

NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN SUCUL EKOSİSTEME ETKİSİ: TRABZON ÖRNEĞİ

Muharrem Aksungur, Orhan Ak*, Atilla Özdemir

Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Trabzon

Özet:

Nehir tipi hidroelektrik santralleri (HES); temiz ve yenilenebilir olmaları, işletme ve bakım giderlerinin düşük olmaları, fiziki ömürlerinin uzun oluşu gibi nedenlerle kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlardan üretilen enerjiye göre çevresel etkilerinin daha az olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte inşaat ve işletme aşamalarında özellikle sucul ekosistem üzerine göz ardı edilemeyecek etkileri mevcuttur. Doğu Karadeniz bölgesi için 430'un üzerinde nehir tipi HES projesinin yapımı planlanmaktadır. Bu çalışmada, bölgesi Trabzon ili sınırları içerisinde bulunan 19 HES projesinin çevresel etki değerlendirme (ÇED) raporlarının uygulamadaki eksiklikleri inşaat ve işletme aşamalarında yerinde inceleme yapılarak değerlendirilmiş ve görülen aksaklıklar fotoğraflanmıştır. ÇED raporlarında sucul canlılar ve sucul ekosisteme etkiler literatür üzerinden verilirken sadece iki projede bölgesel saha çalışması yapılmıştır. İnşaat aşamasında; özellikle hafriyatların gelişigüzel dere yataklarına bırakılması, su kotu altındaki çalışmaların uzun süreli bulanıklık yaratması ve atık suların dinlendirilmeden dere yatağına verilmesi inşaat aşamasındaki en büyük tehlikelerdir. İşletme aşamasında ise dere yatağına bırakılması gereken can suyu miktarının yeterli miktarda bırakılmaması ve balık geçitlerinin gelişigüzel inşa edilerek işlevlerini tam olarak yerine getirememesi sürdürülebilir bir sucul ekosistem açısından önemli bir tehdittir.

Anahtar Kelimeler: Nehir tipi hidroelektrik santrali (HES), Sucul ekosistem, Çevresel etki değerlendirme (ÇED), Can suyu, Balık geçidi

* **Correspondence to:** Orhan AK, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 61250, Kaşüstü, Yomra, Trabzon-TÜRKİYE

Tel: (+90 462) 341 10 53/207 **Fax:** (+90 462) 341 10 56

E-mail: orhanak57@gmail.com

Abstract: The effect on aquatic ecosystems of river type hydroelectric power plants: the case of Trabzon-Turkey

It is known that the river type hydroelectric power plants (HPP) are clean and renewable, low operating and maintenance expenses, due to the physical life of being a long coal, natural gas and petroleum as the energy produced by fossil fuels is less environmental impact. In addition, during the construction and operations, it can not be ignored effects on the aquatic ecosystem. In the Eastern Black Sea region, over 430 river-type HPP project is planned. In this study, 19 HPP project in Trabzon, according to environmental impact assessment (EIA) reports and construction and operation phases by examining the visual dimension it were examined and photographed. In the EIA reports, aquatic organisms and aquatic ecosystem impacts might given only in literature. Two project was conducted in field study. The construction stage; it is the biggest hazards excavations at random leaving stream beds, occupation of the river bed and river bed. During the working, a sufficient amount of life left in the amount of water and fish passages at random by building a sustainable aquatic ecosystem functions to fulfill the exact terms of a significant threat.

Keywords: River type hydroelectric power plants (HPP), Aquatic ecosystem, Environmental impact assessment (EIA), Fish passage

Giriş

Türkiye'deki 26 ana su toplama havzasından bir tanesi de Doğu Karadeniz Havzasıdır. Havza da birbirine paralel irili-ufaklı çok sayıda akarsu ve küçük buzul gölleri bulunmaktadır. Havzanın önemli akarsularını Melet Çayı, Harşit Çayı, Folderesi, Değirmendere, Karadere, Solaklı Deresi, Baltacı Deresi, İyidere, Pazar Çayı, Fırtına Deresi, Çağlayan Deresi ve Kapistre Deresi gibi birbirine paralel olarak uzanan akarsular ve bunların alt havzaları oluşturmaktadır. (Ak vd., 2008a, 2008b). Sahip olduğu ulusal ve uluslararası düzeyde önemli doğal alanlara ve zengin biyoçeşitlilik değerlerine rağmen, Türkiye'deki diğer havzalarda olduğu gibi Doğu Karadeniz Havzası'nda da önemli sorunlar ve tehditler mevcuttur. Özellikle, yanlış arazi kullanımı ve sürdürülebilir olmayan uygulamalar sonucunda, bölgedeki doğal alanlar zarar görmekte ve doğal kaynaklar plansızca kullanılarak tüketilmektedir. Doğu Karadeniz Havzası'ndaki başlıca sorunlar; plansız işletilen taş ocakları, evsel ve kısmen tarımsal ve endüstriyel kirlilik, hidroelektrik santraller, plansız altyapı (yollar ve yapılaşma), kontrolsüz turizm, yasadışı avlanma ve toprak kaymalarıdır (DOKAP, 2001).

Ortalama yıllık yağışın 652,5 mm olduğu Türkiye'de bu yağışın büyük çoğunluğu yüzey akışına geçmekte olduğu için hidroelektrik enerji üretim potansiyeli yüksektir (Erke, 1985). Topografik olarak dağların denize paralel uzandığı ve yıllık ortalama yağışın 1291 mm olduğu Doğu Karadeniz bölgesi diğer bölgelere oranla daha düzenli akım gerçekleşmekte ve coğrafik

özellikleri nedeniyle küçük HES'lere oldukça uygun görülmektedir. Bu bölgede genelde homojen bir dağılım gösteren akım miktarlarında, karların erimeye başladığı ilkbahar mevsiminde artışlar görülmektedir (Gürer, 1979).

Yenilenebilir elektrik enerjisi üretimi için suyun kullanımının birçok yararlarının olmasıyla birlikte çevreyle de bir takım etkileşimleri olmaktadır. Bu etkileşimler genellikle hidroelektrik santrallerinin nehir ekosistem ve habitatına olan etkilerini kapsamaktadır. Makalede, nehir tipi hidroelektrik santrallerinin kurulmuş olduğu havzada sürdürülebilir bir sucul ekosistemin sağlanabilmesi için; çevresel etki değerlendirme raporlarında vaat edilen başlıkların yerine getirilmesi ile birlikte su kalitesindeki değişimler, can (telafi) suyu miktarı, balık merdivenleri inşası ve görevleri, dere yatağında yapılan tahribatlara kadar çevresel etkinin azaltılmasında öngörülen ve ülkemizde halihazırda uygulanmayan belli başlı konu başlıkları rapor ve görsel boyutta yerinde incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Nehir Tipi Hidroelektrik Santralleri

Hidroelektrik enerji kaynakları; temiz ve yenilenebilir olmaları, yerli doğal kaynak kullanılmaları, işletme ve bakım giderlerinin düşük olmaları, fiziki ömürlerinin uzun oluşu gibi nedenlerle kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlardan üretilen enerjiye göre daha çok yenilenebilir ve çevreyle dost enerji kaynaklarıdır. Bu tip santraller genel itibarıyla regülatör, çökeltim havuzu, su iletim kanalı ve yolu, yükleme havuzu,

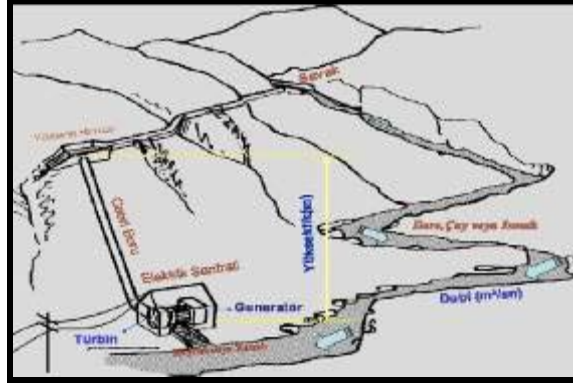
cebri boru, santral binası ve şalt sahasından oluşmaktadır (Şekil 1).

