

# BARAJLARIN VE HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN NEHİR EKOLOJİSİ ÜZERİNDE OLUŞTURDUĞU ETKİLER

Mehmet BERKÜN\*, Egemen ARAS\*\*, Tuğçe KOÇ\*\*\*

## ÖZET

*Tatlı su kaynaklarının insanlar tarafından kullanılması nedeniyle tatlı su, deniz suyu, kıyısız ve karasal biyoçeşitlilik tehdit altına girmiştir. Global tehdit karasal omurgalılar için %11-25, tatlı su grupları için %13-65 dir. Büyük barajların tatlı su kaynakları üzerindeki etkileri üzerinde durulurken, bu yapıların karasal biyoçeşitlilik üzerindeki önemli etkileri görmemizden gelinmemelidir.*

*Dünyadaki nehirlerin akışı %60 oranında kontrol edilmektedir. 40,000 den fazla büyük baraj vardır. 150m yükseklikten fazla olan baraj sayısı ise yüz taneden fazladır. Barajların ve rezervuarların inşası tatlı sularındaki biyolojik çeşitliliği çeşitli şekillerde etkilerler. Uluslararası anlaşmalar ve kuruluşlar, insanların biyoçeşitlilik üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için standartlar geliştirmişlerdir. Ekosistemde en tehlikede olanlar tatlı su organizmalarıdır. Barajlar bu tehlikenin başlıca sebeplerinden biri olup, verdikleri zararın en büyük kısmı nehirlerin doğal akış düzenlerini bozmalarından ve su canlılarının göç yollarını tıkamalarından kaynaklanmaktadır. Bu durum barajlara ve işletilmelerine karşı itirazlara sebep olmaktadır.*

*Bu çalışmada yukarıdaki bilgilendirmeler çerçevesinde barajların akarsu ekosistemleri üzerindeki etkileri ve bu etkilerin en aza indirilmesi için alınması ve yapılması gereken önlemler ve çalışmalar tartışılmıştır.*

## GİRİŞ

İnsanların ihtiyaçlarının karşılanmasında ve gelişmesinin sağlıklı olarak sürdürülmesinde gerekli olan enerji özellikle sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Nüfus artışına, sanayi-

nin gelişmesine paralel olarak kurulan büyük ölçekli enerji üretim ve çevrim sistemleri ekolojik dengeyi önemli ölçüde etkiledikleri gibi, sınırlar ötesi etkileri de beraberinde getirmektedir. Bugünün enerji kaynakları, yenilenemeyen enerji kaynakları (kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji) ve yenilenebilen enerji kaynakları (odun, bitki atıkları, tezek, jeotermal enerji, güneş, rüzgar, hidrojen, hidrolik, gelgit ve dalga enerjisi) şeklinde sınıflandırılmaktadır (Daniel, 1981).

Hidroelektrik santraller ile elektrik üretimi, dünyada toplam elektrik üretimine yaklaşık %23 oranında katkıda bulunmaktadır. Hidroelektrik santralleri ile enerji üretimi için uygun coğrafi koşulların sağlanması gerekmektedir. Kurulması planlanan veya inşaatı süren birçok hidroelektrik santralleriyle Türkiye, Avrupa'da Norveç'ten sonra en fazla yıllık hidroelektrik enerji üretim potansiyeline sahip ikinci ülke sıfatını taşımaktadır. Bu potansiyel, Avrupa ülkelerinin toplam hidroelektrik potansiyelinin %16.5'i mertebesindedir. Bu oran Almanya, İsviçre, İzlanda, Avusturya, İtalya, İsveç, Polonya ve Norveç'in üretiminden fazladır. Sadece GAP'ın yıllık hidroelektrik enerji üretim potansiyeli Avrupa'nın toplam potansiyelinin % 3.5'i mertebesinde olarak Arnavutluk, Belçika, Bulgaristan, Danimarka, Finlandiya, Almanya, Yunanistan, Macaristan, Portekiz, Romanya, Lüksemburg, İspanya, İngiltere, Hırvatistan, İrlanda gibi ülkelerin hidroelektrik potansiyelinin üstündedir (Alam vd., 1995).

Halen işletmede olan hidroelektrik santrallerin kapasite sıralamasında ise GAP kapsamındaki Atatürk, Karakaya hidroelektrik santralleri dünyada sırasıyla 23. ve 28. sırada, Avrupa'da ise Bağımsız Devletler Topluluğunda yer alan hidroelektrik santralleri takiben yine sırasıyla 8. ve 11.sırada yer almaktadır. Bu durum GAP'ın büyüklüğünü ve önemini açıkça ortaya koymaktadır. GAP içinde yapılan barajlar Türkiye'nin elektrik enerjisinin %40'nı karşılamaktadır. Çoruh nehri üzerinde yapımı planlanan barajlar

(\* ) Prof. Dr., berkun@ktu.edu.tr

(\*\* ) Öğretim Görevlisi, egemen@ktu.edu.tr

(\*\*\* ) İnşaat Mühendisi, tugcecoc@ktu.edu.tr  
Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Müh. Böl., Trabzon

da Türkiye'nin elektrik gereksiniminin %13'nü karşılayabilecek kapasitededir.

