subject in literature, were evaluated and utilization of these methodologies in different countries was studied. The problems in our country, were evaluated with tendencies in different countries and various solutions were presented for these problems.

1. HİDROELEKTRİK SANTRALLAR

1.1 Giriş

Hidroelektrik santrallar suyun enerjisinden faydalanarak elektrik üreten tesislerdir. Hidroelektrik santral, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye ve mekanik enerjinin de elektrik enerjisine dönüştürüldüğü bir yapı tesisidir. Bu tesisler su kütlesinin düşey bir mesafeden düşürülmesi prensibine göre çalışır.

Brüt düşüm yüksekliği, doğal veya yapay bir su iletim yolunun iki ardışık kesitinin su yüzeyleri arasındaki kot farkına eşittir. Net (faydalı) düşüm yüksekliği, brüt düşüm yüksekliğinden suyun iletilmesi sırasında oluşan yük kayıplarını çıkarmak suretiyle elde edilir.

Bir hidroelektrik santralda türbinlerin boyutlandırılmasında esas alınan debiye donatım (proje) debisi denir. Enerji talebini karşılamak için belirli bir zaman diliminde kullanılabilecek debiye ise faydalı debi denir.

Tesiste bir saniyede üretilen enerjiye güç, ana gruplarda üretilmesi mümkün olan maksimum aktif güçlerin toplamına ise kurulu güç denir. Grupların verebilecekleri en büyük güçlerin toplamına da tesisten alınabilen maksimum güç denir.

Bir hidroelektrik santralda belirli bir zaman diliminde ideal işletme şartlarında üretilmesi mümkün olan enerjiye üretilebilir enerji, hem kurak hem sulak yıllarda emniyetle üretilebilen enerjiye ise güvenilir enerji denir.

1.2 Hidroelektrik Santralların Sınıflandırılması

1.2.1 Düşümlerine göre sınıflandırma

Devler Su İşleri (DSİ) tarafından santralların sınıflandırılması aşağıdaki gibidir.

- Alçak düşümlü santrallar: Düşüm 15 metreden az
- Orta düşümlü santrallar: Düşüm 15-50 metre arasında,

- Yüksek düşümlü santraller: Düşüm 50 metreden büyük olan hidroelektrik santraller diye sınıflandırılabilir.

1.2.2 Ürettikleri enerjinin karakter ve değerine göre sınıflandırma

1.2.2.1 Baz (taban) santraller

Devamlı olarak enerji üreten santrallerdir. Biriktirmesiz santraller bu tipe uygundur.

1.2.2.2 Pik (doruk) santraller

Enerjinin en çok ihtiyaç duyulduğu sürede çalışan santrallerdir. Biriktirmeli santraller bu tipe uygundur.

1.2.3 Kapasitelerine (kurulu gücüne) göre sınıflandırma

- Küçük kapasiteli santraller: Kurulu gücü 99 kW'a kadar,
- Düşük kapasiteli santraller: Kurulu gücü 100-999 kW arası,
- Orta kapasiteli santraller: Kurulu gücü 1000-9999 kW arası,
- Yüksek kapasiteli santraller: Kurulu gücü 10000 kW ve daha fazla, diye sınıflandırılabilir.

1.2.4 Yapılarına göre sınıflandırma

1.2.4.1 Yerüstü santralleri

Yüksek basınçlı santrallerde su alma yerinden alınan su genellikle tünel veya basınçlı galeriyle denge bacasına getirilir. Vana odasından sonra dik olarak inen basınçlı borular yerüstü santrallerinde son bulur. Türbinden çıkan su bir boşaltım kanalıyla tekrar akarsuya verilir [1].

1.2.4.2 Yeraltı santralleri

Jeoloji ve topografya ile ilgili mevcut durum ve yerel şartlar, ekonomik analizler, kısa iletim tesisleri, statik, hidrolik ve yapı ile ilgili hususlar, kış aylarında da inşaat çalışmalarına devam edilebilmesi, daha büyük işletme emniyeti ve daha iyi estetik şartlar, çığ ve heyelan tehlikesi ve askeri nedenler göz önüne alınarak santralin yeraltına yapılmasına karar verilebilir. Prensip olarak üç değişik

yeraltı santrali tipi vardır:

- Yukarı tesis: Santral su alma yerine yakın bir yerde düzenlenir. Bu durumda denge bacasına gerek kalmaz fakat boşaltım galerisinin boyu uzar.
- Orta tesis: Santral su alma yeri ile boşaltım deresinin ortasında planlanır.
- Aşağı tesis: Santral boşaltım galerisinin çıkışına yakın bir yerde planlanır.

1.2.4.3 Gel-Git santralleri

Gel-git meydana gelen denizlerde, su seviyesi farkı yeterince büyükse salınım yapan su kütlesi sonucu su seviyesi farkından yararlanılarak elektrik enerjisi üretilmektedir. Gel-git hareketi sonucu su seviyesi farkı, Kanada sahillerinde 15 m, İngiltere’deki Bristol Kanalı’nda 14m, Fransa sahilleri Manş Denizi’nde 13,5 m, Kuzey Denizinde 3,5-4 m’ye ulaşmaktadır. Ülkemizde bu tip santral yoktur [1].

1.2.4.4 Çevirme santralleri

Bu santraller bir akarsu yatağında barajla yapılabilecek kabartmanın üzerinde düşümler meydana getirmek için, enerji kayıplarını asgari mertebede tutacak bir iletim sistemiyle suyun çevrilmesi ve topografyanın elverişli bir kesiminde düşürülmesi prensibine dayanır. Çevirme santralleri genellikle akarsuların yukarı havzalarında, elverişli koşullar halinde ise orta havzalarında uygulanmaktadır.

Çevirme santrallerinin iki tipi vardır:

- Basınçlı akışlı çevirme santralleri: Bu santrallerde derleme yapısı çoğunlukla bir baraj olmaktadır. Santral barajın eteği yerine suyun çevrilmesiyle uygun topografya koşulları kullanılarak daha büyük bir düşüm elde edilebilecek yere kurulur. Su alma ağız çoğunlukla bir su alma kulesi veya yamaçtan tünel girişi şeklinde yapılır. Yatay yöndeki iletim kuvveti tüneliyle, düşümün önemli bir kısmı ise cebri boruyla sağlanır. Baraj gölü yerine doğal göllerden de yararlanılarak basınçlı akışlı çevirme santralleri kurulabilir. Örnek olarak Hazar 1 çevirme santrali verilebilir [2].
- Serbest yüzeyli akışlı çevirme santralleri: Bu santrallerde derleme yapısı olarak bağlama kullanılır. Su alma ağızından giren katı maddelerin çökmesi için çökeltme havuzları yapılır. Esas iletim yapısı açık kanallar ve

galerilerdir. Serbest yüzeyli akıştan cebri borudaki basınçlı akışa emniyetle geçiş yükleme havuzuyla sağlanır. Mevcut küçük hidroelektrik santrallerin çoğunluğu bu tipte yapılmaktadır.

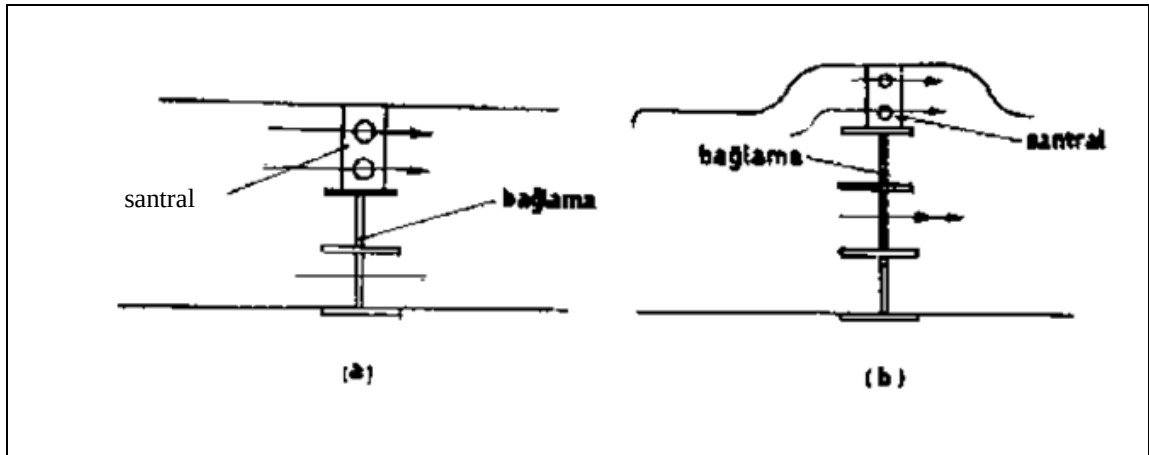
1.2.5 Biriktirme durumuna göre sınıflandırma

1.2.5.1 Biriktirmesiz santraller

Bunlar doğrudan doğruya nehir veya kanal üzerinde kurulur. Su depoları (gölleri) olmadığından akan suyun enerjisini elektriğe çevirirler.

Biriktirmesiz santrallerin iki tipi vardır:

- Nehir (akarsu) santralleri: Bu santraller genellikle eğimin küçük, arazinin düz olduğu akarsuların mansap bölgelerinde planlanır. Düşüm yüksekliği küçük, işletme debisi büyük tesislerdir. Akarsu yatağı genellikle bir hareketli bağlama ile kapatılır. Bağlamanın bir uzantısı olan santral, su alma ağız ve iletim tesisiyle bir bütün oluşturur. Nehir santrallerinin genel düzenlemeleri farklı iki yaklaşım planı Şekil 1.1’ de verilmiştir.



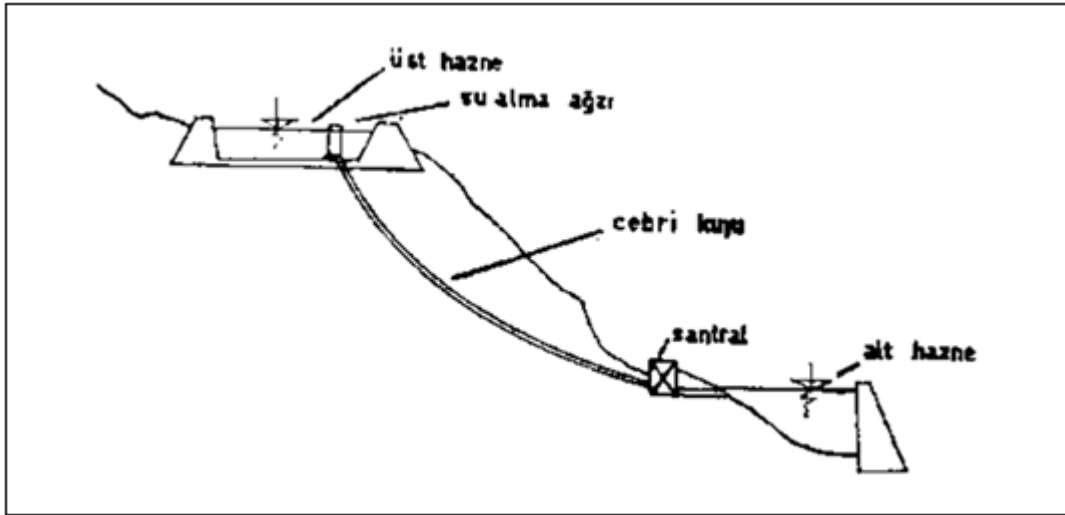
Şekil 1.1: Alçak düşümlü nehir santrallerinin planda genel tertibi: (a) Kuzey Amerika yaklaşımı; (b) Avrupa yaklaşımı.

Kanal santralleri: Bu santraller topografya özelliklerinden yararlanarak daha büyük bir düşüm elde etmek, esas yatağı taşkınlarla aynen kullanabilmek gibi amaçlarla santralin akarsuyun esas yatağı yerine doğal veya yapay bir yan kanal üzerine kurulması sonucu oluşur. Kanal santralleri, elverişli duruma göre yan kanalın başında, ortasında veya sonunda kurulabilir [2].

1.2.5.2 Biriktirmeli santrallar

Bu tip santrallarda suyun biriktirilmesi esastır. Genellikle, su rejimlerinin düzensiz olduğu akarsularda suyun biriktirilmesi zorunluluk haline gelmekte ve böylece bütün yıl boyunca düzenli olarak elektrik enerjisi üretilmektedir. İki tipi vardır:

- Baraj santralları: Bu tip tesislerde suların fazla olduğu zamanlarda biriktirilen sular debinin küçük olduğu zamanlarda kullanılır ve işletme debisi büyük ölçüde dengelenir. Uzun yılların ortalamasını işletme debisi olarak seçmek akım rejimi düzensiz akarsularda çok büyük hazneye ihtiyaç gösterdiğinden bunu gerçekleştirmek ekonomik olarak mümkün olmaz. Bu nedenle teknik ve ekonomik yönden seçilen hazne hacminin dengelendiği debi, işletme debisi olarak seçilir. Baraj santralları genellikle orta ve yüksek düşümlü olarak planlanır.
- Pompaj biriktirmeli santrallar: Bu santrallar, enerjiye ihtiyaç azaldığı saatlerde şebekeden aldıkları enerji ile pompa olarak çalışarak su basarlar. Günün enerjiye en çok ihtiyaç olduğu saatlerinde birikmiş suyu türbinleyerek enerji üretirler. Bu tesislerde suyun terfi ettirildiği yerde bir hazne öngörülür. Ayrıca bu yapılarda, üretilen baz enerjinin tamamının kullanılmadığı saatlerde ihtiyaç fazlası elektrik akımıyla pompalar çalıştırılır ve akarsudan alınan su bir terfi hattı ile yukarıdaki bir haznede toplanır (pompalı tesis). Bu su, ihtiyaç olduğu saatlerde türbinlere verilerek çok değerli pik enerji talebinin karşılanmasında kullanılır. Şekil 1.2’ de tek iletim hattıyla elektrik üretimi ve pompalama yapılan bir pompaj biriktirmeli santral boy kesiti verilmiştir.



Şekil 1.2: Tek iletimli bir pompaj biriktirmeli santral boy kesiti.

1.3 HES'lerin Yapısı

1.3.1 Nehir tipi santraller

Nehir tabanı yeterince genişse, bütün yapı bu genişliğe yerleştirilir, değilse, o kesit kazılarak genişletilip bütün tesisler aynı en kesit üzerine yerleştirilir. Regülatör ve ilgili yapılar (nehir nakil araçları geçiş yeri, tomruk yolu, balık geçiş yeri) ile önemli bazı kısımlar aşağıda belirtilmiştir.

- Eşik
- Izgara
- Perde ve benzeri duvar
- Servis köprüsü
- Dalgıç perde (yüzer buzlar için saptırıcı)
- Giriş yapısı ve bölme ayakları
- Santral binası
- Kuyruk suyu kanalı
- Koruyucu yan duvarlar (istinat duvarları)

1.3.2 Kanal tipi santraller

Bu santralleri yapabilmek için su, bir çevirme yapısı ile bir kanala (veya tünele) çevrilerek santraller ve ilgili yapılar bu kanalın üzerine yapılır veya bu kanal (veya tünel) düşü kazanmak için epeyce uzatılarak topografyanın ve jeolojinin en uygun olduğu yerden cebri boru ile santrale bağlanır. Avrupa ve Amerika'da nehirlerin

debileri büyük, eğimleri az olduğu için, hem su üzeri nakliyat yapılabilmekte ve hem de nehirlerdeki balıklar önem kazanmaktadır. Buralarda yapılan santraller bu iki fonksiyonu da yerine getirecek şekilde projelendirilmektedir. Klasik bir kanal santrali ile ilgili yapılar şu bölümlerden oluşmaktadır.

1.3.3 Baraj tipi santraller

Tipik bir baraj santraline ait yapılar şunlardır:

- Su alma yapısı,
- Kuvvet tüneli,
- Denge bacası,
- Vana odası,
- Cebri borular,
- Santral binası,
- Çıkış suyu kanalı,
- Şalt sahası ve iletim hatları.

1.3.3.1 Baraj gövdesi

Genel anlamda baraj gövdesinin görevlerini şöyle sıralayabiliriz.

- Gerekli olan hidrolik düşünün, su miktarının depo edilmesine ve istenilen su debisinin alınmasını temin etmek.
- Çamurlu ve kumlu olarak gelen suyun dinlenip temizlenmesini böylece türbinlere temiz su alınmasını sağlamak.
- Fezayan mevsimlerinde gelen suyun depolanmasını sağlamak.
- Baraj gövdesi statik su basıncı zorlamaları ile dinamik su basıncı zorlamalarına emniyetle dayanabilecek ve su sızdırmayacak şekilde inşa edilmelidir.

1.3.3.2 Su alma ağız tesisleri

Elektrik üretiminde kullanılan suyun, gölden türbin ayar kanatlarına sevk edilmesi için gerekli donanım su alma ağız tesisleri denir.

Su alma ağız gölden cebri borulara aktarılan suyun giriş kısmıdır. Su giriş kapakları cebri borulardan suyun irtibatını kesen kapaklardır. Bu kapaklar elektrik motorları ile tahrik edilirler. Makaralı ve kızaklı tipleri mevcuttur. Su giriş ızgaraları sayesinde,

suyun getirdiği yüzer yabancı maddelerin tutulması, cebri boruya ve oradan da türbin ayar kanatlarının aralıklarına intikal etmeleri önlenmiş olur. Izgara aralıkları, normal yükteki türbin ayar kanat aralıklarından daha dar olacak şekilde yapılmalıdır.

1.3.3.3 Dolu savak

Baraj su seviyesinin fazla miktarda akması halinde, gölde biriken fazla suyu kinetik enerjisini kaybedecek şekilde çıkış suyuna aktaran tesistir. Barajın temeline zarar vermeyecek şekilde kaymalı akmalı üç adet su iletim kanalı yapılmalıdır.

1.3.3.4 Derivasyon tünelleri

Baraj gövdesinde çalışmaların yapılabilmesi için nehir yatağının değiştirilmesi icap eder.Bu amaçla yapılan tünellere derivasyon tünelleri denir.

1.3.3.5 Denge bacası

Denge bacaları daha ziyade yüksek düşölü ve uzun cebri borulu santrallerde kullanılır. Su ile dolu olan ve içinde su akmakta olan her cebri borunun kelebek veya küresel vana gibi kapama organı bulunur. Böyle bir kapama organından sonra türbin salyangozu ve ayar kanatları yer alır. Herhangi bir nedenle cebri borunun sonundaki kapama organı veya türbin ayar kanatları ani olarak kapanacak olursa boruda ve cebri boruya irtibatlı olan su kuvvet tüneline ani ve geçici basınç yükselmeleri meydana gelebilir. Türbin ayar kanatları ani olarak %100 açılırsa bu defa da cebri boruda ve kuvvet tüneline ani ve geçici bir basınç düşmesi meydana gelebilir. Cebri boru veya kuvvet tüneline ani olarak meydana gelebilecek olan geçici basınç yükselmeleri ve veya geçici basınç düşmeleri suyun kütsel ataleti ve su ile cebri borunun elastikiyeti nedeni ile bazı tesislerde tehlikeli boyutlara ulaşarak tahribatlara neden olabilir.

Meydana gelen bu ani geçici basınç darbelerinin cebri boruya ve kuvvet tüneline zarar vermesini önlemek amacı ile cebri boruların baş tarafına veya kuvvet tünellerinin sonuna denge bacaları tesis edilir. Bu denge bacaları sayesinde cebri borularda meydana gelen ani geçici basınç darbeleri sönümlendirilir.

Denge bacaları betonarme veya çelik saçlardan kaynak konstrüksiyonlu olarak yapılır. Denge bacaları basınçlı ve basınçsız denge bacaları diye ikiye ayrılır. Basınçlı denge bacaları yüksek düşölü veya cebri boru boyu uzun olan santrallerde

kullanılır. Basınçsız denge bacaları ise kanal tipi veya nehir tipi santrallerde kullanılır. Bu tip santrallerde cebri boruların baş tarafına yapılan yükleme havuzları olarak adlandırılan su depoları aynı zamanda basınçsız denge bacası görevini de görürler.

Orta hidrolik düşülü ve baraj tipi hidrolik santrallerin basınçlı su galerileri veya baraj gölleri de basınçsız denge bacası görevini görürler.

1.3.3.6 Kuvvet tünelleri

Hidrolik santral tesislerinde türbin tahrik suyunun iletimi için kullanılan tüneller, su yüzeyi havaya açık basınçsız, kapalı basınçlı ve cebri boru tüneller olmak üzere üç türlü tesis edilirler.

Üstü açık su iletim kanallarından dolayı, heyelan, sel suları gibi doğa şartlarından ve ağaç yaprakları veya parçaları gibi dış etkenlerden kolayca etkilendikleri ve büyük su basınçlarına dayanamadıkları için büyük su basınçlarının ve debilerinin iletilmesinde kanalların yerine tüneller kullanılmaktadır. Ancak su iletim tünellerinin (kuvvet tüneli) tesis edilmesi çok pahalı olduğu için sadece gereken yerlerde ve gereken çap ve uzunluklarda inşa edilirler.

Kuvvet tünellerinin şekilleri ve özellikleri, tünelin geçireceği su debisine, su basıncına, tünelin inşa edildiği arazinin yapısına ve tünelin üzerindeki dağın büyüklüğüne göre değişir. İç basınçların büyük olması halinde tünelin betonarme kaplaması ve beton enjeksiyonu yapılarak özel sızdırmazlık önlemleri alınması gerekir.

1.3.3.7 Cebri borular

Cebri borular, tünel ile türbin salyangozu arasında veya doğrudan doğruya su alma tesisleri ile türbin salyangozu arasında tesis edilen ve genellikle çelik sac levhaların bükülüp kaynak edilmesi ile imal edilen dairesel kesitli iletim tesisleridir.

Cebri borular devamlı ve tam olarak su ile dolu ve basınç altında çalışabilecek şekilde dairesel kesitli olarak imal edilirler ve düz veya meyilli olarak döşenirler. Meyilli olarak tesis edilen açık arazi üzerindeki cebri boruların içindeki su hızının belirli değerlerin üzerine çıkmaması gerekir.

Sıcaklık değişmeleri ve basınç dalgalanmaları nedeniyle cebri boru boyunca meydana gelecek olan genleşme ve büzölmelerin, cebri boru ek yerlerine zarar vermesini önlemek için belirli yerlere civatalar ile bağlanan çelik kuşaklar yapılır.

Cebri boru güzergahı kesinlikle heyelan bölgesinden, yamaç molozu, kil veya benzeri zayıf zeminlerden geçirilmemelidir. Genellikle topografyanın gösterdiği sırtlar sağlam zeminler olabilir. Yüzeyde sağlam zemin bulunamıyorsa, şaft veya tünel sistemi seçilmelidir. Güzergah seçimi çok tecrübeli jeolog ve mühendisler grubu tarafından yapılmalıdır. Aksi takdirde uygulama esnasında çok büyük sorunlarla karşılaşılabilir ve beklenmedik maliyet artışları olabilir. Cebri borular en kısa yoldan santrale indirilmelidir. Cebri boru uzarsa hem maliyeti ve hem de düşü kayıpları artar. Düşü kaybı enerji kaybı demektir. Fazla kurb yapılmadan ve en az kazı yapılacak şekilde güzergah seçimi yapılmalı, kurb noktaları kaya veya çok sağlam zeminin oluşturduğu yerlerde seçilmelidir. Keskin kurlarda büyük mesnet kuvvetlerinin oluşacağı unutulmamalıdır.

Hidrolik santrallerin cebri borularından geçen suyun hızı genellikle 3-5 m/sn arasında seçilir. Özel hallerde 8 m/sn 'ye kadar seçim yapılabilir. Buna karşın boyu kısa olan cebri borularda hız yüksek seçilebilir. Cebri borularda su hızının yüksek seçilmesi, cebri boru çapının küçük olarak yapılmasını ve cebri borunun ilk tesis bedeli ve amortismanlarının düşük olmasına olanak verir. Ancak bu durumda ise sürtünme kayıpları artar. Cebri borular tek veya bir kaç tane olabilir. Bu ekonomik hesaplar neticesinde belirlenir. Her ne kadar, tek cebri boru ekonomik çıkarsa da büyük çaplı cebri borular seçilirken çok dikkatli olunmalıdır. Büyük çaplı cebri boruların taşıma ve montaj güçlüğü olduğu gibi stabilite sorunu da olabilir. Özellikle açıkta yapılan cebri borularda bu hususa çok dikkat edilmelidir. Cebri boru seçimi yapılırken ekonomikliği, et kalınlığı ve buna benzer kriterler göz önünde tutulmalıdır.

1.3.3.8 Kelebek vanalar

Kelebek vanalar orta hidrolik düşölü santrallerde 7-8 m çaplardaki cebri boruların sonunda ve türbinlerden önce açma kapama organı olarak kullanılırlar. Kelebek vanalar çelik döküm malzemelerden veya çelik saç malzemelerin kaynak konstrüksiyon olarak imal edilirler. Kelebek vanaların açılması basınçlı yağ ile

alışan servomotorlar vasıtası ile kapamaları ise, ya bir ağırlık yardımıyla veya basınçlı yağı ile çalışan servomotor vasıtası ile olur.

Kelebek vananın açılabilmesi için giriş ve çıkıştaki basıncın eşitlenmesi gerekir. Eşitlenmenin sağlanabilmesi için By-Pass vanası teçhizatı konulmuştur. Tehizata başlama (start) verdiğimiz zaman, By-Pass vanası otomatik olarak açılır, salyangoz dolar. Salyangoz dolunca basınç eşitlenmiş demektir. Basınç eşitlenince kelebek vana otomatik aılma kumandası alır. Kapama kumandası aldığı zaman ise önce kelebek vana kapanır sonra By-Pass vana kapanır.

Kelebek vananın özellikleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Kelebek vana gövdesi silindir şeklinde ve cebri boru çapına eşittir.
- Kelebek vananın diski daire şeklindedir. Su giriş tarafı kalın çıkış tarafı ise ince şekilde yapılmış olup, merkezden hafif kaık şekilde yataklanırlar.
- Kelebek vana gövdesi elik döküm veya pik döküm gibi malzemelerden imal edilirler.
- Kelebek vanalarda sızdırmazlık kösele, kauçuk, lastik veya karbon malzemeler kullanılır.
- Kelebek vanalar alçak ve orta dşl santrallerde kullanılır.
- Kelebek vanaların açma ve kapamaları basınçlı yağı sistemi ile olur.
- Kelebek vananın açma (120-180 saniye) ve kapama süresi (40-50 saniye) küresel vanaya göre daha uzun sürelidir.

1.3.3.9 Küresel Vanalar

Küresel vanalar yüksek dşl ve uzun cebri borulu hidrolik santrallerde denge bacasından sonra cebri boru kollarının hemen başlangıcında kapama ve açma organı olarak kullanılırlar.

Küresel vanalar ya cebri borudaki basınçlı su, yada basınçlı yağı ile çalışan servomotor yardımıyla açılıp kapatılabilecek şekilde imal edilirler. Hangi şekilde imal edilirlerse edilsin, bu tip vanaların aılma ve kapama süreleri çok kısa zamanda gerçekleşebilen ve daha emniyetli olan açma ve kapama organlarıdır.

Türbinin uzun süre servis harici olması, herhangi bir tamir, bakım, onarım veya arıza sırasında salyangoza veya cebri boruya giden suyun kesintisini sağlar.

Silindirik vana merceği (disk) kapandıktan sonra su sızdırmazlığını temin eden sızdırmazlık plakası arkasına mutlaka cebri borudaki basınçlı suyun bağlanması gerekmektedir.

Küresel vanalar, çelik dökümden imal edilmiş parçaların bir araya getirilmesi ile yapıldığı gibi, çelik sac levhaların kesilip şekillendirilmesi ve kaynakla birleştirilmesi sureti ile de imal edilirler.

Küresel vanaların özellikleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- Küresel vana gövdesi küre şeklinde ve cebri boru çapından büyüktür.
- Küresel vananın disk silindir şeklinde olup, orta kısmı maksimum yükteki suyu geçirecek şekilde delik olarak cebri boru merkezinde yataklanmıştır.
- Küresel vana gövdesi çelik dökümden imal edilmiş parçaların bir araya getirilmesi ile imal edildikleri gibi çelik sac levhaların kesilip şekillendirilmesi ve kaynakla birleştirilmesi ile imal edilirler.
- Küresel vanalarda sızdırmazlık çelik şerit veya bronz şerit malzemeler kullanılır.
- Küresel vanalar yüksek düşül (h=150 m'den yukarı) ve uzun cebri borulu santrallerde kullanılır.
- Küresel vanaların açma ve kapamaları ya basınçlı su ile veya basınçlı yağ sistemi ile olur.
- Küresel vananın açma (80-120 saniye) ve kapama süresi (30-40 saniye) kelebek vanaya nazaran daha kısa sürelidir.

1.3.3.10 Türbinler

Hidrolik türbinler, suyun hidrolik akım enerjisini devamlı olarak döner çarklar (rotorlar) yardımı ile mekanik enerjiye çeviren döner (dinamik) hidrolik makinelerdir. Hidrolik türbinlerde türbin rotoru kanatlarının aralıklarından geçirilen suyun basınç enerjisi ile hız enerjisi, dönen türbin rotorunun kanatlarının aralıklarında mekanik enerjiye dönüşürler.