Türkiye’de ilk hidroelektrik santrali 1902 yılında Tarsus çayı üzerinde kurulmuştur. Bunu, 1929 yılında hizmete giren belediye tarafından yaptırılan ve ilk depolamasız nehir tipi HES olan Visera Santrali olarak da adlandırılan Trabzon’un Işıklar beldesi santrali ile 1940 yılında elektrik üretilmeye başlanan Konya-İvriz santrali izlemiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi için ilk depolamasız nehir tipi santrali 1,04 MW Kurulu güce sahip Visera hidroelektrik santralidir (Şekil 2). Santral 1989 yılına kadar aktif olarak faaliyet göstermiş, bu tarihte meydana gelen aşırı yağışlar sonucu sel suları altında kalmış ve büyük oranda zarar görmüştür. 1989–2005 yılları arasında atıl durumda kalan santral, 2005 yılında özelleştirilerek faaliyete geçirilmiştir.

Ülkemizde özel sektöre, ilk defa 1951’de yapılan ve kurulu gücü 9,2 MW olan Derme ve Murgul HES’leri ile hidroelektrik enerji ile tanışmıştır. İlk büyük HES ise 1956 yılında hizmete alınan 54 MW kurulu güce sahip Seyhan I HES’tir (Oğuz, 2008).

Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Raporu

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. Hidroelektrik enerji üretiminin doğal, tarihi ve kültürel varlıklar ile sosyo-ekonomik çevre üzerinde boyutları projeden projeye değişen etkileri mevcuttur.



Şekil 1. Nehir tipi hidroelektrik santralinin genel görünümü
Figure 1. General view of the river type hydroelectric power plant □



Şekil 2. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin ilk nehir tipi hidroelektrik santrali Visera'da regülatör ve santral binasının görünümü (Orijinal)

Figure 2. In the first river-type hydropower plant Visera of the Eastern Black Sea Region, is viewing of the regulator and the central building (the original)

Ülkemizde halen yürürlükte olan ÇED mevzuatına göre hazırlanan ÇED raporlarında projenin doğal ve sosyo-ekonomik çevre üzerindeki etkilerini yeterli ölçüde ortaya çıkarabilecek bir format kullanılmaktadır. Hazırlanan raporda;

- Proje Yeri, Proje Alanının Özellikleri,
- Etkilerin Özeti'nin yer aldığı bir "Giriş"
- Doğal Çevrenin Özellikleri
- Sosyo-Ekonomik Çevrenin Özellikleri
- İnşaat Aşaması Etkiler
- İşletme Aşaması Etkiler
- Sonuç, Öneriler, Etkilerin ve Alınacak Tedbirlerin Özeti bölümleri yer almalıdır.

Mevcut ana başlıklar altında ise aşağıda belirtilen alt aşlıkların detaylı bir şekilde incelenmesi yapılmalıdır. Nüfus, nüfusun özellikleri, gelir kaynakları, sosyal altyapı tesisleri, sağlık, kültür ve eğitim tesisleri, tarım alanları, hayvancılık alanları, yerleşim eğilimleri güncel olarak verilmelidir. Yörenin ve inşaat alanı ve malzeme sahaları ile örtüşen alanın florası, fauna yapısı, orman örtüsü, yeraltı zenginlikleri, koruma alanları (sit alanları, Milli parklar, av alanları v.b. özel statüye haiz alanlar), benzersiz doğal oluşumlar, toprak yapısı, iklim yapısı, mamba-mansap su kullanım özellikleri, su ürünleri, sucul canlılar, mansap kıyı erozyonu olasılığı arazi çalışmaları yapılarak belirlenmelidir. Tesis yerleri seçimi, tesisler ile örtüşen alanda ve malzeme sahalarında yapılan hafriyat, mansaba bulanık su verilmesi, derivasyon, gürültü, vibrasyon, servis yolları, tesis inşaatları etkileri irdelenmelidir. Ayrıca raporda tespit edilen olumsuz etkiler için önlem alınıp alınmadığı ilgili fizibilite bölümleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

Trabzon ve Rize illerinde 2005–2009 döneminde yatırımı başlatılan ve/veya üretime geçen HES projelerinden 19 tanesinin ÇED raporları ve proje başvuru dosyaları incelenmiştir. Mevcut projelerin enerji miktarları 1.04–81 MW arasında değişim göstermektedir. Buna göre 1 proje için **ÇED olumlu** raporu almış, 18 adet HES projesi için kurulu güç kapasiteleri yönetmeliğe uygun olduğu için **ÇED gerekli değil** belgesi verilmiştir. Bu projelerden bazıları işletmeye geçme aşamasına gelmiş ve lisans antlaşmaları imzalanmış, bazılarında ise %90 gerçekleşme düzeyine ulaşılmıştır. Bölgede ÇED süreci işletilen projelerde halkın katılımı toplantıları yapılmış olmasına rağmen özellikle sivil toplum kuruluşlarının gös-

terdiği tepkiler nedeniyle hukuki süreçler yaşanmaktadır. Bu nedenle inşaat aşamasına gelen bazı projelerde yürütmeyi durdurma kararları alınmış; yapılan temyiz ve itirazlarla birlikte bölgede yatırımlar durma noktasına gelmiştir. ÇED gerekli değil kararına göre yatırımı başlatılan bazı işletmeler 2009 yılında yürütmeyi durdurma kararları nedeniyle yeniden ÇED süreci başlatmak zorunda kalmıştır.

Doğu Karadeniz Bölgesinde HES projeleri için hazırlanan ÇED raporlarının 16 adedinin sucul ekosisteme etki yönünden değerlendirmesine göre:

1. ÇED raporlarında yapılan balık türü tespiti çoğunlukla literatür taraması düzeyinde (%62,5) yapılmış, herhangi bir saha çalışması yürütülmemiştir. Yerinde saha çalışmasına bağlı olarak tür tespiti sadece dört raporda (%25) yapılmıştır.
2. Hatta bazı ÇED raporlarında balık türlerine ait hiçbir bilgi yer almamıştır. Alıntı yapılan literatür çalışmaları bölge illerinde başka sahalarda ve lokal olarak yapılan ve belirli akarsuları kapsayan veya bazı balık türlerinin biyolojisine ait bilimsel çalışmaları kapsamaktadır.
3. ÇED hazırlayan şirketler kendi çalışmaları yerine kullandıkları literatür bilgilerin kaynağına çok fazla titizlik göstermedikleri anlaşılmaktadır. Bölge genelinde balıklar ve diğer sucul canlılara ait biyolojik çeşitlilik ve gen çeşitliliğini içeren veri eksikliği bulunmaktadır.
4. İncelenen ÇED raporlarında yetersiz bilgilendirme yanında hiçbir fauna ve sucul ekosistem bilgisi verilmeyen, planında balık geçidi yer almamış ve can suyu miktarı hesaplanmayan proje oranı %37.5 olarak belirlenmiştir.