Dünyanın büyük bir bölümünde olduğu gibi Türkiye'de genel görünüm, elektrik ihtiyacının genel enerji ihtiyacından daha fazla artmasıdır. Dünyada elektrik şeklinde tüketilen enerji 1970'li yıllarda % 20'lerde iken bugün % 30'u aşmıştır. Bu oranın 2030'larda % 50'ye yükselmesi beklenilmektedir.

Ülkemizde ise bugün enerjinin elektriğe çevrilerek kullanılan bölümü %24 dolayındadır. Otuz yıl sonra bunun % 40'a ulaşması beklenilmektedir. Bu durum elektriğin 21.yüzyılda da rolünün çok büyük olacağını göstermektedir.

Enerji sektörü üretim, iletim ve tüketim aşamalarında giderek artan çevre sorunları yaratmakta ve kamuoyunun tepkisine neden olmaktadır. Atmosfere verilen kirleticilerin ve sera gazlarının büyük bir bölümü enerji sektöründen enerji üretimi, tüketimi ve çevriminden kaynaklanmaktadır. Günümüzde dünyadaki enerji üretimi daha çok fosil yakıtlı termik santraller, hidroelektrik ve nükleer enerji santrallerinden karşılanmaktadır. Hidroelektrik enerji üretimi diğerlerinden ucuz olmaktadır (Şekil 1).

Üretim ve refah seviyesini etkilemeden enerji tüketiminin azaltılması yani enerji tasarrufu, daha güçlü ve rekabet şansı artmış bir ekonomi ve daha az kirletilmiş bir çevre için gereklidir. Endüstriyel faaliyetler sonucunda, her yıl atmosfere yaklaşık 20 milyar ton karbondioksit, 100 milyon ton kükürt bileşikler, 2 milyon ton kurşun ve diğer zehirli kimyasal bileşikler salınmaktadır. Tüm bu faaliyetlerin insan ve çevre için büyük bir tehlike oluşturabileceği bilinmesine karşın dünyanın bol ve ucuz enerjiye olan ihtiyacının arttığı da bilinen bir gerçektir. Bu nedenle enerji politikalarının belirlenmesinde enerji ve çevre faktörünün birlikte ele alınması gerekmektedir (Barrow, 1981).

## TÜRKİYE'DE ENERJİ ÜRETİMİ

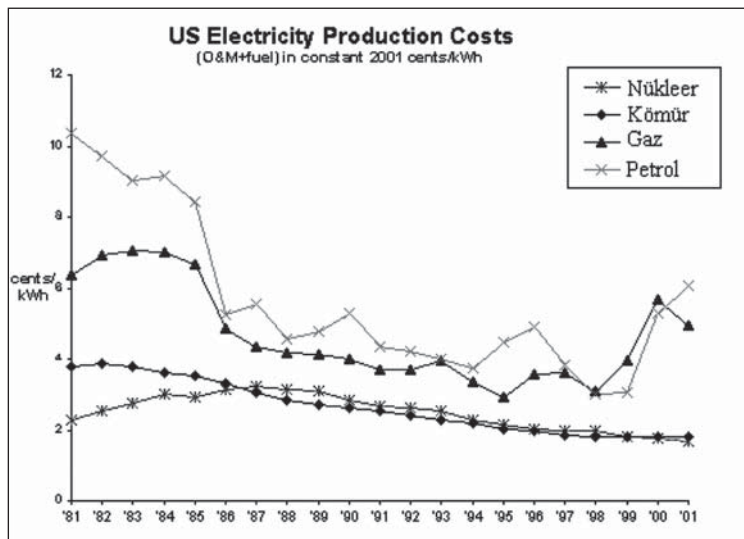
Türkiye'de toplam ticari enerji üretiminde %47 oranında bir paya sahip olan linyit, en önemli enerji kaynağı olmaktadır. Hidrolik enerji toplam enerji üretiminin %28'ini karşılarken, %17'sini petrol ve %8'ini de taşkömürü sağlamaktadır.