19. yy içinde Fourneyron, Jonval, Henschel Schwamkrug, Zuppinger vs. tarafından geliştirilmiş olan basit ve küçük güçlü su türbinleri çok çabuk yayılmış ve su türbinlerinin tahrik ettiği generatörlerde üretilen elektrik enerjisi 1891 yılında Oskar Von Miller tarafından enerji iletim hattı ile uzak yerlerdeki tüketim alanlarına

nakledilmiştir [2]. Su türbinlerinde elde edilen elektrik enerjisinin enerji nakil hatları ile uzak mesafelere iletilmesi ile birlikte daha büyük, daha güçlü ve birbirleri ile paralel olarak çalışan hidrolik santraller kullanılmaya başlanmıştır. Artık bu tip türbinler çok yaygın olarak kullanılmakta, günümüzde imal edilen büyük güçlü hidrolik türbinlerin verimi %93 ile %95 mertebesine kadar yükseltilmiş bulunmaktadır. Tahrik suyunun rotor girişindeki basıncına göre hidrolik türbinler;

- Üst basın türbinleri
 - Francis tipi hidrolik türbinler
 - Kaplan tipi hidrolik türbinler
- Serbest püskürtmeli türbinler
 - Pelton tipi hidrolik türbinler
 - Michell-Banki tipi türbinler

olmak üzere gruplara ayırabiliriz [2]. Ayrıca Francis tipi hidrolik türbinler eksen durumuna göre, kaplan tipi hidrolik türbinler, rotor kanatlarının durumuna göre, Pelton tipi hidrolik türbinler, eksen durumuna ve düze (Enjektör = püskürtücü) sayısına göre de aşağıda belirtilen değişik gruplara da ayırmak mümkündür.

- Kaplan tipi türbinleri
 - Rotor kanatları sabit olan pervane tipi hidrolik türbinler
 - Rotor kanatları ayarlanabilen kaplan tipi hidrolik türbinler
- Pelton tipi türbinler
 - Yatay eksenli pelton tipi hidrolik türbinler
 - Düşey eksenli pelton tipi hidrolik türbinler
- Francis tipi türbinler
 - Yatay eksenli Francis tipi hidrolik türbinler
 - Düşey eksenli Francis tipi hidrolik türbinler.

2. KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLAR

2.1 Giriş

Ülkeden ülkeye bazı farklar olmakla birlikte, bir veya birden fazla türbin-jeneratör ünitesi bulunan ve ünitelerin toplam kurulu gücü 10000 kW' tan küçük santrallara küçük hidroelektrik santrallar denilmektedir.

Küçük hidroelektrik santrallar kurulu güçlerine göre şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Mikro hidroelektrik santrallar: Gücü 0-100 kW olan santrallar,
- Mini hidroelektrik santrallar: Gücü 101-1000 kW olan santrallar,
- Küçük hidroelektrik santrallar: Gücü 1001-10000 Kw olan santrallar.

Ülkemizde kullanılan sınıflandırma da bu şekildedir.

2.2 Küçük Hidroelektrik Santralların Önemi

Ülkemizin topografik, hidrojeolojik yapısı ve bazı yörelerdeki yağış yoğunluğu büyük su gücü potansiyeli yanında, küçük hidroelektrik güç potansiyelinin de yaygın olarak bulunmasına imkan sağlamıştır.

Türkiye'nin 2/3'ünün dağlık olması, küçük su ancak büyük düşümlere olanak sağlayabilmesi, biriktirmeli santrallara oranla çok daha hızlı ve daha düşük ön yatırımlarla gerçekleştirilebilen küçük hidroelektrik santralların ele alınması akılcı gözükmemektedir. Bu tip santrallar genellikle günlük debiyi kullanmakta, günlük akışların yük-süreklilik eğrilerinin kullanılmasına dayanarak tasarımılandırılan bu tip santrallarda genellikle biriktirme söz konusu olmamaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler artan enerji gereksinimlerini karşılamak için büyük hidroelektrik santralların yanında küçük hidroelektrik santrallara da büyük önem vermektedirler. Küçük hidroelektrik santralların kurulmalarındaki temel amaç, kırsal bölgelerin aydınlatılması ve sosyal ve ekonomik yapılarının iyileştirilmesidir. Ancak ülkelerin çoğunda ulusal elektrik şebekesi giderek ülkelerin her bölgesine ulaştırıldığından, küçük hidroelektrik santrallarla üretilen elektrik enerjisi ulusal şebekeye bağlanmaktadır.

Küçük hidroelektrik santraller büyük hidroelektrik santrallerin bir alternatifi değil, onların tamamlayıcılarıdır.

2.3 Küçük Hidroelektrik Santrallerin Avantajları

- Ulaşımı güç olan ve ulusal sistemden beslenemeyen kırsal bölgelerin enerji ihtiyacını karşılar. Böylece bu bölgelerin sosyal ve ekonomik yapılarının iyileştirilmesini sağlar.
- Küçük hidroelektrik santrallerin türbin-jeneratör gruplarının tipleştirilerek standart hale getirilmeleri kolaydır.
- Büyük hidroelektrik projelerin inşaa süresi ortalama 10 yıldır. Küçük hidroelektrik santraller, toplam yatırım bedelleri düşük olduğundan kısa sürede inşaa edilebilir.
- Termik santrallara nazaran işletme ve bakım masrafları daha azdır ve daha uzun ömürlüdür.
- Üretilen enerji genellikle bölgede kullanıldığı için uzun iletim şebekeleri gerekmez ve iletim kayıpları düşer.
- Temiz enerji üretir ve çevreyi kirletmez.

2.4 Küçük Hidroelektrik Santrallerin Dezavantajları

- Küçük hidroelektrik santrallerde 1 kW kurulu güç için gerekli yatırım maliyeti büyük santrallara göre oldukça yüksektir.
- Çok sayıda küçük santral yapmak yerine bir tane büyük santral yapmak ülke ekonomisi açısından daha faydalıdır.
- Küçük hidroelektrik santrallerin işletme ve bakım masrafları büyük santrallara nazaran fazladır.
- Küçük hidroelektrik santrallerde enerji üretimi meteorolojik ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak dalgalanmalar gösterir. Ayrıca hidroelektrik santralin beslediği bölgelerdeki enerji ihtiyacı günün çeşitli zamanlarında değişmektedir. Bundan dolayı küçük hidroelektrik santrallerin verimleri düşüktür.
- Yapılan yatırıma göre etütler için yapılan harcama masrafları fazladır.

2.5 Türkiye’deki Küçük Hidroelektrik Potansiyel

1981 yılından itibaren Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİEİ) Genel Müdürlüğü’nce küçük akarsularımızdaki hidroelektrik potansiyelin saptanması çalışmasına başlanmıştır. Bunun için üç adet örnek havza seçilmiş ve nehir tipi tesisler esas alınmıştır. Çizilen debi süreklilik çizgilerinden zamanın % 99’unda 150 l/s ve daha küçük debi veren akarsular çalışma dışı bırakılmış ve güç $N=7,75QH$ formülü ile hesaplanmıştır. Bu havzalardaki çalışmalar esas alınarak genellemeye gidilmiş ve küçük akarsular üzerinde 3948 MW güç tesis edildiğinde $13,9 \times 10^9$ kWh/yıl güvenilir, $32,4 \times 10^9$ kWh/yıl ortalama enerji üretilebileceği hesaplanmıştır.

Türkiye’de pek çok akarsu veya kolunun hidroelektrik potansiyeli henüz belirlenmemiş, ayrıca küçük hidroelektrik potansiyeli de ortaya konmamıştır. Bununla beraber Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz gibi arazi eğimlerinin yüksek olduğu dağlık bölgelerdeki küçük akarsular önemli sayılabilecek hidroelektrik potansiyele sahiptir. Buna rağmen bu akarsuların birçoğunda akım ölçme istasyonu bulunmadığından mevcut hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi hakkında bugüne kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Günümüzde EİEİ tarafından küçük akarsularımızdaki hidroelektrik potansiyel yeniden değerlendirilmeye başlanmıştır. Bunun için, 8 havzamızın ön incelemeleri tamamlanmış, diğerleri üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Bu havzalara ait bulunan sonuçlar Çizelge 2.1’de görülmektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi toplam 132 tane küçük hidroelektrik projesinden yıllık 1698,86 GWh enerji üretilebilecektir. Bu projelerin büyük çoğunluğu (59 tanesi) Doğu Karadeniz havzasındadır ve bunlardan yılda 886,56 GWh enerji üretilebilecektir.

Çizelge 2.1: EİEİ tarafından ön incelemeleri tamamlanmış küçük hidroelektrik projeleri.

Havza adı	Proje sayısı	Kurulu güç (MW)	Yıllık enerji potansiyeli (GWh)
Doğu Karadeniz	59	157,75	886,56
Orta Akdeniz	20	69,09	278,52
Gediz	7	41,76	166,20
Batı Akdeniz	9	23,51	111,78
Susurluk	15	23,74	110,55
Batı Karadeniz	15	21,90	108,86
Ege Suları	5	4,76	20,33
Büyük Menderes	2	3,38	16,06
Toplam	132	345,89	1698,86

3. CAN SUYU (ÇEVRESEL AKIŞ) MİKTARI

3.1 Giriş

Küresel ölçekte, akarsuların artan hidrolojik değişiminin ve sonuç olarak doğan çevresel bozulmanın kabulü, ekosistemi ve su kaynağını korumak için gereken suyun kalite ve miktarının belirlendiği çevresel akış değerlendirme biliminin gelişmesine yol açmıştır.

Çevresel akış yöntemlerinin mevcut durumunun küresel olarak incelenmesi, dünya çapında 44 ülkede toplam 207 ayrı yöntemin varlığını ortaya çıkarmıştır. Bunlar kombinasyon türünü ve diğer yaklaşımları temsil eden iki ilave sınıfla hidrolojik, hidrolik derecelendirme, habitat simülasyonu ve bütünsel yöntemler olarak ayrılabilir.

Çevresel akışları öngörmek için küresel havuz tekniklerinin %37'sini kullanarak yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulaması için Amerika tarihsel olarak ön planda olmasına rağmen, dünyanın diğer taraflarındaki paralel çalışmalar ile bu alanda önemli ilerlemeler sağlanmıştır.

Yöntemlerin uygulaması genellikle iki veya daha fazla seviyededir. Hidrolojik yöntemlere dayanan keşif seviyesindeki girişimler tüm dünya bölgelerinde %30 ile en fazla uygulanan yöntemlerdir.

Genellikle değiştirilmiş bir Tennant (1976) yöntemi veya seçmeli düşük akış endeksleri benimsenmiştir. Ekolojik uygunluk ile farklı bölgeler ve akarsu türleri arasında tekniklerin aktarılabilirliğini güçlendirmek için çabalar devam etmektedir. Daha kapsamlı değerlendirecek olursak, yöntemler iki farklı alanda uygulanmaktadır [3].

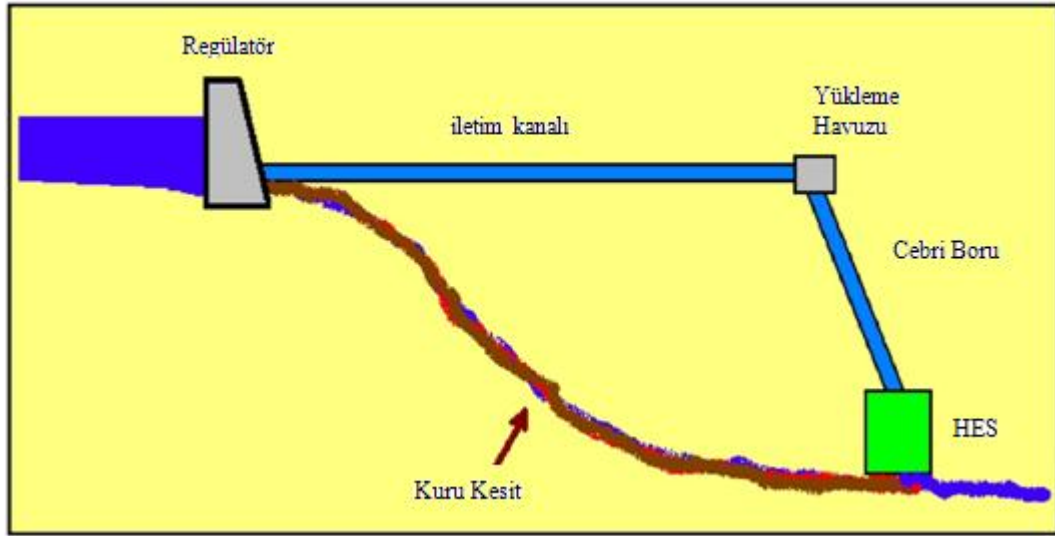
Güney yarımkürenin gelişmiş ülkelerinde, özellikle, iç akıntı akış artımlı yöntemi (IFIM) veya diğer benzer yapılandırılmış yöntemler kullanılmaktadır. Bir grup olarak bu yöntemler kompleks, hidrodinamik habitat modellendirmeye vurgu yapılarak dünya çapında ikinci en yaygın olarak kullanılan uygulamalardır. 10 yıl içinde,

küresel toplamın %8'i olarak bütünsel yöntemlerin ortaya çıkması çevresel akış değerlendirmesinin geliştiği alternatif bir yola işaret etmektedir. Birçoğu senaryo temelli olan söz konusu yöntemler akış düzenindeki değişiklikler arasındaki belirgin bağlara dayanarak tüm akarsu ekosisteminin akış gereksinimlerine ve biyofiziksel çevre için sonuçlarını işaret etmektedir. Son gelişmelerle birlikte, ekosisteme bağlı su geçim kaynaklarının dikkate alınmasını ve göreceli olarak yetersiz bilinen sistemlerde havza ölçeğinde alternatif su kaynağı gelişimleri değerlendirilmektedir. Avustralya ve Güney Afrika merkezli olmasına rağmen, bütünsel yöntemler her yerde dikkate değer ilgi uyandırmıştır. Çevresel akış araştırmasının başlangıç döneminde olduğu ve ekosistemler için su tahsislerinin en azından zamanımızda kısıtlı bilgi ve veriye dayandığı bu yöntemler kullanılarak tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ortaya çıkan sorunlar açısından en iyi yargılama ve risk değerlendirmesi yapılarak bu sorunların en aza indirilmesi gerekmektedir.

3.2 Çevresel Akış Nedir?

Nehirlerdeki habitatların sürdürülebilirliği için gerekli olan akış miktarı olarak tanımlanır. Bu akış, uzun yıllık ortalama akış, düzensiz taşkın olayları ve düşük akımları içeren akımların değişkenliği gibi akış koşullarını kapsayabilir [4].

Akarsularda yapılacak olan regülatörler ve hidroelektrik santrallere ilişkin genel proje formülasyonu aşağı da verilmektedir. Bu projelerde regülatör yerindeki su belirli bir yükseltiye (kota) kadar taşınmakta ve buradan cebri boru vasıtasıyla HES'e düşürülerek enerji üretilmektedir. HES' in yapısı Şekil 3.1' de gösterilmiştir. Böylece regülatör ile HES arasında kalan nehir yatağındaki canlı hayatının devamı için gerekli olan minimum akışın (çevresel akış) hesabı önem kazanmaktadır. Bununla birlikte belirlenecek olan su miktarı, enerji üretiminde kullanılamayacağı için projenin verimliliğini (rantabilitesini) de etkilemektedir.



Şekil 3.1 : Hidroelektrik santral genel proje tasarımı.

Günümüzde bir nehrin biyolojik ihtiyaçlarına dayanan akışın yönetimi konusunda düzenlemeler/yönetmelikler henüz mevcut değildir. Ancak nehirdeki yaşamın varlığını sürdürebilmesi için bırakılması gereken su miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılabilecek pek çok yöntem vardır. Her yöntemde su ekosistemi (canlılar) için en önemli şeyin ne olması gerektiği farklıdır. Bu nedenle bu yöntemler farklı kabullere dayanmaktadır. Aşağıda bu yöntemlere ilişkin değerlendirmeler verilmektedir.

3.3 Çevresel Akışın Ülkemizdeki Uygulamaları

18 Ağustos 2009 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 27323 sayılı yönetmeliğe göre mansapta bırakılması gereken su miktarı aşağıdaki şekildedir.

“Doğal hayatın devamı için mansaba bırakılacak su miktarı projeye esas alınan son on yıllık ortalama akımın en az %10’ u olacaktır. Çevre Etki Değerlendirme (ÇED) sürecinde ekolojik ihtiyaçlar göz önüne alındığında bu miktarın yeterli olmayacağının belirlenmesi durumunda bu miktar artırılabilir. Belirlenen bu miktara mansapta ortaya çıkan diğer su hakları ayrıca ilave edilecek ve kesin proje çalışmaları belirlenen toplam bu miktar dikkate alınarak yapılacaktır. Nehirde son on yıllık ortalama akımın %10’ undan daha az akım olması halinde suyun tamamı doğal hayatın devamı için mansaba bırakılacaktır “

3.4 Çevresel Akışın Dünyadaki Uygulamaları

Dünya çapında, mevcut ve gelecekte öngörülen su ihtiyacının artışı, nehir ve nehir gibi diğer tatlı su ekosisteminin su ve enerji kaynağı olarak geliştirilmesi ve bunların biyolojik çeşitliliğinin korunması arasında karmaşık ve yoğun bir çatışmaya sebep olmaktadır [10]. Akarsuların kendi suları için gereksinimlerini değerlendirmeye, kaynağın tüm kullanıcıları ve kaynağın tabanının kendisi (nehir) arasında su tahsisinde tatmin edici dengeyi mümkün kılmak için giderek büyüyen bir araştırma alanı bu devam eden çatışma ile daha da önem ve hız kazanmıştır. Bu çalışmada akarsu ekosistemlerinin söz konusu sistemlerin dünya çapında giderek artan hidrolojik değişim altyapısı ve sonuç olarak doğan çevresel etkiler karşısında çevresel akış ihtiyaçlarını ele almak için yöntemlerin gelişimi ve uygulanmasının mevcut durumuna küresel bir genel bakış sağlamayı amaçlamaktadır. Mevcut çevresel akış yöntemlerinin ana türlerini vurgulamakta ve gelişmekte olan küresel eğilimlerin nitelendirilmesine vurgu yaparak farklı ülkeler ve dünya bölgelerinde ne ölçüde kullanıldıklarını araştırmaktadır.

3.5 Çevresel Akış Miktarıyla İlgili Uluslararası Yasa ve Sözleşmeler

Karar vericileri bağlayıcı bazı belgeler, ulusal - uluslararası yasa ve sözleşmelerden kısaca bahsederek;

T.C. Anayasa'nın 56. maddesi: Herkesin sağlıklı ve dengeli çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek, Devletin ve vatandaşların görevidir.

CİTES (Nesli Tehlikede Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme) sözleşmesi: Bu sözleşme ile korunan türlerden birinin bulunması halinde bu türün habitatının (yaşam ortamının) korunması taahhüt altına alınmıştır. Bu taahhüdün ihmaline neden olacak her türlü faaliyet, adı geçen sözleşmenin ihlali anlamına geleceğinden durdurulması devletin yükümlülüğü altındadır.

Berlin sözleşmesi (Avrupa Yaban Hayatı ve Yaşam Ortamlarının Korunması Sözleşmesi): Bu sözleşmeye göre 1979 göre korunan alanlardaki habitatların (yaşam ortamlarının) öncelikli olarak korunması gerekir.

Barcelona sözleşmesi: Bu sözleşmeye göre de koruma kapsamı altındaki yerlerin her türlü tahrip edici faaliyetlerden uzak tutulması gerekir.

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi: Bu sözleşme 2000 yılında Türkiye'nin de katıldığı doğanın ve çevrenin korunmasına yönelik uluslar arası sözleşmelerden biridir. Söz konusu sözleşmede de doğal alanların Avrupa düzeyinde korunmasının esas olduğunu içeren temel ilkeler yer almaktadır.

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (Rio 5 Haziran 1992) ve Çevresel Konularda Bilgiye Erişim, Karar Verme Sürecinde Halkın Katılımı ve Yargıya Başvuru Sözleşmesi (Aarhus 25 Haziran 1998): Bu iki uluslararası sözleşmeler de başvurulması doğal ortamlarda herhangi faaliyete karar vermeden önce hatırlanması gereken sözleşmeler olarak bilinmelidir.

Bilindiği gibi T.C. Anayasa'nın 90. maddesine göre temel hak ve hürriyetlere ilişkin uluslararası anlaşmalar imzalanmalarıyla birlikte yürürlüğe girmekte ve iç hukukun bir parçası haline gelmektedir. Yine taraf olduğumuz uluslar arası sözleşmelerin anayasaya aykırılığı ileri sürülemediğinden, yürürlükte olan bir kanunla çelişik hükümler içermesi halinde üstünlüğe sahiptir.

Bütün bunlar, doğal alanların, dolayısıyla çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek gibi anayasal görevlerin yerine getirilmesinde, herhangi iç hukuka yönelik olumsuzluklar içeren hükümlerin iptali mümkündür.

3.6 Küresel Bir Olgu Olarak Akarsu Yönetmeliği

Dünyanın erişilebilir yüzey suyunun yarısından fazlası insanlar tarafından kullanılmaktadır ve bunun 2025 itibarıyla şoke edici bir şekilde %70 oranında artması öngörülmektedir [5]. Sulamalı tarımın birincil kullanımları için, hidroenerji üretimi, sanayi ve evsel tüketim için barajlar, yön değiştirme setleri, havza içi su aktarmalar, akarsu tecridi gibi müdahaleler, çoğunluğu doğal hidrolojik rejimin değişikliklerinden doğan akarsu ekosistemlerinde eşi görülmemiş etkilere dünya çapında neden olmaktadır.

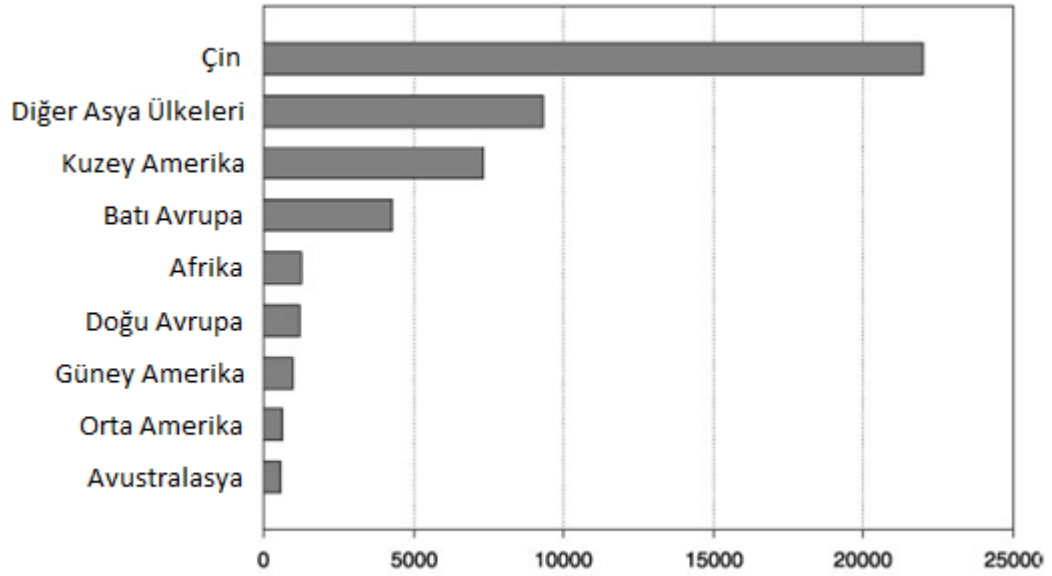
106 birincil su havzasının %46'sının en az bir büyük barajın varlığı ile değiştirilerek, dünyanın nehirlerinin %60'ının hidrolojik değişiklik ile bölündüğü hesaplanmıştır. Dünyanın her yerinden 225 havzayla ilgili yapılan bir çalışmada, havzalardaki 83 (%37) ' ünün büyük miktarda, 54 (%24)' ünün ise orta derecede parçalandığı tespit

edilmiştir. Güney Amerika, Avrupa ve eski Sovyetler Birliğindeki, 139 en büyük akarsu sistemlerinin toplam akıntısının %77'sinin nehir kanallarının büyük miktarda veya az derecede etkilendiğini hesaplanmıştır. Dahası, dünyanın bu güney üçte birindeki geniş alanların düzenlenmiş geniş akarsulardan tamamen yoksun olduğunu gözlemişlerdir [6].

Avrupa Birliğinin üyeleri kendi bölgelerindeki akarsuların %60 ilâ %65'inin akışını düzenlerken, Asya'da sadece düzenlenen tüm akarsuların %50' sinden daha azı birden fazla barajla düzenlenmiştir. Yalnızca ABD'de tüm iç yüzey sularının %85'inden fazlası 6575'den fazla büyük baraj içererek yapay olarak kontrol edilirken, bölgenin 5.1 x106 km akarsularının sadece %2'si ve dereler gelişmemiş ve serbest akar olarak bırakılmıştır [7].

Baraj aracılığıyla akış düzenlemesi 140' tan fazla ülkede 45000' den fazla büyük barajla hidrolojik değişikliğin en yaygın şeklini temsil eder; ilave 800 000 küçük barajın dünya çapında var olduğu tahmin edilmektedir. Bölge bazında ve ülke bazında büyük barajların oranının basitleştirilmiş, özet bir dökümü sırasıyla Şekil 3.2 ve Çizelge 3.1'de verilmiştir. Baraj sayısı sıralamasında dünya toplamının neredeyse yarısına tek başına sahip olan Çin'le beraber en üstteki 5 ülke, dünya çapında tüm büyük barajların yaklaşık %80'ine sahiptir. İlaveten, dünyanın hala var olan büyük barajlarının yaklaşık olarak üçte ikisi gelişmekte olan ülkelerde bulunmaktadır [4].

Bir akarsuyun akış rejimini değişkenlik, büyüklük, sıklık, süre, zamanlama ve değişim sayısı gibi beş kilit bileşen oluşturmaktadır. Biyo-çeşitlilik ve ekosistem bütünlüğünü sürdürmek için yapılan ve devam edilen bilimsel araştırmalar bu beş temel bileşeni merkez alarak yapılmıştır. Nehir ekosistemlerinin üzerinde küresel olarak ilgili ölçeklerde habitat parçalanması vasıtasıyla genetik izolasyondan, biyoçeşitlilikte azalmaya, taşkın yatağında balıkçılığa ve ekosistem hizmetlerine kadar değişen etkilerle hidrolojik değişikliklerin inkar edilemez ekolojik etkilerin (ve zincirleme sosyal ve ekonomik çıkarımların) detaylı tartışmaları bazı bilim adamlarının araştırmalarında sunulmuştur. Sayısız bölgesel ve/veya ülkeye özgü konu hakkında tartışmalar vardır.



Şekil 3.2: Büyük barajların mevcut bölgesel dağılımı [8]

Çin ve Avustralasya (Avustralya, Yeni Zelanda, Papua Yeni Gine ve Fiji) Asya'nın geri kalanından ve Orta Amerika (Meksika dâhil) Güney Amerika'dan (ABD ve Kanada) ayrı değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1 : Büyük barajların sayısı bakımından ilk 20 ülke [9].

ÜLKE	Barajların Dünya Sicili 1998	ICOLD	Diğer Kaynaklar	Toplam Baraj Oranı (%)
1 * Çin	1855		22000	46,2
2 * ABD	6375		6575	13,8
3 *Hindistan	4011		4291	9,0
4 *Japonya	1077		2675	5,6
5 *İspanya	1187		1196	2,5
6 Kanada	793		793	1,7
7 Güney Kore	765		765	1,6
8 Türkiye	625		625	1,3
9 Brezilya	594		594	1,2
10 Fransa	569		569	1,2
11 Güney Afrika	539		539	1,1
12 Meksika	537		537	1,1
13 İtalya	524		524	1,1
14 İngiltere	517		517	1,1
15 Avustralya	486		486	1,0
16 Norveç	335		335	0,7
17 Almanya	311		311	0,7
18 Arnavutluk	306		306	0,6
19 Romanya	246		246	0,5
20 Zimbabwe	213		213	0,4
Diğerleri	3558		3558	7
Toplam	25423		47655	100

3.7 Çevresel Akış Değerlendirmesi Biliminin Gelişimi

Bir nehrin akış düzeninin su kaynağı geliştirme ve yönetimi amacıyla bütünlüğünü koruyarak veya ekosistemin kabul edilebilir seviyede bozunması ile doğaldan hangi ölçüde değiştirilebileceğinin belirlenmesi ihtiyacının tanınması göreceli olarak yeni çevresel akış değerlendirme biliminin gelişimine ivme kazandırmıştır [8]. Bir nehir için çevresel akış değerlendirme (ÇAD) basitçe ekosistemin belirlenmiş, değerlendirilmiş özelliklerini sürdürmek için bir nehrin orijinal akış düzeninin ne kadarının ondan aşağıya ve taşkın yatağı üzerine akmaya devam edeceğinin bir değerlendirmesi olarak tanımlanabilir [10]. Bir ÇAD, her biri ekosistemin gelecek durumu bakımından önceden belirlenmiş bir amaca bağlı olan çevresel akış gereksinimleri (ÇAG), nehir için olası değiştirilmiş hidrolojik rejimlerin bir veya daha fazla tanımını üretir. Örneğin, bu amaçlar çeşitli suda ve nehir kenarında

yaşayan biyolojik canlılar ve kaynaktan denize bileşenleri dâhil ticari balık türlerinin üretimini artırmada, belirli tehlike altındaki türleri korumada veya bilimsel, kültürel veya sosyal değerlerin özelliklerini korumada tüm akarsu ekosisteminin sürdürülmesi veya güçlendirilmesine yöneltilebilir.

Genellikle, ÇAD' lar zaten düzenlenmiş veya önerilen su kaynağı geliştirmelerinin odak noktası olan akarsu sistemleri için yapılır fakat son zamanlarda akarsu restorasyonunun akışa ilişkin yönlerine de önem verilmektedir. ÇAG' ları öngörmek için yöntemlerin ortak gelişimi Amerika Birleşik Devletlerinin batısında 1940' ların sonunda başladı. 1970 lerde öncelikle yeni çevre ve taze su mevzuatı ve baraj yapım çağıyla uyumlu olarak ÇAG' ların nicel olarak belgelenmesi için su planlama topluluğunun talepleri sonucu etkileyici bir gelişme kaydedildi [4]. ABD dışında, kullanım için çevresel akış yöntemlerinin tesis edildiği yol daha az belgelenmiştir. Birçok ülkede, süreç ancak 1980lerde (örn. Avustralya, İngiltere, Yeni Zelanda ve Güney Afrika) veya daha sonra (örn. Brezilya, Çek Cumhuriyeti, Japonya, Portekiz) belirgin bir zemin kazandı. Dünyanın farklı ülkelerinde farklı amaçlar için (balıkçılık, akarsu kirlenmesi vs.) bu konunun gelişimine büyük katkı sağlamıştır. Ülkemizde de bu konuyla alakalı akarsu kirlenmesi yönünden düşük akımların istatistiki analizini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır [9]. Dünyanın doğu Avrupa dâhil diğer kısımları ve Latin Amerikanın büyük kısmı, Afrika ve Asya özellikle çevresel akış sorunlarıyla uğraşan çok az basılı literatürle alanda çok az ilerlemiş görünmektedir.