Bu tip projelerin uygulamaya geçirilmesi işletme döneminde ve sonraki aşamada büyük çevresel risk taşımaktadır. Türkiye'de yapılması planlanan hidroelektrik santrallerin taşıdıkları çok yüksek potansiyel elektrik enerjisi üretim gücü ve etkileri bakımından yayın organlarının ve kamuoyunun yakından ilgilendiği bir konu haline gelmiştir. Oluşan çevre bilinci ve sivil toplum kuruluşlarının konuya takipçi yaklaşımı kamu kuruluşlarının da denetleme izleme konusunda titiz davranmasını gerektirmektedir. Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesinde yanlış uygula-

malar büyük tepki görmektedir. Barajlar ve diğer HES yapılarının sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerini irdeleyen bu yayınlarda tepki almamak için, baraj yapımı ile ilgili çalışmalarda çok kapsamlı ve ciddi araştırmalara dayalı fizibilite, Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) ve Kümülatif Etki Değerlendirme (KED) çalışmaları yapılarak ve uygulamada bunlar gözetilerek, baraj-çevre ilişkilerinin planlama ve işletilme aşamalarında göz ardı edilmediğinin gösterilmesi gerekmektedir.

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 önem taşımaktadır (DOKAP 2002; İTÜ, 2008).

Sucul ekosistem açısından çevresel etkinin azaltılmasında öngörülen ve ülkemizde hâlihazırda uygulanmayan belli başlı konu başlıkları şu şekildedir:

1. Su kalitesindeki değişim
2. Balık stokları ve sucul ekosistem üzerine etkiler,
3. Havza bazında taşıma kapasiteleri ve çevresel etkinin çıkarılması,
4. Balık geçitlerinin işlevliliği ve yukarı göç (up stream) için dizaynı,
5. Akarsu aşağı balık göçlerinde (down stream) bariyerler ve kollektörler kullanılması,
6. Çevresel/ekosistem su ihtiyacı
7. HES'lerin inşaatı ve işletilmesi esnasında su ürünleri ve faunaya olan etkinin izlenmesi için iyileştirme projeleri yürütülmesi
8. Önemli ticari türlerde balıklandırma programları uygulanması

9. Tarım, turizm, balıkçılık vb gibi aynı bölgeyi kullanan sektörler ile çatışmanın önlenmesi.

Su Kalitesindeki Değişim

Regülâtör yapımı ile meydana gelecek çevresel etkilerden ilki akarsu sisteminin durgun su ortamına dönüşmesidir. Hidroelektrik projelerinin su kalitesi üzerine etkileri, proje özelliklerine bağlı olarak değişir. Bir baraj veya regülâtör gölünde suyun tutulmayıp, yalnızca kuvvet tüneli ile santrale düşürülmesi ile enerjiye çevrildiği hidroelektrik projelerinde, projenin üzerinde yer aldığı nehrin su kalitesinde önemli bir etki söz konusu değildir. Söz konusu proje göl alanında su tutulmayıp yalnızca kuvvet tüneli ile santrale düşürülmesi ile enerjiye çevrildiği hidroelektrik projesidir. Fakat nehir tipi HES projelerinde su kalitesine herhangi bir etki olmadığı şeklinde genel ifade kullanılmaktadır. Usulüne uygun projelerde rezervuarın işletiliş şekline göre kısa süreler için rezervuarda su kalması ve yönlendirme ile direkt türbin sistemine verilmesi olumsuz bir etkileşim göstermez. Burada dikkat edilmeyen konular çok yüksek basınç altında cebri boruya verilen su kalitesi gaz çözünürlüğü artışına neden olmakta, kuyruk suyu sonrasında dinlendirme yapılmadığı için sucul fauna direkt etkilenmektedir. Ayrıca inşaatlar sırasında yerinde yapılan kontrollerde kullanılan beton katkı maddeleri ve çimentonun akarsuya karışması, çıkan hafriyatın dere yataklarına geliş güzel bırakılması ve sürekli bulanıklığa neden olacak şekilde çalışmalar yapılması su kalitesine de olumsuz etkiler olarak sayılabilir.

Regülâtörlerde su tutulması sonucu, akarsu ortamından durgun su ortamına geçilmesi, ancak oluşacak göl hacminin çok küçük olması suyun kalitesini değiştirecek önemli bir değişiklik olmayacaktır. Fakat sudaki çözünmüş gaz miktarının izlenmesi ve çok uzun tünel cebri boru kullanılan projelerde kuyruk suyunda dinlendirme yapılması önerilebilir. Ayrıca toprak ve hafriyat dökümü ÇED ve fizibilite raporlarında belirlenecek bölgelere yapılmalı ve akarsu yatağına etkisinin engellenmesinde gerekli tedbir alınmalıdır.



Şekil 3. Nehir tipi hidroelektrik santrallerinde a- regülatörde suyun tutulması, b- kuyruk suyunun dere yatağına bırakılması, c ve d- tünelden çıkan bulanık suyun dinlendirilmeden dere yatağına bırakılması (Orijinal)

Figure 3. In the river type hydroelectric power plants, a-regulator of the water was keeping b-tail water leaving the river bed, c, and d- turbid water from the creek bed tunnel release (the original)

Balık stokları ve sucul ekosistem üzerine etkiler

Akarsu sistemlerinde bulunan balıklar göç etmese bile, yaşam döngüsünün çeşitli aşamalarında hidroelektrik barajlar ile temas edebilir. Hidroelektrik santraller inşa edildiği bölgeye bağlı olarak birçok farklı türde, davranış ve yaşamsal farklılaşmaya neden olmaktadır. HES ve Baraj sistemlerinin inşaat aşamasında akarsu yatağının değiştirilmesi, sürekli bulanıklık yaratılması, kullanılan çimento ve katkı maddelerinin suya karışması, sucul canlıların hareketini engelleyen yapılar, tünel sistemleri ve drenajlar ile akarsu yatağında suyun neredeyse tamamının enerji kullanımı için kullanılması ve can suyu olarak bırakılan miktarda oluşan kesintiler etkileşim olarak sayılabilir.

Akıntılı suya adaptasyon gösteren bentik canlılar, durgun su olan regülatör gölünün kapladığı alanlarda büyük oranda ortadan kalkacaklardır. Ayrıca sürüklenme davranışı gösteren türlerin dağılımında değişiklik ortaya çıkabilecektir. Re-

gülatör yapımı, toplama alanındaki bentik tür kompozisyonunu nitelik ve nicelik açısından değiştirecektir. Regülatör alanından sonra su tünel sistemine alındığı ve bypass uygulandığı için akıntının azalması ve hatta yok olması ile birlikte dip yapısı da değişecektir. Çakıllı ve büyük kayalıklı zemin yapısı yerine, Gölet oluşan bölgelerde geniş olarak çamur ve balçıklı alanlar oluşacaktır. Sadece can suyunun akıtılacağı alanlarda ise dere yatağı çekilerek su akışı küçük birikintiler oluşturacak ve balığın beslenme ve gizlenmesi için uygun ortam kalmayacaktır. Bu alanlar önceden mevcut olmayan bazı türler için uygun özellik taşıyabilecektir. Akıntılı ortama adapte olmuş mevcut türler ise, regülatör öncesi ve sonrasındaki akıntılı ortamlarda yaşamlarını devam ettirebileceklerdir.