Özellikle hidrolik potansiyel başta olmak üzere yerli kaynaklarımızın bir an önce kullanılabilir hale gelmesi istenmektedir. Yerli kaynak öncelikli planlama çalışmalarına göre, 2000 yılından sonra hızlanarak

2010 yılında 23.000 MW değerine ulaşacak ve bu suretle güç potansiyelinin % 66 sı kullanılmış olacaktır. Linyit santralleri kurulu gücünün ise aynı artma hızını muhafaza etmek suretiyle gelişeceği ve 2010 yılında 105.milyar KWh üretim kapasitesinin tüketilmiş olacağı tahmin edilmektedir. Talebin geri kalan kısmı ithal kaynaklarla temin edilecektir. İthal güç payı 1995'de % 26 iken 2000 yılında % 33, 2010 yılında ise % 45 değerlerine yükselmesi beklenmektedir, ithal kaynaklar olarak, ülkemizin en fazla doğal gaz ile taş kömürünün yararlanacağı anlaşılmaktadır. Doğalgazın elektrik üretimi içindeki payının 1995 'de % 17 değerinden başlayarak 2005 yılında % 27'ye yükselmesi beklenmektedir.1988 yılı Avrupa enerji istatistiklerine göre ülkemiz elektrik enerjisi üretimi yönünden dünya ülkeleri arasında 43. elektrik tüketimi yönünden ise 31. sıradadır. Kişi başına tüketimde ise 88. sırada bulunmaktadır. Türkiye'nin enerji tüketimi yılda ortalama %5 civarında artış göstermektedir. 1980 yılında 31.9 milyon ton eşdeğeri petrol (TEP) olan toplam enerji tüketimi %100 civarında bir artışla 1993 yılında 61.1 milyon TEP'e yükselmiştir (Kibaroglu vd., 2005).

## HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN VE BARAJLARIN NEHİR EKOLOJİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Barajların nehir ekolojisi üzerindeki etkileri çok geniş bir çerçeveye içinde büyük farklılıklar göstermesine rağmen, bunları baraj ve rezervuarın mevcudiyetinden ve barajın operasyon şekline göre kaynaklanan etkiler olmak üzere iki genel kategoride toplamak mümkündür (Tablo 1). Barajların nehirler üzerindeki etkilerini aşağıdaki şekilde verebiliriz.



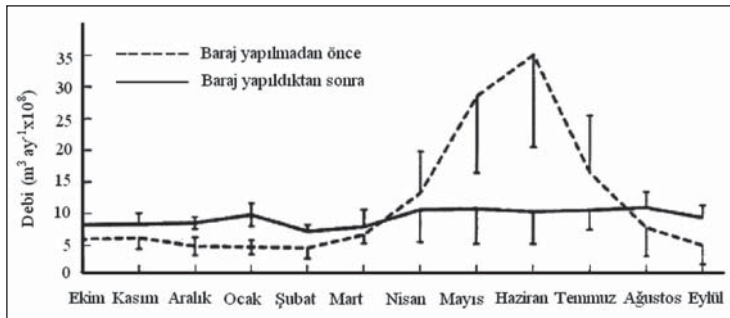
Şekil 1 - Elde edildikleri kaynağa göre enerji fiyatları (operasyon ve bakım giderleri dahil).

1. Su kalitesi ve fiziksel değişimler
2. Balıklar üzerinde etkiler
3. Gölde oluşan etkiler
4. Balıkların göçleri üzerinde oluşan etkiler
5. Sosyoekonomik etkiler

Tablo 1 - Barajların Önemli çevresel etkileri

Barajın operasyon şekline kaynaklanan etkiler	
1.	Mansap tarafının hidrolojisinin değişmesi
	a) Toplam akışın değişmesi
	b) Mevsimlik akışların değişmesi (İlkbahar taşkınlarının kış taşkınlarına dönüşmesi)
	c) Akışta kısa süreli salınımların oluşması (bazen saatlik)
	d) Çok yüksek ve çok düşük akımlarda değişimler
2.	Değişen akım düzeni sebebiyle mansap morfolojisinin değişmesi
3.	Değişen akım düzeni sebebiyle mansap su kalitesinin değişmesi
4.	Taşkınların önlenmesi sebebiyle, akarsuda, kıyıda ve taşkın alanlarında habitat çeşitliliğinin değişmesi

Barajın ve rezervuarın mevcudiyetinden kaynaklanan etkiler	
1.	Barajın vadideki konumunun uygun olması ( habitat kaybı)
2.	Değişen sediment yükü sebebiyle mansap tarafının morfolojisinin bozulması (erozyon)
3.	Mansap tarafında su kalitesinin değişmesi: nehir sıcaklığı, nütrient yükü, bulanıklık, çözünmüş gaz miktarı, ağır metal ve mineral konsantrasyonları üzerinde etkiler
4.	Organizmaların hareketlerinin bloklanması ve yukarıdaki etkiler sonucu biyolojik çeşitliliğin azalması



Şekil 2 - Colorado nehrinde (ABD) debi değerlerinin değişimi

Diğer taraftan, sosyo-ekonomik ve kültürel etkiler de barajın inşaat aşamasından itibaren olumlu ve olumsuz şekilde oluşmaktadır. Yapım aşamasında su altında kalan arazinin niteliği ve büyüklüğüne bağlı olarak yapılan kamulaştırma neticesinde iç-dış göç olayları yaşanmakta ve arazinin kıymeti değişmektedir. Ancak yapım aşamasında iş gücü akımı sebebiyle yöresel ekonomi canlanmakta alt yapı hizmetleri ile sosyal hizmetler (okul, sağlık tesisi vb.) özellikle entegre projelerde olumlu etki yapmaktadır. Baraj gölü ayrıca, rekreasyon ve su ürünleri üretimi için bir kaynaktır. Ancak, yöredeki tabiat ve tarih varlıklarının korunmaması neticesinde kültürel değerlerin kaybı söz konusu olmaktadır (Baxter, 1977).