3.8 Çevresel Akış Yöntemlerinin Türleri

Zamanla incelenen, ÇAG' ları ele alan resmi yöntemlerle ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur. Tanımlanan çevresel akış yöntemlerinin çoğunluğu grup sınıflandırmalarında yazarlar arasında farklılıklar olmasına karşın makul derecede farklı dört sınıfı içinde gruplandırılabilir. Bunlar, hidrolojik, hidrolik derecelendirme, habitat simülasyonu (veya derecelendirmesi) ve bütünsel yöntemler olmak üzere bu dört yöntemtürü bu tezde detaylı olarak incelenmiştir.

Genellikle masaüstü çevresel akış yöntemleri (ÇAY) olan hidrolojik yöntemler çevresel akış tavsiyelerinde bulunmak için genellikle tabiiyeti değiştirilmiş tarihsel aylık veya günlük akış kayıtlar şeklinde hidrolojik veri kullanımına dayanır. Bunlar genellikle nehir sağlığını, taze su balıkçılığını, diğer vurgulanan ekolojik özellikleri

kabul edilebilir bir seviyede sürdürmek için tasarlanmış ÇAG' ları temsil eden sıklıkla yıllık, mevsimsel veya aylık bazda minimum akışı belirleyen bir takım akış oranlarının olduğu sabit oranlı veya taramalı tablo yöntemleri olarak anılırlar [11]. Bazen, su tutma değişkenlerini içeren hidroloji temelli ÇAY' leri hidrolik, biyolojik ve/veya jeomorfolojik kriterleri dikkate almak veya çeşitli hidrolojik formülleri veya endeksleri birleştirmek için değiştirilmiştir. Örneğin, Ubertini ve ark. (1996), Gordon ve ark (1992), Stewardson ve Gippel (1997) ve Smakhtin (2001) ölçülmüş veya ölçülmemiş su toplamaları için daha sonra akış endekslerini çıkartmak için kullanılan iyi tesis edilmiş hidrolojik ve bölgeselleştirme tekniklerinin birçoğunu incelemiştir. Hızlı, kaynak dışı yoğun fakat düşük çözünürlüklü çevresel akış hesaplamaları sonucunda hidrolojik yöntemler su kaynağı geliştirme seviyesinin planlanmasında veya hazırlık akış hedefleri olarak kullanılabildikleri düşük uyumsuzluk durumlarında en uygun olarak değerlendirilmiştir [5].

1970lerden itibaren, başlangıçta Kuzey Amerika'da ve bununla birlikte hidrolojik ÇAY' lerinde , ÇAG' ları hesaplamak için su ürünleri habitatı gibi bir iç akıntı kaynağının kalitesi ve miktarı ve boşaltma arasında nicelendirilebilir bir ilişki kullanan yöntemler hızlı bir şekilde gelişim göstermiştir. Bunlar ilk kez özgün, ekonomik veya sosyal olarak önemli balık türlerinin geçişi, yumurtlaması, büyümesi ve diğer akışa ilişkin bakım gereksinimlerine özel önem vererek habitatın boşalması ve yeraltına akışında özel artışların etkisini incelemişlerdir. Bu temelden, hidrolik derecelendirme ve habitat derecelendirme ÇAY olmak üzere iki grup kesit-bazlı yöntem geliştirmiştir [12].

Ayrıca bilinen veya hedef biyolojik canlılara sınırlandığı varsayılan habitat etkenleri yerine geçmek üzere genellikle tek, sınırlayıcı nehir kesitlerinde ölçülen ıslatılan çeper veya maksimum derinlik gibi basit hidrolik değişkenlerdeki değişiklikleri kullanan yaklaşımlar için "hidrolik derecelendirme" (aynı zamanda habitat muhafaza olarak bilinir) yöntemleri terimi getirilmiştir. Kapalı varsayım değiştirilen akışlarda seçilen parametrenin bazı eşik değerini sağlayarak biyolojik canlıların ve/veya ekosistem bütünlüğünü sürdürecektir olmasıdır. Çevresel akışlar boşaltma karşısında ilgi konusu değişkeni işaretleyerek hesaplanmaktadır. Genellikle habitat kalitesinin altında önemli derecede bozunduğu eşik değer olarak yorumlanan bir kırılma noktası karşılık eğrisinde saptanır veya minimum ÇAG habitatta sabit oranda bir azalma üreten boşaltma olarak belirlenir.

Tharme, mikro-habitat veya habitat modellendirme teknolojileri olarak da anılan daha karmaşık habitat derecelendirme veya simülasyon yöntemlerinin öncüleri olarak değerlendirmiştir [5]. Bu teknikler bütünleştirilmiş hidrolojik, hidrolik ve biyolojik karşılık verisi temelinde farklı akış rejimleri altında hedef türlerin veya kümelerine mevcut fiziksel habitatın iç akıntısının miktarı ve uygunluğunun detaylı analizleri temelinde ÇAG' ları değerlendirmeye girişmiştir. Genellikle, fiziki mikro-habitatta akışa ilişkin değişiklikler yaygın olarak derinlik, hız, alt katman bileşimi, örtü ve son zamanlarda akarsu çalışmasının eriştiği çoğul kesitlerde toplanan (örn, dip kayma gerilimi) karmaşık hidrolik endeksler gibi bir veya daha fazla hidrolik değişkenler hakkındaki veriyi kullanarak çeşitli hidrolik programlarda modellendi. Taklit edilen habitat koşulları sıklıkla mevsimsel olarak tanımlanan habitat uygunluk endeksi eğrileri kullanılarak resmedilen hedef türler, yaşam aşamaları, kümeler ve/veya etkinlikler için uygun olmayan habitat koşullarının tercih edilen dizisi hakkında bilgiye bağlanmıştır. Genellikle biyolojik varlıklar için habitat boşalması eğrileri şeklinde veya habitat süresi ve genişletilmiş aşma serileri olarak ortaya çıkan sonuçlar ÇAG olarak optimum akışları kestirmek için kullanılmıştır.

İlk araştırmacılar sadece yukarıdaki üç yöntemi kabul ederken dördüncünün “bütünsel yöntemlerin” doğuşu ilk olarak Tharme, tarafından belgelenmiştir ve sonraki çoğu incelemelerde açıkça değerlendirilmiştir [5].

Akarsu yönetimine ve özellikle ÇAD' lara bütünsel bir ekosistemler yaklaşımı on yıldan uzun süredir taze su ekolojistleri tarafından savunulmuştur ve daha yakın zamanda bilimin gelişiminin başlıca yönlerinden biri olarak ilan edilmiştir [13].

Bütünsel yöntemler tüm akarsu ekosisteminin ÇAG' ları ele almaya doğru başlangıçtan açık bir grup ÇAY grubu oluşturmaya odaklanan ortak bir kavramsal kaynaktan doğmuşlardır. Güney Afrika ve Avustralya'da, Kuzey Amerikanın yüksek profilli taze su balıkçılığından yoksun ve tüm nehirlerin ve onların sıklıkla çok az bilinen biyolojik varlıklarını korumayı sağlamaya vurgu yapan ülkelerinde habitat simülasyon ÇAY üzerinde hızla üstünlük kazanmışlardır.

Bütünsel bir yöntemde, önemli ve/veya kritik akış olayları akarsu ekosisteminin bazı veya tüm belli başlı bileşenleri ve özellikleri için akış değişkenliğini tanımlayan kriterlerin seçilmesi bakımından saptanır. Bu, tabandan yukarıya veya son zamanlarda daha sıkça yukarıdan aşağıya veya çok disiplinli deneyim ve girdi

gerektiren bir ayarlama (kombinasyon) süreci aracılığıyla yapılır [5]. Çoğu yaklaşımın temeli ay ve ay (veya daha sık) ve her bir unsurun değiştirilmiş sistemde belirli ekolojik, jeomorfolojik, su kalitesi, sosyal veya diğer amaçları elde etmek için tasarlanan akış rejiminin iyi tanımlanmış bir özelliğini temsil ettiği tabandan yukarıya değiştirilmiş bir akış rejiminin sistematik inşasıdır [13]. Tersine yukarıdan aşağıya, genellikle senaryo bazlı yaklaşımlarda çevresel akışlar kritik akış özelliklerinin veya süreçlerinin herhangi bir ihmali nedeniyle tabandan yukarıya doğru doğal (veya referans) akış rejiminden kabul edilebilir derecede uzaklaşma bakımından tanımlanır.

En gelişmiş bütünsel yöntemler akarsu ekosisteminin ÇAG' ları tesis etmek için modüler bir çerçeve içinde önceden tartışılan 3 ÇAY' da öne çıkan hidrolojik, hidrolik ve fiziksel habitat analizi için birçok aracı olağan olarak kullanır. Hepsinden önemlisi, bugünlerde özellikle ÇAD' larında gereken öngörü yeteneklerine sahiplerse girdi olarak nicel akış ekoloji modellerine dayanma eğilimi göstermektedirler [5].

Tharme, bütünsel unsurları birleştiren fakat yetersiz gelişmiş metodolojik çerçeveler içinde birleştiren kısmen bütünsel ÇAY' leri dâhil yukarıdaki dört türün birinden daha fazla özellikleri taşıyan yöntemlerin çeşitli dizisini kabul etmiştir [5]. Bu yöntemler bu amaçla kullanılma potansiyeli olan veya uyarlanan ilk ilkelere ÇAD' leri için tasarlanmamış çeşitli diğer tekniklerin yanı sıra bu tezin amaçları için “kombinasyon” teknolojiler olarak sınıflandırılmıştır. Her iki gruptan yöntemler “Çok değişkenli istatistikî” teknikler olarak sınıflandırılmıştır.

4. YAKLAŞIM

Bugüne kadar, dünyanın çeşitli bölgelerinde ÇAD’ leri için kullanılan çeşitli yöntem türlerinin sayısı veya onların uygulamaları ile ilgili çok az sayıda değerlendirme vardır. Bu tez, yöntem başına uygulama sayısı hakkında yayınlanmış bilgi ülkelerin çoğunluğu için yetersiz olduğundan, detaylı konularda sadece bilgisi bulunan en son istatistiki çalışmaları ele almaktadır. Bir istisna olarak Amerika Balıkçılık Topluluğu tarafından yapılan iki istatistiki olmayan araştırmanın sonuçlarına dayanarak iç akıntı akış artırımı yöntemi Kuzey Amerika’ da uygulayarak ÇAY olarak bir değerlendirmesini sunduğu rapor da çeşitli değerlendirmelerde kullanılmıştır.

Bu tezdeki vurgu konusu (taşkın alanları ve bağlı sulak araziler dâhil) akarsu ekosistemleri hakkındadır. Buradaki amaç, söz konusu bilgi yukarıda belirtilen literatür incelemelerinde kolayca bulunabildiğinden belirli yöntemlerin özelliği, güçlü yönleri, eksiklikleri veya durum uygulamalarının kusursuz bir incelemesini vermek değildir.

Akarsu ÇAY’ lerindeki küresel eğilimler verisi, 2002 yılının Şubat ayında ÇAD alanının başlangıcından beri mevcut verinin uluslararası incelemesinin ilk bulgularından türetilmiştir. Bu çalışma uluslararası alanda yapılan erişilebilir çeşitli çalışmalar incelenerek bunlar arasında gayriresmi bir bağlantı sağlamak ve çevresel akış değerlendirmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Daha kapsamlı bir araştırmanın yeni veya ilave bilginin bulunduğu diğer ülkeleri belirtmesinin muhtemel olduğu kabul edilmiştir. Devam eden politika ve düzenleyici reformlara ilaveten su kaynağı geliştirmek için gittikçe yoğunlaşan bölgesel planlara güçlü bir şekilde bağlı ÇAY’ lerinin tesisi ve uygulamasıyla alan hızla genişlediğinden çok faydalı bir alanda yapılmış olan bir çalışmadır.

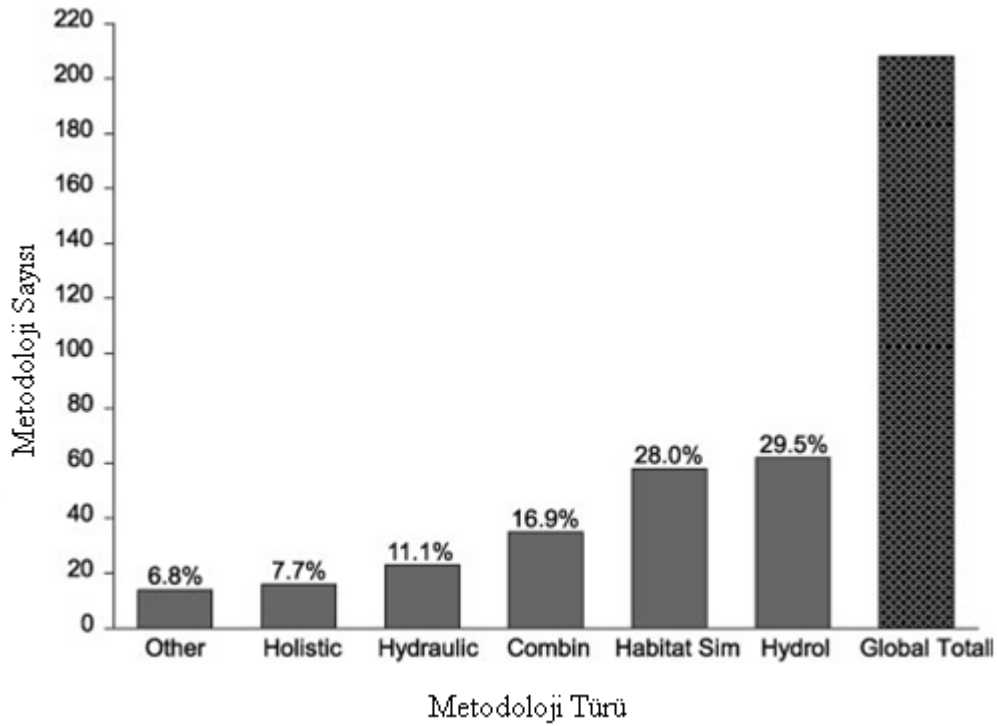
Bilginin mevcut olduğu her ülke için yerel olarak geliştirilen ve/veya uygulanan yöntemler yukarıda tanımlanan altı türden birine tayin edilmiştir. Bu tarihsel olarak kullanılmış fakat son zamanlarda yerini diğer yaklaşımlara bırakmış görünen ÇAY’ ni de kapsamaktadır. Gelecekte kullanım için önerilen ve/veya gerçek uygulamalarının hiçbir kanıtının bulunamadığı yöntemler sıralanmış fakat analize

dahil edilmemiştir. Ara sıra, literatür kaynaklarından elde edilen bilgi nitelik olarak örneğin, “çeşitli hidrolojik endekslerin” kullanımına veya çoklu kesit analizi ve akış süresi eğrisi analizleri gibi jenerik yaklaşımlara yapılan referanslarla özgünden ziyade geneldir. Bu tür durumlar dahil edilmiş fakat kendi başına ele alınmıştır. Birçok örnekte, çevresel akışlar tavsiye etmek için tesis edilmiş bir yöntemle bağlantılı olarak veya tek başına profesyonel kanaat kullanılmıştır. Sadece ilk durumda kullanımı bağımsız bir yaklaşım olarak sayılmıştır. Yaklaşımların çoğunlukla literatürün ana akımında az belgelenmesi nedeniyle kolayca bir yöntem türüne tayin edilemediği durumlarda, “diğer” sınıfı altında sınıflandırılmıştır. Belirli bir yöntemi geliştirenlerin veya kullanıcıların bir isim vermediği durumlarda, referans kolaylığı için bir isim verilmiştir. Sonuçların uygulama sıklığına değil ama basitçe farklı yöntemlerin sayısına dayanmasına rağmen, bir ÇAY’ nin öncelikli kullanımının açık kanıtı varsa bu vurgulanmıştır.

Bölgesel ölçekte analizler için, ülkeler her bir bölge içinde mevcut bilgi miktarı dikkate alınarak jeopolitik benzerliklerine göre gruplandırılmıştır. Bu nedenle (birçoğu ilaveten eyaletlere bölünen) ülkelerin bölge başına sayısı değişkendir. Diğer potansiyel önyargı kaynakları dünyanın geri kalanının tersine Kuzey Amerika’daki çevresel akış sorunları hakkındaki belgelenen bilginin orantısız büyük hacmi ve konunun mevcut derinliğine incelemelerinin çoğunun Kuzey Amerika, Avustralya, Güney Afrika ve Yeni Zelanda araştırmacıları tarafından yazılmış olduğu gerçeğidir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tamamen kapsamlı olmamasına rağmen dünyanın her yerinde çeşitli ülkeler tarafından uygulanmış ve/veya uygulanmakta olan akarsular için Şekil 5.1’ de gösterildiği gibi münferit çevresel akış yöntemlerinin tür bazında sayılarının bir özetini vermektedir.



Şekil 5.1: Küresel toplama kıyasla dünya çapında kullanımda olan her türden çevresel akış yöntemlerinin sayısı ve göreceli oranları.[11]

5.1 Çevresel Akış Yöntemlerindeki Küresel Eğilimler

Yukarıda belirtilen altı ana tür içinde en az 207 ayrı yöntem altı geniş dünya bölgesi içinde 44 ülke için kullanımda olduğu bilinmektedir. Yöntemlerin gerçek uygulaması sıralanan toplam 51 ülkenin yedisi hariç tümü için barizdir ve Şekil 5.1. ‘de gösterilmiştir. Ayrıca birçok diğer ülkenin hala akarsu ekosistemleri için ÇAY’ lerini teklif etmenin veya uygulamanın başlangıç aşamalarında olması da oldukça muhtemeldir.

5.2 Hidrolojik Tabanlı Akış Yöntemleri

Bu güne kadar uygulanan toplam 61 farklı hidrolojik indekslerle veya tekniklerle (habitat simülasyon ÇAY' leri ile %30'u yakından izlenmiştir) kaydedilen yöntemlerin toplam sayısının en yüksek oranını hidroloji bazlı ÇAY' leri oluşturmaktadır. Bunlardan çok azı zaman içinde kullanılamaz hale gelmiştir ve büyük çoğunluğu ya orijinal şekliyle veya farklı hidrolojik bölgeler ve akarsu ekotürleri arasında aktarılabilirliği iyileştirmek için bir derece değişiklikle bugünde kullanımdadır.

5.2.1 Tennant (Montana) yöntemi

Tennant (veya Montana) yöntemi (1976) orijinal veya değiştirilmiş haliyle en az 25 ülkede kullanılmaktadır. Bu yöntemin tercih edilmesinin en önemli nedeni basitliği ve kullanım kolaylığıdır. Farklı iki 6 aylık periyot için akış rejimi, yaban hayatı, rekreasyon ve benzer çevresel değerlerle ilgili akış şartlarını tanımlamak için yıllık ortalama akışın (YOA) bir yüzdesini kullanır. Tennant, bunlara Ekim-Mart ve Nisan-Eylül dönemi tavsiye edilen baz akım rejimleri adını vermiştir [3].

Görünüşte standart koyma yaklaşımı olmasına rağmen, Tennant (1976) ve ABD Balık ve Vahşi Yaşam Hizmetleri tarafından Amerika'da geliştirilen yöntem geliştirilmesinde içerdiği dikkate değer miktarda habitat, hidrolik ve biyolojik veri toplanmasıyla birçok diğer hidrolojik yöntemlerden ayrılır. Tavsiye edilen minimum akışlar olarak Çizelge 5.1' de de gösterildiği gibi mevsimsel bazda akarsu durumunun farklı sınıflarına ortalama veya vasati yıllık akışın farklı oranlarını bağlayan bir tablo içerir. Akışa ilişkin durum sınıfları "zayıf ve minimumdan" (%10 YOA) "optimum diziye" (%60-100 YOA) değişir. En az 25 ülke ya çeşitli hidrolojik, jeomorfolojik, ekolojik veya set bazlı kriterler (örn. Tessman ve Bayha modifikasyonları, Dunbar ve ark, 1998) temelinde değiştirilmiş bir şekilde Tennant tarafından açıklandığı orijinal haliyle veya basitçe YOA' nın çeşitli oranlarını veya dizilerini (sıklıkla gelişigüzel belirlenen) kullanarak yöntemi uygulamıştır. Temel yaklaşımın birçok şekli özellikle Kuzey Amerika'da bulunmaktadır ve balık ekolojisi, akış süresi tahminleri ve ortalama aylık akış indeksinin uzman bilgisinin

eklenmesiyle Alaska’da kullanılmak üzere yöntemin değişikliğinin bir örneğini vermiştir.

Çizelge 5.1: Tennant (Montana) yöntemi (1976) [3].

Genel Akış Koşullarının Tanımı	Tavsiye Edilen Akış (YOA’ ın yüzdesi olarak) Ekim- Mart	Tavsiye Edilen Akış (YOA’ ın yüzdesi olarak) Nisan- Eylül
Taşkın veya maksimum	%200	%200
Optimum aralıkta	%60-100	%60-100
Mükemmel	%40	%60
Çok iyi	%30	%50
İyi	%20	%40
Orta	%10	%30
Zayıf	%10	%10
Çok az	<%10	<%10

5.2.2 7Q10 düşük akımı

7Q10 indisi en yaygın kullanılan indistir. 7Q10 indisi, günlük akış datasını kullanarak 10 yıllık periyottaki 7 günlük düşük akış olarak ifade edilir. Çeşitli ülkelerde çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Bu yöntem, genel olarak, atık sular, kuraklık durumlarında yerleşim alanlarının korunması ve su ortamlarındaki hayatın sürdürülebilirliğini devam ettirebilmek için kullanılır. Genellikle, iyi sonuçlar vermesine karşılık bazı durumlarda daha fazla su bırakılması gereklidir [14].

Ancak bu yöntemin asıl (orijinal) kullanım alanı kirlilik kontrolü için su kalitesi standartlarının belirlenmesine katkıda bulunmaktadır. Amerikan Balıkçılık ve Yaban Hayatı Servisi 1981 yılında, geçmişte bu yöntemin su ekosisteminin korunması için gerekli minimum akışın saptanmasında kullanımının hatalı olduğunu ifade etmiştir.

5.2.3 Diğer 7Q düşük akımları

Bu yöntemleri 7Q1, 7Q2, 7Q5, 7Q20 ve 7Q25 şeklinde sıralayabiliriz. Bunlardan özellikle 7Q2 ve 7Q20 akışları eko-sistemlerin korunması ve yerleşim alanlarındaki durumun ölçütü olarak kullanılır. Ayrıca atık su ve nehirlerden su alınması konusunda sınırların belirlenmesinde kullanılır. Sürekli ve süreksiz nokta kaynak akışları için temel tasarım akışının bulunmasına da yarar.

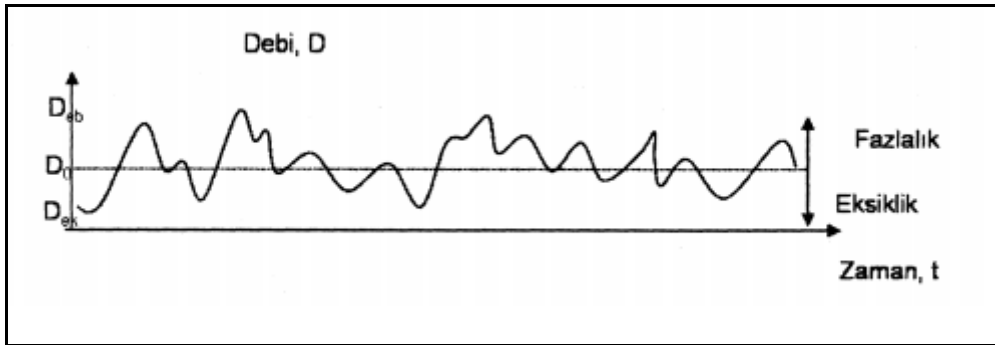
7Q5 ve 7Q25 akımları kritik düşük akımlar ve yüksek kaliteli balıkçılık çalışmalarında yararlıdır. Yıllık 7-gün düşük akım (7Q1; veya yıllık ortalama 7-gün ortalama en küçük akış) mesela İngiltere’de su kullanım izinlerinin alınması için bir

seçenektir [14].

5.2.4 Debi süreklilik eğrisi (DSE)

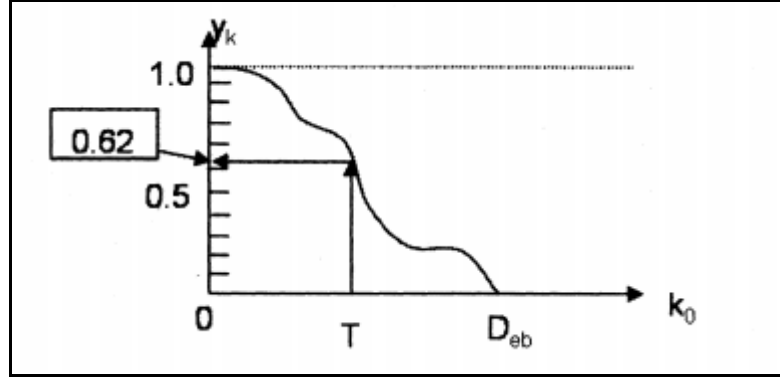
Bir akarsu kesitinde yapılan en düşük ve en büyük akımlarla bunlar arasındaki tüm gözlenmiş akımları esas alarak o kesitteki akışın davranış biçimi hakkında bilgi sağlar. Özellikle günlük akış serilerinin kullanılması ile elde edilen DSE istenilen bir debi değerinin zamanın kaçta kaçında mevcut olduğunu gösterir. Genel olarak, bu eğrinin %70 - %99 aralığı tasarım amaçlı düşük akım aralığı veya $Q_{70} - Q_{90}$ aralığı olduğu ifade edilir. Mesela, Q_{95} zamanın %95' inde aşılması beklenen akış olarak yorumlanır. Q_{95} ve Q_{90} akımları akademik çalışmalarda ve değişik ülkelerde kamu kuruluşları tarafından düşük akım göstergesi olarak alınır.

Kuraklık incelemesi, haznelerin işletilmesi, küçük akarsularda hidroelektrik enerjisi elde etme çalışmaları ile su kaynaklarının planlanmasında işlenmiş verilerin başında debi süreklilik çizgisi gelir. Bunun esas debi gidiş çizgisinin değişik seviyelerde kesilerek, kesim seviyesi üzerinde kalan debi zamanlarının tüm zamanın yüzdesi olarak ifade edilmesi ile ortaya çıkar. Şekil 5.2' de bir debi gidiş çizgisinin sabit D_0 kesim seviyesinden kesilmesi ile ortaya çıkan durum gösterilmiştir.



Şekil 5.2: Debi gidiş çizgisi kesimi

Böyle bir kesimde karşımıza önce kesim seviyesinden büyük ($D > D_0$) ve küçük ($D < D_0$) debi değerleri ortaya çıkar. Bunlara su fazlalığı ve eksikliği adı da verilir. D_0 ' dan büyük debilerin sayısı n_k ise tüm kayıt boyunca bunun aşılması yüzdesi $y_k = n_k/n'$ dir. Böylece verilen her D_0 kesim seviyesi için bir aşma yüzdesi bulunur. Mantık olarak kesim seviyesinin artması, bundan büyük olan debilerin sayısında azalmaya ve dolayısıyla aşılma yüzdesi y_k nın azalmasına sebep olur. O halde, D_0 ile y_k arasında ters orantı mevcuttur. Doğrusal olmayan bu ters orantı temsili olarak Şekil 5.3 ' de verilmiştir.



Şekil 5.3: Debi süreklilik eğrisi

Böylece yatay ekseninde girilen bir debi değerine düşey ekseninde karşı gelen 0 ile 1 arasındaki sayı, aslında o debinin aşılma yüzdesini gösterir ki buna aynı zamanda aşılma ihtimali adı da verilir. DSE 30 yıldan uzun geçmiş verilerden elde edilmiş ise bunlar uzun vadeli akım karakteristiklerinin güvenilir olarak belirlenmesinde kullanılabilir. DSE' den yararlanarak su ile ilgili hidro-elektrik enerjisi, sulama, su temini, sürüntü maddesi ve su kirlenmesi ön çalışma ve planlamaları yapılabilir.

Mesela bir hidroelektrik santralinin istenilen enerji üretimi için hergün $D \text{ m}^3/\text{sn}$ ' lik bir debiye ihtiyaç vardır. Bu santralin yapılacağı bir yerdeki akım gözlem istasyonu (AGİ)' de önceki yıllardan hazırlanmış debi süreklilik çizgisi Şekil 5.3' de verildiğine göre bu debinin T yıllık bir zaman süresinde ne kadar yetersiz olacağını hesaplamak için debi süreklilik eğrisinde debi ekseninden girilerek D' ye karşı gelen yüzde (mesela 0,62) okunur. İşte bunun T ile çarpılması sonunda bulunan değer bu debinin aşılacağı zaman süresini verir. Bunun T' den çıkarılması ile enerji üretimine yetmeyecek debi zamanı bulunur.