HES projesi uygulanan akarsularda sucul canlıların, regülatörün alt kısımlarında yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli olan ve biyolojik olarak ihtiyaç duyabileceği minimum su bırakılması bütün sorunu çözmemektedir. Bu miktar, çeşitli yöntemlerle hesaplanmakla birlikte regü-

latörün alt kısımlarındaki toplam balık stoku ile yakından ilişkilidir. Suyun az verilmesi durumunda balıklar derin ve havuz oluşturmuş alanlarda toplanacaktır. Toplam balık stokunun fazla olması bu küçük havuz sistemlerinin taşıyamayacağı miktarda olursa toplu balık ölümleri meydana gelebilecektir. Dere yatağının özelliği nedeniyle akarsu bağlantısı kesilmesi sonucu sıcaklık artışı, çözülmüş oksijen miktarındaki azalma, besin maddesi birikimi ve devamında ötrofikasyona giden olumsuz koşullar oluşacaktır. Bu açıdan bakıldığında Doğu Karadeniz Bölgesi akarsuları gibi dağ derelerinde indikatör bir tür olarak nitelendirilebilecek *Salmo trutta labrax*' (deniz alası) ın mevcudiyetini sürdürebilmesi, verilecek su miktarı ile yakından ilişkilidir. Çünkü bu tür, hızlı akıntılı, soğuk ve oksijen bakımından zengin sulara yaşayabilmektedir. Bu faktörler göz önüne alınarak hesaplanan su miktarı bırakılması derede canlılığın devamını sağlamaya yetecektir. Tabiki aynı dönemde balık geçitlerinin aktif kullanımına yönelik akış kontrolü ve özellikle regülatör ve türbin arasında su akışı az olan kesimde oluşan göllenmelerde avlak sahası amacıyla kullanılmamalı ve gerekli tedbirler alınmalıdır.

Sazangil ve kefal türleri akarsu üzerine yapılan engellerde nispeten lokal alanlarda hayatiyetini sürdürmesine rağmen, başta salmonidler olmak üzere yılan balığı ve mersin balığı gibi diğer anadrom türlerde etki ölümcül olmaktadır. Bu nedenle üreme ve beslenme göçü yapmak için tatlı su ve deniz ortamında geçiş yapmak zorunda kalan bu türlerde hızla stoklar azalmaktadır. Ticari değeri yüksek olduğu için aşırı av baskısına maruz kalan ve çevresel kirlilikte ilk olarak etkilenen bu türlerde, akarsularda göçü engelleyecek yapılar inşaa edilmesi soylarının tükenmesi anlamına gelmektedir. Tüm dünyada çok özel alanlarda endemik kalan bireyler ve alt türler özel koruma programları başlatılarak koruma altına alınmıştır.

Havza bazında taşıma kapasiteleri ve çevresel etkinin çıkarılması

Enerji üretiminde yeni çevre dostu kavramlar geliştirilmek suretiyle çevresel etkinin azaltılmasına çalışılmaktadır. Son dönemde gelişmeler modifiye edilerek hidroelektrik sanayi için uygulanmaktadır. Öncelikle belirli bölgelerde demansratif uygulamalarla geliştirilen teknolojileri nehir ekosistemleri için olumsuz etkileri olmadan mümkün olan en yüksek miktarda elektrik

üretebilir. Yalnızca karlılığı hedef alan klasik enerji üretimi uygulamaları yerine küçük bazı yatırımlar veya proje değişiklikleri sayesinde etkili sonuçlar alınabilmektedir. Balıkların korunması ve ekosistem bütünlüğü olan projeler enerji üretimi ile optimize şekilde yürütülmesi gereklidir.

Doğu Karadeniz Bölgesinde bazı projeler çok sayıda regülatör ve tünel kanal cebri boru sistemleri ile birden fazla HES ünitesine bağlanmaktadır. Fakat çevresel etki tek rapor üzerinden verilmeye çalışılmaktadır. Örneğin Çağlayan ve Kapistre dereleri Baltacı ve İyidere ile Uzungöl üzerinden Solaklı deresi yan kolları ile Sürmene deresi derivasyon tünelleri ile bağlantılar kurularak enerji üretimi için projelendirilmiştir. Bu tip projeler aynı akarsu üzerinden uzun yıl ortalamalarına göre projelendirilen ve hesaplamaları yapılan birçok proje ile çelişmesi söz konusudur. Birbiri ardına projelendirilen HES'ler diğer santlerden çıkan kuyruk suyunu dere yatağında regülatör ile yeniden tünel ve cebri boruya alarak kullanabilmektedir. Trabzon ve Rize illerinde önemli akarsularda bu şekilde 10-17 HES'in arka arkaya uygulandığı projeler bulunmaktadır. Sucul ekosistem açısından iki farklı akarsuda derivasyon ile su aktarılması ve çok sayıda projenin taşıma kapasiteleri hesaplanmadan aynı akarsuda uygulanması şeklinde akarsuya yapılan müdahaleler geri dönülmez etkilere neden olabilecektir.

Bölge genelinde her akarsu için havza bazında etki değerlendirmesi yapılarak, milli park, sit alanı, koruma bölgelerinin yer alacağı ve endemik türlerin korunacağı bir planlama yapılmalıdır. Çok sayıda HES içeren ve tek tek değerlendirildiğinde ÇED olumlu raporları verilebilecek projelerin toplu etkisinin ne olacağı bilimsel esaslara göre objektif olarak rapor edilmelidir. Bu konuda Çevre ve Orman Bakanlığına bağlı birimler yanında bölgedeki üniversiteler, araştırma kurumları ve Sivil Toplum Kuruluşlarının yer alacağı daha entegre bir değerlendirmeye ihtiyaç vardır. Bu entegre değerlendirme kapsamlı bir "HAVZA PLANLAMA" ya dönüştürülmelidir.

Balık Geçitlerinin İşlerliği ve Yukarı Göç İçin Dizaynı

Fiziksel bir engel olarak regülatör yapıları nehrin üst kısımları ve alt kısımları arasında hareket eden türlerin geçişini engellemektedir. Balık geçitleri, regülatörlerde, projelendirme yapılırken mutlaka düşünülmesi gereken oluşumlardır. Nehirde yaşayan türler bir kaç göç yoluna

sahiptirler. Bunlar, alabalıklar gibi anadrom ve yılanbalığı gibi katadrom özellikte göç eden balıkların yapmış oldukları göçlerdir.

Elektrik santrali projelerinde inşa edilen regülatörler balık geçişlerini engellediği için değişik yapıda balık geçitleri (balık merdivenleri, balık asansörleri vb) ilave edilmektedir. Özellikle son otuz yılda balık geçitlerinin etkinliğini arttırmak için araştırmalar yoğunlaşmıştır. Bu amaçla hedef balık türlerinin etkili şekilde geçişleri izlenmekte ve daha önce yapılmış geçitler değerlendirilmektedir. Akarsularda göç eden özellikle anadrom ve diadrom türlerden yirmi iki balık türü oluşturulan engellerden olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Bu türlerden genelde salmon, alabalık türleri ve ton balıklarına yönelik olarak balık geçitleri dizayn edilmektedir. Oysa çok büyük boyutlardaki mersin balığı gibi türler ve salmonidler kadar hareketli olmayan barbus benzeri türler için aynı geçitler uygun geçiş imkânları sağlamazlar. Yavru balık ve ergin bireyler için geçiş sistemlerinin etkinliği yine farklı uygulama gerektirmektedir. Bunun yanında yukarı göçlerde oluşturulan balığın girişi ve hareketlenmesini sağlayan sistemler ve hidrolik koşullar, aşağıya yapılan göçlerde aynı etkinliği gösterememektedir. Balık geçitlerinin dizayn edilmesinde regülatör üzerinde yer alan yönlendirme ekipmanları, tünel, havuz sistemleri, çöktürme ve çakıl düşürme yapılarının geometrik yapıları, engelleme, akış ve boşaltma durumları, su seviyeleri gibi teknik ve yapı elemanlar önem taşımaktadır (Larinier, 2002b). Daha ayrıntısına girilecek olursa hangi balık türlerinin hedeflendiğine göre kanal ve geçiş boyutları, giriş yapısı, oluşan havuzların yüksekliği, su seviyesi, oluşan akış hızı gibi çok sayıda veri dikkate alınabilir. Maalesef ülkemizde zaten çok az sayıda yapılan balık geçitlerinin etkinliği konusunda uygulamalı bir araştırma bulunmamaktadır.