Hidroelektrik santraller ve barajlar iklimsel, hidrolojik, ekolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel etkilere sahiptir. Üretime geçen bir hidroelektrik santralin su toplama kısmı (baraj gölü), çevresel etki yaratmaktadır. Baraj gölünün yüzey alanı itibarıyla nehre göre daha geniş olması ve buharlaşmanın artmasından dolayı iklimsel etkiler oluşmaktadır. Bu şekilde havadaki nem oranı artmakta ve hava hareketleri değişmekte sıcaklık, yağış, rüzgar olayları farklılaşmaktadır. Bu durumda yöredeki doğa bitki örtüsü tarım bitkileri sucul karasal hayvan varlığı ani bir değişim içine girmekte uyum sağlayabilen türler yaşamlarını devam ettirmektedirler (Ludwig, 1982; Sadler, 1986).

Barajların inşasından sonra mansap kısmında akış koşulları işletme koşullarına bağlı olarak değişmekte ve özellikle pik değerler kaybolmaktadır. Doğal ortamdaki bu akış miktarındaki değişimler ekosistemdeki canlılar için zamanlama açısından birer göstergedir. (göç zamanlarının belirlenmesi vb). Sudaki yaşam için önemli olan bu doğal akış değerleri baraj yapımından sonra ekolojik değerini yitirmekte ve canlıların hareketliliğinin düzeni bozulmaktadır (Şekil 2).

Nehirler çok karmaşık yapıya sahip dinamik sistemlere sahiptir. Bu sistemler, çözünmüş oksijen miktarına (DO) tesir eden çok çeşitli değişken koşullardan ve nehir yatağı üzerinde inşa edilen yapılardan etkilenirler. Karbonlu oksijen gereksinimi (CBOD), Azotlu oksijen gereksinimi (NBOD), fotosentez, algler, kirletici maddelerin taşınma süreleri nehirlerdeki DO konsantrasyonuna tesir eden önemli faktörlerden bazılarıdır. Bir nehirde klasik DO konsantrasyonu modeli Sag eğrisidir. Bu modelde DO seviyeleri oksijen gereksinimi olan bir atık su girişimi sebebiyle mansap



Şekil 3 - Türbinlerden balıkların geçişi

kısımında azalır. Mansaptan uzaklaştıkça oksijen tekrar kazanılarak tekrar normal koşullar oluşabilir. Bununla birlikte bu model yukarıda bahsedilen çevresel değişkenlerden ve nehir yatağında veya havzada planlanan yapısal girişimlerden (baraj, hidroelektrik santral, arıtma tesisi gibi) çok önemli derecelerde etkilenebilir. Örneğin atık su mansap kısmında nehir suyu ile karışarak sag oluşumu ile kilometrelerce taşınırken, algler atık sudaki zengin içerikli besin maddelerini kullanarak oksijen üretirler (Berkun ve Aras, 2007).

Hidroelektrik santrallerin (HES) türbinleri sudaki oksijen seviyesini düşürmektedir. Baraj gölündeki oksijen bakımından fakir dip suların enerji üretimi için kullanılması mansap suyundaki DO seviyelerini düşürerek etkilemektedir. Bunun tersine, baraj savakları suyun havalanmasını sağlayarak baraj mansabında aşırı DO doygunluğuna sebep olmaktadır. Yüksekten düşen sular nedeniyle hava azotunun aşırı doygunluk düzeyinde çözülmesi de balıklar için öldürücü olmaktadır. Bu tesirler nehrin kompleks dinamik yapısını etkilemekte ve değiştirmektedir. Barajlar balıkların göç yollarını tıkayarak nehirlerdeki biyolojik hayatı etkilemektedir. Balıklar su alma yapılarından girerek türbinlerden geçerken büyük hasar görmekte (%25), nehirdeki

balık miktarı büyük oranda değişmektedir (Şekil 3). Bunun önlenmesi için su alma yapılarının etrafı tel örgüler veya ızgaralarla örtülmektedir (Şekil 4-5). Bu önlemler yük kayıplarını artırarak debide önemli düşüğe sebep olmaktadır. Son zamanlarda türbinlere kanat hareketliliğini gibi bazı yapısal özellikler kazandırılarak, belirli zamanlarda (göç süreleri) balıkların hasar görmelerinin azaltılmasına çalışılmaktadır. ABD'de balık göç sürelerinde santrallerin çalışmalarının askıya alınması da uygulanan yöntemler arasındadır (Philip, 1991).