DSE bir akarsuyun geçmiş gözlemlerinin en büyük ve en küçük debileri arasındaki debi miktarları için zaman debi davranış şeklini ortaya koyar. Ancak, en büyük debiden daha büyüğü veya en küçük debiden daha küçüğü bu eğri vasıtası ile bulunamaz. DSE havzaların karakteristiklerini karşılaştırmak içinde kullanılır. Bunun için bir akarsu havzasında bulunan değişik AGİ' ları için çizilen debi süreklilik eğrileri aynı eksen takımında gösterildikten sonra bunların aritmetik ortalaması alınarak, o havzayı temsil edecek bir ortalama DSE' ne ulaşılabilir. Benzer işlemlerle başka havzalarında ortalama debi süreklilik çizgileri elde edilerek bunlarında aynı eksen takımında gösterilmesi ile havzaların kıyaslamalı yorumlarının yapılabileceği bir grafik elde edilir. Bir su kuvveti tesisinin güvenilir gücünün belirlenmesi bir

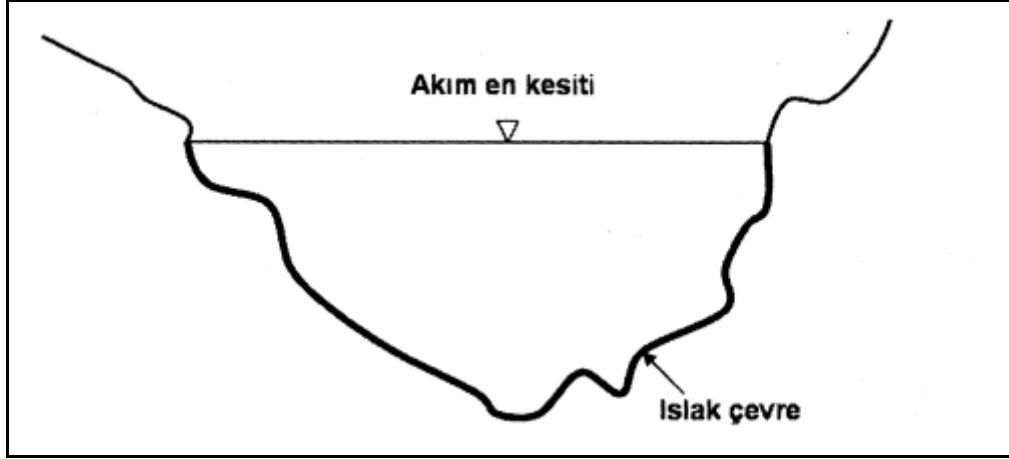
akarsuda yılda 180 gün gibi belli bir süre mevcut olması gerekli debi, DSE kullanılarak belirlenebilir.

DSE' nin günlük olarak elde edilmesinde 1 Ekim – 30 Eylül arası su yılı esas alınır. Böylece düşük akımlı aylar da hesaba katılmış olur. DSE' nin aylık olarak da çizilmesi mümkündür. Bu düşük aylar veya kar erimesinin olduğu Nisan-Mayıs ayları için de yapılabilir. Pratik uygulamalarda, bir de 5 yıllık DSE' lerinin hesaplanması yararlıdır. Sonuç olarak, DSE' leri yıl içinde (su yılı) günlük, ay içinde günlük, 5 yıl içinde günlük veya aylık ve tüm geçmiş gözlem süresince günlük, aylık veya yıllık olarak da çizilebilir. Bu sürelerde ortalama debilerle çalışılabileceği gibi en küçük veya en büyük debilerle de çalışılarak ortalama DSE' ni yukarıdan ve aşağıdan sınırlayan uç (ekstrem) debilerin süreklilik çizgileri de elde edilebilir.

Bazı akarsu havzalarında hidrolojik değişkenlerin kayıtları ya yoktur veya çok kısadır. Bu havzaların verimlerinin tayin edilmesi için komşu ve benzer havzaların DSE' lerinden istifade edilir. DSE zaman serisi şeklindeki bir su eğrisini eklenik (kümülatif) sıklık haline dönüştürür. Günlük ortalama debi süreklilik eğrileri yıllıklardan daha dik eğimlere sahiptir. Bu eğride akarsu havzasının karakteristik özellikleri yansır. Akarsuyun fazlaca yeraltı suyundan beslenmesi durumunda eğri eğimleri yataya yakın, çok fazla taşkınlara maruz kalmış, yeraltından az beslenen ve bu nedenle de kuraklığı fazla olan havzalarda ise eğimler daha diktir. Kuraklık süreleri hakkında bu eğri bilgileri verir [14].

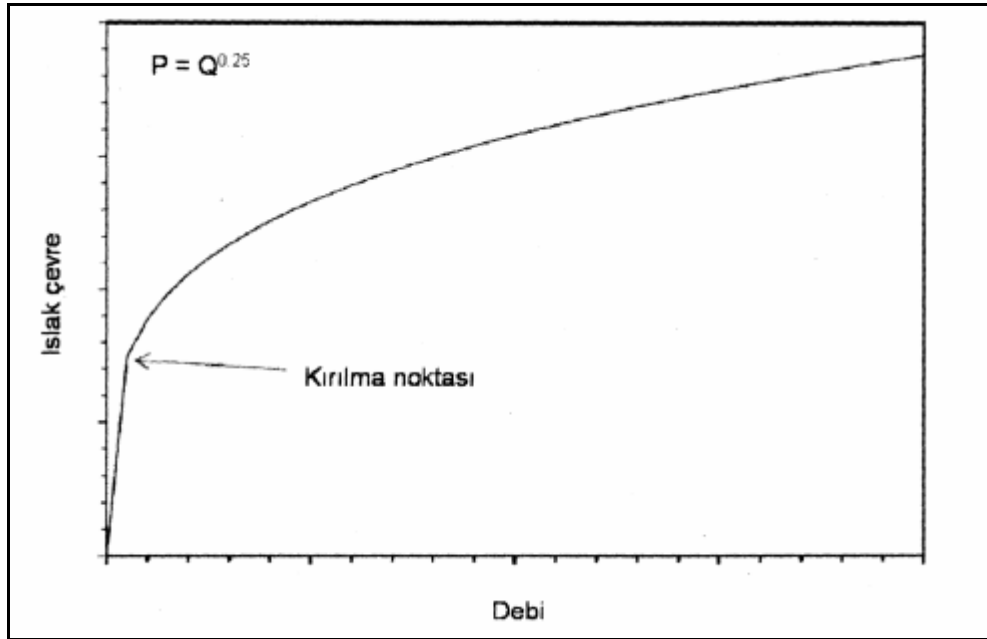
5.2.5 Islak çevre yöntemi

Bu daha ziyade balık beslemelerinin bir düşük akım göstergesi olarak kullanılır. Islak çevre en büyüklendiğinde gerek balıklar için gerekli besin miktarı gerekse suda yaşayan canlılara sağlanan destek en büyüklenmiş olur. Islak çevre Şekil 5.4' te gösterilmiştir.



Şekil 5.4: Islak çevre

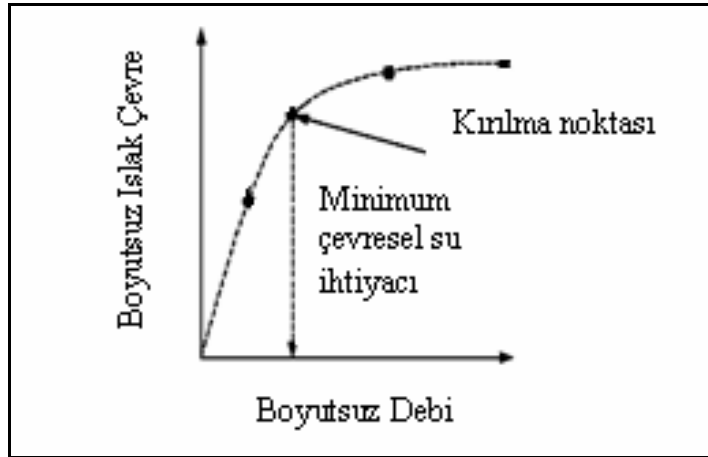
Hayat alanlarının korunması için gerekli olan en düşük akım, akıştaki artışın ıslak çevrede büyük artışlar meydana getirmediği akım olarak tariflenir. Burada bir akarsuyun en kesitinin ıslak çevresi ile o kesitten geçen akış miktarı arasındaki ilişki söz konusudur. Böyle bir ilişki Şekil 5.5 ' de gösterilmiştir.



Şekil 5.5: Islak çevre eğrisi ve kırılma noktası misali

Burada kırılma noktası olarak eğrinin ilk defa azalmaya başladığı nokta alınır [14]. Islak Çevre Yöntemi 'nde; nehir yatağının genişleyerek su hızının ve su derinliğinin azaldığı kritik kesitlerde ıslak çevre (akarsu yatağının suyla temas halindeki çevresi) ile debi arasındaki ilişkiden yararlanılır. Bu amaçla boyutsuz debi ve boyutsuz ıslak çevre büyüklükleri söz konusu kesite ait eşel enkesit parametrelerinden yararlanılarak hesaplanır ve bu iki parametre Şekil 5.6' de gösterildiği gibi grafiğe

aktarılır. Grafiğin kırılma noktasına karşılık gelen boyutsuz debi değerinden yararlanılarak hesaplanan debi, minimum çevresel/ekosistem su ihtiyacı olarak tanımlanır. Kırılma noktasından önce debide meydana gelen küçük değişimler ıslak çevrede dolayısı ile sucul canlıların yaşam alanlarında büyük değişimlere neden olmaktadır. Kırılma noktasından sonra ise debide meydana gelen büyük değişimler ıslak çevrede çok az değişime (ihmal edilebilir) neden olmaktadır. Bu yaklaşımda kritik kesitte ekosistem için yeterli yaşam alanı sağlanabiliyor ise nehrin diğer bölümlerinde de ekosistem için uygun koşulların sağlanabildiği varsayılır. Bu nedenle ekosistemin sürekliliği için, en az kırılma noktasına karşılık gelen debi sistemde bulunmalıdır. Kırılma noktası boyutsuz ıslak çevre-debi eğrisinin eğiminin bire eşit olduğu nokta olarak tanımlanmaktadır. Islak çevre ile debi arasında matematiksel bir ilişki kurulduktan sonra kırılma noktası çok kolay bir biçimde belirlenmektedir.



Şekil 5.6: Islak çevre debi ilişkisi

Bu yöntemde ıslak çevre, canlıların yaşam alanını temsil eden önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Islak Çevre Yöntemi' nin çok kapsamlı bir alan çalışmasını gerektirmemesi, kullanımının kolay olması ve hızlı bir hesaplama yapmaya olanak sağlaması gibi avantajları vardır. Metot kapsamında hidrolik modelleme teknikleri de kullanılabilir. Bununla birlikte metot ile sadece minimum çevresel su ihtiyacı hesaplanabilmektedir. Bu nedenle nehirde su çekilmesi durumunda ekosistemin nasıl etkileneceği ve bu etkinin şiddeti ve büyüklüğü belirlenmemektedir.

5.2.6 Akuatik baz akım yöntemi

Bu yöntemde en zor doğal koşulları temsil ettiği düşünülerek ağustos ayının medyanı (orta değer) minimum yaz akışı olarak alınmaktadır. Ölçüm yapılmayan akarsularda (yani ağustos ayı medyanının bilinmediği durumlarda) ilgili drenaj alanı için $\text{feet}^3/\text{sn}/\text{km}^2$ değeri kullanılır. Yılın diğer mevsimlerinde balıkların yumurtlaması, göç ve diğer biyolojik ihtiyaçlar nedeniyle daha yüksek akımlara ihtiyaç vardır. Bu nedenle tavsiye edilen minimum akım değerleri sonbaharda $1 \text{ feet}^3/\text{sn}/\text{km}^2$, kış ve ilkbahar için $4 \text{ feet}^3/\text{sn}/\text{km}^2$ 'dir. Eğer 25 yıldan fazla data mevcut ise aylık medyan değerleri tavsiye edilmektedir [15].

5.2.7 İç akış artım yöntemi

Bu yöntem akışın balıklar üzerindeki etkisinin ne büyüklükte olduğunu ve bu etkileri kontrol edebilmek amacıyla geliştirilmiştir. Yöntemin uygulanmasında ilk olarak belli bir tür veya birkaç anahtar tür seçilir. Sonra her bir türün gelişme basamaklarında gerek duyduğu yaşam ortamı ihtiyaçları belirlenir. Bunun sonucunda da değişik akımlar ile değişik habitatlar arasındaki ilişki bulunur. Böylece düşük akım koşullarında çeşitli yaşam evrelerinde bir türün yaşam alanının (habitat) varlığını sürdürebilmesi için gerekli minimum akımın ne olacağı konusunda tavsiyelerde bulunur. Aşağıda yapılan bazı çalışmalar, bunların ne amaçla yapıldığı, nerelerde kullanıldığı ve kullanılan indisler Çizelge 5.2.' de verilmektedir [15].

Çizelge 5.2: Hidrolojik tabanlı akış yöntemleri [7].

Çalışma	Amaç	Kullanılan indis
Reiser ve arkadaşları (1989)	Kuzey Amerika'da en çok kullanılan instream akış metotları	1. IFIM 2. Tennant metodu (1976) 3. Islak Çevre 4. Akuatik baz akım metodu 5. 7Q10 metodu
Karim ve arkadaşları (1995)	Avustralyada'da en çok kullanılan instream akış metotları	1. Tennant metodu (1976) 2. Akış süresi (Q95, Q90) 3. Sabit ürün
Cassie ve El-Jabi (1995)	Atlantik Kanada'da hidrolojik tabanlı instream akış metodlarının karşılaştırılması	1. Tennant metodu (1976) 2. MAF'ın % 25 i 3. Aylık Q50 4. Akuatik baz akım metodu 5. Q90 akışı 6. 7Q10 akışı
Yulianti ve Bum (1998)	Kanada bozkırlarında iklimin ısınması ile düşük nehir akımlarının karşılaştırılması	1. mevsimsel 7-gün düşük akımı 2. Ortalama akımın mevsimsel % 25 i 3. Mevsimsel Q80 4. Aylık Q50 5. Aylık Q90

5.2.8 Diğer hidrolojik tabanlı yöntemler

1990' ların başından beri, akış değişkenliğini daha uygun şekilde ele alan ve/veya daha ekolojik olarak ilgili olarak görünen hidrolojik endekslere dayanan birçok ÇAY gelişmiştir ve birçok ülkede uygulanmıştır.

Bu yaklaşımlardan, dizi değişkenliği yaklaşımı (DDY) öncelikle hidrolik değişiklik göstergeleri bileşeni Amerika'da ve Kanada'da aynı zamanda Güney Afrika'da 30'dan fazla çevresel akışa ilişkin çalışmalarda başlangıcından beri en yoğun olarak uygulanmıştır. Ayrıca en az diğer üç ülkede uluslararası ilgi görmüş, Avustralya'da araştırma aracı olarak kullanılmış ve Tharme (1997), Dunbar ve ark, (1998) ve Arthington'a (1998a) göre ilave araştırmayı hak etmektedir.

DDY hidrolik değişimin doğan dizisinin uzun vadeli, günlük akış kayıtlarından çıkartılan 32 farklı hidrolojik indeks kullanılarak açıklandığı bir akış rejiminin ekolojik olarak ilgili özelliklerinin kapsamlı bir istatistiki nitelendirilmesini amaçlar [15]. Hidrolojik değişiklik göstergeleri olarak adlandırılan indeksler zaman içinde denetlenebilen ve artırılabilen her indeksteki değişikliğin dizileri olarak düzenlenen akış yönetim hedefleriyle rejim niteliklerine dayanan beş sınıfta gruplandırılır [15]. Çoğu durumda, yöntem düzenlenmiş nehirlerde yaşanan akışa ilişkin değişiklikleri nitelendirmek için düzenleme öncesi ve sonrası eğitim analizinde kullanılmıştır. Ancak birçok örnekte söz konusu değişiklikler ekolojik etkenlerle (örn. balık nüfusları, bitki örtüsü, su kalitesi, jeomorfolojik süreçler ve türlerin habitatı) ilişkilendirilmiş veya fiziksel mikro habitat modellemesinin sonuçlarını desteklemek için kullanılmıştır. Birçok araştırmacının Dizi değişkenlik yaklaşımını bir bütünsel veya ekolojik temelli yaklaşımı olarak değerlendirmeleri kayda değerdir. Ancak, bu yazar indekslerin ekolojik ilişkisinin ilave sergilenmesinin bu yöndeki gerekli adımlardan biri olması gerektiğini önermektedir.

5.3 Hidrolik Derecelendirme Yöntemleri

Kabaca küresel toplamın %11'ini temsil eden raporlanan 23 hidrolik derecelendirme yöntemlerinden çoğu 1960larda ve 1970lerde ABD'de ekonomik olarak önemli somon türü balıkçılık için iç akıntı akışlarını tavsiye etmek için geliştirilmiştir [5] ve son zamanlarda yerlerini daha karmaşık habitat simülasyonu ÇAY' leri almıştır (veya bütünsel ÇAY' leri içine çekilmiştir).

Hidrolik derecelendirme yöntemleri, nehir seviyesi, ıslak çevre gibi hidrolik parametrelerdeki değişimleri kullanarak bir limit değeri tayin etmeye çalışan bir yöntemdir. Seçilen hidrolik parametrenin eşik değeri ekosistem bütünlüğünün devamlılığını sağlayacaktır.

Bugün dünya çapında en yaygın olarak uygulanan hidrolik derecelendirme yöntemi ve on yıl öncesinden daha uzun süredir Kuzey Amerika’da zaten sıklıkla kullanılan, jenerik ıslatılmış çeper yöntemidir. Yöntemde, ilk olarak nehir bütünlüğünün tipik olarak sığ akıntılarda ve kritik olarak sınırlayıcı yaşam alanlarında ıslatılmış çeper miktarına ilişkili olduğu ve ikinci olarak söz konusu alanların muhafazasının toplam olarak yeterli habitat koruması sağlayacağı varsayılır. Islatılmış çeper ve boşalma arasında tesis edilmiş deneysel veya hidrolik olarak modellenmiş ilişki genellikle dip omurgasızları tarafından maksimum üretim veya balık büyütmek için, minimum veya akarsuda canlı yaşamını muhafaza için gerekli akışları belirlemek için kullanılır [17]. ÇAG’ ları genellikle optimal akışı temsil ettiği ve bunun altında habitatın hızla kaybolduğu varsayılan eğri kırılma noktasının yanında boşalmalardan veya optimum habitatın %50’si gibi rastgele oranlar kullanılarak saptanır. Bu yöntem Avrupa ve daha yaygın olarak ABD’de kullanılmaktadır.

R-2 çapraz yöntemi de 25 yıldan daha önce temel şeklinde geliştirilmiş olmasına rağmen bugün hala kullanımda kalmıştır [15]. Ancak, uygulaması bölgenin soğuk su nehirlerinin çevresel akışlarını değerlendirmek için standart, ülke çapında bir yöntem olduğu için ABD, Colaroda’da ıslatılmış çeper yönteminden çok daha sınırlıdır. Birçok diğer hidrolik derecelendirme yaklaşımlarıyla olduğu gibi yöntem kritik hidrolik parametrelerin ve uzman görüşünün türetildiği (balık için) ÇAY’ nin türetildiği akış ve iç akıntı hidrolikleri arasında ilişki kurmak için R-2 çapraz bir hidrolik yöntemine dayanır.

Dünya çapında hidrolik derecelendirme yöntemlerinde başlı başına çok nadir ilerlemeler olduğunu göstermektedir. Daha ziyade bütünsel yöntemler içinde araçlar olarak ve habitat simülasyonu ÇAY’ nin daha ileri bir grubunun geliştirilmesini özendirmede kilit roller oynamış gibi görünmektedirler. İlâveten, gelecekte hidrolik derecelendirme ÇAY’ nin uygulanmaya devam etmesi mümkün olmasına rağmen, diğer yöntemlere göre belirgin bir şekilde daha az rol oynamaları muhtemeldir.

5.4 Habitat Simülasyon Yöntemleri

Habitat simülasyon yöntemleri dünyanın her yerinden yaklaşık olarak 58 farklı ülkede (genel toplamın %28'i) kullanılmasıyla küresel ölçekte hidrolojik ÇAY içinde ikinci sıradadır. Mevcut gelişme seviyesini temsil eden karmaşık ÇAY' nin bir alt grubu olan yukarıda daha önce belirtilen, basit tekniklerden aşamalı olarak geliştirilmiştir.

Bu yöntemler farklı akım durumlarında akımın fiziksel yaşam için uygunluğunun detaylı olarak analiz yapılarak ÇAG' ların tayin edilmesinde kullanılır. Yapılan çalışmalarda akış, su derinliği, eğim, kesitin şekli vs gibi değişkenler kullanılarak modellenmektedir. Sonuçlar genellikle habitat-debi eğrileri şeklinde gösterilir ve optimum akımlar bu eğrilerden tahmin edilir.

İlk olarak 1970' lerin sonlarında Colorado, ABD Balık ve Vahşi Yaşam Hizmetlerinin İşbirlikçi İç Akıntı Akış Hizmet Grubu (USFWS) tarafından düzenlenen bazı çevresel akış uygulamacıları tarafından ÇAG için mevcut en bilimsel ve yasal olarak savunulabilir yöntem olarak değerlendirilmiştir [17]. Esas itibarıyla, hedef türler veya kümeler için tercih edilen hidrolik habitat koşullarıyla şimdi bir Windows ortamına yerleştirilen hidrolik ve habitat simülasyon modellerinin büyük bir dizinini oluşturmaktadır. Etkin habitat zaman serileri ve süreleri eğrileri olarak resmedilen sonuç olarak elde edilen çıktılar ÇAG' ları tavsiye etmek ve alternatif akış düzenleme senaryolarını değerlendirmek için kullanılır. Daha sıklıkla, bu yöntemler hedef olarak balığın ve daha az ölçekte omurgasız türlerin ÇAG' ları işaret etmiştir fakat son yıllarda çeşitli diğer ekosistem bileşenleri ve durumları için uyarlanmıştır. İngiltere'de nehir restorasyon projelerde uygulamalarının örnekleri bulunmaktadır. 1980' lerin sonunda 38 eyalet veya şehirde uygulanan Kuzey Amerika'da en yaygın olarak kullanılan ÇAY' i ve 24 vakada tercih edilen yöntem olarak IFIM gösterilmiştir. Dahası, 1988'de özellikle USFWS büroları tarafından yapılan toplam 616 IFIM uygulaması raporlanmıştır [19]. IFIM kullanımı, bileşen yazılımının kolayca elde edilebilirliği ve iyi gelişmiş eğitim kursları nedeniyle yayınlanan çalışmalarının bolluğuyla bir çok ülkede kullanımı yaygınlaşmaktadır. Diğerlerinin yanı sıra Portekiz, Japonya, Çek Cumhuriyeti ve İngiltere dahil çeşitli ülkelerde sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu yöntemlerle dereye bırakılacak su miktarı dere havzasında yapılacak 2 ile 5 sene arasında süren bir arazi çalışmasının sonucunda belirlenmesi gerektiğini özellikle belirtmişlerdir. Bu yöntem dereye bırakılan değişik su miktarları ile, suyun sıcaklığı, kalitesi ve dere havzasının değişik yerlerinde gözlenebilen mikro habitat ve onlarla yaşamlarını devam ettiren balık ve diğer akuatik organizmaları arasında matematiksel modelleri kullanarak bir ilişki veya korelasyon geliştirir. Dere havzasına verilen değişik su miktarları sonucunda havzanın değişik yerlerindeki yan kesitlerde suyun derinliği, hızı ve dere yatağının genişliği ve suyun sıcaklığı konusunda matematik modeller geliştirmesi için arazide uzun detaylı bir çalışmayı gerektirir. Yani deredeki suyu basamak basamak artırarak dere havzasının değişik yerlerinde gözlenebilen habitat koşulları istenilen balık ve diğer organizmaların yaşamlarının sürekliliği için yeterli olup olmadığını saptamak için yapılan bir modellemedir.

Bu yöntemle değişik bilgisayar modelleri deredeki su akış rejimi ile balık habitatı arasında bir ilişki geliştirir. Balık habitatı için çok önemli olan değişkenler yani suyun derinliği, suyun hızı, balık için düşmanlarına karşı korunma yerleri ve su ile kaplı kalan dere yatağının özellikleri, değişik akışlar için değişik dere yan kesitlerinde ölçülür ve gözetlenir.

5.5 Bütünsel Yöntemler

Bütünsel yöntemler halen 16 yöntemle küresel toplamın sadece %7,7'sini temsil etmesine karşın, Şekil 5.1.' de gösterildiği gibi son yıllarda çevresel akış değerlendirmesi alanına büyük ölçüde katkı sağlamıştır.

Bu yöntemde ekosistemin tümünün gereksinimleri birleştirilir (nehir yatağı, kaynak alanları, taşkın alanları vs.). Nehrin doğal rejimi temel yol göstericidir ve akım rejiminin değişmesi durumunda ilk ifade mutlaka dikkate alınmalıdır. Kritik akış kriteri, nehir ekosisteminin ana bileşenleri veya bazıları için tanımlanır. Çoğu yaklaşım için esas olan değişen akış rejiminin, sistematik olarak her ay ve her parametre bazında izlenip değerlendirilmesi gerekir. İleri holistik yöntemler, hidrolojik, hidrolik oran ve habitat simülasyonu yöntemlerindeki bazı araçlardan da rutin olarak yararlanmaktadır.

Ciddi anlamda belki de ilk bütünsel ÇAY' nin kökeni, Güney Afrika Bina Blok Yöntemi (BBM) King ve Tharme, 1994; Tharme ve King, 1998; King ve Louw, 1998 çalışmalarında belgelenmişti. 1991'de kavramsal bir çerçevenin, bütünsel yaklaşımın tesis edilmesiyle sonuçlanan Avustralyalı araştırmacılarla işbirliği vasıtasıyla temel yaklaşımın geliştirilmesi ile daha ileri götürülmüştür [13]. Anlamlı bir şekilde, daha sonra sırasıyla Güney Afrika ve Avustralya'da paralel olarak gelişen BBM ve bütünsel yaklaşımlar bu türden diğer yöntemlerinin çoğunun sadece on yılda hızlı bir şekilde gelişmesine güç kazandırmıştır [5].

BBM Güney Afrika'da 15 standart uygulama ve Avustralya'daki ve İsviçrede' ki tek uygulamayla dünyada en sık uygulanan bütünsel ÇAY' dir. Dahası, ekolojik rezervin hesaplanması için bu tabandan yukarıya yöntemin tadil edilmiş şekilleri, ara ve kapsamlı belirleme yöntemleri topluca 33 Güney Afrika nehrinde uygulanmış veya uygulanma sürecindedir. Birçok söz konusu uygulama içinde, yeni geliştirilen bir akış gerilimi veya karşılığı yöntemi bir nehrin akış rejimine başlanan gerilim indekslerinin zaman dizilerini üretmek için düşük (ve yüksek) akışlar ve karşılık gelen ekolojik gerilimler arasındaki ilişkileri kullanmaktadır. Bu gerilim rejimleri her biri nehrin ekolojik durumundaki muhtemel değişiklik riskinin bir ifadesiyle bir dizi akış senaryolarının incelenmesine olanak vermektedir.

Dört modülden (biyofiziki, sosyal, senaryo geliştirme ve ekonomik) oluşan interaktif, yukardan aşağıya bütünsel yöntem olarak BBM ve diğer benzer ÇAY' nden gelişen, zorlanan akış dönüşümlerine aşağı akım karşılığı (DRIFT) süreci çevresel akış değerlendirmesinde yenilikçi gelişmeler sunmaktadır. Sistem koşullarının bozulması bakımından biyofiziki işlevlerin ve özellikli hidrolojik ve hidrolik niteliğin belirli bir takımına ilişkin bir dizi akış bandı aracılığıyla nehir boşalmalarını doğal olandan azaltmanın sonuçlarının çok disiplinli bir ekip tarafından saptanmasına odaklanmaktadır. Yöntem senaryo temelli olduğundan, bir sayıda tavsiye edilen akış rejimlerinin sonuçlarının karşılaştırmalı değerlendirmesi için dikkate değer kapsam bulunmaktadır. İlaveten, Güney Afrika'da Lesotho Dağlık Su Projesinde uygulanması vasıtasıyla gelişen hafifletme ve telafi bakımından ekonomik içerik ve ekolojik ve jeomorfolojik olanların yanı sıra, yatağı besleyen kaynak için sosyal sonuçlar arasındaki bağlantılar değerlendirilmiştir [5].

Son zamanlarda, burada BBM-DRIFT olarak adlandırılan, BBM ve DRIFT'in mevcut kaynaklar (veri, zaman ve finans) bakımından gelişmekte olan ülkeler

kısıtlamalarıyla ve akarsu kaynakları hakkında kırsal halkın açık bağımlılıklarını olduğu durumlarla uğraşmak üzere basitleştirilmiş senaryo bazlı kombinasyonu Zimbabwe’de test edilmiştir [11].

Avustralya’da bütünsel ÇAY’ nin, özellikle ilk zamanlarda uygulamalarının çoğu olduğu kadar uzman panel yaklaşımlarının uzman panel değerlendirmesi yöntemi gibi daha gelişmiş bilimsel panel değerlendirme yöntemi kullanımı da bütünsel yaklaşımın üzerinde merkezlenmiştir. Bu çalışmalar neticesinde geçmiş birkaç yıl boyunca gittikçe daha kapsamlı, farklı yöntemler doğmuştur ve bunların arasında dikkate değer olan akış restorasyon yöntemi Brisbane nehri için bir ÇAD sırasında geliştirilmiştir ve uzun bir akış düzenlemesi geçmişi olan ve restorasyonu gereken nehir sistemlerinde ÇAG’ ları özellikle ele almayı amaçlamaktadır [15]. Alternatif bir yol izleyerek, Queensland, Avustralya’da habitat analizi yöntemi ve kapsamlı havza boyunda su tahsisi ve yönetim planlama girişimleri bu nedenle havza ölçeğinde nehir düzenlemesi nedeniyle çevresel etki riskini değerlendirmek için özellikle tasarlanan tek bütünsel ÇAY’ dir [13]. Kıyaslama yöntemi sekiz yerel nehir yatağında uygulanan veya kullanımda olan Queensland’ın su kaynağı planlama çerçevesinde çevresel akış hedeflerini (ve ilgili performans göstergelerini) belirlemek için standart yöntem olarak benimsenmiştir. Yöntem hidrolojik rejimde çeşitli derecede değişikliklerin etkilerini göstermek için seçilen (çalışma içinde zorunlu olmayan ama tercihen akarsu sistemi) bir dizi bölgede (nehir kıyısında bitki örtüsü, balık ve hidrolik habitat gibi tüm belli başlı ekosistem bileşenleri bakımından) akarsu durumunu değerlendirerek ekolojik ve jeomorfolojik etkilerle doğal hidrolojik rejimin değişmesi hakkında ilgili bilgiye yönelmiştir. Ekolojik önemi olduğu varsayılan temel akış istatistikleri veya göstergelerinin bir kümesi çalışma nehrinin akış rejiminin özelliklerini açıklamak için kullanılmıştır. Münferit akış göstergeleri daha sonra potansiyel çevresel etkileri bakımından gelecek su kaynağı yönetim senaryolarını değerlendirmek üzere daha sonra bir risk değerlendirme çerçevesi tesis etmek için kullanılan ekolojik karşılıklarla akış rejimi değişikliğinin bağlantısını kurarak kıyaslama modellerini geliştirmek için kullanılmıştır.