European Red List kapsamında bulunan *Salmo trutta labrax* türü Doğu Karadeniz Bölgesi Akarsularında doğal dağılım göstermektedir. Bu tür soğuk ve hızlı akıntılı suları tercih etmektedir ve üreme dönemlerinde nehrin yukarı ve aşağısına göç etmektedir. Ergin bireyler yumurtlamak için nehrin üst kısımlarına göç ederken, gençler daha fazla besin bulabilmek ve denize çıkış yapabilmek için aşağı kısımlara doğru göç ederler. Bu durum daha sonra tersine devam eder. Birçok tatlısu balığı yumurtlamak için nehrin üst kısımlarına göç ederken, tatlısu molluskları larvalarını bu göç eden balıklar üzerine yapışarak nehrin üst

kısımlarına çıkarabilmektedir. Odonata, Efemeroptera ve Trichoptera gibi ergin sucul böcekler, larvalarının sürüklenmelerini önlemek için nehrin üst kısımlarına hareket etmekte ve yumurtalarını buralara bırakmaktadır. Fakat baraj ve regülatör gövdeleri bu tür göçleri farklı derecelerde engelleyebilmektedir. Göç eden balıklar yaşam döngülerinin ana fazları için farklı çevresel koşullara ihtiyaç duyarlar. Alabalıklar gibi birçok anadrom balık popülasyonu bu tip yapılardan dolayı göçlerinin engellenmesi sonucu popülasyonlarında önemli düşüşler görülmektedir. Biyolojik açıdan meydana gelen bu olumsuzluklar balık geçitleri ile çözümlenebilmektedir. Balık geçitleri, yapımı gerçekleştirilen regülatörün konumuna ve özelliklerine göre düzenlenmektedir.

Balıklar doğal göç davranışı engellendiği için kullanılan balık geçidi ve kollektörlerin etkinliği artırılmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle balıkların istenilen şekilde yönlendirilmesini sağlayacak çeşitli teknikler (su akışı, türe uygun balık geçitleri, regülatör yapıları) ve dış uyarılar (örneğin, ışık, ses, elektrik) üzerinde, uzun yıllar denemeler yürütülmüştür. Geliştirilen yöntemler balığın davranışlarına bağlı olarak su akışları ile özellikle aşağı göç sırasında yönlendirme yapılabildiği gibi, balığın ürkütülmesi, korkutulması veya ışık ve ses ile cezbedilmesi yoluyla hidroelektrik sitelerinin engelleyici faktörlerden geçiş başarıları artırılmaya çalışılmaktadır. Son dönemde geliştirilen teknolojiler ve izleme sistemleri balıkların su azalmaları gibi olumsuz faktörlerden etkilenmeden sürekli olarak istenilen yönde hareket etmesi ve göç davranışını sürdürmesi için kullanılmaktadır.

Santos vd. (2006) tarafından Portekiz’de yapılan bir çalışmada regülatör yüksekliği 6 ve 22 m arasında değişen bütün HES ve Baraj yapılarında inşaa edilmiş balık geçitlerinin uygunluğu araştırılmıştır. Buna göre bölgedeki türler balık geçidindeki hareketlenme ve yükseklikler, su akış hızları, balık geçitlerinin fiziksel özellikleri (genişlik, yükseklik, basamak yapısı vb.) puanlanmıştır. Sonuç olarak çoğunlukla balık geçitleri yapısı uygun bulunmamıştır.

Tabak vd. (2001) tarafından, ülkemizin Doğu Karadeniz kıyılarında dağılım gösteren Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)’nin tatlısu ortamındaki göç davranışı üzerine, yürütülen çalışmada balığın üreme, smolt ve beslenme göçleri yaptığı belirlenmiştir. Çalışmada Karadeniz alabalığının en yoğun giriş yap-

tığı önemli akarsuların (Fırtına, Çağlayan, İyidere, Kapistre; Solaklı Dereleri) fiziksel ve kimyasal yapısı belirlenmiş, alabalık stokları ve yaşam döngüsü üzerine çevresel etkiler incelenmiştir. İlkbahar (Mart-mayıs) ve kış (Ocak) döneminde kıyıya yakın bölgelerde bulunan Karadeniz alabalığı yaz aylarında, su sıcaklığının etkisi ile akarsuların kaynağa yakın yüksek kesimlerine ve yan kollarına beslenme göçü yapmaktadır. Sonbaharda ise özellikle büyük bireylerin üreme amaçlı göç hareketleri olmaktadır. İlkbahar döneminde kıyı bölgelerde yoğunlaşan beslenme faaliyetleri sırasında bir kısım balığın henüz tartışma konusu olan çeşitli faktörlerin etkisi ile smoltlaşma ve denize göç etme gerçekleşmektedir.

Aşağı Göç Geçiş Teknikleri Değerlendirilmesi

Balık geçitlerinin özellikle anadrom ve katadrom balıkların göçünde oluşan engellerin geçilmesinde kullanımı yaygındır. Akarsuların kaynak bölgeleri yönünde akıntıya karşı yapılan yukarı göçlerde uygun dizayn edilmiş balık geçitleri etkin olarak kullanılabilir. Fakat akıntı yönünde yapılan aşağı göçlerde daha incelikli tekniklerin uygulanmasına gereksinim duyulmaktadır. Aşağı göçlerde özellikle yavru alabalık ve somonların smoltifikasyon için hareketlendiği dönemlerde yüksek debili akış dönemine gelen ilkbahar aylarında balık geçitleri tamamen işlevsiz kalmaktadır. Regülâtorlerde su can suyu olarak balık geçitlerinde bırakılan suyun dışında tamamen dinlendirme havuzlarına ve tünellere yönlendirildiği için balıklar asıl akıntı yönünde hareket etmektedir. Kanal ve tünellerde bir şekilde akıntıdan kurtulması mümkün olan salmonidler özellikle cebri borularda oluşan yüksek emiş ve basınç etkisinden kurtulamamakta ve türbinlerdeki mekanik etki ve basınçtan çok büyük oranda zarar görmektedir. Fakat sonradan geliştirilen bazı teknikler sayesinde bu zararlanmaların önüne geçmek en azından etkilerini azaltmak mümkün olabilmektedir. Amerika ve Kanada'da pasifik salmonları üreme göçü sonrasında ömrünü tamamladığı için özellikle yavru balıkların deniz ve göllere olan göçünde bu teknikler geliştirilmiştir.