Çevresel etkileri çoğu kez göz ardı edilen barajlar, doğal yaşam açısından önemli akarsu vadilerini su altında bırakmaları nedeniyle çok sayıda canlının neslini tehlikeye sokmaktadır.

Türkiye'deki doğal değeri yüksek 305 alanda yapımı planlanan 561 baraj arasındaki ilişki araştırılmış ve her iki doğal değeri yüksek alanın yaklaşık birinin (305 alanın 148'i) planlanan baraj inşaatlarından olumsuz etkileneyeceği bildirilmiştir. Alanların 66'sı barajlardan doğrudan olumsuz etkilenen olacak olmakla birlikte, 55 alan barajların dolaylı, 27 alan ise hem doğrudan hem de dolaylı olumsuz etkileri ile karşı karşıya geleceği bildirilmektedir. Doğrudan etkilenen alanların 185 bin hektarının tümüyle baraj suları altında kalması bekleniyor. Baraj inşaatlarından olumsuz yönde etkilenen doğal alanlar en çok Akdeniz, Doğu Anadolu ve Marmara bölgelerinde yer alıyor (Ergüdoğan,2006).

Dünyada kırmızı listede bulunan ve yok olma tehlikesi içinde olan Mersin balığının, yumurtlama göçlerinin Türkiye'de baraj ve setlerle engellenmediği bildirilmektedir. Yumurtlama dönemlerinde



Şekil 4 - Mansaba doğru göç eden yetişkin Ters balığının (American shad) güç istasyonu girişinde önünün ızgaralarla kesilmesi



Şekil 5 - İngiltere'de Lock Ness üzerinde hidroelektrik güç istasyonu girişinin ince eleklerle çevrilmesi

tatlı suya gelen Mersin balıklarının aşırı avlanma, yumurtlama alanlarının kirlenmesi, göç yollarının barajlarla kapatılması sebebiyle yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olduğu, Mersin balığının doğal stokunun tükenmeye başladığı, Türkiye'de barajlar yapılırken daha çok elektrik üretiminin dikkate alındığı, balık göçlerini sağlayan geçitlerin yapılmadığı bildirilmektedir. Türlelere bağlı olarak Mersin balıkları, yumurtalarını nehir ağızlarından 200-250 kilometre içerilere girerek bırakıyorlar. Denizden nehir içlerine giriyorlar. Örneğin Sakarya'da Geyve boğazından Eskişehir'e kadar nehir boyunca olan göç, nehir üzerine yapılan setler yüzünden önlenmiştir. Yeşilırmak'ta Kızılırmak'ta bu olay çok belirgindir. Yeşilırmak'ta 40 kilometre içeride ve bundan sonrada bir 60 kilometre sonra tekrar bir baraj daha vardır. Kızılırmak'ta da göç yolunu kesen setler vardır. Zamanında bu barajlar yapılırken ekonomik değeri olan Mersin balıklarının yumurtlama yataklarına gidebilmeleri için kanallar veya balık geçitleri bırakılmaları gerekiyordu. Yumurtlama için balıklar nehir içlerine gidemeyince zamanla buraları terk ettiler. Kirlilik ve aşırı avcılıkta bunun yanında önemli etken oldu. Barajlarda genellikle küçük balıklar için geçiş kanallarının bırakılması, 80 ve 100 kiloluk anaç Mersin balıkları için daha büyük geçiş yolları yapılması gerektiğini bildirilmektedir. Başlangıç aşamasında yapılacak basit uygulamaların balık

türlerinin neslini sürdürebilmesi açısından çok önemli olmaktadır. Mersin balıkları çok büyük balıklar olup yetişkinleri 80 ila 100 kilo kadar olabilmektedirler. Bunlara çok büyük geçiş yolları yapılması gerekir. Baraj ve setlerin olmasının veya yetersiz önlemlerin sadece Mersin balıklarını değil, Alabalık türlerinin de yok olmasına etken olduğu bildirilmektedir (Ekim vd., 2000).

Hidrolojik etkiler akarsuyun akış rejimi ve fiziko-kimyasal parametrelerin değişmesi ile ortaya çıkmaktadır. Baraj gölündeki suyun bir miktarının buharlaşması, su içindeki tuz miktarı ve diğer minerallerin artmasına neden olmaktadır. Akarsudan göle geçişte su hızı difüzyon ve oksijen alma kapasitesinin düşmesine bağlı olarak doğal temizleme kapasitesi düşmekte göl, ötrofikasyon sürecine girmektedir. Göl su kalitesinde meydana gelen değişimler sucul canlı yaşamını değiştirmektedir.