İngiltere’de geliştirilen River Babingley (Wissey) yönteminin, Avustralya ve Güney Afrika’nın güney yarımküre ülkeleri dışında geliştirilen veya uygulanan belgelenmiş tek bütünsel Çevresel Akış Yöntemini temsil eder [20],. Diğer bütünsel ÇAY’ den

bağımsız olarak doğmasına rağmen, bütünsel yaklaşım ve BBM dahil birçoğu ile ortak birçok özellik sergilemektedir.

Tabandan yukarıya bütünsel ÇAY' nin yakın gelecekte en yaygın olarak uygulanmaya devam etmesinin muhtemel olduğu gözlenmiş fakat eninde sonunda en kesin yaklaşımın bileşik bir yukardan aşağı/ aşağıdan yukarı yaklaşım olacağını öne sürmüşlerdir [20]. Eski süreç müteakip kıyaslamayı birleştiren yukardan aşağıya bir prosedür kullanarak her rejimin ekolojik sonuçlarının risk bazlı değerlendirmesiyle bir veya birçok değiştirilmiş akış rejimleri türetmek için kullanılacaktır. Deneyimin ülkeler arasında alışverişi (örn. BBM ve DRIFT uygulamaları sırasında) baskın oldukları ülkelerde olduğu kadar Zimbabwe ve Lesotho gibi gelişmekte olan ülkelerde de bütünsel ÇAY' nin tüm şekillerinin kavranmasını ve hızlı gelişimini teşvik etmekte tamamlayıcı olarak bulunmuştur. Bu tezde yapılan analizin oldukça önemli bir sonucu da bütünsel yöntemlerde Avrupa, Orta- Güney Amerika, Asya ve Afrika'da en az 12 ülke tarafından yararının açıkça ortaya konmasıdır.

5.6 Bileşik Yöntemler ve Diğer Yaklaşımlar

Hidrolojik, habitat boşaltma ve/veya kısmi bütünsel yaklaşımların bazı kombinasyonlarını temsil eden oldukça çok sayıda yöntem, küresel toplamın %16.9'u kısmen literatürde belgelenen yöntemlerin bir çoğunun (özellikle bilginin kısıtlı veya muğlak olanların) doğru olarak sınıflandırılmasına özgü zorlukları yansıtıyor olmasına rağmen, Şekil 5.1' de gösterildiği gibi dünyanın her yerinde geliştirilmiş ve uygulanmıştır. En yaygın olarak uygulanan kombinasyon ÇAY' ı Acreman ve ark. (2000) yönetilen taşkın serbest bırakma olarak veya Güney Sahra Afrika, boyunca olduğu kadar Asya ve ABD'de çoğunlukla uygulanan deneysel akış serbest bırakmaya dayanan benzer yaklaşımlar olarak kaydedilmiştir.

Öngörüldüğü gibi, Şekil 5.1.' de gösterildiği gibi yöntemlerin genel toplam sayısının en küçük oranı %6,8 ÇAG' ları ve profesyonel karar yetkisini değerlendirmek için alternatif yaklaşımları oluşturan "diğer" sınıfı için bulunmuştur. 13 yaklaşımın çoğunluğu çok değişkenli regresyon analizlerini kullanan çoğunluğu birincil olarak Çevresel Akış Değerlendirmeleri için geliştirilmemiştir ve halen bu bağlamda oldukça sınırlı kapsama sahiptirler. Ancak birkaçı, örneğin akarsu omurgasızları öngörü ve sınıflandırma sistemi çevresel akışlar tavsiye etmek için kullanılmış ve/veya söz

konusu değerlendirmelerin çeşitli aşamalarında araçlar olarak gelecekte genişletme potansiyeli göstermektedir.

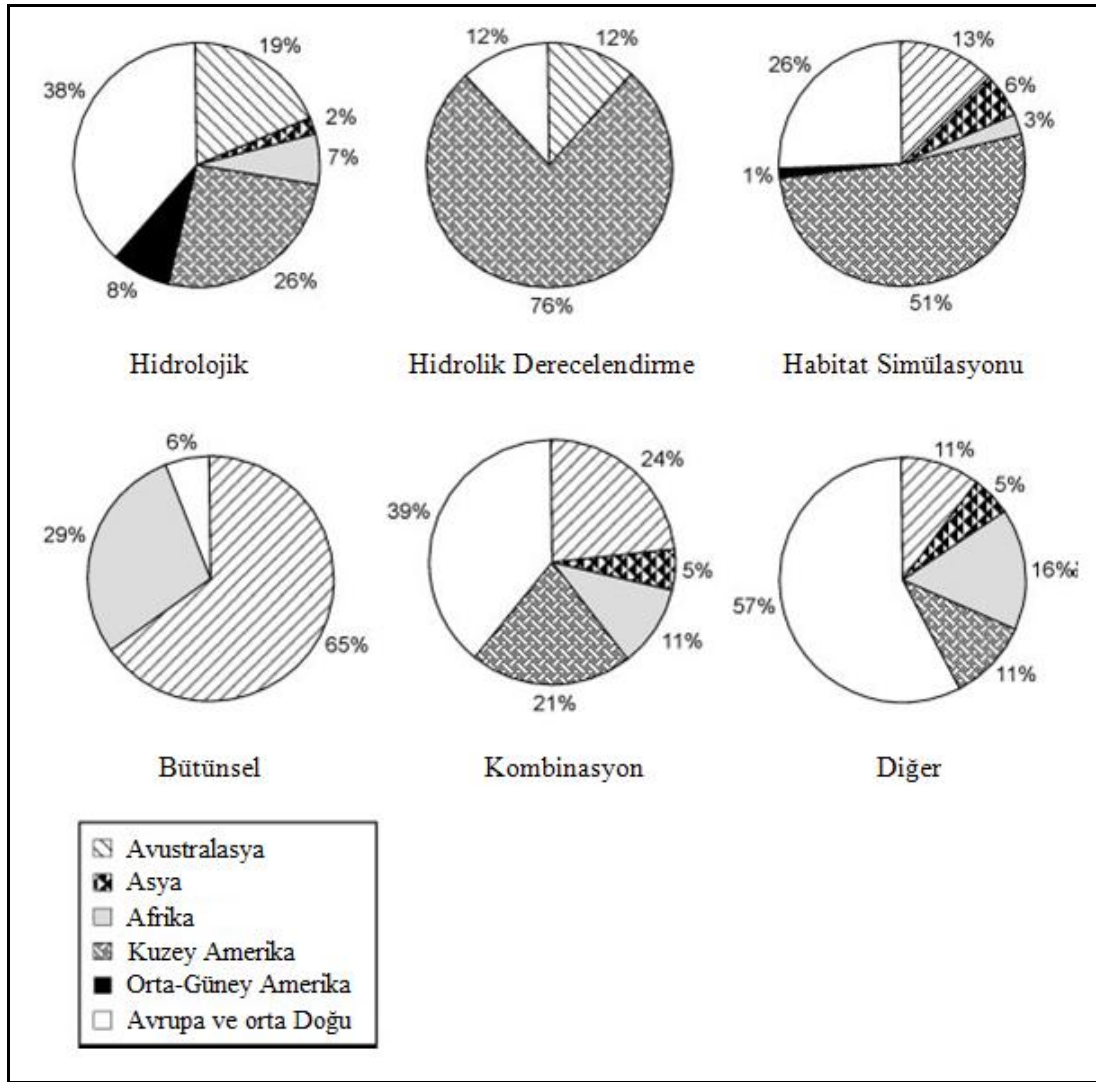
5.7 Dünya Bölgeleri Arasında Yöntem Türlerindeki Eğilimler

Ayrı lkeler için önceden tanımlanan altı dünya bölgesinde uygulanan yöntem türlerindeki eğilimler, tür ve bölge bazında şekil 5.6' de gösterilmiştir. Tüm bölgeler hidrolojik yöntemleri kullanmış olmasına karşın, Avrupa (burada Orta Doğu dahil) ve Kuzey Amerika'nın sırasıyla %38 ve %26 ile kalan bölgelerden dikkate değer yüksek oranlarda uygulandığı görülmektedir. Bununla birlikte Asya Pasifik'te, Avustralya ve Yeni Zelanda dışında söz konusu ÇAY tam tersine çok nadir kullanımdadır.

Hidrolik derecelendirme yöntemlerinin bölgesel olarak sınırlı kapsamda kullanılmakla birlikte bugüne kadar büyük lde bu ÇAY' ni Avrupa ve Avustralya kullanmıştır. Ayrıca şekil 5.6.' da gösterildiği gibi Kuzey Amerika'da hidrolik derecelendirme yöntemleri dünyanın diğer bölgelerine göre orantısız bir şekilde %76 oranında kullanılmıştır.

Yine, Birleşik Devletlerde kaydedilen geliştirilmiş olan yöntemlerin yarısından fazlası Kuzey Amerika habitat simülasyon yöntemleri ile ndedir. Afrika ve Latin Amerika'da düşük seviyede uygulanmalarına rağmen tüm diğer kalan bölgeler söz konusu teknikleri kullanmıştır.

şekil 5.6' de gösterildiği gibi mevcut bütünsel ÇAY' nin çoğunluğu (%65) Avustralasya içinde olmasına rağmen, aslında sadece Avustralya içinde kullanılmaktadır. Avustralya ve Yeni Zelanda (Avustralasya) arasında ÇAY' nin gelişimi ve uygulamasında belirgin farklar aşağıda daha çok tartışılmıştır. Bu tür bir yaklaşımı uygulayan diğer bölge olan Avrupa'yla (sadece İngiltere) ncelikle Güney Afrika'da uygulamada olan yöntem dizisinin bir sonucu olarak Afrika bu yöntemin bir sonraki en yüksek temsilcisi olarak görülmektedir. Kuzey Amerika'da söz konusu ÇAY' nin herhangi bir uygulamasının bulunmaması dikkat çekicidir ve doğdukları bölgenin özelliği habitat simülasyon yöntemlerine verilen özel önemi vurgular. Bu iki tür Güney ve Orta Amerika'da çok az veya hiç uygulanmazken, Avrupa en çok kombinasyon şekil 5.6' da gösterildiği gibi ÇAY' ni ve tüm bölgelerin yaklaşımlarını sırasıyla %39 ve %57 oranlarında uygulamıştır.



Şekil 5.6: Farklı dünya bölgeleri için altı tür çevresel akış yönteminin oranı [7]

Tüm bölgeler tarafından kullanılan sadece iki tür yani hidrolojik ve habitat simülasyon yöntemleri Orta ve Güney Amerika tarafından temsil edilirken, yöntem türlerinin tüm takımı sadece Avustralya ve Avrupa tarafından uygulanmıştır.

5.8 Ülkeye özgü eğilimler

En yüksek toplam yöntem sayısının kaydedildiği on ülke için farklı türden münferit ÇAY' nin sayısı ve buna karşılık gelen oranları Çizelge 5.7' de özetlenmiştir. Bu aynı ülkelerin her biri için altı yöntem türünün orantısal temsili Şekil 5.7 'de gösterilmiştir.

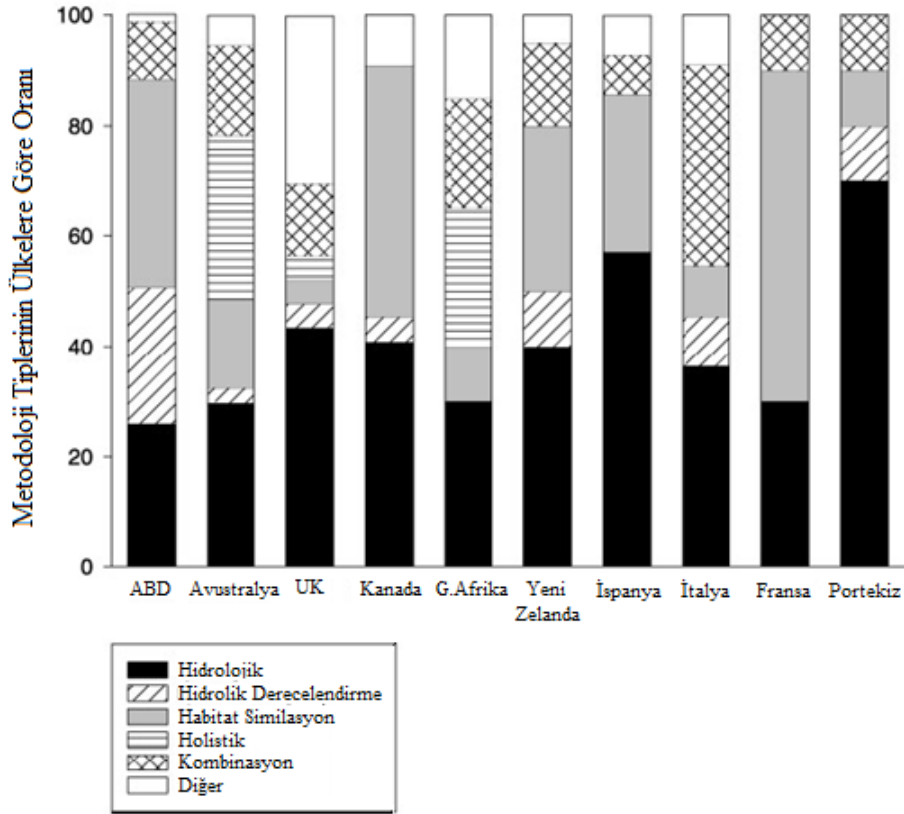
Belirgin olarak ABD bu ülkede söz konusu değerlendirmelerin nispeten uzun geçmişini yansıtan ve ÇAD' ne kaynakların dikkate değer tahsisini gösteren 77

(küresel toplamın %37) ile bir sonraki sıradaki ülkenin yöntemlerinin sayısından iki kat daha fazla uygulamıştır. Ancak, 19 uygulamanın çoğu veya aynı zamanda hidrolik derecelendirme ÇAY (bu ÇAY için dünya toplamının %83'lük dikkate değer bir oranı) dahil ÇAD' nin ilk yıllarında uygulanan yöntemlerden çoğu o zamandan beri kullanım dışında kalmıştır. İncelenen 10 ülkeden, ABD münferit hidrolojik yöntemlerin (bölgesel olarak Avrupa'nın Kuzey Amerika'nın üzerine çıkmasına rağmen) ve habitat simülasyon ÇAY' nin (belgelenen küresel toplamın yarısı) en yüksek kullanımına sahip olmuştur.

Avustralya uygulanan yaklaşık 37 yaklaşımların sayısında küresel olarak ikinci sıradadır ve İngiltere ile birlikte yerel olarak yöntemlerin yaygın türlerini test etmiştir. Avustralya ve Güney Amerika, birlikte, küresel olarak bütünsel ÇAY' nin olduğu gibi kombinasyon ve alternatif yaklaşımların büyük çoğunluğunu uygulamışlardır.

Çizelge 5.3: En yüksek toplam yöntem sayısının kaydedildiği 10 ülke için farklı türde çevresel akış yöntemlerinin sayısı ve küresel toplam oranları

Ülke	Metodoloji Sayısı (GT 207)	Kullanılan Farklı Metodoloji Sayısı	Hidrolojik (% GT 61)	Hidrolik (% GT 23)	Habitat Sim. (% GT 58)	Bütünsel (% GT 16)	Bileşik (% GT 35)	Diğer (% GT 14)
ABD	77 (37%)	5	20 (33%)	19 (83%)	29 (50%)	—	8 (23%)	1 (7%)
Avustralya	37 (18%)	6	11 (18%)	1 (4%)	6 (10%)	11 (69%)	6 (17%)	2 (14%)
UK	23 (11%)	6	10 (16%)	1 (4%)	1 (2%)	1 (6%)	3 (9%)	7 (50%)
Kanada	22 (11%)	4	9 (15%)	1 (4%)	10 (17%)	—	—	2 (14%)
G.Afrika	20 (10%)	5	6 (10%)	—	2 (3%)	5 (31%)	4 (11%)	3 (21%)
Yeni Zelanda	20 (10%)	5	8 (13%)	2 (9%)	6 (10%)	—	3 (9%)	1 (7%)
İspanya	14 (7%)	4	8 (13%)	—	4 (7%)	—	1 (3%)	1 (7%)
İtalya	11 (5%)	5	4 (7%)	1 (4%)	1 (2%)	—	4 (11%)	1 (7%)
Fransa	10 (5%)	3	3 (5%)	—	6 (10%)	—	1 (3%)	—
Portekiz	10 (5%)	4	7 (11%)	1 (4%)	1 (2%)	—	1 (3%)	—



Şekil 5.7: En yüksek sayıda çevresel akış yönteminin kaydedildiği 10 ülkede çevresel akış yöntemlerinin farklı türlerinin kullanımının göreceli oranı. (en yüksek toplam sayıdan en düşüğe sıralanmıştır)

İlginç şekilde, Şekil 5.7.' de gösterildiği gibi Yeni Zelanda'nın bütünsel yaklaşımlara ihmal edilebilir yaklaşım yönlendirilmiş fakat hidrolojik ve habitat simülasyon ÇAY' ne dikkate değer yatırımla Avustralya'dan yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulamasının çok farklı bir yol izlediğini vurgulamaktadır. Bölgesel analizlerde belirtildiği gibi, ABD ve Kanada da akış rejiminin çeşitli unsurlarının ekolojik ilişkisine odaklanmış araştırmalar üstlenmelerine rağmen başlı başına bütünsel yöntemleri keşfetmeye fazla yatırım yapmamışlardır [13].

İngiltere, Kanada, Güney Afrika'da (Afrika'da en aktif ülke) ve Yeni Zelanda çevresel akış araştırmasıyla benzer seviyelerde meşgul olmuşlardır. 20-23 Çevresel Akış Yöntemi uygulanmıştır, çizelge 5.3' de gösterildiği gibi en aktif beş ülke içinde ABD, Avustralya ve Kanada'nın varlığı başka yerde muhtemel daha birleştirilmiş ulusal seviyede girişimlerin tersine kısmen devlet seviyesinde uyarlanan yaklaşımların çeşitliliğini yansıtır.

Oldukça çok sayıda farklı yöntemlerin kaydedildiği kalan ülkeler grubu (10-14) güneybatı Avrupa’da bulunmaktadır. Bunlardan Portekiz ve İspanya hidrolojik yöntemlere, Fransa habitat simülasyon çevresel akış yöntemlerine ve İtalya birleşik ve hidrolojik yaklaşımlarda dikkate değer çaba sarf etmiştir. Güney-Orta Amerika ve Asya için (Çizelge 5.3 ’de temsil edilmemiştir), Brezilya ve Japonya çevresel akış değerlendirmesinde bölgesel gelişmelerin ön planında yer almışlardır.

5.9 Gelişmiş ülkeler karşısında gelişmekte olan ülkeler

Gelişmiş dünyayı temsil eden ülkelerin yarısından biraz fazlası (%52) çeşitli gelişme seviyelerinde çevresel akış girişimleriyle düzenli olarak ilgilenmiş olarak Çizelge 5.3’ de gösterilmiştir. Tam tersine, gelişmekte olan ülkelerde ÇAY alanı tam olarak olgunlaşmamış veya bu ülkelerin yalnızca %11’inin Çevresel Akış Yöntemlerini uyguladığı kayıtlara geçmiştir.

Halen, Birleşmiş Milletlerin Ekonomik ve Sosyal Konseyi tarafından “En az Gelişmiş Ülkeler” sınıfında bulunan 49 ülke aşağıdaki kriterlere göre resmi olarak ilan edilmiştir. Bunlar,

- Düşük gelir,
- İnsan kaynağı zayıflığı ve
- Ekonomik kırılganlık

Bu kriterleri sağlayan beş Afrika ülkesi (veya %10’u) bazı Çevresel Akış Değerlendirme türünü uygulamışlardır. Tüm vakaların birinde balıkçılık üretimi için akarsu taşkın yatağı restorasyonu ve bağımlı geçim kaynaklarının sürdürülmesine odaklanan yönetilen bir taşkın serbest bırakma yaklaşımı uyarlanmıştır [21].

5.10 Can Suyu Miktarının Doğru Belirlenmesi Neden Önemlidir?

Deredeki balıkların çoğu, eğer suyun derinliği, hızı, suyun sıcaklığı, sudaki çözülmüş oksijen miktarı ve suyun temizliği uygun ise yumurtalarını deredeki göllerin aşağısındaki pürüzlü dalgalı yerlerde depo ederler. Eğer dereden gerektiği kadar su akmazsa, toprak sedimentleri ırmağın tabanını doldurur. Çok ince toprak sedimantasyonu derenin yatağına düştükten sonra, balık yumurtlama alanlarını battaniye gibi kaplayıp balık yumurtalarını öldürür. Yumurtalar oksijen alamaz duruma gelir. Çok ince siltli kumlar oksijen üreten bitkileri örter, balık besini olan

böcekleri ortadan kaldırır. Böylece balığın yumurtladığı, beslendiği habitatı yani yaşadığı yeri canlılar için yaşanmaz bir yer haline getirirler.

Toprağı arazide tutmak, dere içinden temizlemekten çok daha kolaydır. Bunun için nehir kenarlarındaki bitki çeşitlerini korumak, çamurlu olan dere kenarlarına bitki ve ağaç dikmek, taş duvarları yapmak deredeki canlı yaşamı için önemlidir. Bunlar dereye daha da güzellik katarlar. Aynı zamanda dere kenarları fazla otlatılmamalıdır. Sulu araziler yer altı suyunun en büyük kaynağı olup nehirlerin doğal akışını sağlar. Deredeki domruklar, ağaç kökleri, büyük kayalar ve dere kenarlarındaki mağaralar balıkların gizlenmesini, dinlenmesini ve beslenmesini sağlayan yerlerdir. Suyun sıcaklığı dereye meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik gelişmeyi idare eden çok önemli bir faktördür. Balığın yumurtlamasını, göç etmesini ve gelişimini kontrol eder. Dere yatağı Karadeniz bölgesindeki ırmak ve derelerde anakayayı bulmuş olup, bu yatakta çapları çok değişik kum, çakıl ve granit taşlardan oluşmuştur. Bunların arasında çakıl büyüklüğünde ve daha büyük dere taşları balık için çok önemlidir. Eğer temiz çakıllar yoksa balıklar buralara yumurtalarını bırakmazlar ve etraftaki taşlarda düşmanlarından korunur ve dinlenir. Bu gibi yerlerden gerektiği kadar su akmazsa bir habitat alanı olmaktan çıkar.

Suyun hızı, dere tabanının eğimine, tabandaki sürtünmeye ve dereden akan suyun derinliğine bağlıdır. Su derenin yüzeyinden tabanına göre daha hızlı akar. Eğer dere yatağından gerektiği kadar su akmıyorsa, suyun hızını azaltır. Azalan su hızı dereye birikmeye başlayan ince kumları taşıyamaz, balık ve diğer canlılar için önemli habitat yerlerini (yaşama ve üreme yerlerini) kumlarla doldurup ortadan kaldırır. Derelerdeki yıllık akışın çoğu yeraltı sularıyla sağlanmaktadır. Bu yeraltı sularını da yağmur sularının toprak katmanlarından yavaşça süzülerek oluştururlar. Dereye gördüğünüz su, günler öncesi, haftalar öncesi veya aylar öncesi yağın yağmurların yeraltına sızıp dere yatağına ulaşması sonucunda olmaktadır. Yer altı sularının yavaş ve düzenli olarak nehre katılmasına ana akış denir. Dolayısıyla ana akış veya minimum su akışı özellikle kuraklık dönemlerinde deredeki suyun kalitesi, balığın habitatını oluşturan bitki ve böceklerin oluşmaları için çok önemlidir. Deredeki suyun kalitesi, dereye akan suyun zehirli (toksik) maddeleri ve diğer kirletici maddelerin etkilerini ortadan kaldıracak veya asgariye indirebilecek miktarda olmalıdır. Derelerde yeterli derecede minimum su miktarı akıyorsa, zehirli ve dereye bırakılan diğer zararlı maddelerden kendini temizleyebilir veya etkilerini asgari

düzeye indirebilir. Dere ve ırmakları korumak, dere kenarlarındaki bitki ve ağaç çeşitlerini korumakla başlar. Bu gibi ağaçlar erozyonu önler, sellerin etkisini azaltır. Suyun kalitesi, derenin manzarası ve yabani yaşam için dere havzasının önemli bir kesimidir. Dere kenarlarındaki bu bitkilerin bazıları, suyun kalitesini bazı hayvan dışkılarını ve zehirli kimyasal maddeleri absorbe ederek korurlar. Aynı zamanda bu gibi bitki örtüsü balık ve yabani hayat için yiyecek, sığınma ve gölgeli yerler oluştururlar. Eğer dereye gerektiği kadar su bırakılmazsa bu gibi yerler susuz kalıp ortadan kaybolacaktır. Bunun sonucu olarak suyun kalitesi daha kötüleşecek ve canlı yaşamı için bir beslenme ve habitat yeri olmaktan çıkacaktır. Kimyasal gübreler, hayvan gübresi ve sıvı atıkları, hayvan kesme yerleri ve evlerdeki tuvalet ve banyo atıkları vb. suyun kalitesini bozan, kirleten maddelerin bazılarıdır. Bu gibi maddelerden ötürü dereden içme suyu alınamaz, dere de yüzülemez ve balıkçılık yapılamaz. Bu şekildeki dereler hastalık üreten, bakteri ve virüslerin taşınmasına neden olur. Dolayısıyla bu gibi yerlerden su içen hayvanlar, kuşlar etkilenir. Bu hastalıkların daha sonra insanlara bulaşma olasılıkları yüksektir. Kimyasal maddeler ağaçlardaki zararlı böcekleri öldürmesine rağmen, bu maddeler yer altı sularına karışacağından balıklar için faydalı böcekleri ve oksijen üreten bitkileri öldürür.

Bırakılması gereken su miktarı canlı yaşamın yanında derenin kendi kendini bu toksik maddelerden temizleyebilmesi, canlı yaşam için çok önemli olan ince kumların dere yatağına depolanmasını engelleyip balık ve diğer canlı habitat yerlerini korunmasına en büyük yardımcıdır.

Suyun sıcaklığı, suda çözülmüş oksijen miktarı, dere tabanına yığılan ince kum tabakası ve diğer kimyasal maddeler dere havzasındaki canlı yaşama etkileri fazladır. Suda çözülen oksijen balıklar için hava gibidir. Deredeki az su, sıcaklığı yüksek olan su demektir. Aynı zamanda yumurtalar ve balıklar için çok önemli olan çözülmüş oksijeni az olan sudur. Alabalık cinsleri belli bir sıcaklık arasında yaşayabilirler. Bu sıcaklıkların dışında, balıklarda stres ve kısırlaşmalara neden olur ve suyun sıcaklığının yüksek olduğu yerlerde yaşamlarını devam ettirmeleri imkansız gibidir.

Can suyu miktarı yeterli miktarda seçilmediği takdirde Karadeniz bölgesinin önemli yerlerinden olan, eşine çok az rastlanan İkizdere Vadisi, turizm, meyve, arıcılık ve diğer doğal spor aktivitelerin (kayak, dağcılık, su sporları, bisiklet ve koşu yarışları) merkezi yerine çok yüksek gerilim hatlarının genişliği çok dar ve dik olan vadi arasından geçirildiği, deresi büyük oranda ekolojik tahribata uğramış bir vadi

durumuna sokulacaktır. İkizdere vadisinin yaklaşık % 80' ini etkileyecek bu hidroelektrik santrallerden dolayı, dere tabanının büyük kısmı kurumuş olacaktır.

Aynı zamanda Dereköy, Cimil ve Rüzgarlı derelerinin İkizdere' deki santrale alındığı yerlerden dere vadilerine su bilimcilerinin saptayacağı orandaki suyun dere yataklarına bırakılması için şimdiden çalışmalara başlanılmalıdır. Bu şekilde Karadenizden başlayan nehirdeki canlı yaşam tahribata uğramaz hemde halkın dereyle olan sosyal faaliyetleri ve diğer ihtiyaçları kaybolmaz ve ilerde meyveciliğin dere kenarlarında gelişmesi sonucunda sulama için halkın kullanacakları su dere yatağında mevcut olur.

Yapılan araştırmalara göre, derede rafting ve naylon kayakla dere boyu aşağıya gidebilmek için 25 cm ye yakın bir su derinliğinin deredeki göllerin aşağısındaki dalgalı pürüzlü yerlerde bulunması gerektiği Yeni Zellanda Devlet Su İşleri Kurumunun yaptığı bir araştırma sonucuna dayanmaktadır. Yine bu araştırmağa göre büyük alabalıkların dereden yukarı yumurtlamak için uygun yerlere göç edebilmeleri için minimum 18 santimetrelilik bir su derinliğinin göllerin aşağısında olması gerektiğini söylemektedir. Balık cinsleri ve diğer canlıların nesillerini devam ettirebilmeleri için suyun kalitesinin bozulmaması gerekir. Deredeki suyun yüzülebilir vede canlıların yaşamının devamı için normal koşullarda olması gerekir. Akan su hızının dalgalı ve pürüzlü yerlerde gerekli hıza erişmesi ve bu yerdeki suyun derinliği balıkların göçünü engellememelidir. Aynı zamanda bu bölümlerde oluşan balıklar için bir besin kaynağı olan omurgasız canlılar belli bir su hızıyla en fazla bu bölümde oluşmaktadırlar.