Balıkların aşağı göçü (down-stream) sırasında tuzaklar, kolektörler, yüzey toplayıcıları ve fiziksel bariyer sistemlerinin daha pratik uygulamaları için araştırmalar yürütülmektedir. Çünkü yüksek debili taşkın dönemlerinde elek ve ağlar ile oluşturulan bariyerler kolayca parçalanmakta veya

geçiş sağlayan sistemler dal ve yaprak benzeri materyal ile tıkandığı için bakımları zor olmaktadır. Bu alternatifler de fiziksel bariyer yaklaşımları ve davranış yönlendirme teknikleri içerir. Örneğin son dönemde türbin sistemine girmeden önce su düşüşünde hareketlendirilen özellikle yavru balıkların aşağı geçiş için balık pompaları geliştirilmiştir. Aynı tekniğin yukarı göç sırasında akıntıya karşı geçişte kullanımı içinde teknolojiler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Rehabilitasyon Projeleri Yürütülmesi

Bütün teknolojik uygulamalar yanında sucul canlılığın devamında iyi bir yönetim modeli uygulanması gerekmektedir. Bu konu maalesef şimdiye kadar ülkemizde hidroelektrik santral projelerinde ve tarafımızca incelenen hiçbir ÇED raporunda ele alınmamıştır. Su akışının debi azalmasına bağlı olmaksızın dere yatağında canlılığı devam ettirecek şekilde (çevre/can suyu) sürekli akışı, göç ve üreme dönemlerinde izleme yürütülerek akışın ayarlanması gibi uygulamalar geliştirilebilmektedir. Akarsuyun bypass edildiği regülâtor ve santral binası arasında kalan bölgede dere yatağında sadece can suyu akışı sağlandığı için balıkların avcılık baskısı ve diğer canlıların oluşturduğu predetasyona maruz kalmaları yine bu yönetim modelinde kabul edilmektedir. Nitekim Rize ve Artvin'de uygulamaya alınan bazı santral projelerinde ÇED raporlarında yasa dışı avcılığın önleneyeceği koruma altında olan türlerin proje bölgesinde korunacağı dile getirilmiştir. Burada yerinde alınacak küçük önlemlerin oldukça etkili sonuçlar vereceği bildirilmektedir. Örneğin taşkın ve sel etkileri barajlarda olduğu kadar olmasa da kısmen engellenebilirken bu dönemlerin sonunda dere yataklarında oluşan küçük göletler su canlılarının ve balıkların mahsur kaldığı alanlar olmakta, belirli bir dönemde su akış bağlantısı kesilen göletler tamamen kurumakta veya oksijen bağlantısı kesildiği için toplu ölümlere neden olabilmektedir.

Bölgede yürütülen HES projelerinde sucul faunaya olan etkiler proje bütçesinde oldukça mütevazı rakamlar öngörülerek bölgedeki üniversite ve araştırma kurumlarınca sürekli izleme şeklinde yürütülebilir. Bilimsel esaslara dayanan ve bağımsız kurumlarca yapılacak bu izleme projeleri ciddi yaklaşımlarla kamuoyuna sürekli rapor olarak sunulabilir. Bu durum sivil toplum kuruluşları, çevresel endişe duyan yerel halk ve engelleme girişimlerini olumlu yönde etkileyecektir. Özellikle Kanada ve ABD eyaletlerinde sürekli izleme yapılan baraj ve regülâtor yapıları-

nin ekosisteme etkileri düzenli raporlar olarak internet ortamında paylaşılmaktadır.

Bir diğer yeni yaklaşımda “referans nehir” kavramıdır. Akarsu ekosistemi üzerine yönetim modeli geliştirilmesi bu kavramın kısa tanımıdır. Nehir üzerinde bütün sektörel kullanımlar kritik fiziksel ve kimyasal süreçler, biyotik değişimler geri dönüşlü olarak izlenerek strateji geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için çok fazla araçla ve sık aralıklarla yeterli mühendislik bilgi sağlanarak izleme yapılmaktadır. Hedeflenen sistem (örneğin başlığımızda olduğu gibi enerji üretimi) potansiyel yapıya göre esneklik gösteren çeşitli alternatif senaryolar üzerinden referans alınarak diğer bölgelerdeki uygulamalar öncesinde veri elde edilmektedir (Richter vd., 1997). Bunu bir örnekle açıklarsak İyidere üzerinde otuz yıl öncesinde yapılan santralin ekosistem üzerine etkisi “referans nehir” kavramı ile yeterli şekilde mühendislik bilgilerle analiz edilmiş olsaydı, bölgede yapılacak dörtüzyüzün üzerindeki HES projesi için doğru uygulamalar yapılabilecek bilgi, bulgu ve tecrübeye ulaşılabilirdi. Bu bilgiler bir yönetim modeline göre karar alma sürecinde yardımcı olurdu. Ülkemizde Sürdürülebilir Çevre ve Su Yönetimi Planı (Havza Yönetimi) yaklaşımı için temel veriler eksiktir.

Çevresel/Ekosistem Su İhtiyacı

Nehir tipi santrallerde regülatörlerle yönlendirilen su dere yatağından akmayacağı için bir miktar su canlılığın sürdürülmesi için bırakılmaktadır. Herhangi bir nehir ekosisteminin ihtiyaç duyduğu su miktarı literatürde “çevresel/ekosistem su ihtiyacı” olarak tanımlanmakta ve bu ihtiyaç çeşitli metotlarla hesaplanabilmektedir. Can suyu olarak da tabir edilen Çevresel/ekosistem su ihtiyacının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar 1970’li yıllarda başlamıştır. Basit metotlardan bilimsel temelleri iyi geliştirilmiş ve yaygın kullanım alanı bulmuş daha karmaşık metotlara doğru bir gelişme yaşanmıştır.

Bırakılacak su miktarının ne kadar olacağının net olarak belirlenmesi de su kaynaklarının korunması için yeterli değildir. Akış şartları önem taşımaktadır. Su akışının her zaman düzenli olması gereklidir. Yaşam sudaki oksijene bağlı olduğu için çok kısa süreli kesilmeler dahi geri dönüşsüz yıkımlara neden olabilmektedir. Akışın sürekliliği açısından by pass kanalları ile süreklilik sağlanması yanında özellikle üreme ve göç dönemlerinde mevsimsel özelliklere göre belirli seviyede akış korunmalıdır.

Genellikle ekonomik açıdan değeri olan (balıkçılık faaliyeti) akarsularda çevresel/ekosistem su ihtiyacının belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmış ve bu nedenle balıkların yaşamları için gerekli olan su miktarı tüm nehir ekosisteminin ihtiyacı olarak tanımlanmıştır. Ancak son yıllarda diğer canlı gruplarını (omurgasızlar, su kuşları vb.), ekosistemin yapısını (su kanalının formu, bitki örtüsü ve taşkın alanları), nütrient dinamiğini ve birincil üretimi de dikkate alan yeni metotlar geliştirilmiştir (Davis ve Hijri, 2003).

Debi-süreklilik eğrisi en düşük akımdan taşkınlara kadar nehrin akış durumunu gösteren en uygun metodudur. Günlük ortalama akış verilerini kullanarak elde edilen debi süreklilik eğrileri gerçekte istenilen bir periyotta belirlenen bir debi değerinin zamanın kaçta kaçında mevcut olduğunu gösteren kümülatif referans dağılımıdır. (Özdemir ve ark., 2007)

Bölgedeki akarsularda günlük ve aylık ortalama akımları incelendiğinde dere yatakları ile ilgili olarak, kuru ve ıslak dönem zamanlarının farklı olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedeni daha üst kotlara yağın karın yaz aylarında erimeye başlamasıdır. Kış aylarında yüksek bölgelerde bulunan karlar erimediğinden dere debileri kışın az, yazın fazla olmaktadır.

Regülatörlerin akış aşağısında yaşamını sürdüren canlı ekosisteminin faaliyetten etkilenmesi için, akarsu yataklarına bırakılacak su miktarı değişik metotlar ile hesaplanmakta ve raporlarda belirtilmesi gerekmektedir.