Barajın fiziksel yapısının su ve kara ortamında göç yollarının kesmesi, yaşama alanlarının su altında kalması ve bazı önemli türlerin yok olması sonucunda ekolojik etkiler ortaya çıkmaktadır. Mamba tarafına yapılan balık geçitleri, mansap tarafına yapılanlardan daha fazla problemler içermektedir. Bunun sebebi, mamba tarafındaki akımın çok düşük olması nedeniyle balıkların geçidi bulmalarının güçleşmesi ve balık geçidindeki su hızının ayarlanmasındaki zorluklardır. Bu nedenle geçidin

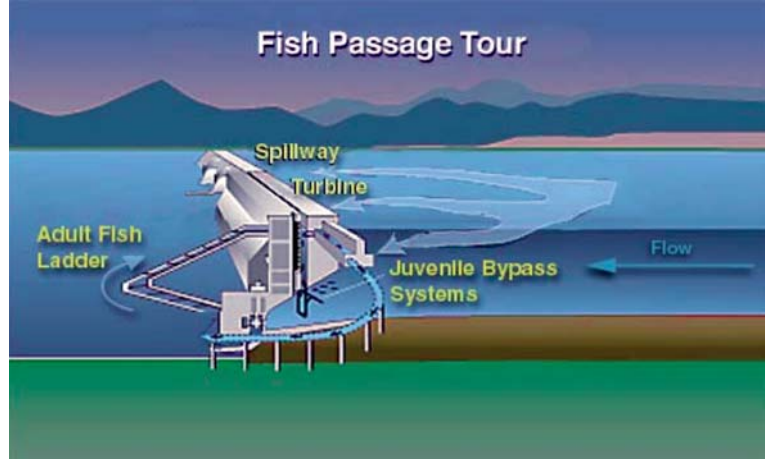


Şekil 6 - ABD'de Columbia Nehrinin kuzey tarafındaki John Day Dam balık geçidi

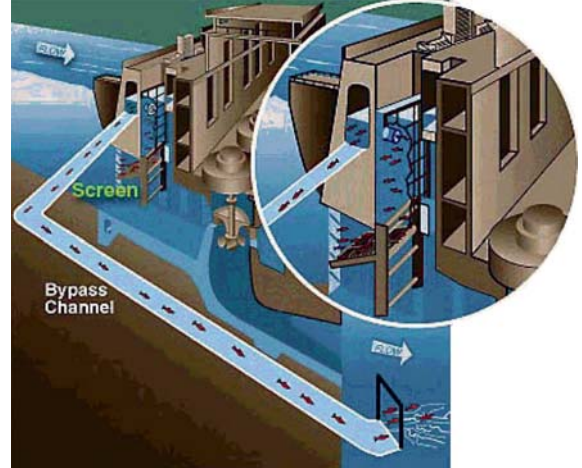
batıklığının ve şeklinin, ve yerinin çok iyi ayarlanması gerekmektedir. Bir fiyat karşılaştırması için 135 m yüksekliğindeki İlisu barajının en az 43 milyon dolara çıkacağı ve ortalama 25 m yükseklikteki bir balık geçidinin ise ~ 4 milyon dolar olacağı örnek olarak verilebilir (Şekil 6-10).

### BARAJLARIN ETKİLERİNİN AZALTILMASI İÇİN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

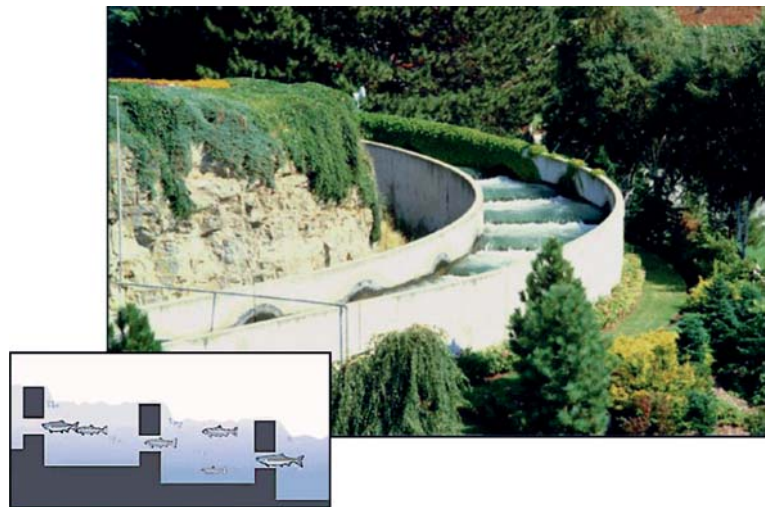
- Yüksek biyolojik çeşitliliğe sahip alanlardan uzak durulması
- Sıcak noktalardan uzak durulması
- Karadaki sıcak noktalardan uzak durulması
- Risk altında bulunan organizmaların bölgelerinden uzak durulması
- Yüksek verimliliğe sahip alanlardan uzak durulması
- Biyoçeşitliliği destekleyecek araştırmalar
- Göç yollarının tıkanmasının önlenmesi
- Mevsimlik akış düzeninin korunması
- Debi miktarının sağlanması
- Su kalitesinin korunması
- Özel cinslerin habitatının korunması
- Kirlenmenin önlenmesi
- Barajların kümülatif etkilerinden kaçınılması
- Yüksek ÇED standartlarının sağlanması
- Eski ve yeni barajların etkilerinin izlenmeleri
- Mevcut barajların durumunun iyileştirilmesi
- Türbinlerin ve kontrol sistemlerinin iyileştirilmesi
- Elektrik cihazlarının yeterliliğinin sağlanması
- Barajlardaki ve sulama sistemlerindeki kaçakların önlenmesi
- Ömrü dolan barajların devre dışı bırakılması
- Göç eden çeşitler için araştırmaların yapılması
- Göç olayının devamlı kontrol ve izlenebilmesi için donanımın sağlanması