Ayrıca dar ve dik vadiden geçen İkizdere Deresi' ne (Rize, Türkiye) gerektiği kadar su akmazsa özellikle yaz aylarının sonu ve kış aylarında derede oluşacak yosunlu taşlara tutunacak lağım atıklarının neden olacağı pis kokular vadi içerisinde hissedilecektir. Turizmle kalkınacağına karar vermiş bir vadi de bu gibi kokuların İyidere-İkizdere (Rize, Türkiye) kara yolunu ve etrafını ne duruma düşüreceği önceden tahmin edilebilir. Bunun dışında nehre salıverilen her çeşit atıkların , rüzgar ve yağmur sularıyla yamaçlardan nehir yatağına sürüklenecek olan siltli toprak ve diğer kimyasal atıkları, deredeki suyun kalitesini olumsuz yönde değiştirecektir ve dere yatağından gerektiği kadar su akmazsa dere kendini yenileyemez duruma düşecektir.

Bazı hidroelektrik şirket temsilcileri, Doğu Karadeniz’ in bazı küçük ırmaklarında su miktarı az olduğu halde alabalık çeşitlerinin yaşadığından bahsederek, bundan dolayı dere yatağına bırakılacak su miktarının önemli olmadığını ileri sürdüler. Küçük ırmaklarda yaşayan, o bölgeye kendini adapte etmiş alabalık cinsleri vardır ama o küçük dereler genellikle tahribata uğramamış, dere kenarları bozulmamış, lağım ve diğer atıkların salıverilmediği köylerden ve yerleşme yerlerinden uzakta olan küçük ırmaklardır. En önemlisi yaylalara yakın olan bu küçük ırmaklar mevcut mevsimlik su miktarlarıyla kumlarını taşıyabilmekte ve ırmak kendisini yenileyebilmektedir. Balıkların yumurtalarını bıraktığı ve beslendiği göllerin aşağısındaki dalgalı ve pürüzlü akan yerler temiz çakılların arası ince kumlarla kaplanmamıştır. Deredeki küçük göller kumlarla dolmamıştır. Diğer bir özellik bu gibi ırmakları incelediğinizde dere kenarlarındaki habitatın bir bölümünü oluşturan bitki çeşitleri ve balıkların beslendiği diğer canlıları oluşturan habitat bozulmamıştır. Fakat derelere yeterli miktarda su bırakılmazsa, derenin çoğu yerleri kumlarla kaplı olacaktır ve dere kendisini yenileyemeyecektir. Dere havzasının %80’ i kurumuş olacaktır. Zaten tahribata uğramış dere kenarları ile dere yatağının ortasından akacak su arasında bir ilişki kalmayacaktır. Balık ve diğer canlılar için önemli habitat yok olacaktır.



Şekil 5.8: İkizdere’ den santralden önce bir görünüş.



Şekil 5.9: İkizdere’ den sular santrale aktarıldıktan sonra yaz mevsimi görünüşü

Tüm canlıların ana ihtiyacı olan su bir enerji kaynağı ve para kazanma aracı olarak değil de bir yaşam kaynağı olarak görülmelidir. HES’lerle ilgili tüm belirsizlikler ve sorunlar çözülmeden HES projelerinin yapımına devam edilmesi geri dönülemez felaketlere neden olabilecektir.

Can suyu belirlenmesi aşamasındaki bazı problemleri maddeler halinde sıralayacak olursak;

- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu)’na Lisans Başvurusu yapılan akarsularda, yerel kurum ve kuruluşlar ile halkın görüşleri alınmadan Lisanslar verilmektedir. Bu nedenle HES projelerinin tesisi söz konusu olduğunda sosyal ve teknik anlamda sorunlar doğmakta ve ilgili yerel idareler çözümü imkânsız problemlerle karşılaşmaktadır.
- Planlanan bütün HES projeleri için en kritik konu; suyun ne kadarının kullanılacağı, sucul yaşamın ve diğer ekosistemlerin devamını sağlayacak ekolojik su ihtiyacının (cansuyu) miktarı ve bunun serbest bırakılmasıdır. Su Kullanım Anlaşması yapılırken bırakılacak cansuyu, sulama suyu, içme suyu ve balık üretim çiftliklerinin ihtiyaç duydukları kullanım suyu konusu net değildir. Debiler, ay ve gün olarak belirlenmediğinden hangi zamanda ne kadar suyun bırakılacağı anlaşmalarda belirtilmemiştir.

- Fauna ve Flora zarar görecektir. Kara Avcılığı Kanunu, Bern Sözleşmesi, CITES Sözleşmesi gibi ulusal ve uluslararası sözleşmelerle koruma altında olan çeşitli yaban hayatı alanlarının, söz konusu çok sayıda HES tesisi/inşaatı nedeni ile, tahribine yol açacaktır. Böylece ulusal ve uluslararası hukuka aykırı hareket edilmiş olunacaktır.
- Özellikle orman ve mera alanlarında oluşacak tahribat aynı zamanda yağış sularının sellere dönüşmesine ve toprakların erozyona uğrayıp taşınmasına sebep olacaktır.
- Tünel Tipi su iletim hattı olan HES projelerinin çevreye daha az zarar vermekte olduğu tespit edilmiştir. Tünel tipi HES projelerinde zarar sadece cebri boru kısmında olmaktadır. Kanal tipi HES’lerde ise zarar projenin kapsadığı bütün alanlarda olmaktadır.
- Yapılmakta olan tüm HES projelerinin arazi yüzeyindeki tahribi büyük olacaktır. Mevcut yönetmeliğe göre, 0,5 MW gücün altında olan HES projeleri ÇED’e tabi değildir. Oysaki mevcut projelerin pek çoğu 10 MW’in altında olup ÇED sürecine tabi tutulmadan lisans almıştır veya alma aşamasındadır. Sözü edilen projeler inşa edildiğinde, bu tahribatın boyutu daha da büyüyecektir.
- Tünel veya kanal ile suyu aktarmak ve bu tesislerin kontrolü ile bakımını yapmak için dağlık arazide açılacak yarmalar toprak sızıntı suyunun, taban suyunun ve yeraltı suyunun yarmadan buharlaşmasına, bu suları kullanan orman ağaçlarının kurumasına, suların akış yönünün değişmesine ve bu sularla beslenen kaynakların da kurumasına sebep olacaktır.
- Enerji iletim hatları projelerden ayrı olarak, projeler bittikten sonra gündeme gelecektir. İletim hatlarının nereden geçeceği, geçtiği alanda yaratacağı orman tahribatı projelerde yer almamıştır. Oysa bu hatların ulusal şebekeye bağlanacağı yere kadarki bölümde yaratacağı orman tahribatı çok yüksek düzeydedir. Yüksek gerilim hatlarının, dar vadilerde yerleşim alanlarının üzerinden geçmek zorunda kalması halinde, bunun insan yaşamına olumsuz etkileri olacaktır.

- Yapılacak kanal, yol, tünel gibi inşaatlar ormanın bütünlüğünü bozacağı için yaban hayvanlarının doğal yetiştirme ve yaşama alanları, çiftleşme, beslenme ve göç yolları zarar görecektir veya tahrip edilecektir.
- Gerek yapım ve gerekse işletme sırasında doğacak sorunların denetim esasları ve denetim yapacak teşkilat net olarak belirlenmediği için yapılan faaliyetlerin denetimi mümkün olmamaktadır.
- Yerel halkın kendi ihtiyaçları için yaptığı tarımsal faaliyetler ile sulu tarım için günümüzde ve gelecekte gereken su miktarı hesaba katılmamaktadır.
- Alabalık Üretim çiftlikleri kısmen ya da tamamen zarar görecektir.
- Bölgede arazi ve orman kadastro çalışmaları henüz bitmemiş olduğundan ve mülkiyet değerlendirilmesi sağlıklı bir şekilde yapılamadığından gerek vatandaşlar ve gerekse hazine madur olacaktır.
- Planlanmış olan proje kullanım alanlarında kültürel ve sosyal zararlar oluşacaktır.
- E.P.D.K Yatırımcı kuruluşlara İnşaat süresi olarak en fazla 40 ay gibi kısa süre vermektedir. Bu süre ÇED Belgesi, İmar Planı, Mülkiyet konuları (Orman-Hazine tahsisleri ve şahıs arazileri satışı yada kiralanması), İnşaat ruhsatı gibi izinlerin alınmasına yetmemektedir. Ayrıca HES Projelerinin 1000 m rakım ve üzerinde olduğu hesap edilecek olursa yıllık inşaat süresinin kısalığı yatırımcıyı çıkmaza sürüklemektedir. Bu nedenlerden ötürü yatırımcı gerek imar ve gerekse inşaat ruhsatı almadan inşaata başlayabilmektedir, bu da sınırlı olan kontrolün de dışında bir uygulamaya yol açmaktadır.
- Özellikle coğrafi yapı nedeniyle inşaat esnasında çıkan pasanın depolanacağı alan bulunamamakta, bu hafriyat alanına ormandan izin verilememekte, 1000 m rakım ve üstü alanlarda özel mülkiyete konu sahaların da (ki bu alanlar da Toprak Yasası nedeniyle amacı dışında kullanılamaz) az olması nedeniyle istem dışı ya da istem içi olarak hafriyat yamaçtan atılmakta ve asıl korunması gereken dere vadisi doldurulup tahrip edilmektedir.
- ÇED Belgesinin alınması kati projenin hazırlanması ve İmar Planına esas teşkil edecek avan projesinin hazırlanması için sondaj sahası (Yükleme Havuzu, Santral binası alanı ve Regülâtör Sahaları) ve sondaj ulaşım

yollarına Orman İdaresi tarafından izin verilmesi gerekmektedir. Bu izinler verildikten sonra Orman İdaresi güzergahta bulunan ağaçları kesmekte, yatırımcı kuruluş yol inşaatı yapmaktadır. Daha sonra imar planı çıkmakta ve ÇED alınmaktadır. Bazı durumlarda imar planında ve ÇED sürecinde sorun yaşandığında arazi yüzeyi gereksiz yere tahrip edilmektedir.

- Gerek ekolojik su ihtiyacında (cansuyu) gerekse elektrik üretiminde kullanılan su kalitesinde olabilecek değişikliklere ve bu değişikliklerin doğal su ekosistemlerine yapacağı olumsuz etkilere yeterince değinilmemektedir.
- Proje alanları jeolojik, topoğrafik, iklimsel özellikleriyle sel ve heyelan gibi afetlere karşı son derece hassastır. Doğaya olan müdahaleler; bitki örtüsünün tahribinin (özellikle dik yamaçları tutan ormanların) yanında, dik yamaçlarda açılan yollar, taş ocaklarında yapılan patlatmaların yarattığı sarsıntılar, havzada eğim/anakaya/toprak ve su dengesini olumsuz etkileyecek veya yok edecektir.
- Projelerde binlerce ağaç yok edilecektir. Projelerde kesilecek ağaç miktarları ve ekosistemin tahribatının maliyeti hiç dikkate alınmamaktadır. Kesilen ağaçların yerine yenilerini de yetiştirmek mümkün değildir. Tüm bunlar ormanın bütünlüğünün bozulmasına, toprağı koruyucu ve su üretici fonksiyonlarının yok edilmesine neden olacaktır.
- Bölgede; biyolojik, estetik ve rekreatif zenginlikleriyle alternatif turizm etkinliklerinin yoğun bir şekilde yaşanacağı görülmektedir. Canlı ve cansız tüm varlıkları ile doğal bir peyzaja sahip bölgenin yapısının bozulabileceğı, bölgenin hızla gelişen eko-turizm potansiyelini ve dolayısıyla yöredeki insanların sosyo ekonomik yaşamlarını olumsuz yönde etkileyebileceğı göz ardı edilmektedir.
- E.P.D.K ve DSİ Genel Müdürlüğü'nce gerekli izinler verilirken projeden etkilenecek halkın görüşleri sorulmamaktadır.

5.11 HES Tesisleri Özelinde Can Suyu Miktarı Önerisi

Rakamlar ve planlar mühendislik çalışmalarının ürünü olmakla birlikte doğal sistemler üzerindeki baskılar ve sosyal maliyetler bugüne kadar hiçbir mühendislik projelerinde ele alınmamıştır. Bu nedenle birçok bilimsel çalışmada olduğu gibi bu

tarz HES ve benzer projeler için ortaya konan çevresel etkiler, tahmin edilenin de üzerinde olabilmektedir. Canlı hayatı kadar doğal yapı ve diğer akarsu özelliklerinin bozulmasına neden olan çevresel tahribatın detayları artık bilinen gerçeklerdir. Bu noktada, Doğu Karadeniz Havzasında yapılan veya projelendirilen HES' ler çevresel etkilerinin yanında turizmin de dahil olduğu sosyo-ekonomik tüm süreçleri de tehdit etmektedir. Bu nedenle yukarıda verilen örnekler, dünyadaki uygulama ve çalışmalar dikkate alındığında mevcut durum itibarıyla HES projelerinde kullanılan can suyu miktarı yeterli gelmemektedir. Şuan DSİ yönetmeliğinde dayanak noktası olan Tennant Yöntemi' nin mevsimlik akımları (debi) çok geniş bir aralıkta değişen (genelde Türkiye' deki akarsularda olduğu gibi) ve ortalama eğimi %1 den büyük olan düzenlenmemiş (vahşi) akarsular için, koruma maksatlı olarak dahi olsa, akarsuyun yer aldığı coğrafi bölge, iklim, doğal eko system vb. faktörler ışığında değiştirilmeden birebir uygulanmasının doğru olmadığı bilinmektedir. Bu yüzden özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi akarsuları için, akım karakteristikleri bakımından Temmuz-Ekim (yaz/kurak) ile Kasım-Haziran (kış/bahar) olmak üzere iki farklı dönem dikkate alınarak, akarsuda orta-iyi (iyiye yakın) bir ekosistem status hedeflenmek üzere koruma-kullanma dengesi de gözetilerek ve HES Tesisleri ile yenilenebilir enerji üretimini de fizibil kılmak üzere nehir tipi HES' ler de Regülatör' den mevcut akarsu yatağına yıl boyu bırakılması gereken ağırlıklı ortalama can suyu miktarı;

$$Q = \frac{0,1 \times 8 + 0,3 \times 4}{12} \times Q_{ort} = 0,167 Q_{ort} \quad (\text{Denklem 5.1.})$$

Bu ifadede,

- 0,1 : Tennant' ın orta ekosistem statüsü hedeflemek için kış/bahar aylarında tavsiye ettiği yıllık ortalama debiye göre olması gereken en düşük değer (%10),
- 0,3 : Tennant' ın orta ekosistem statüsü hedeflemek için yaz/kurak aylarda tavsiye ettiği yıllık ortalama debiye göre olması gereken en düşük değer (%30),
- 8 : Kış/bahar aylarının sayısı,
- 4 : Yaz kurak ayların sayısını,

Öncelikle çoğu projede ciddi anlamda uygulanmayan DSİ' nin belirlediği %10' luk en düşük miktar mutlaka uygulanmalı ve akarsuyun ekolojik statüsü gözetim altında tutulmalıdır. Fakat genel anlamda bu oranında yetersiz olduğu bölgenin ekolojik yapısı incelendiğinde görülecektir. Bu nedenle can suyu miktarının ilk yaklaşımda yukarıda tavsiye edilen miktarlara yükseltilmesi yoluna gidilmelidir. Bugün için çoğu HES projelerinde çevresel ihtiyaç debisi olarak,

$$Q_{yaz} = 0,1 \times Q_{ort} \quad (\text{Denklem 5.2.})$$

$$Q_{sulak} = 0,2 \times Q_{ort} \quad (\text{Denklem 5.3.})$$

değerleri esas alınmaktadır [23].

6. KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN KARADENİZ BÖLGESİNE ETKİLERİ

Kalkınma sorunlarını henüz çözememiş ülkemizin, üretim sürecini kesintisizce sürdürebilmesi ve buna bağlı olarak, ülkemiz insanının yaşamını çağdaş koşullarda devam ettirebilmesi enerjiye bağlıdır. İhtiyaç duyulan enerji yönünden ülkemiz büyük oranda dışa bağımlıdır. Ülkemizin genel enerji ihtiyacı içerisinde elektrik enerjisinin özel bir yerinin olduğu ve doğal kaynaklarımızın, özellikle yenilenebilir doğal kaynaklarımızdan olan, su potansiyelimizin; elektrik enerjisine dönüştürülerek sanayimizin ve halkımızın hizmetine sunulması ertelenemez bir zorunluluktur. Bu zorunluluktan hareketle, Rize'deki mevcut su potansiyelinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi amacıyla EPDK tarafından lisans verilen ve bir kısmı uygulama aşamasında olan hidroelektrik santral projeleri irdelenmeye çalışılacaktır.. Rize ilinde; 11 adeti DSİ, 4 adeti EİEİ ve 47 adeti TÜZEL kişilerce üretilmiş toplam 62 adet HES projesi bulunmaktadır.

Ancak bu projelerin kaç adet HES santrali içerdiği tarafımızdan tam olarak bilinmemektedir. Çünkü bir proje dosyası adı altında 2, 3 yada daha fazla HES projesi olduğu da görülebilmektedir. Bu projelerden; 19 adeti ön rapor aşamasında, 21 adeti fizibilitesi tamamlanmış durumda, 2 adeti su kullanım hakkı anlaşması yapılmış ve 20 adet HES projesinin ise inşaat aşamasında olduğu görülmektedir (İnşaat aşamasında gözüken 20 adet HES projesinden fiilen inşaatına başlanan proje sayısı 4 adettir).

Mevcut durumda Rize'de ki 62 adet HES projesinin toplam kurulu güçleri; 1.328 MW, toplam üretecekleri yıllık elektrik enerjisi 5.404 milyon kWh dır. 2007 yılı elektrik enerji ihtiyacına göre Rize de üretilecek elektrik enerjisi miktarı ülkemiz elektrik enerjisinin % 2,8 ını karşılamış olacaktır. Enerji talebi artış oranı da dikkate alındığında; projeler tamamlandığında bu oran %1,5-2 civarında olacaktır. Rize'de planlanan HES projelerine bakıldığında; % 70 civarında eğimli, 1000 mt' yı aşan derinliklere sahip kanyon tipi vadilerde (İkizdere, Salarha-Güneysu, Çayeli Senoz, Pazar- Hemşin, Ardeşen-Çamlıhemşin Fırtına ve Fındıklı Çağlayan-Arılı Vadileri)

akmakta olan derelerdeki elektrik enerjisine dönüştürülebilecek suların tamamına yakını, kanal yada tünellere alınmak suretiyle kanal tipi HES santralleri kurulması şeklinde planlanmıştır. Bu planlamada çevresel boyut ne yazık ki değerlendirilmemiştir. Oysa Doğu Karadeniz Bölgesi ve bu bölgenin en önemli illerinden Rize, uluslararası öneme sahip doğa koruma alanlarından birisidir. Kıyı çizgisinden başlayan dağlar kısa bir mesafede Kaçkar zirvesinde 3930 mt' ye kadar çıkmaktadır. Ayrıca bölgede 2500 mt' nin üzerinde çok sayıda zirve mevcuttur. Derin vadilerdeki çok sayıda akarsu ve mevsimsel dere şelaleler yaparak denize ulaşmaktadır. Dağların, derin vadilerin yarattığı çok geniş çeşitlilik gösteren iklim şartları çok özel ve farklı habitatlar oluşturmuştur. Doğal yaşlı ormanlar, ormangülü çalılıkları, alpin çayırliklar, sarp kayalıklar ile göl ve akarsu kenarlarında sayısız ekosistemlere sahiptir. Bitkisel açıdan bakıldığında 2460 tür ile Türkiye florasının %28'ini oluşturan bölge, pek çok ülkenin sahip olduğu toplam bitki türünden fazlasına sahiptir. Doğu Karadeniz üç büyük flora bölgesinden biri olan Avrupa-Sibirya (Euro-Siberian) flora bölgesinin Kolşik (Colchis) kesiminde yer almakla beraber; Akdeniz florası (Mediterranean) ve İran-Turan kökenli bitkilerde bulunmaktadır.” (KTÜ Rapor 1997). Bölge faunası çok önemli hayvan türlerini içermektedir. Bozayı, Çengel Boynuzlu Dağ Keçisi, Karaca, Geyik, Dağ Horozu, Kafkas Ur Kekliği, Hopa Engereği, çeşitli alabalık türlerinin yanı sıra Deniz Alası, Kafkas Arısı gibi ekonomik önemi çok büyük olan türler, çok sayıda kelebek taksonu yaşamayı bu bölgede sürdürmektedir. Bu bölge, endemik kuşlar açısından Dünya’da korumada öncelikli 217 alandan biri olarak ilan edilmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi bütün bu özellikleriyle dünyada biyolojik çeşitlilik açısından korumada öncelikli 200 ekolojik alandan biri olarak gösterilmiştir (WWF –Dünya Doğayı Koruma Vakfı). Bölgeye bu özelliği kazandıran ise; binlerce bitki türüne ve yaban hayatına ev sahipliği yapan Fırtına, Senoz, Hemşin, İkizdere, Çağlayan, Arılı gibi derin vadilerdir. Üç bitki coğrafyasının çakıştığı, bütün canlılar için buz devirlerinde sığınak, tarihi jeolojik değişim çağlarında geçiş yolu olmuş bu vadiler, ne yazık ki mevcut uygulama şekliyle hidroelektrik santrallerin tehdidi altındadır. Bölgede yüzlerce HES planlanmaktadır. Yukarda ifade olunduğu üzere; sadece Rize’de 62 adet proje gündemdedir. Bu sayı her geçen gün küçük su kaynaklarını da kapsayacak şekilde artmaktadır. Nitekim bir yıl önce proje sayısı 43 adet iken büyük bir artışla 62 adet olmuştur (EPDK). Bütün vadilerdeki akarsular dağlardan sahile kadar birbirini izleyen regülatör- iletim hattı (tünel) -santral şeklinde kullanılmak

istenilmektedir. Derinliği 30-40 km.'yi geçemeyen vadilerde izin verilen proje sayısı Şimdiden her bir vadi için 15-17 adete ulaŐmıŐtır. Karadeniz Vadileri ekolojisinin temel unsuru olan su, ortamdan uzaklaştırılmaktadır. Bu durumun yaratacağı zincirleme etkiler ekolojik, ekonomik ve sosyal sorunlar ortadayken; projelerin tartıŐılmadan uygulamaya konulmamalıdır. Halen inşaat aşamasında olan projelerin yarattığı tahribat bu kaygıları artırmaktadır (Örnek; Çayeli Senoz Vadisindeki ataldere ve Uzundere kőylerinde yőrőtőlmekte olan Uzundere I ve Uzundere II HES projeleri). En bőyők kaygı ise projelerin içeriğinin bilinmemesi, yöre halkının ve ilgili sivil toplum kuruluŐlarının projeyi tartıŐmasına imkan verilmemesidir. Doğal varlıklarımız hızla yok olmakta iken dőnya őleđinde bőyők bir ekolojik zenginliğe sahip bu dereler, vadiler üzerinde yőrőtőlecek faaliyetlere “ÇED Raporu'na gerek yok” denilmektedir bu nedenle ÇED Raporu gerekli değildir kararları yeniden gőzden geçirilmelidir. evre Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği'nde yapılan değerilikle 50 megawattan kőők santrallere ÇED Raporu alınması zorunluluğunu kaldıran veya ilgili bakanlığın tasarrufuna bırakan kararlar kolaylıkla “ÇED gerekli değildir” Şeklinde uygulanmıştır. Yöre halkının ve STK'ların hukuksal girişimleri baŐlayıncaya kadar ki bőtőn projelere “ÇED gerekli değildir” kararı verilmiştir. Nitekim Rize'de inşa aŐamasına gelen 20 HES projesinden 16'sı için ÇED gerekli değildir” denilmiŐtir. Bu kararlara dayanak oluşturan “Tanıtım Dosyaları” son derece yetersiz, yőzeyssel, yanlışlık ve tutarsızlıklarla dolu birer belge durumundadır. Bu dosyaların yeterince incelendiği bile kuŐkuludur. Örnekler; Senoz Vadisinde planlanan, Kayalar HES tanıtım dosyasında, bir başka vadideki Kalkandere Regőlatőrő ve Yokuşlu HES'e ait bilgiler mevcuttur. Projelerin en çok tartışılan yanı olan can suyu miktarı; CD ile tanıtım dosyasında, hatta dosya içerisinde farklı sayfalarda farklı rakamlar içermektedir (Tanıtım dosyalarında benzer őzellikteki vadiler için bırakılacak can suyu miktarı farklı projelerde 25 lt/sn ile 300 lt/sn hatta 1700 lt/sn arasında değeritiği gőrőlmektedir. Hemşin Deresinin ekolojik anlamda çok hassas durumdaki őst kesiminde planlanan Dikmen HES için ÇED gerekli değildir kararı verilirken, alt kesiminde daha az öneme sahip Ortaköy HES için ÇED gereklidir” kararı verilebilmektedir. ÇED Yönetmeliğin 6.maddesi gereği öncelikle ÇED sőreci tamamlanması gerekirken su kullanım hakkı anlaşması yapılıp, EPDK tarafından elektrik üretim lisansı verildikten sonra ÇED sőrecinin baŐlatılması da ÇED sőrecinin bir formalite sőre olduğuna dair izlenim vermektedir. Oysa, su kullanım hakkı anlaşması yapıldıktan ve yatırımcı belirlendikten sonra ÇED

sürecinin başlaması, işlem sonucuna göre elektrik üretim izninin verilmesi daha doğru bir yöntemken; Çevre ve Orman Bakanlığı ÇED değerlendirmesini sürecin en sonuna, yatırımcının çeşitli giderler ve masraflar yapmasından sonrasına bırakılmakta, ÇED süreci adeta EPDK işleminin onayı şeklinde olmaktadır.

AB uyum yasaları çerçevesinde AB Su Çerçeve direktifi ülkemizde yürürlüğe girdiğinde Doğu Karadeniz’de inşa edilmekte olan HES’lerin Çerçeve Direktifi hükümleri ile çelişebileceği ve gelecekte hukuksal sıkıntılar yaratabileceği göz ardı edilmemelidir. Ya da AB Su Çerçeve direktif hükümlerinden kaçınma çabası olarak değerlendirilebilecektir.

DSİ’nin Doğu Karadeniz İnkişaf Raporları doğrultusunda, bu kurumun görevi gereği yaptığı planlamalar aynen yada bir kısmı değiştirilerek yörenin tek gerçeği ve planlaması olarak görülmekte, devlet mekanizması yöreye alternatif bir yaklaşım göstermekte yetersiz yada kurumlar arası iletişimsizlik neticesinde alternatiflerin olabilirliği ve geleceği geçersiz kalmaktadır. Örneğin İkizdere de Ovit Dağı ve çevresi turizm merkezi ilan edilirken, vadinin tamamının hidroelektrik santrallerle doldurulmasının çelişkileri görmezden gelinmektedir.

Bu yanlışlıklar yöre halkının ve ilgili STK’ların dikkati ve yargı kararlarıyla önlenmeye çalışılmaktadır. Oluşan kamuoyu tepkisi ve yargı kararları ilgili Bakanlığı bu projelere kolaylıkla “ÇED gerekli değildir” kararı vermekten vazgeçirmeye başlamışsa da verilmiş 20’ye yakın karar tehdit olarak ortada durmaktadır. Ayrıca tanıtım dosyalarındaki yüzeysellik ve yetersizliklerin aynen ÇED raporlarına yansdığı görülmektedir.

Bölgedeki HES projelerine ilişkin oluşan kaygılar:

Bölgede, havza veya vadi bazında bir planlama yapılmamıştır. 4856 sayılı "Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun" ile kurulan Çevre ve Orman Bakanlığı’nın kuruluş kanununu 9/k maddesi; “ Çevrenin korunması-iyileştirilmesi, doğal kaynakların en iyi şekilde kullanılması-korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve bu konularda gerekli önlemlerin alınması, bütüncül havza planlamaları yapılması (9/k) kuruluş amacı olarak belirtilmiş olmasına rağmen Doğu Karadeniz’de ne çevre düzeni planı adı altında ne bütüncül havza planlaması adı altında bir çalışma yapılmadığı görülmektedir.

Aynı vadi üzerinde başlangıçta bir veya iki HES için verilen izin, kısa bir süre içinde

16-17 projeye kadar çıkarılmıştır. İlgili Bakanlık verdiği izinlerde bu durumu dikkate alan bütüncül bir yaklaşım içinde olmamış, vadilerin taşıma kapasitesi göz ardı edilmiştir. Tüm dünyada su yönetimi havza planlaması esas alınarak yapılan makro planlamalarla gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de ise DSİ’nin diğer kurumların önünde geçmişten günümüze yapmış olduğu çalışmalar nedeni ile su konusu sadece hidrolojik açıdan değerlendirilmekte, buna bağlı olarak hemen her vadiye onlarca HES projesi planlanabilmektedir. Bu yanlış bir uygulamadır. DSİ görevi gereği hidrolojiye dayalı enerji santralleri planlamışken diğer kurumların/bakanlıkların planlamada geride kaldığı dolayısı ile akarsular ve buna bağlı havzalar kaynak değerleri konusunda elde çalışılmış ve uygulamaya konabilecek bir plan olmadığından planlamalar tek yanlı olarak yapılmaktadır.

Tüm yerleşimlerin suya bağlı olarak su havzalarında kurulduğu dikkate alındığında; mevzuatta ve makro planlamalarda, sürdürülebilir kalkınmanın temel girdileri toprak, su, orman ve mera gibi ekosistemlere bütüncül havza esaslı doğal kaynak planlamasına yer verilmemesi büyük bir eksiklik ve geri dönüşü olmayan sonuçları ortaya çıkaracaktır. Su havzalarında yer alan toprak ve su kaynakları ile orman, mera gibi ekosistemler arasında karşılıklı dinamik ilişkiler bulunmaktadır. Farklı sektörlerin ve kaynak kullanıcılarının bir arada düşünüldüğü, tehdit ve olanakların uzun vadeli değerlendirildiği, havza içindeki bir alana yapılan müdahalenin yarattığı olumlu ve olumsuz etkilerin izlendiği en uygun ölçekli korumacılık hidrolojik sınırlara dayalı havza planlaması ile olacaktır.