Regülatörlerden dere yatağına bırakılan aşağı akımlar balıkların ve diğer sucul canlıların ihtiyacı için İspanyada 1994 yılında faaliyete geçen nehir tipi depolamasız hidroelektrik santralin alabalık stokları üzerine etkisi araştırılmıştır. Balık geçidi ve can suyu kriterlerinin bilimsel olarak düzenlenmesine rağmen santralin aşağı kesimlerinde stok yoğunluğu ve biyokütle yaklaşık %50 oranında önemli bir düşüş göstermiş. Bentin yukarı bölümlerine göre populasyon parametreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. Akış kriterleri değiştirilen santralin özellikle aşağı kesimlerinde 0+ ve 1+ yaş alabalık sayısında önemli azalma tespit edilmiştir. Erişkin balıkların akış değişiklikleri nedeniyle üreme bölgelerine göç edemedikleri gözlenmiştir. Aynı gözlemler Clywedog ırmağında Cowx ve Gould (1989) tarafından bildirilmiş ve kahverengi alabalıklarda üreme göçünün engellenmesi temel sebebi olarak kapsamlı düzenlemelere rağmen genellikle nehir

yatağı, habitatlar ve su akışını değişikliği ve debide sık sık düzenleme yapılması olarak bildirilmiştir.

HES ve Barajlarda akarsu yatağına verilen su yönetimi büyük önem taşımaktadır. Çevre/can suyunda olan şiddetli dalgalanmalar (azalma-artış) özellikle 0+ yaş salmonid balık stokları üzerinde büyük etki gösterdiği tespit edilmiştir. Taşkın tarzında su hızlarının artması ve bulanıklığa diğer büyük balıklar belli oranda dayanmasına karşın yavrularda büyük oranda ölümler görülmektedir (Nicola, 1999).

Islak çevre metodu ile hesaplanan minimum çevresel/ekosistem su ihtiyacının, hedef türlerin su ihtiyacını karşılayıp karşılayamayacağı bu aşamada kontrol edilmelidir. Yapılan araştırmalar sucul canlıların su hızı ve su derinliği konusunda seçici davrandıklarını göstermektedir (Lamouroux, 1999). Bu nedenle kontrol parametresi olarak su hız ve su derinliği seçilmiştir. Bu kontrolün yapılabilmesi için ilk olarak hedef türler belirlenmelidir. Hedef türlerin belirlenebilmesi için ise ilk önce su transferinin yapılacağı nehir/dere/çay ekosisteminde bulunan canlı tür-

leri tespit edilmelidir. Bu amaçla literatürden yararlanılabilir. Eğer herhangi bir bilgi yok ise türlerin tespiti için gerekli arazi/izleme çalışmaları yapılmalıdır. Daha sonra minimum su ihtiyacının doğrulanmasında kullanılacak hedef türler aşağıda verilen üç kritere göre seçilmelidir:

Bu işletmelerde ÇED raporu gerekli olsun veya olmasın yapmış oldukları çalışmalarda raporda vaat ettikleri kriterlere uymadıkları yani çevreyle uyumlu bir şekilde çalışmadıkları tespit edilmiştir. Trabzon da inşaat halinde olan veya üretime başlayan santrallerin yerinde yapılan tespitlerinde; özellikle su iletim tünellerinin, su iletim kanalı ve cebri boruların geçtiği alanda yapılan hafriyatların eğimli arazilerden gelişigüzel bırakılması nedeniyle orman alanlarında büyük tahribatlar oluşturulduğu, dere yataklarının doldurularak su akış rejimi ve kalitesinin olumsuz etkilendiği (Şekil 4), dere yatağına bırakılacak doğal yaşam için gerekli biyolojik ihtiyaç suyunun yetersiz kaldığı, balık geçitlerinin çalıştırılmadığı veya uygun inşa edilmemiş olduğu ve çevreyle uyumlu çalışılmadığı tespitleri yapılmıştır (Şekil 5).



Şekil 4. Nehir tipi hidroelektrik santralının inşası sırasında cebri boru geçişi için açılan yol güzergâhından ve tünellerden çıkan toprak ve kaya parçalarının dere yatağına bırakılması (Orijinal)

Figure 4. In the river type hydroelectric power plant, during construction opened the way for passage penstock route, tunnels and rock fragments from the soil leaving the river bed (the original) □



Şekil 5. Dere yatağına ve balık geçidine yeterli miktarda bırakılmayan telafi suyu (Orijinal)

Figure 5. Compensate for not allowing a sufficient amount of water in river bed and fish passage (the original) □

Sonuç

Su tarih boyunca medeniyetlerin gelişiminde rol oynamıştır. İlk uygarlıkların önemli nehirler boyunca kurulması bunun göstergesidir. Bilim insanları da ırmak kenarlarında oluşan ekolojik kavramların ilişkisini çözmeye çalışmada çeşitli felsefi yaklaşımı olan (analitik ve bütünleştirici) metotlar uygulamıştır (Holling 1998). Bilim adamları bütünsel düzeyde nehirler ve ekoloji (su ekolojisi) ilişkisini ve ırmak kenarında süreçleri tanımlamak için zaman ve mekan farkı olmaksızın araştırma ve gözlemler yürütmeye devam etmektedir. Su ekolojik yapıda hayati önemi nedeniyle hiçbir zaman mal ve emtia şeklinde sahiplenilmemiş ve kamuya ait olmuştur. Su tarımsal sulama veya diğer üretim için kullandığı zaman temel yaşam şartları için (içme suyu gibi) ayrılan miktar dışında kiralanır ya da kamu tarafından öngörülen miktarda ödünç verilir.

Onbinlerce yılda doğal etkiler ve çevre şartları ile oluşan biyolojik çeşitlilik ve sucül ekosistemin yapısı dışarıdan etkilere ve tehditlere açıktır. Günümüzde insanın doğaya başta kirlilik olmak üzere etkisi geri dönüşsüz yıkımlara neden olabilmektedir. Akarsu sistemleride daha önce bahsedildiği şekilde birçok sektörün baskısı altında kalmaktadır. Çevre duyarlılığının arttığı şu dönemde sonuçları doğal ortama zarar veren herhangi bir faaliyet diğerinden ayrılmadan çevresel etkisi izlenmeli ve gerekli önlemler zamanında alınmalıdır. Bu anlayışla şehirleşme ve turizm sonucu oluşan yapılaşma ve kirlilik, sanayi tesisleri, tarımsal faaliyet ve artan kimyasal kullanımı, kum çakıl ocakları, bilinçsiz avcılık ve HES projeleri ile aynı platformda ele alınmalıdır. Fırtına deresi üzerinde on yıl önce engellenen hidroelektrik yatırım bu gün onlarca ile bölgede karşımıza gelmiştir. Fakat aynı dönemde artan şe-

hirleşme, kum çakıl ocakları yapımı, dere ıslahlarında bilinçsiz davranışlar artan turizm faaliyetlerinin etkisi gündeme getirilmemiştir.