Şekil 7 - Küçük balıkların mansaba geçmeleri için bypass sistemleri ve büyük balıkların mansaba geçmeleri için basamaklı balık geçitleri



Şekil 8 - Yüzeysel toplayıcılar



Şekil 9 - Basamaklı balık geçidi

- Gerekirse pompa depolama hazneli ünitelerin yapılması
- Arazi peyzajının yapılması
- Hidrolojik durumun araştırılması
- Pilot arazi düzenleme ve işletme çalışmaları
- Suda ve karada koruma bölgelerinin oluşturulması
- Çevre standartları, uygulama ve kontrolün sağlanması

### ÇEVRE ETKİ DEĞERLENDİRME VE KÜMÜLATİF ETKİ DEĞERLENDİRME RAPORLARI

Çevre etki değerlendirme raporları çevre ile yapının karşılıklı etkilerini açıklayan raporlardır. Bu nedenle yapının ileriye yönelik olarak çalışması, ömrü ve stabilitesi ile ilgili önemli bilgileri ortaya koyarlar. Bununla birlikte çoklu yapı sistemleri için her yapı için ayrı ayrı yapılacak çevre etki değerlendirme (ÇED) raporları yerine havza bazında bütün tesislerin ve havzanın etkileşimlerini açıklayan kümülatif etki değerlendirme (KED) raporlarının hazırlanması daha emniyetli, kapsamlı ve stabil sonuçların ortaya konmasını sağlayacaktır. Bu durum Çoruh ve GAP gibi çoklu baraj projeleri içinde büyük öneme taşımaktadır. Ülkemizde ÇED raporları ile kapsam ve hazırlanış ve kontrol edilme şekilleri ile tartışma götürülen uygulamalar bulunmaktadır. Gelişmiş ülke-

lerde ÇED ve fizibilite raporların hazırlanmasında büyük titizlik ve ciddiyet vardır. Kamuoyu görüş ve tartışmaları önemli ve yönlendirici olmaktadır. Bir barajın yapıldıktan kısa bir süre sonra sediment, çöp ve diğer atıklarla dolması, türbinlerinin kısa sürede sudaki süspansiyon maddelerin etkisi ile aşınması, nehirlerdeki balık popülasyonunun barajlar nedeni ile azalması, evsel ve endüstriyel atık suların baraj gölüne verilmesi nedeni ile içme suyunun kirlenmesi, arazinin tuzlanması, sosyal etkiler (göç, gelir değişimleri, tarihi eserler vb), flora ve fauna üzerindeki ekolojik etkiler ÇED raporları ile belirgin hale getirilerek gerekli önlemler alınabilir. İyi hazırlanmış ÇED ve fizibilite raporları tesislerin faydalı olarak işletilebilmeleri, ömürlerinin ve stabilitelerinin ileriye yönelik güvenliğinin sağlanması ve çevrenin ekolojik değerlerinin korunmasını sağlarlar (Canter, 1999; CEQ, 1997).

### SONUÇLAR

Dünyada yapılan barajların ve hidroelektrik santral-ler flora ve fauna üzerindeki, sosyoekonomik yapı üzerindeki etkileri ve iklim üzerindeki etkileri ile tartışılmaktadır. Ancak yenilenebilir ve ucuz olması bakımından hidroelektrik enerji önem taşımaktadır ve Türkiye için olmasa olmaz öncelikli bir enerji potansiyeli taşımaktadır. Barajlar ve hidroelektrik enerji ile ilgili olumsuzlukların planlama aşamalarında tesis tipi seçimi, ÇED raporlarının hazırlanışı