Mevcut uygulama ile ülkemizin ve dünyanın önemli ekolojik bölgeleri arasında sayılan Doğu Karadeniz Vadileri sadece su potansiyeli açısından değerlendirilmekte, yörenin kalkınmada öncelikli hedefi olan turizm/ekoturizm onlarca HES projesi ile şantiye alanına dönen vadilerin, geleceğe dönük tüm ümit ve planlamalarını tehdit etmektedir.

Bazı projelerde dereler kendi havzasından başka havzalara aktarılmış veya regülatör-tünel-santral şeklinde aralıksız suyun kullanıldığı projeler kabul edilmiştir. Suyun kendi havzası dışına çıkarılmasının yaratacağı sakıncalar, doğal bütünlüğün bozulması dikkate alınmamıştır.

Diğer bir sonuç ise Kara Avcılığı Kanunu, Bern Sözleşmesi, CİTES Sözleşmesi gibi iç ve uluslararası sözleşmelerle koruma altında olan çeşitli yabani hayata dair (kurt,

çakal, ayı, çengel boynuzlu dağ keçisi, karaca vs) yaşam alanlarının (orman-mera) söz konusu onlarca hidroelektrik inşa tesisi nedeni ile kaybı sonucu söz konusu türlerin ortamdaki uzaklaşması veya türlerin azalmasına neden olunduğunun, böylece gerek iç hukuka gerek uluslararası hukuka aykırılık meydana getirildiğinin dikkate alınmamasıdır. Açılacak yollar, atılacak dinamitler, gece gündüz iş makinelerinden kaynaklanacak gürültü gibi nedenlerle bu türler yaşam ve beslenme alanlarından uzaklaşmak zorunda kalacaktır.

Bölgedeki bütün HES projeleri için en kritik konu; suyun ne kadarının kullanılacağı, vadideki sucul yaşamın ve diğer ekosistemlerin devamını sağlayacak telafi suyun miktarı ve bunun bırakılmasıdır. İncelenen tanıtım dosyaları ve ÇED raporlarında bu hayati konu ne yazık ki geçiştirilmektedir. Derelerin özellikle yan derelerin önemli bir kısmında su akım gözlem istasyonlarının olmaması nedeniyle taşıdığı su miktarı, aylara göre dağılımı gibi önemli veriler tahminlere dayalıdır. Dereleri besleyen havzanın alanı önemli olduğu kadar; yükseklikler, dağ zirveleri, sıcaklık, buharlaşma, kar kalınlığı ve erime hızı, vadi tabanı, drenaj, yer altı su kaynakları gibi sayısız faktörde etkili olmaktadır. Derenin taşıdığı su miktarındaki belirsizlik daha başlangıçta projelerin olabilirliğini tartışılır hale getirmiş veya işletme esnasında mevcut suyun tamamının kullanılması gibi bir isteğin, baskının kuvvetli bir olasılık olduğunu göstermiştir. Projelerde, vadilerdeki ekolojik yaşamın temeli olan suyun aşırı derecede kullanılacağı açıktır. Sadece deredeki sucul yaşamın değil, bütün bitki örtüsünün olmazsa olmaz unsuru su yatağından uzaklaştırılmaktadır. Projelerin tamamı uygulandığında dere yataklarında neredeyse hiç su bırakılmayacaktır. Bu durumun telafi edilmesi için önerilen can suyu miktarları hiçbir akademik veya resmi veriye dayanmayan, son derece çelişkili miktarlardır. Bu miktarlar 25 lt/sn ile 500 lt/sn arasında değişmektedir. Aynı projenin tanıtım dosyasındaki belirtilen can suyu miktarları dahi farklılık göstermektedir. Dere yatakları kesiti belli olan beton bir kanal gibi görülmüş, genişliğinin yer yer 100 m'ye kadar çıkması, buharlaşma, derinlere sızma, kirlilik yoğunluğu, sıcaklık artışı su derinliği, su sıcaklığı, su kalitesi, sudaki partikül madde, pH değişimi gibi sucul canlılar için son derece önemli olan hususlar dikkate alınmamıştır. Bırakılacak can suyu miktarlarının belirlenmesinde hiçbir bilimsel çalışma yapılmadığı gibi uluslararası düzeyde kabul edilen ve yaygın olarak başvuru yapılan metodlarda göz ardı edilmiştir. Örneğin ABD'nin 30'dan fazla nehir ve ırmağında, 12 yıl boyunca, yüzlerce akademisyenin

katılımıyla yürütülen Tennant Metodu' na göre, ortalama yıllık su akış debisinin %50'sinin nisan-eylül arasında, %30'unun ekim-mart ayları arasında bırakıldığı zaman habitatın çok iyi bir şekilde korunacağı belirtilmektedir. Oysa bu miktarların onda biri kadar bile telafi suyu bırakılmayan projelere kolaylıkla izin verilebilmiştir. Örneğin bölgenin en büyük derelerinden biri olan İkizdere (yıllık ortalama debisi 30 m³/sn) için önerilen ve bakanlıkça da kabul edilen can suyu miktarı 150 lt/sn gibi komik miktardır. Bu durum mevcut ve uygulamaya konmuş, Cevizlik, Rüzgarlı, Kayalar, Uzundere HES gibi projelerde de aynıdır. Sivil Toplum Örgütlerinin etkin mücadelesi ve gündeme getirmesi ile en son Çevre ve Orman Bakanlığı Paşalar HES Hidroelektrik Tesis Projesinde derenin yıllık ortalama debisi 5.31 m³/sn iken 1.7 m³/sn su bırakılmasını öngörmüştür ki bu oran yıllık ortalama debinin %32'si gibi bir orana tekabül etmekte diğer uygulamaya konan ve ilk projeler olarak dikkati çeken yukarıda adı geçen projelerde ise söz konusu oranlar %3-5 civarında kalmaktadır. Görüleceği üzere Doğu Karadeniz Dereleri birbirine benzeyen bir ekolojik sisteme ve canlı hayata sahip iken hemen her dereye ne şekilde belirlendiği belli olmayan ve hiçbir şekilde yeterli olamayacak su oranları belirlenmiştir. Örneğin Cevizlik Hidroelektrik Santralinde DSİ uzmanlarının ekolojistler tarafından yetersiz olduğundan dolayı eleştirilen bir yöntem olan 7Q10 yöntemine göre tespit ettikleri telafi suyu oranı 2218 numaralı Akım Gözlem istasyonu (İyidere Şimşirlik mevkiinde bulunan AGİ) 6.402 m³/sn olarak can suyu oranı iken bile, regülatör noktasında yıllık ortalama debisi 25.44m³/sn (25440 lt/sn) olan İyidere'de halen inşaatları devam eden Cevizlik HES'in ÇED raporunda Ekim-Mart Döneminde 150lt/sn (Yıllık Oratalama Debinin % 0.6'sı), Nisan Ağustos döneminde 500 lt/sn (Yıllık Ortalama debinin % 2'si) , Eylül ayında ise 200lt/sn telafi suyu (Yıllık Ortalama debinin %0.7 si) belirlenmiştir. Aynı DSİ uzmanları İyidere için Akım Gözlem istasyonu noktasında Tenant Yöntemine göre de bir hesaplama yapmışlar ve, Suyun en az olduğu dönemler olan; Kasım-Mart aylarında ortalama yıllık debiye göre can suyu miktarı belirlenirse ;

%10' u = 1.593 m³/sn (Tenant Kriterine göre Kötü Ekolojik Sınıf)

%20' si = 3.187 m³/sn (Tenant Kriterine göre Orta Ekolojik Sınıf)

%30' u = 4.78 m³/sn (Tenant kriterine göre İyi Ekolojik Sınıf)

Daha üst oranlarda telafi suyu bırakılırsa çok iyi, %60 oranında bırakılırsa

mükemmel ekosistem sınıfına girilmektedir.

Suyun en bol olduğu Nisan-Eylül döneminde ise yıllık ortalama debiye göre;

%10=4.063 m³/sn telafi suyu oranı belirlenirse (Tenant Kriterinde Kötü)

%30=12.189 m³/sn, (Tenant Kriterinde orta)

%40=16.253 m³/sn (Tenant Kriterinde İyi) ve daha üst oranlarda su bırakılırsa çok iyi ve mükemmel ekosistem korunmaktadır.

Tenant Kriterlerine göre suyun az ve bol olduğu dönemlerde yıllık ortalama debiye göre %10 ve daha az telafi suyu oranları belirlenmesi ekosistemi çok kötü sınıfına koymaktadır.

Projelerde, “DSİ tarafından su hakkı miktarının değiştirilmesi durumunda bu miktara uyulacaktır” ifadesinin uygun olmadığı açıkça ortadadır. Su miktarı vadi ekosistemleri için ne kadar önemli ise, elektrik üretecek firma içinde projesinin karlılığı verimliliğinin belirleyicisidir. Projelere başlanılmadan ciddi akademik çalışmalarla belirlenmesi gereken miktar, belirsiz, muğlak ifadelerle proje bitimine ertelenmektedir. Bu durum daha sonradan telafisi güç zararlara yol açabilir.

Projelerin hepsinde, gerek can suyunda gerekse elektrik üretiminde kullanılan suda ortaya çıkacak biyolojik , fiziksel ve kimyasal değişimler göz ardı edilmiştir. Su sıcaklığı veya oksijen miktarındaki küçük değişimlerin sucul yaşamı sert bir şekilde etkilediği bilinen bir gerçektir. Araştırmalar, örneğin su hızı gradyanının akarsu ekosistemlerinde canlı grupların dağılımını kontrol eden en önemli faktörlerden birisi olduğuna işaret etmektedir [21]. Diğer yandan dolaylı olarak, askıda katı maddeler ve küçük organizmalar suda yaşayan balıklar için besin kaynağı olması nedeniyle su akım hızındaki değişimler besin maddelerinin varlığını da etkileyecek ve buda alanda bulunan balık yaşamını olumsuz etkilenmesine hatta besin bulamayarak ölmesine sebep olacaktır. Literatürde balık türleri için su derinliği dikkate alınarak habitat uygunluk kriterleri geliştirilmiştir. Örnek olarak Dağ Alası'nın (Samo trutta macrostigma) farklı yaşam evreleri için su derinliğine bağlı olarak habitat uygunluk kriterleri belirlenmiştir [18]. Akarsuyun taban yapısı da sucul organizmalar için çok önemlidir. Akarsu tabanı sucul organizmalar için beslenme, saklanma ve yumurtlama için uygun koşulları temin etmektedir. Akarsu yatağının kumlu, killi, çakıllı veya taşlı olması hem orada bulunan türlerin özelliğini hem de dominant türlerin popülasyon yoğunluğunu belirlemektedir. Suyun tünellere alınması ile birlikte

özellikle su alma noktasının mansabında sıcaklık, çözünmüş oksijen, askıda katı madde, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, azot, fosfor vb. su kalite parametrelerinde meydana gelebilecek değişimler sucul canlılar açısından (özellikle Deniz Alası ve Dağ Alası açısından) çok önemli olup ÇED raporunda suyun tünellere alındığı noktadan itibaren mansap kesimindeki değişimler incelenmemiştir.

Sucul ekosistemin devamı bir bütünlük arz etmekte olup sucul ekosistem sadece balık yaşamından da ibaret değildir. Çevresel koruma bütüncül bir yaklaşımla yapılabilir olup, ekosistem zincirindeki bir türün korunması için alınacak önlemler sıralanırken diğer türlerin faaliyetten ne şekilde etkileneceği hususları da ÇED raporlarında göz ardı edilmemelidir. Diğer yandan suyun dere yatağına az verilmesi neticesinde; dere yatağındaki çalışmalar, vadi yamaçlarında açılan yollar, hafriyatların gelişigüzel şevlere dökülmesi, kesilen ve hafriyat altında kalan bitki örtüsünün azalması gibi nedenlerle yağmur suları ile birlikte dere yatağına taşınan çok ince toprak sedimantasyonu derenin yatağına düştükten sonra, balık yumurtlama alanlarını battaniye gibi kaplayıp balık yumurtalarını öldürmektedir. Yumurtalar oksijen alamaz duruma gelmektedir. Çok ince siltli kumlar oksijen üreten bitkileri örtmekte, balık besini böcekleri ortadan kaldırmaktadır.

Eğer dereden gerektiği kadar su akmaz ise, toprak sedimentleri ırmağın tabanını doldurmakta, gölleri ve göllerin aşağısındaki dalgalı granitli çakılların bulunduğu yerleri kaplamakta ve böylece balığın yumurta bıraktığı, beslendiği habitat yani yaşadığı yer canlılar için yaşanmaz bir yer haline gelmektedir. Toprağı arazide tutmak, dere içinde temizlemekten çok daha kolay olduğundan gerek yamaçlarda gerek nehir kenarlarındaki bitki çeşitlerini korumak, çamurlu olan dere kenarlarına bitki ve ağaç dikmek, taş duvarları yapmak deredeki canlı yaşam için ve suyun kalitesinin bozulmaması için son derece önemlidir.

Ayrıca nehirlerin kirlenmesi kontrolü çalışmalarında düşük akımların belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Nehirlerde su kalitesi standartlarının sağlanması öncelikle nehrin kurak devre karakteristiklerinin bilinmesini gerektirir. Nehir kirlenmesi bakımından en elverişsiz şartlar kurak devrelerde meydana gelmekte ve nehrin kirlilik yükü azami değerine ulaşmaktadır [24]. Bu nedenle can suyu miktarının çok düşük miktarlarda olması nehirlerde telafisi zor kirlenmelere ve ekosistemin bozulmasına neden olabilir.

ÇED raporları ve tanıtım dosyalarında projelerin işletme süresince vadilere bırakılacak telafi suyunun kontrolünün nasıl yapılacağı, hangi denetim mekanizmalarıyla bunun gerçekleştirileceği belirsizdir. Bırakılacak su miktarının otomatik olarak tespitini yaparak, PC ortamında kayıtlarının tutulmasını sağlayacak teknik zorunlulukların geliştirilmesi, ciddi ve bağımsız denetim mekanizmalarının örgütlendirilmesi gibi son derece önemli konular geçirilmiştir.

Suyun ortamdan uzaklaştırılması vadilerin iklimik koşullarını da değiştireceğinden ekosistemleri olumsuz etkileyecektir [22]. Sadece Rize de 500 km’lik dere yatağı kurutulacak veya %1-5 oranındaki telafi suyu ile yaşamını sürdürmeye çalışacaktır. (62 HES Projesi x Ortalama tünel-kanal uzunluğu (8 km) = 496 km.) Bu durumun yaratacağı iklimsel ve biyolojik değişiklikler göz ardı edilmektedir.

Rize jeolojik, topoğrafik, iklimsel, özellikleriyle sel ve heyelan gibi afetlere karşı son derece hassastır. İl genelinde toprakların %87’sinde heyelan tehlikesi bulunmaktadır. İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde kurulan Rize Afet Bilgi Sistemi Çalışma Grubu Raporu’na göre toprakların %31’inde yüksek, %45’inde orta derecede heyelan tehlikesi bulunmaktadır. Ancak yaşanan bu felaketlere doğal afet denilemez, bu durum tamamen insanların doğaya müdahalesinden kaynaklanmaktadır. Doğaya olan müdahaleler; bitki örtüsünün değiştirilmesi yanında, dik yamaçlarda açılan arazi yolları, taş ocaklarında yapılan patlatmaların yol açtığı sarsıntılardır. Projelerde bölge coğrafyasından kaynaklanan sel- heyelan gibi riskleri dikkate alınmamıştır. Jeolojik etütler yoktur. Hemen tüm projelerde jeolojik sondajların proje inşaat aşamasında yapılacağı ve ona göre mühendislik çözümleri üretileceği bildirilmektedir. ÇED raporları determinist bir yaklaşımla ve kesin etkileri olabildiğince belirlenmeye yönelik bilimsel çalışmalarla ortaya konan ve bu şekilde olası çevresel riskleri kabul edilebilir ve belirlenebilir minimum düzeylere çekilmesini hedefleyen bir yaklaşımın ürünü olması gerekirken, içerisinde çok sayıda belirsizliği barındırmaktadır.

Projelerde milyonlarca ağaç yok edilecektir. Proje sahaları uluslar arası öneme sahip doğal ormanlarla kaplıdır. Projelerde kesilecek ağaç miktarları hiçbir hesaba dayanmamaktadır. Hatta proje tanıtım dosyalarında (Kayalar HES Dosyası) “Proje sahasındaki alanların geniş bir alanda olması nedeniyle ağaç sayılarını bu aşamada hesap etmek mümkün olmamıştır” denilmiş ve bu dosyalara ÇED gerekli değildir denilerek onay verilebilmiştir. Halen inşaatı süren projeler yerinde incelendiğinde

orman alanlarının tahrip edildiği görülecektir. ÇED raporlarında incelenen projelerde çalışılacak alan büyüklüğü onlarca hektara ulaşırken kesilecek ağaç sayısı 100-400 arası bildirilmektedir. Yörede hektar başına ağaç yoğunluğu 500-700 Ağaç/Ha civarındadır. Kesilecek ağaç sayısına dair ÇED raporunda bildirilen rakamların yöre gerçekleri ile örtüşmediği ve orman amenejman planlarının güncel olmadığı görülecektir.

Enerji iletim hatları projelerden ayrı olarak, projeler bittikten sonra gündeme gelecektir. İletim hatlarının nereden geçeceği, geçtiği alanda yaratacağı orman tahribatı projelerde yer almamıştır. Oysa bu hatların ulusal şebekeye bağlanacağı yere kadarki bölümde yaratacağı orman tahribatı çok yüksek düzeydedir. Yine yüksek gerilim hatlarının, dar vadilerde yerleşim alanlarının üzerinden geçmek zorunda kalınacağı bunun insan yaşamına etkileri sorgulanmamıştır. ”Yüksek gerilim hatlarının yakın çevresine radyasyon yaydığı, bunun da kanser dahil hastalık risklerini artırdığını, hatlara olan kritik mesafenin 600 metre olduğu Oxford İngiltere Çocukluk Çağı Kanseri Arş.Grubu Raporu’nda belirtilmektedir. HES projelerinin ayrılmaz bir parçası olan elektrik iletim hatlarının HES projelerine dair ÇED raporlarında irdelenmemesi bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır. İletim hatları HES projelerinin entegre bir parçasıdır. HES inşaatı tamamlandıktan sonra iletim hatlarına dair alınacak ÇED raporlarının güvenilirliği ve ciddiyeti tartışma konusu olacaktır. Santral inşaatı bittikten sonra elektrik iletim hattına ÇED oluru verilmemesi olasılık dahilinde olduğundan, milli sermayenin onca yatırımdan sonra heba edilmesi söz konusu olacağına göre elektrik iletim hatlarına sonradan ÇED alınması kamu iradesini de ipotek altına almakta olup elektrik iletim hatlarının aynı projeler içerisinde entegre bir tesis olarak değerlendirilmelidir.

Sosyal ve kültürel etkisi sorgulanmamıştır. Projeler vadi de sosyal yaşam ve kültürel yapıyı etkileyebilir.

Bölgede; biyolojik, estetik ve rekreatif zenginlikleriyle alternatif turizm etkinliklerinin yoğun bir şekilde yaşanacağı görülmektedir. Canlı ve cansız tüm varlıkları ile doğal bir peyzaja sahip bölgenin yapısının bozulabileceği, bölgenin hızla gelişen eko-turizm potansiyelini olumsuz yönde etkileyebileceği göz ardı edilmemelidir. Bu tesislerin işletilmesinde, su kaynağının devamlılığının sağlanması çok önemlidir. Turizm ana sermayesi olan doğayı koruduğu süreçte, bozulmamış

doğa da turizmi sürekli kılacağı gerçeği unutulmamalıdır. Öncelikli hedefin doğanın korunması olması tavsiye edilir.

Çizelge 5.4: 4628 sayılı EPK’ unca Doğu Karadeniz Bölgesi’ nde geliştirilen santral projeleri [2]

İL SIRA NO	HİDROELEKTRİK SANTRALİN ADI	TESİSİN BULUNDUĞU		A D E T	KURULU GÜÇ MW	TOPLAM ENERJİ GWh	FİRM ENERJİ GWh	PROJEYİ ÜRETEN	PROJEYİ ÜRETEN FİRMA
		İLÇE	AKARSU ADI						
1	ADACAMI HES-rev.	MERKEZ	TAŞLIDERE	1	3.128	11.953	3.594	DSİ	ÇALIK
2	AYDER HES	ÇAMLIHEMŞİN	FIRTINA	1	3.500	18.500	6.300	DSİ	ARK
3	CEVİZLİK HES	KALKANDERE	İYİDERE	1	8.550	39.590	17.220	DSİ	AKIM
4	DİKKAYA HES	ÇAMLIHEMŞİN	FIRTINA	1	2.500	11.800	5.300	DSİ	ARK
5	KAYALAR HES (rev.)- değ. Raporu	ÇAYELİ	BÜYÜKDERE	1	3.550	14.418	4.392	DSİ	İYON
6	PAŞALAR HES	FINDIKLI	ABUÇAĞLAYAN	1	4.000	15.131	3.882	DSİ	AYEN
7	TOZKÖY HES (2.Rev.)	İKİZDERE	İKİZDERE/CİMİL-ÇOKÇOR-GÖL-KABAHOR	1	17.690	55.891	12.892	DSİ	DİRENÇ
8	YOKUŞLU-KALKANDERE (Rev.)	İKİZDERE	İYİDERE	1	3.230	14.849	5.700	DSİ	AKIM
9	DEREKÖY-DEMİRKAPI HES	İKİZDERE	İYİDERE	1	10.857	31.710	8.380	DSİ	BESS
10	BAŞKÖY HES	FINDIKLI	YEŞİLDERE	1	1.474	6.098	1.891	DSİ	YALINKAYA
11	GÜRPINAR REG. VE HES	ÇAYELİ	BÜYÜKDERE	1	2.424	10.086	3.494	DSİ	AYONE
12	İKİZDERE REG. VE HES-rev.	İKİZDERE	İYİDERE	1	7.839	28.011	8.858	DSİ	ZORLU
13	AŞIKLAR REG. VE HES	GÜNEYSU	POTOMYA	1	124	722	342	EİE	
14	DUMANKAYA REG.VE HES	GÜNEYSU	POTOMYA	1	243	1.414	526	EİE	DAMLAPINAR
15	KUTULU REG.VE HES	GÜNEYSU	TAŞLIDERE	1	622	3.800	1.900	EİE	ERSOY
16	TURHAN REG.VE HES (rev.2)	FINDIKLI	BÜYÜKDERE	1	1.330	5.660	1.885	EİE	STY
17	RÜZGARLI REG. VE HES	İKİZDERE	ÇAMLIDERE	1	1.013	3.831	1.170	TÜZEL	ATABEY
18	AYVASIL REG. VE HES-Rev.	GÜNEYSU	PİLAHOZ DERE	1	459	1.362	409	TÜZEL	KAÇKAR
19	ÇİĞDEMİLİ REG. VE HES (Rev.)	KAPTANPAŞA	ÇATAL DERE	1	694	3.622	1.307	TÜZEL	KAÇKAR
20	SELİN -I REG. VE HES (rev.)	İKİZDERE	CİMİL DERE	1	1.785	3.176	972	TÜZEL	DİRENÇ
21	SELİN -II REG. VE HES (rev.)	İKİZDERE	CİMİL DERE	1	2.300	9.934	3.642	TÜZEL	DİRENÇ
22	UZUNDERE-I REG. VE HES (Rev. 2)	ÇAYELİ	UZUNDERE	1	6.300	15.621	4.766	TÜZEL	KARADENİZ
23	UZUNDERE-II REG. VE HES	ÇAYELİ	UZUNDERE	1	2.000	8.964	3.264	TÜZEL	ATABEY
24	DİKMEN REG. VE HES	MERKEZ	HEMŞİN DERE	1	1.000	4.657	1.715	TÜZEL	İARAKSEL
25	ORTAKÖY REG. VE HES	ORTAKÖY	HEMŞİN DERE	1	1.600	7.508	2.996	TÜZEL	İARAKSEL
26	AMBARLIK I-II REG. VE HES (Rev)	GÜNEYSU	PAŞACUR DERE	1	900	3.916	601	TÜZEL	REDAl
27	TEPE HES (rev.)	GÜNEYSU	KALE DERE	1	1.361	4.590	1.803	TÜZEL	RİZE İPEKYOLU
28	YEİLKÖY HES	GÜNEYSU	ÇATAL DERE	1	280	1.283	432	TÜZEL	YEİL MAVİ
29	KALE HES (Rev.)	MERKEZ	KALE/İSLAHİYE-KALE	1	975	3.966	1.161	TÜZEL	ASA
30	İNCİRLİ REG. VE HES (Rev.)	İYİDERE	KALKANDERE	1	2.550	10.912	4.663	TÜZEL	LASKAR
31	MELİKOM REG. VE HES	ÇAYELİ	BÜYÜK ÇAY	1	1.064	4.904	1.799	TÜZEL	MELİKOM
32	ŞİMŞİRLİ REG. VE HES	GÜNEYCE	YAYLA DERE	1	365	1.882	672	TÜZEL	ENTEK
33	KARAAĞAÇ REG. VE HES	ÇAYELİ	BEYAZSU	1	122	638	198	TÜZEL	ORTU
34	İNCESU REG. VE HES (Rev.)	ÇAYELİ	İNCESUDERE	1	636	2.773	888	TÜZEL	KARADENİZ
35	ARI REG. VE HES	İKİZDERE	CİMİL DERE	1	3.477	14.582	4.911	TÜZEL	ARIHES
36	BAŞKÖY REG. VE HES (Rev.)	ÇAYELİ	BAŞKÖY DERE	1	453	1.877	619	TÜZEL	ATABEY
37	ÇATAK REG. VE HES	FINDIKLI	Y. -KOKASÖR	1	1.000	4.253	1.323	TÜZEL	ZEKİ
38	ASLANDERE REG. VE HES	FINDIKLI	ÇAĞLAYAN D.					TÜZEL	ATABEY
39	ÇATAK HES	FINDIKLI	ÇAĞLAYAN D.	1	1.770	7.333	2.146	TÜZEL	TG
40	GÜL REG. VE HES	FINDIKLI	ÇAĞLAYAN D.	1	1.432	5.657	1.596	TÜZEL	DEMİR
41	GÜRSU REG. VE HES	FINDIKLI	YEİLDERE	1	130	564	176	TÜZEL	STY-REDAl
42	ALİCİK REG. VE HES (2. Rev.)	GÜNEYSU	KALE DERE	1	900	3.747	1.931	TÜZEL	BARO
43	SESİLİ REG. VE HES	ÇAYELİ	SESİLİ DERE	1	179	765	257	TÜZEL	SESİLDERE

Çizelge 5.4: (devamı)

44	RİZE YEŞİLDERE HES	FINDIKLI	KOKASÖR	1	1.161	4.292	1.186	TÜZEL	KARADENİZ
45	YEŞİLTEPE REG. VE. HES	HEMŞİN	BÜYÜK DERE	1	433	1.942	525	TÜZEL	MARS
46	ÜSTÜN I-II REG. VE. HES	FINDIKLI	YEŞİLDERE (KAKASOR)	1	500	2.172	674	TÜZEL	KZR
47	ÇINARLI REG. VE. HES	FINDIKLI	PİSKALE DERESİ	1	874	3.424	959	TÜZEL	ÇINARLI
48	AKBUCAK HES	ARDEŞEN	GÖRE DERE	1	652	275	58	TÜZEL	Bİ-SU
49	SARAY HES-Rev.	İYİDERE	İYİDERE-KARADERE	1	115	4.380	1.404	TÜZEL	LASKAR
50	SARMAKOL HES	İKİZDERE	ÇOKCOR DERE	1	4.464	1.962	582	TÜZEL	DAVRAZ
51	GELİNTAŞI HES	İKİZDERE	ÇAMLIK DERE	1	484	1.502	282	TÜZEL	YATAKSU
52	SIRT REG. VE. HES	FINDIKLI	KOKASÖR	1	244	957	297	TÜZEL	MARS-ÇIRAKLAR-STY
53	GÖL REG. VE. HES	MERKEZ	ASKOROZ	1	2.411	9.650	3.327	TÜZEL	KATILIM
54	BAŞBUĞ HES	İKİZDERE	İYİDERE (İKİZDERE) Ç.	1	2.778	7.998	218	TÜZEL	DİKTAL-AKUA-ILGAR-ELEKTROMEKA NİK-KAAN
55	CEYHUN HES	İKİZDERE	CATERLİ D.-UYRAN D.	1	545	1.444	182	TÜZEL	DİKTAL-ELEKTROMEKA NİK-KUMSU-HİTT-ÇELİKLER
56	TAİDİBİ REG. VE. HES	FINDIKLI	ABUVİCE-DİKİLİTAİ-ABU DERELERİ	1	1.554	6.031	1.651	TÜZEL	AKÇASU-YILMAZ-ALINPINAR-ARTI-ÇAYEN-ÇELİKLER-KAAN
57	HEMŞİN HES (Rev. I-II-III HES (Geklinde))	HEMŞİN	HEMŞİN (ORTAKÖY-BÜYÜK)DERESİ	1	633	2.001	434	TÜZEL	ÇAVUİ BİR
58	MEŞEDÜZÜ REG. VE. HES	FINDIKLI	KÜÇÜK DERE VE YAN KOLLARI	1	83	2.258	519	TÜZEL	ASERJİ
59	HAYAT HES	FINDIKLI	YEŞİLDERE VE BÜYÜKDERE DERELERİ	1	462	1.423	298	TÜZEL	KUYRUKÇUOĞLU-PAREN-İDEAL-BUCAN
60	NİZAM HES	İKİZDERE	ÇOKCOR - TAŞLI DERE	1	104	317	68	TÜZEL	NİZAM
61	HAMZABEY HES	GÜNEYSU	TAŞLI DERE	1	742	3.553	961	TÜZEL	VADİ
62	ORSA-2 REG. VE. HES	İKİZDERE	CİMİL - PANCUL DERESİ	1	305	1.188	342	TÜZEL	AR-ORSA
63	SARMAŞIK REG. VE. HES	FINDIKLI	KOKASÖR DERESİ	1	2.131	790	175	TÜZEL	MAVİSU-SAVÇAK
64	GÜRGEN REG. VE. HES	GÜNEYSU	GÜNEYSU DERE - KALE DERE	1	2.433	966	386	TÜZEL	GÜRGEN
65	ZEYNEP REG. VE. HES	KAPTANPAŞA	UZUNDERE- CANOVİT VE TULÜK DERELERİ	1	49	1.997	593	TÜZEL	KAANI-UĞUR
66	YAYLA HES	FINDIKLI	ABUVİCE DERESİ VE 2 MENBA KOLU					TÜZEL	ALINPINAR
67	CEVİZLİ REG. VE. HES	FINDIKLI	YEŞİL DERE - MAGOSTI VE CEVİZLİ DERELERİ					TÜZEL	ÇIRAKLAR
68	AYYILDIZ HES	İKİZDERE	MELEZ- KUNDA-ARZAYAN DERELERİ					TÜZEL	DİKTAL-SAFKA-SİYAH
69	FİLİZ REG. VE. HES	İKİZDERE	ANZER DERESİ					TÜZEL	YEŞİL MAVI-LACİVERT-SAFKA-PAMUK
70	TEPEKÖY REG. VE. HES	FINDIKLI	PAPADIHA (ÇARDAĞALI) DERESİ					TÜZEL	O.C.S.
RİZE TOPLAM				64	1.224,73	4.624,72	1.470,92		

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel olarak geliştirilmiş ve uygulanmış çeşitli türden yöntemlerde belirtildiği ve bu tezde de teyit edildiği gibi, çalışma alanına en az iki aşamayla, öncelikle hidrolojik yöntemler kullanarak keşif düzeyinde değerlendirme, daha sonra Habitat simülasyonu veya bütünsel yöntemler kullanarak kapsamlı değerlendirme ile birçok ülkede çevresel akış yöntemlerinin hiyerarşik uygulamasına doğru yaygın bir hareket vardır. Örneğin, yöntemlerin iki aşamalı uygulaması Alaska’da eyalet çapında bir düzeyde ve Çek Cumhuriyetinde ulusal ölçekte kullanılmıştır. Güney Afrika, İngiltere ve Avustralya dâhil birçok ülke zaman, veri, finans ve teknik kapasite dahil kaynakların elverişli olarak kullanımı için bu şekilde iki aşamalı ÇAY’ nin kullanımını savunmaktadır [22]. Güney Afrika, temel insan ihtiyaçları ve ekolojik rezerv dahil, ÇAG ekosistem koruması için rezerv tahsisi için hızlı, basit masaüstü tahmin yöntemlerinden kapsamlı belirlemeye geçerek iki aşamalı detaylı yöntemlere olan geçiş için güncel bir örnektir. Rezerv çerçevesinin geliştirilmiş hale getirildiği süreci hızlandırmak ve ulusal ölçekte ÇAD alanında kökten değişiklik yapmak için ÇAD’ nin uygulanmasında su politikası ve mevzuatlar ona göre düzenlenmeli ve uygulanmalıdır. Benzer girişimler ekosistemler için su tahsisi için ulusal su reform süreci ve politika kılavuzlarına ilişkin olarak başka bir yerde örneğin Avustralya’da, Avustralya ve Yeni Zelanda Tarımsal Kaynak Yönetimi Konseyi (ARMCANZ) ve Avustralya ve Yeni Zelanda Çevre ve Muhafaza Konseyi (ANZECC), aynı zamanda Avrupa Birliğinde Su Çerçeve Direktifi ile paralel olarak ulusal veya daha geniş ölçeklerde yapım aşamasındadır.