Bölgede yer alan HES'ler için can suyu miktarlarının aynı kriterler baz alınarak hesaplanması; balık geçitlerinin aşağı göçlerde ve yukarı geçişlerde etkinliği ve kullanışlı olacak şekilde projelendirilmesi; bölge için referans olarak alabalık ve barbus türlerinin göçlerinin alınması ve geçişlerin, işletme ve inşaat dönemlerinde etkinin kamu kurumları ve akademik kuruluşlarca bilimsel kriterlere uygun olarak izlenmesi, kamuoyuna sürekli bilgi akışı sağlanması; yatırımların belli ölçüye çekilmesi, gerekiyorsa her akarsu için çevresel açıdan önemli görülen bir bölgenin koruma bölgesi olarak belirlenerek canlı yaşam devamlılığında korunması ile havza bazında kümülatif etkinin raporları çıkartılması sonuçlarına göre planlamalar yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Ak, O., Çakmak, E., Aksungur, M., Çavdar, Y., (2008a). Akarsu Üzerindeki Faaliyetlerin Sucül Ekosisteme Etkisine Bir Örnek: Yanbolu Deresi (Arsin, Trabzon), *Su ve Enerji Kullanımı Kongresi*, 22-23 Ekim 2008, Artvin: 334-340.
- Ak, O., Çakmak, E., Aksungur, M., Çavdar, Y., Zengin, B., (2008b). Akarsu Üzerindeki Doğal ve İnsan Kaynaklı Faaliyetlerin Sucül Ekosisteme Etkisine Bir Örnek: Yanbolu Deresi (Arsin, Trabzon), *Erciyes Üniversitesi FBE Dergisi*, 24(1-2): 389-400.
- Akbulut, B., Zengin, M., Ustaoglu, S., Çiftçi, Y., Çakmak, E., Alkan, A., (2005). Mersin Balıkları Populasyonlarının Mevcut Durumlarının Belirlenmesi ve Yetiştiricilik İmkânla-

- rının Araştırılması. Proje Sonuç Raporu, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü. 327 s.
- Aksungur, M., Alkan, A., Zengin, B., Yılmaz, C., Tabak, İ., (2007). The Effect of Environmental Parameters on Migration Patterns of Black Sea Trout in Fresh Water in Eastern Black Sea Region, *Ekoloji*, **17**(65): 28-35.
- Anonim, (1991). Eğirdir Gölü Ekolojisi ve Ekonomik Su Ürünlerinin İncelenmesi Projesi. TÜBİTAK DEBÇAĞ-51, Ankara.
- Aras, M. S., Çetinkaya, O., Karataş, M., (1997). Anadolu Alabalığı (*Salmo trutta macrostigma*)nın Türkiye'deki Bugünkü Durumu, *Akdeniz Balıkçılık Kongresi*, 9-11 Nisan 1997, İzmir, 605-611.
- Baglinière, J.L., Maisse, G., (1999). Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout, Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK.
- Bartley, D.M., Kent, D.B., (1990). Genetic structure of white seabass populations from the Southern California Bight region: applications to hatchery enhancement, *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report*, **31**: 97-105.
- Cowx, I.G., Gould, R.A., (1989). Effects of stream regulation on Atlantic salmon *Salmo salar* L. and brown trout *Salmo trutta* L. in the upper Severn catchment, UK, *Regulated Rivers: Research and Management*, **3**: 235-245.
- Çakmak, E., Aksungur, N., Firidin, Ş., Çavdar, Y., Kurtoğlu, İ.Z., (2005). Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811)'nin Yetiştiriciliği ve Balıklandırma Amacıyla Kullanımı, TAGEM/HAYSÜD/2001/07/01/20, Proje Sonuç Raporu (2001-2005). Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon.
- Çiftci, Y., Eroğlu, O., Firidin, Ş., Erteken, A., (2007). Türkiye'de Kahverengi Alabalık (*Salmo trutta* L.) Populasyonlarının Genetik Yapısının Belirlenmesi, TAGEM/HAYSÜD/2001/09/03/08, Proje Sonuç Raporu Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon, 170 s.
- Davis, R., Hijri, R., (2003). Water resources and environment technical note c1, environmental flows: concepts and methods, *The World Bank*, Washington.
- DOKAP, (2000). Doğu Karadeniz Bölgesel Geleşme Planı Nihai Raporu. Cilt VIII: Proje raporları, Trabzon, 270 s.
- Fujii, T., and Nishida, M., (1997). Comparison of genetic variability between wild and artificial raised Japanese flounder (*Paralichthys olcevacus*), *Bulletin of National Reseserch Institute of Aquaculture*, Suppl. **3**: 73.
- Gürer, İ., Türk, K., (1990). "Küçük Kapasiteli Hidroelektrik Santrallerin Hidrolojik Planlaması", TMMOB, *Elektrik Mühendisliği*, Sayı:372, Cilt:35, Ankara.
- Holling, C.S., (1998). Two cultures of ecology. *Conservation Ecology*, **2**(2): 4. <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art4>
- İTÜ, (2008). Türkiye'de Enerji ve Geleceği İTÜ Görüşü Nisan 2007, *İstanbul Teknik Üniversitesi www.itu.edu.tr* İstanbul, 182 s.
- Jonsson, B., (1985). Life History Patterns of Freshwater Resident and Sea-migrant Brown trout in Norway, *Transactions of the American Fisheries Society*, **114**: 182-194.
- Kaeriyama, M., Edpalina, R., (2004). Evaluation of the Biological Interaction between Wild and Hatchery Population for Sustainable Fisheries Management of Pasific Salmon. In: *Leber K.M., Kitada S., Blankenship H.L., Svåsand T.*, (Eds). *Stock Enhancement and Sea Ranching. Blackwell 2nd Edn. Oxford*: 247-259.
- Kuru, M., (1975). Doğu Anadolu Bölgesinin Balık Faunası, *Atatürk Üniversitesi Yayınları* No: 348, Erzurum, 62s.
- Lamouroux, N., Capra, H., Pouilly, M., Souchon, Y., (1999). Fish habitat preferences in large streams of southern France, *Freshwater Biology*, **42**: 673-687. [doi:10.1046/j.1365-2427.1999.00521.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1999.00521.x)
- Larinier, M., (2002). Location of fishways. In: M. Larinier, F. Travade & J. P. Porcher (Eds). *Fishways: biological basis, design criteria and monitoring*, *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **364**:39-53.
- Nicola, G.G., (1999). Effects of a small hydropower station upon brown trout *Salmo trutta* L. in the River Hoz Seca (Tagus basin,

- Spain) one year after regulation, *Regulated Rivers Research & Management*, **15**(5): 477. [doi:10.1002/\(SICI\)1099-1646](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646)
- Oğuz, S., (2008). Yenilenebilir enerji küçük hidroelektrik santraller VII. *Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, UTES'2008 17-19 Aralık 2008, İstanbul, 479-481.
- Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Wigington, R., Braun, D.P., (1997). How much water does a river need?, *Freshwater Biology*, **37**: 231-249. [doi:10.1046/j.1365-2427.1997.00153.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00153.x)
- Salvanes, A.G.V., (2001). Ocean Ranching. In: Encyclopedia of Ocean Sciences. (eds) J. Steole, KK, Turekian, SATHorpel. *Academic Pres*, **4**: 1973-1982.
- Santos, J.M., Pinheiro P.J., Ferreira, M.T., Bochechas, J., (2006). Monitoring fish passes using infrared beaming: a case study in an Iberian river, *Journal of Applied Ichthyology*, **24**(1): 26-30. [doi:10.1111/j.1439-0426.2007.01008.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.01008.x)
- Solak, K., (1977). Çoruh-Aras Havzası, Caner ve Murzu Balıklarının (Barbus turleri) dağılımında populasyon dinamiği üzerine araştırmalar, *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*, **4**: 361-374.
- SUMAE, (2009). Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arşiv bilgileri (Yayınlamadı/ Not published).
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B., Mısır, D.S., (2001). Karadeniz Alabalığının Biyokolojik Özelliklerinin Tespiti ve Kültüre Alınabilirliğinin Araştırılması Projesi. *TAGEM/HAYSUD/98/12/01/2007*. Proje Sonuç Raporu. Trabzon, 193 s.
- Takami, T., Yoshihara, T., Miyakoshi, Y., Kuwabara, R., (2002). Replacement of white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis* by Brown trout in a branch of the Chitose River, Hokkaido, *Nippon Susian Gakkaiishi*, **68**: 24-28.
- Turan, D., (2003). Rize ve Artvin Yöresinde Yaşayan Tatlısu Balıklarının Sistemik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi, *Doktora Tezi*, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 179 pp.