Şekil 10 - ABD'de Ice Harbor barajının kuzey ve güneyinde bulunan basamaklı balık geçitleri

ve tesislerin işletilmelerindeki yetersizlikler sebebiyle olduğu görülmektedir. Bu özellikler dikkate alınarak yapılan barajların bile çevrede önemli etkiler yapması kaçınılmaz olarak oluşacaktır. Önemli olan negatif etki potansiyelinin en aza indirilmesi için gerekli hassasiyetin gösterilmesidir. Barajların çevre ile mümkün olduğunca uyumlu olabilmesi için alınacak önlemlerin mali faturası çok yüksektir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu faturanın ödenebilmesi güçlüğü de vardır. Çeşitli nedenlerle çevresel etkileri çoğu kez göz ardı edilen barajlar salama, enerji üretimi gibi faydalarına karşın, doğal yaşam açısından önemli akarsu vadileri su altında bırakmaları nedeniyle çok sayıda bitki ve hayvan neslini tehlikeye sokmakta, sosyo-ekonomik etkiler oluşturmaktadır.

Türkiye’de yapılması planlanan barajların taşıdıkları çok yüksek potansiyel elektrik enerjisi üretim gücü ve etkileri bakımından yerli ve yabancı yayın organlarının yakından ilgilendikleri bir konu haline gelmiştir. Özellikle yabancı yayın organlarında çok yanlı ve maksatlı yazıların yayınlandığı görülmektedir. Özellikle barajların sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerini irdeleyen bu yayınlarda hedef olmamak için, baraj yapımı ile ilgili çalışmalarda çok kapsamlı ve ciddi araştırmalara dayalı fizibilite, ÇED ve KED çalışmaları yapılarak ve uygulamada bunlar gözetilerek, baraj-çevre ilişkilerinin planlama ve işletilme aşamalarında göz ardı edilmediğinin gösterilmesi gerekmektedir. Bunun yapılabilmesinin zorluğu ABD gibi gelişmiş teknoloji devi bir ülkeyi bile sıkıntıya sokabilmektedir. Günümüzde ABD’de hidrolik enerjiyi risk altına sokan aşağıdaki nedenler, ileride Türkiye içinde etken faktörler olabilecektir.

- Lisans yenilemedeki güçlükler ve yönetmelikler nedeniyle oluşan %8 üretim kaybı
- Gerçek ve oluşması muhtemel olumsuz çevre etkileri
- Fosil yakıtlar kullanılarak enerji üretimine ağırlık verilmesi
- Resmi ve özel araştırma ve yeterli bir geliştirme teknolojisinin olmaması

## Kaynaklar

Alam, M. K., Mirza, M. R., Maughan, O.E., 1995, *Constraints and Opportunities in Planning for the Wise Use of Natural Resources in Developing Countries: Example of a Hydropower Project*, *Environmental Conservation*, 22(4):352-358.

Barrow, C. J., 1981. *Health and Resettlement Consequences and Opportunities Created as a Result of River Impoundment in Developing*

*Countries, Water Supply & Management*, 5:135-150.

Baxter, R. M., 1977. *Environmental Effects of Dams and Impoundments*, *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 8:255-283. [A Canadian perspective].

Berkun, M., Aras, E., 2007. *Wastewater And Waste Generated Pollution At The South-Eastern Black Sea Zone*. *Environmental Engineering Science*, 24(6), 778-789.

Canter, L., 1999. *Cumulative Effects Assessment*. In *handbook of environmental impact assessment*. Edited by J. Petts. Blackwell Science, Ltd., Oxford, U.K. pp. 405-440.

(CEQ) Council on Environmental Quality., 1997. *Considering Cumulative Effects under the National Environmental Policy Act*. Council on Environmental Quality. Executive Office of the President, Washington, D.C.

Daniel, D., 1981. *Hydropower: An Old Technology for a New Era*, *Environment*, 23(7):16-20,37-45.

Ekim, T. Koyuncu, M, Vural, M. Duman, H. Aytac, Z. & Adiguzel, N. *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı - Red Data Book of Turkish Plants*, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği Turkish Association for the Conservation of Nature, Ankara, Turkey, 2000..

Ergünođan, Y., 2006. *Barajlar: Doğaya En Büyük Tehdit*, Akitera Com.

Kibaroglu, A., Klaphake, A. Kramer, A. Scheumann, W. Carius, A. *Cooperation on Turkey's transboundary waters, Status Report commissioned by the German Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, F+E*, 2005 Project No. 903 19 226.

Ludwig, H. F., 1982. *Environmental Aspects of Multi-Purpose Reservoir Projects in Developing Countries*, *Water Science and Technology*, 14: 269-288.

Sadler, B., 1996. *Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance*. *International study of the effectiveness of environmental assessment*. Final Report. International Association for Impact Assessment/ Canadian Environmental Assessment Agency. Minister of Supply and Services, Canada.

Philip W. B., 1991, *The Debate over Large Dams: The Case Against*, Civil Engineer.