Bir Çevresel Akış Değerlendirmesinin ilk aşaması genellikle ulusal veya havza çapında planlama veya keşif seviyesinde kullanılır ve karakteristik olarak hidrolojik ÇAY’ ni başlatır. Dünya çapında yöntemlerin dikkate değer bir miktarının (207) belirgin olarak %30 ‘u olan 60’ın üzerinde ve incelenen tüm dünya bölgelerinde kullanımda olan söz konusu yöntemler bu seviyede değerlendirmek için özellikle çok uygundur. Bu öncelikle çevresel amaçlarla ayrılacak su miktarlarının düzenli, basit

hatta düşük çözünürlüklü tahminlerini veren masaüstü seviyesinde hızlı, düşük araştırma seviyesinde uygulamaları nedeniyledir.

Son yıllarda, daha karmaşık hidroloji temelli yöntemler, en çok dikkate değer olarak RVA-Değişkenlik Dizisi Yaklaşımı [16] çevresel akışların belirlenmesinde ekolojik olarak ilgili, çoğul hidrolojik endekslerin kullanılması ve/veya akış değişkenliğine vurgu yapmaları nedeniyle, geliştirildikleri ülkeler dışındaki ülkelerde ilgi çekmiştir. Söz konusu gelişmeler temsil ettikleri minimum akışların sisteme özgü ekolojik içeriklerinin, farklı ülkeler, coğrafi bölgeler ve akarsu türleri boyunca gelişigüzel ve ayırım yapmaksızın, Tennant yöntemi gibi yöntemleri ve hidrolojik endeksleri uygulayan birçok ülke bulunmaktadır.

Çevresel akış değerlendirmesinin bu başlangıç seviyesinin ötesinde, halen yöntem geliştirmenin iki yolu açıkça görülmektedir. Özellikle kuzey yarımkürenin gelişmiş ülkelerinde aynı zamanda ABD veya Avrupa'dan ÇAD için teknik destek alan gelişmekte olan ülkelerde şimdi büyük ölçüde kullanılmaz olan hidrolik derecelendirme tekniklerinden ikinci en yaygın olarak uygulanan grup olmak üzere gelişen habitat simülasyon yöntemlerinin devam eden uygulamaları bulunmaktadır. Dünya çapında farklı ülkelerde bazı 58 münferit yaklaşım raporlanmış olmasına karşın, IFIM' e (İç Akıntı Akış Artımlı Yöntemi) benzer türden tüm geliştirilen hidrolik-habitat modellendirme yaklaşımları en az 20 ülkedeki uygulamaları bilinmektedir ve bu sayı giderek artmaktadır. Çoğu örnekte, söz konusu yöntemler çok boyutlu habitat modelleme ve karmaşık, boyutsal olarak kesin habitat ölçütlerinin dâhil edilmesinde belli başlı gelişmelere yoğunlaşmış ve güncel çabalarla balık türlerinin akış gereksinimlerinin değerlendirmesini hedef almışlardır. Diğer biyolojik varlık ve ekosistem bileşenleri için akışları belirlemek amacıyla bu alanda daha yoğun bir şekilde çalışmalar yapılması gerekmektedir ve bu alanda keşfedilmemiş büyük bir potansiyel mevcuttur.

Hidrolojik rejimin tüm yönlerine açık bağlantılarla ve tüm akarsu ekosisteminin ÇAG' ları değerlendirmeyi amaçlayan bütünsel yöntemlerin gelişimi 1990ların başında başlamış ancak son on yıl içinde (zaten küresel toplamın %7,7'si olan) bu türden bazı 16 yöntemin gelişimi ve uygulaması tek bir türden tüm sisteme odaklanmaya yönelmeyi belirten çevresel akış değerlendirmelerinde yeni, önemli yönlere ivme kazandırmıştır. Söz konusu yöntemlerin kullanımının araştırma ve uygulamalarda belirgin iki taraflı işbirliğiyle Avustralya ve Güney Afrika'da güçlü

şekilde yerleşmiş olmasına rağmen, özellikle Güney Afrika Kalkınma Topluluğunda (SADC) olduğu gibi güneybatı Avrupa, güneydoğu Asya ve Latin Amerika'da olmak üzere, bütünsel ÇAY artan bir ivmeyle daha fazla ilgi çekmektedir.

İlginç şekilde, Güney Afrika şimdiye kadar küresel olarak en sık uygulanan bütünsel yöntem olan standart rezerv belirlemeleri için BBM yöntemini kullanarak bu yöntem türünün sıkı, düzenli uygulamalarına yoğunlaştırmıştır. Tersine, Avustralya kaynaklarını bütünsel yöntemlerin özellikle çok çeşitliliğini geliştirmek ve uygulamak için çalışmalar yapmıştır.

Tavsiye edilen bir çevresel akış rejiminin inşası için fazla araştırma gerektirmeyen Tennant yöntemi gibi standart bir hesaba dayanan yöntemlere şimdiye kadar vurgu yapılmış olmasına rağmen son zamanlarda iki yaklaşımı birleştirerek bütünsel yöntemlerin uygulanması birçok çalışmada tavsiye edilmiştir. Yine de bütünsel yöntemlerin özellikle gelişmekte olan ülkelerin bakış açısından kendi başına habitat simülasyon yöntemlerinden genellikle daha uygun olduğunu söylemek mümkündür [11]. Bu söz konusu ülkelerin ekosistem ölçeğinde kaynağın korunmasına odaklanma suya olan ihtiyaçları ve aynı zamanda sulu ekosistemler tarafından sağlanan mallara ve hizmetlere olan güçlü geçim kaynağı bağımlılıkları nedeniyledir. Dahası, hidrolik ve habitat modelleme araçları elverişli hale geldikçe diğer standart hesaba dayanan modelleri olduğu kadar çoğul ekosistem bileşenlerinin dikkate alınması gibi gelişmiş tekniklerini daha çok birleştirmek için bütünsel yöntemlerin doğasında olan kapasitesi bu bağlamda onları gittikçe daha çok uygun duruma getirmektedir.

Küresel eğilimlerin bu genel incelemesi çevresel akış çalışmasında en büyük etkinliğin Kuzey Amerika'da (Yöntemlerin orantısız olarak çok sayısını, küresel toplamın %37'sini uygulayan Amerika'yla) Avustralasya'da (dünya çapında ikinci olan Avustralya'yla) , Avrupa ve Güney Afrika gelişmiş ülkelerinde bulunduğunu açıkça göstermiştir. Dahası, özellikle küresel deneyimin büyük miktarının yapılan çalışmalara erişimin sınırlı olduğu gelişmekte olan veya az gelişmiş durumda ittifak yapan münferit ülkeler ve tüm dünya bölgeleri için çevresel akış girişimleri bakımından belirgin engellere maruz kalmıştır. Sosyo-ekonomik kalkınmada taze su kaynaklarının varlığının, kalitesinin ve sürdürülebilirliğinin can alıcı bir rol oynadığı dünyada su sıkıntısının olduğu bölgelerde daha belirgin olmasına rağmen birçok bu tür ülkelerde çevresel akışla ilgili çalışmaların az olması sıkıntıları beraberinde

getirmektedir. Dahası ortalama tahminle dünya çapında yıllık olarak inşa edilmekte olan 160-320 arası yeni büyük baraj olmasına rağmen bu şekildedir.

Bu konu Çizelge 3.1.' de gösterildiği gibi mevcut ve öngörülen büyük barajların sayısı bakımından dünya çapında ilk beş ülke içinde yer alan her iki ülke Çin ve Hindistan için özellikle doğrudur. Bu eğilimler birçok ülkenin akarsu taşkın sistemlerindeki ekolojik süreçlerin birincil güdücüsü olarak hidrolojik rejimin kritik öneminin yönetimini ve söz konusu sistemlerin uzun vadeli bakımı ve sürdürülebilirliğinde çevresel akışların rolünü henüz anlamadıklarını ve su kaynakları politikası ve yönetimi içine yerleştirmediklerini veya bir öncelik olarak bu tür değerlendirmeleri henüz yapmadıklarını göstermektedir. Ancak, küresel eğilimlerin analizi ayrıca birçok ülkede, diğerlerinin yanı sıra Mekong Nehrinin aşağı havzasının ülkeleri (drenaj havzası itibarıyla Asya'daki en büyük nehirdir ve yoğun su kaynağı geliştirmesi için programlanmıştır. Endonezya, Mozambik, Brezilya ve Zimbabve'de çevresel akış çalışmasının başlatılmasının teşvik edici işaretlerini de ortaya çıkartmıştır. Söz konusu girişimler sıklıkla, en azından kısmen, bilimin zaten iyi tesis edildiği komşu ülkelerden deneyim kaynağı edinme veya uluslararası işbirliği araştırma projelerinin sonucudur.

Büyük, sıklıkla sınır ötesi akarsu havzaları, birçoğu karmaşık, birbiriyle ilişkili çoğul parçalı su ekosistemleri hem eyalet ölçeğinde hem ülke ölçeğinde çevresel akış değerlendirmesinde karşılanması gereken özel bir tehdit oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun kabaca %40'ını etkileyen ve akarsu akışının %80'ine denk gelen iki veya daha fazla ülkenin siyasi sınırlarını kesen söz konusu havzalardan, tahmini olarak 261 ila 280 adet bulunmaktadır [16]. Bu tür durumlarda sınır ötesi işbirliği elzem olarak görülecektir. Ancak bugüne kadar sınır ötesi sistemler için Çevresel Akış Değerlendirmelerinin çoğunluğunda komşu ülkeler çoğunlukla değerlendirmelerden dışlanmıştır. Ayrıca her ikisi de artan akarsu restorasyon ve baraj işletmeden çıkartma projeleri için çevresel akış sorunlarını ele almada artan bir çaba sarf edilmesi için bir ihtiyaç olarak görmesi muhtemeldir [4].

Gerçekçi olarak, herhangi bir ülkede uygulamak için uygun çevresel akış yönteminin seçimi o ülkeye özgü olması muhtemeldir ve öncelikle ilgi konusu akarsu sistemi hakkında uygun verinin bulunmasına olduğu kadar, zaman, finans, deneyim ve lojistik destek bakımından yerel sınırlamalarla kısıtlanır [11]. Ancak, hala sayısız ülkede belirli ÇAY' nin daha ziyade gelişigüzel veya planlanmadan uygulanmasının

yerini, yöntemlerin kapsamlı hiyerarşik olarak düzenlenmesi yani bütünsel yöntemlerin kullanılması almalıdır ve bu sayede bilimsel ve yasal olarak savunulabilir sonuçlar elde edilir. Ayrıca uluslararası bir araştırma çabası her durum ve ülkenin ihtiyaçlarını karşılamak için yeterince esnek ve en iyi uygulamayla bulunmuş en iyi yöntemin geliştirilmesini kolaylaştırabilir. İlâveten, uygulama sonrası denetim ve uygun değerlendirme teknikleriyle göreceli olarak başarılarından emin olmak ve buna müteakip olarak akış tavsiyelerini daha da geliştirmek için önemli bir etken olacaktır.

Ayrıca ülkemiz açısından değerlendirirsek, HES projeleri, Çevre ve Orman Bakanlığımızın 2007 yılında yayınlanan Çevre Durum Raporunda belirlenen “Türkiye Çevre Politikasının ana hedefi, sürdürülebilir kalkınma ile birlikte çevrenin korunması ve geliştirilmesi; Çevre politikasının ana stratejisi, doğal kaynakların yönetimi, insan sağlığı ve doğal dengenin korunması şartıyla sürdürülebilir bir kalkınma sağlanması ve gelecek nesiller için doğal fiziksel ve sosyal bir çevrenin bırakılması olarak belirlenmiştir.” şeklindeki doğru tespiti ışığında ve anlayışıyla yeniden değerlendirilmelidir.

Türkiye’nin milli bir su politikası olmaması ve suyu planlayan çok sayıda kurumun bulunması, Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) , Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Çevre ve Orman Bakanlığı, Tarım Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, İller Bankası, İl Özel İdareleri, Büyükşehir Belediyeleri nedeni ile sayılan bakanlıklar ve kurumlar nezdinde çeşitli yetki ve sorumluluk kargaşasının olduğu da göz önüne alınarak ve ilgili tüm kurumların eşgüdümünde bir “Ulusal Su Komisyonu” kurulmalıdır. Diğer yandan; 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunun 9/k maddesinde; su kaynaklarının koruma ve kullanma planları yapmak, kıta içi su kaynakları ile toprak kaynaklarının havza bazında bütüncül yönetiminin sağlanması için gerekli çalışmaları yapmak; 12/a maddesinde ise orman köylerinin ekonomik gelişmelerini sağlamak amacıyla kalkınma havzaları hazırlamak bakanlığın görevi olarak belirtilmiştir. Bu yasal dayanaktan hareketle, Bakanlığın Doğu Karadeniz Vadileri için en uygun çözüm olduğunu düşündüğümüz hidrolojik sınırlara dayalı bütüncül havza planlaması yapılmalıdır. Havza bazında planlama yapmak, her şeyden önce sürdürülebilir kalkınmanın temelini teşkil etmektedir. Bu bilinçle, su üretim havzalarındaki arazi kullanım

şeklinin mutlaka bir plan dâhilinde belirlenmesi ve uygulanması, su üretim havzalarının ise orman ve mera ekosistemleri ile olan ilişkisi nedeni ile havza planlamasında gerek orman ekosisteminin gerekse mera ekosisteminin ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gerekir.

Derelerin yağışlardan gelen su, yüzeysel, yüzey altı ve taban suyundan beslendiği gerçeği ile ve bu akışlardan en değerli olanının taban suyu olduğunu dikkate alarak (Derelerimizin 1.kalite suya sahip olması) söz konusu hidroelektrik tesislerinin inşaatı sırasında kesilen, hafriyat altında kalan orman ve bitki örtüsü nedeni ile kalitesinin ve düzeninin bozulacağı gerçeği ile orman ekosisteminin taban suyunun akışı açısından süngerimsi bir yapı oluşturmakta olduğu böylece kaliteli ve düzenli bir akış sağlanırken erozyonun ve heyelanların da engellenebileceği gerçeğini dikkate alarak, Orman ve Mera Ekosistemi içerisindeki aşırı insan faaliyetinin, gece gündüz çalışacak iş makineleri ve dinamit atımlarının yaban hayatın yaşam alanlarının bölünüp parçalanmasına, kaybına sebep olacağını ve gerek iç hukukumuzda gerek uluslar arası sözleşmelerle korumak yükümlüğümüz bulunan yaban hayatın bu şekilde alandan uzaklaşacağı ya da türünü devam ettirmekte uygun yaşam alanları bulmakta güçlük çekeceğine de vurgu yaparak, ÇED sürecinde yukarıda açıkladığımız olumsuzluklar giderilmeli, bölgedeki turizm, sağlık vs. gibi diğer koşullarda detaylı olarak incelenmelidir. Çevresel etkiler değerlendirilirken ülkemizin enerji ihtiyacı da düşünülerek projelerin verimliliği de değerlendirilmeli ve ekonomi-ekoloji arasındaki ilişki akılcı kullanım esaslarına ve bilimsel yöntemlere göre en doğru şekilde uygulamaya konulmalıdır. Öncelikle havza için ayrı ayrı olmak üzere ciddi akademik çalışmalar yapılarak havza bütün olarak değerlendirilmeli, taşıma kapasitesi ortaya konulmalıdır. Projelerin, bütünsel yaklaşıma uygunluğu aranmalıdır. Bütüncül havza planlamaları çeşitli meslek disiplinleri ve sektörel temsilciler, yerel yönetimler ve sivil toplum örgütlerini içine alarak oluşturulmalıdır. Bütüncül havza planlamaları yapılmadan vadilerde yatırıma izin verilmemeli, ekolojik değeri yüksek olan doğu Karadeniz vadileri gelecek kuşakların da yararlanmasına uygun şekilde planlanmalıdır. Projelerin bölgenin sahip olduğu biyolojik, tarihi ve sosyal zenginlikler çerçevesinde tartışılması engellenmemelidir. Ülkemiz enerji açığı, zorunluluklar, seçenekler, öncelikler doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ile birlikte ele alınmalıdır.

Uygun görülen projelerde akarsularda yıllık ortalama debinin minimum %10' unun can suyu olarak dereye bırakılacağı hesaba katılarak bu miktarın altına kesinlikle düşülmemelidir. Ayrıca derelerin temizliği, turizm gibi konular dikkate alınarak bu miktarın belli dönemlerde daha da artırılması gündeme getirilmelidir. Bununla birlikte proje ve yapım süreci devam ederken bir yandan da akarsuya özel olarak uzun yıllar süren detaylı incelemeler yapılmalı ve bu miktarında yeterli olmadığı görülürse müdahale edilmelidir.

Ayrıca yürürlükteki ÇED mevzuatı gereği 0,5 – 25 MW kurulu güçteki HES projeleri yönetmeliğin EK-II'sinde yer almakta ve sadece proje tanıtım dosyası (ön ÇED) sürecine tabi tutulmaktadırlar. Oysa proje alanında yapılacak tüm HES'ler göz önünde bulundurulduğunda alana toplam etkisi çok büyük olacağından genel bir etki değerlendirmesi ile ülke genelinde ve havza bazında ekolojik sistemlerin devamlılığını gözeterek bir planlama gerekli olacaktır.

Tüm canlıların ana ihtiyacı olan su bir enerji kaynağı ve para kazanma aracı olarak değil de bir yaşam kaynağı olarak görülmelidir. HES'lerle ilgili tüm belirsizlikler ve sorunlar çözülmeden HES projelerinin yapımına devam edilmesi geri dönüşmez felaketlere neden olabilecektir.

Bununla ilgili genel olarak önerileri maddeler halinde sıralayacak olursak;

- Su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde mevcut kurumsal yapı nedeniyle ciddi sıkıntılar yaşayan Türkiye'nin büyük ölçekli su transfer projelerinin yaratacağı çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara çözüm bulabilmesi için konuyla ilgili sistematik bilgi üretmesi ve politika belirlemesi gerekmektedir. Ayrıca bu konuda herhangi bir kriter de yasalarımızda tanımlanmamıştır. Dolayısıyla ülkemizin, su transferi ile ilgili karar vericilere yardımcı olabilecek, bilimsel verilerle desteklenmiş bir "karar destek sistemine" ivedilikle gereksinim duyulmaktadır [22].
- Proje yapılacak alanlarda bütüncül havza esaslı analize dayalı planlama yapılmalıdır. Bütüncül havza planlamaları çeşitli meslek disiplinleri ve sektörel temsilciler, yerel yönetimler ve sivil toplum örgütlerini içine alarak oluşturulmalıdır.

- HES projelerinin çevresel etkileri değerlendirilirken aynı akarsu üstünde yapılması planlanan projelerin toplam etkileri göz önünde bulundurularak ekolojik ağırlıklı bir değerlendirme yapılmalıdır.
- HES uygulamalarının olumsuz etkilerinin minimize edilerek doğal ortamın ve hayatının korunması ancak ekolojik planlama, etkili denetim ve izleme çalışmalarıyla mümkün olacaktır. Yasa uygulayıcılarının ve sivil toplum ile yerel halkın proje başlangıcından işletme döneminin sonuna kadar gerekli önlemlerin alınması, çalışmaların izlenmesi ve kontrolünde etkili olarak görevlerini yerine getirmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.
- Projeler hazırlanırken yerel halk bilgilendirilerek görüşleri alınmalıdır.
- Akarsu yatağına bırakılacak suyun belirlenmesinde ulusal bir yöntem geliştirilmelidir. Bu yöntem belirlenirken her akarsuyun kendi karakteristikleri ve çevresindeki ekosistemin özellikleri göz önünde bulundurulmalı ve bilimsel çalışmalara dayandırılmalıdır. Cansuyunun bırakılmasını ve zamanlamasını hangi kurumun kontrol edeceği ve yaptırım mekanizmaları netleştirilmelidir. İlgili kurum ve bağlı taşra teşkilatı yönetmelik ile yetkilendirilerek görevlendirilmelidir. Yöre halkının ve ilgili STK'ların da bu sürece dahil edilmesi gereklidir.
- E.P.D.K. (*) DSİ Genel Müdürlüğü ve Orman Genel Müdürlüğü gerekli izinleri vermeden mutlaka ilgili yerel kurum ve kuruluşlara bilgi vermeli ve ilgili kurumlardan görüş istemelidir. İlgili merkezi ve yerel kamu ve STK'ların vereceği görüş dikkate alınmalıdır.
- Proje Tanıtım Dosyaları ve ÇED çalışmaları ölçüme dayalı yapılmalı ve uygulanabilir tedbirler konulmalıdır.
- HES projesi yapılacak derelerde su tespiti yapılmalı, halkın mevsimsel su kullanım miktarı belirlenmelidir. Bu oranlar proje dosyalarında bırakılması planlanan cansuyu miktarları ile karşılaştırılıp, ekosistem ihtiyaçları da taşkın alanları ile birlikte dahil edilerek yeterliliği sorgulanmalıdır.
- Söz konusu işler kapsamında DSİ ve şirketler tarafından karşılıklı imzalanmış olan Su Kullanımı Hakkı Anlaşmasında şirket yükümlülükleri başlığı altında belirtildiği şekilde :

“Hidroelektrik enerji üretim tesislerinin fizibilite raporu kapsamında olabilecek yetersiz etüt ve değerlendirmelerden dolayı ileriki safhalarda hidrolojik, jeolojik, teknik, çevresel, sosyal ve ekonomik yönden oluşabilecek her türlü olumsuz sonuçtan ve inşa edilecek tesisler ve yerleri ile ilgili olarak olumsuz bir durumun ortaya çıkması halinde yalnızca şirket sorumludur” ifadeleri gereğince HES inşaatları kapsamında ilgili firmalarca her türlü önlem zamanında alınmalı ve denetimi ilgili kurumlar tarafından takip edilmelidir. Yatırımcı Firmaların Su Kullanım Hakkı Anlaşması’nda belirtilen sorumluluklarının eksiksiz biçimde yerine getirmesi için gerekli mekanizmaların hayata geçirilmesi gereklidir.”

- HES projelerinden etkilenebilecek olan tarihi, kültürel ve doğal varlıklar belirlenerek Bölge Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurullarına bildirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Ağralıoğlu, N. ve Erkek, C., 2010. *Su Kaynakları Mühendisliği*, Beta Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- [2] Öztürk, V., 2006. Hidroelektrik potansiyel belirleme metotları ve uygulamaları. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Tennant, D.L., 1976. Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources, *Fisheries*, **1**, 6-10.
- [4] Environment Act., 1999. Environmental Flow Guidelines, Australia.
- [5] Postel, S.L., 1998. Water for food production: will there be enough in 2025?, *BioScience*, **48**: 629–637.
- [6] Dynesius, M., Nilsson, C., 1994. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world, *Science*, **266**, 753–762.
- [7] World Commission on Dams (WCD), 2000. *The report of the World Commission on Dams*, London, England.
- [8] Tharme, R.E., 1996. *Review of International Methodologies for the Quantification of the Instream Flow Requirements of Rivers.*, University of Cape Town, South Africa.
- [9] Öztürk, İ., 1982. Akarsu kirlenmesinde hesap debisi tesbiti üzerine bir araştırma, *Doktora Tezi*, İTÜ, İstanbul.
- [10] Robin, L., Welcomme and Petr, T., Environmental flow assessment with emphasis on holistic methodologies, *Proceedings of the second international symposium on the management of large rivers for fisheries*, Kingdom of Cambodia, 11-14 February.
- [11] King, J.M., 1999. *Instream flow assessments for regulated rivers in South Africa using the Building Block Methodology*, Department of Water Affairs and Forestry, South Africa.
- [12] Stalnaker, C.B., 1982. *Instream flow assessments come of age in the decade of the 1970's*, US Environmental Protection Agency, USA.
- [13] Jowett, L.G., 1997. *Instream Flow Methods: A Comparison of Approaches*, Hamilton, New Zeland.
- [14] Şen, Z., 2009. *Kuraklık Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri*, 89-93
- [15] King, J.M., Tharme, R.E. and Villiers, M.S., 2008. Environmental Flow Assessments For Rivers: Manual For The Building Block Methodology, *Science*, **256**, 153–161.
- [16] Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Wigington, R. and Braun, D.P., 1997. How much water does a river need?, *Freshwater Biology*, **37**, 231–249.

- [17] **Nelson, F.A.**, 1980. Evaluation of selected instream flow methods in Montana, *In Proceedings of the Annual Conference of the Western Association of Fish and Wildlife Agencies*, California, USA, 5 December.
- [18] **Gore, J.A., King, J.M. and Hamman, K.C.D.**, 1991. Application of the instream flow incremental methodology to Southern African rivers: Protecting endemic fish of the Olifants River, *Science*, **254**, 225–236.
- [19] **Stalnaker, C., Lamb, B.L., Henriksen J., Bovee, K. and Bartholow, J.**, 1995. The Instream Flow Incremental Methodology A Primer for IFIM. *BioScience*, **43**: 326–335.
- [20] **Petts, G.E.**, 1996. Water allocation to protect river ecosystems. *Regulated Rivers: Research and Management*, **12**, 353–365.
- [21] **Acreman, M.C., Farquharson, F.A.K., McCartney, M.P., Sullivan, C., Campbell, K., Hodgson, N., Morton, J., Smith, D., Birley, M., Knott, D., Lazenby, J., Wingfield, R. and Barbier, E.B.**, 2000. *Managed Flood Releases from Reservoirs: Issues and Guidance*. Report to DFID and the World Commission on Dams. Centre for Ecology and Hydrology: Wallingford, UK.
- [22] **Erdin, K.C.**, 2008. İkizdere Vadisi’ nde Yaşananlar, Rize, Türkiye.
- [23] **Öztürk, İ., Toröz, İ. ve Övez, S.**, 2010. Nehir Tipi HES Tesisleri İçin Çevresel İhtiyaç Debisi Tespiti (*Yayınlanmamış Teknik Rapor*)
- [24] **Karakaya, N. ve Gönenç. İ.E.**, 2006. Türkiye’ de havzalar arası su trasnferi için bir karar destek sistemi önerisi, *İTÜ Dergisi*, **16**, 79-90.

ÖZGEÇMİŞ

VESİKALIK
FOTO

Ad Soyad: Veysel ÇİMENÇİ

Doğum Yeri ve Tarihi: 29.08.1984

Adres: Bodur Sok. 13/4 Çeliktepe/İstanbul

Lisans Üniversite: Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fak., İnşaat Müh.

Yayın Listesi: