

Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Havzalar Üzerindeki Ekohidrolojik Etkileri

İbrahim Yurtseven

İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Havza Yönetimi Anabilim Dalı

Tel: 0212 226 11 00-25343, Fax: 0212 226 11 13, e-mail: ibrahim@istanbul.edu.tr

Kısa Özet

Hidroelektrik santrallerinin kurulum aşamasında meydana gelen orman kesimi, hafriyat depolama, yol yapımı, topraklarda kompaktlaşma gibi olumsuzluklar ile işletim aşamasında doğal akış özelliklerinin değişmesi, sucul organizmaların göç yollarının tıkanması, enerji nakil hattı geçişi, ilave yolların yaratacağı zararların yaban hayvanları ve ekosistemler üzerinde bir takım olumsuz etkilere yol açması kaçınılmazdır. Ortaya çıkabilecek olumsuzlukların ya da kötüye gidişin etkilerinin en hızlı ve açık biçimde görülebileceği yerler akarsular ve bünyelerindeki habitatlardır. Fakat dere ekosistemlerinin sağlık ve doğallıktan uzaklaşma (entegrasyon) düzeyini ortaya koymak ve bununla bağlantılı olarak nehir tipi hidroelektrik santrallerinin etkilerini en iyi şekilde değerlendirmek ekohidrolojik anlamda mümkün olabilmektedir. Bu gerçekler, ülkemizde üzerine kurulduğu nehir tipi HESleri barındıran havzalarda bilimsel açıdan havza ölçeğinde ekosistemlerin devamlılığını gözeterek ekohidrolojik ağırlıklı bir değerlendirme yapılması gereksinimini gündeme getirmektedir. Bu makalede nehir tipi hidroelektrik santrallerinin ekohidrolojik etkilerini ortaya koyabilecek değerlendirme metodolojisinin ana hatları irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nehir tipi hidroelektrik santrali, ekohidroloji, havza yönetimi.

Ecohydrological Effects of Run-of-River Type Hydroelectric Power Plants on the Watersheds

Abstract

In the construction phase of a hydroelectric power plants (HEPP) many negative effects including soil compaction, road construction, modification in flow regime, degradation of aquatic habitats, power transfer lines and roads, and impacts on wildlife are expected on ecosystems. Streams and stream habitats are affected from all these immediately. In our country the dam-type hydro power plant is used heavily where the energy production is closely related to water holding capacity, but this type of energy production give rise to high. Therefore instead of this type of energy production is used of the efforts of different hydraulic evaluation possibilities. This is an example of runoff type hydroelectric power plants which is related to natural flow characteristics during energy producing. With the effect of different energy cost, some changes has been occurred in the energy sources policies (privatization, legislation changes). A useful tool of field surveys together with ecohydrological study is required to reveal these effects and the integration level of the stream. These suggest that a watershed based scientific evaluation that ensures the sustainability of ecosystems is a ecohydrological research gap in our country. An evaluation will be improved to reveal the ecohydrological effects of run-of-river type hydroelectric power plants as an outcome of this study.

Received: 23.09.2010; accepted: 30.09.2010

Keywords: The Run-of-River Type Hydroelectric Power Plants, Ecohydrology, Watershed Management

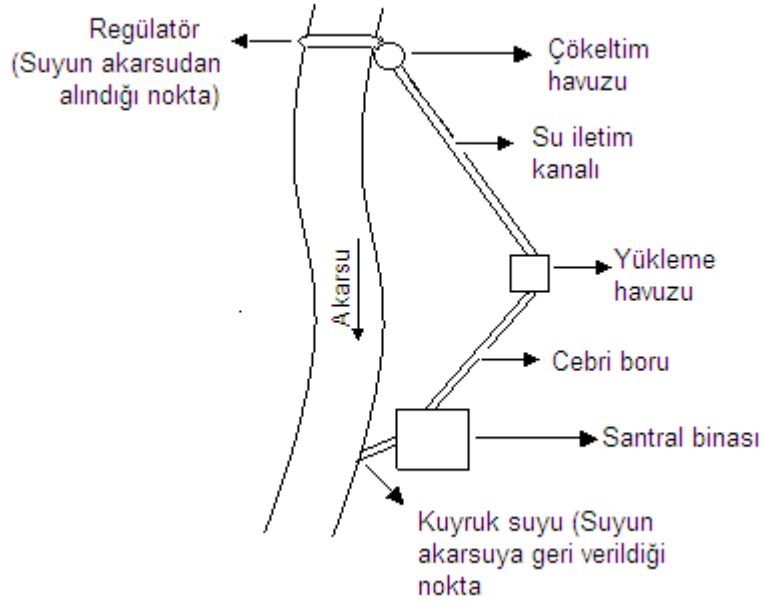
1. Giriş

Nüfus artışı, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişmesi ve son yıllardaki teknolojik gelişmeler enerji gereksiniminin önemli bir konu başlığı haline gelmesine sebep olmuştur. Enerji kaynaklarının kullanımında birinci sırada yer alan ve CO₂ salınımında başı çeken fosil yakıtların kullanımı konusunda UNFCCC (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi) ve Kyoto Protokolü çerçevesinde birçok ülkede tedbirler alındığı görülmektedir (Pieprzyk ve ark., 2009). Küresel iklim değişikliğinde birincil etkili konumda olan fosil yakıtların kullanımı bu sözleşme ve protokolü imzalayan ülkeler tarafından kontrol altına tutulmaya çalışılsa da (Wohlgemuth ve Missfeldt, 2000), atmosferdeki sera gazları yoğunluğunun kritik değerleri aşmasının önünde geçilemeyeceği IPCC (İklim Değişikliği Hükümetlerarası Paneli) 'nin son raporu ile anlaşılmış bulunmaktadır. Daha da artması beklenen sera gazı azaltım çabalarının ülkeler arasında alternatif temiz enerji kaynakları kullanımına olan gereksinimi artırması beklenmektedir. Bunlar arasında hidrojen tabanlı enerji, jeotermal enerji, gelgit dalgaları, rüzgar enerjisi son yıllarda kullanımı artan en yeni enerji kaynakları olarak gündemde yer almaktadır. Ülkemizde ise yenilenebilir kaynaklı enerji üretiminde hidroelektrik potansiyelin kullanımının yaygın olduğu görülmektedir. Baraj gibi depolamalı bir rezervuara sahip hidroelektrik santraller, hidroelektrik enerji üretiminde ülkemizde ve dünya üzerinde başı çekmektedir (IHA ve diğ., 2000). Bunların yatırım maliyetlerinin fazla olması, kamulaştırma bedelleri, tarımın da yapılabileceği verimli arazinin, meraların ve orman kesimi nedeniyle karbon depolama alanlarının yok olması, balık göçlerine engel olması, yerel ekosistemin ve habitat alanlarının değişimi gibi olumsuz etkilerine karşın herhangi bir yakıtı ihtiyaç duymama, taşkın kontrolü, yerel finansman desteğiyle yapılabileceği gibi olumlu yanları da bulunmaktadır (WWF, 2003). Günümüzde baraj tipi hidroelektrik santrallerinin yatırım maliyetlerinin ve işletme masraflarının fazla oluşu ve potansiyelin kullanılmıı olması nedeniyle nehir tipi hidroelektrik santrali projelerinin arttığı görülmektedir. Bir nehir tipi hidroelektrik santrali projesinin lisans alımı süreci fizibilite raporunun DSİ Genel Müdürlüğüne ulaştırılmasıyla başlamakta, Su Kullanım Hakkı Antlaşmasının

imzalanması ve ÇED raporunun (ÇED sürecine tabi ise) onaylanmasıyla süreç tamamlanmaktadır (DSİ, 2010) Yönetmeliklerde yapılan bir takım değişikliklerle bu santrallerin yapımı ve işletmesi özel sektöre de verilmiştir. Belirli bir işletme süresi sonunda ise işletme hakkını devlete vereceği planlanmıştır (DSİ, 2010). Bu sürecin geliştirilmesinde doğal kaynak kullanımının neden olacağı etkiler yerine daha çok özel sektör ile devlet arasındaki kar-zarar durumunun dikkate alındığı görülmektedir.

2. Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Genel Yapısı

Hidroelektrik potansiyelin kullanımını amaçlayarak enerji üretimini gerçekleştiren santraller depolamalı (baraj, göl vs.) ve depolamasız santraller (nehir ve kanal) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Nehir tipi hidroelektrik santralleri adından da anlaşılacağı gibi dere yada nehirde o an var olan suyu kullanarak enerji üretimi gerçekleştiren santrallerdir. Genelde bu santraller topografik yapıdan da yararlanarak potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümünü esas alır ve suyun belirli bir noktadan düşüşüne bağlı olarak enerji üretir. Burada debi Q (m³/sn) ve düşü H (m), enerji üretiminde iki ana parametreyi oluşturmaktadır. Doğal akış periyoduna bağlı olarak çalışan bir nehir tipi hidroelektrik santralin regülatör (yada ızgara), çökeltim havuzu (bazılarında bulunmuyor), iletim kanalı, yükleme havuzu (basınçlı tiplerde ise yerini denge bacası almıştır), cebri boru, tribünler, kuyruk suyu kanalı gibi yapılardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 1). Su ızgaralar vasıtasıyla doğal yatağından alınıp çökeltim havuzundan sonra iletim kanalı vasıtasıyla yükleme havuzuna gelir. Buradan cebri boru ile düşü sağlanarak santral binasındaki tribünlere gönderilerek elektrik üretilir. Bu üretimde kullanılan su, tekrar kuyruk suyu kanalı ile aynı veya bir başka bir nehre boşaltılmaktadır. Santraller, gücü 0-100 KW arasında olanlarına mikro, 101-1000 KW arasında olanlarına mini, 1001-10000 KW arasında olanlarına küçük ve 10000 KW tan büyük olanlarına ise orta veya büyük santral olarak sınıflandırılmaktadır (UNIDO, 2010).



Şekil 1. Bir nehir tipi hidroelektrik santralinin genel vaziyet planı
Figure 1. General layout of a run-of-river type hydroelectric power plant

Doğru planlanan santrallerin yapımı sırasında orman kesimi, hafriyat ve yol yapımı gibi gözle görülebilen çevresel etkiler en aza indirilebilir de işletme süresince karşılaşılan ekohidrolojik etkiler göz ardı edilmemelidir.

3. Ekohidrolojik Etkiler

Ekohidroloji belirli bir havza ölçeğinde hidrolojik süreçler ile biyotik dinamikler arasındaki ilişkilerin açıklandığı ve bunları niceliksel anlamda beraber değerlendirildiği nispeten yeni bir bilim dalıdır (Zalewski ve diğ., 1997). Ekohidroloji kavramı ilk defa 1992 yılında Dublin’de gerçekleştirilen Uluslar arası Su ve Çevre Konferansı (ICWE) sonuçlarından büyük ölçüde esinlenerek UNESCO’nun Uluslar arası Hidroloji Programı (IHP-V) çerçevesinde oluşturulmuştur (Zalewski, 2002).

Nehir tipi bir HES’de genel olarak santralin enerji üretmek amacıyla akarsudan su aldığı nokta ile geri verdiği nokta arasındaki segmentte görülen ve hidrolojik özelliklerin değişimine bağlı olarak biyotik toplumlar üzerindeki dinamiklerin (baskın tür, çeşitlilik vs.) de değişiminin kaçınılmaz olacağı beklenmelidir (Resim 1). Bu etkilerin en doğru ve etkili biçimde belirlenmesinde ekohidroloji en uygun araç olarak görülmektedir. Nehir tipi hidroelektrik

santrallerinin neden olabileceği ekohidrolojik etkiler şu şekilde sıralanabilir:

- Suyu regülatöre almak için dere/akarsu yatağında bir takım düzenlemeler yapılması (örneğin doğal yatağa yatay ekseninde ızgara yada su çevirme yapılarının yerleştirilmesi),
- Balıkların yumurtlama zamanlarındaki göç yolları üzerine kurulan bu ızgaraların yada regülatörlerin balık geçişlerine olanak tanımaması,
- Nehirdeki doğal akış rejiminin değişmesine paralel olarak, akarsuyun HES su alma (regülatör) yapısı ile santral kuyruk suyu arasındaki ara kısımda debinin düşmesi ve bu ara kısımda pik değerlerin değişmesi,
- Ekolojik anlamda çok önemli faydaları bulunan taşkın alanlarının değişmesi,
- Debinin azalmasına paralel olarak suyun taşıma gücünün de düşmesi ve akarsu yatak morfolojisinin değişmesi, sediment alanlarının doğal yerlerinde birikmemesi. Dolayısıyla balık, makroomurgasız ve diğer sucül yaşam için gerekli yaşam alanlarının (habitatların) azalması yada yok olması,
- Balık, makroomurgasız ve diğer sucül yaşam için gerekli olan besin maddelerinin debi azalmasına paralel olarak nehrin aşağı kısımlarına taşınmasının engellenmesi,

- Suyun depolanmasına paralel olarak su kalitesinde meydana gelebilecek değişimler,
- Suyun azalmasıyla dere yatağının akış yönlerinin
- değişmesi, menderesler oluşması ya da yatak üzerinde bazı kısımların kurumasıdır (Resim 1).

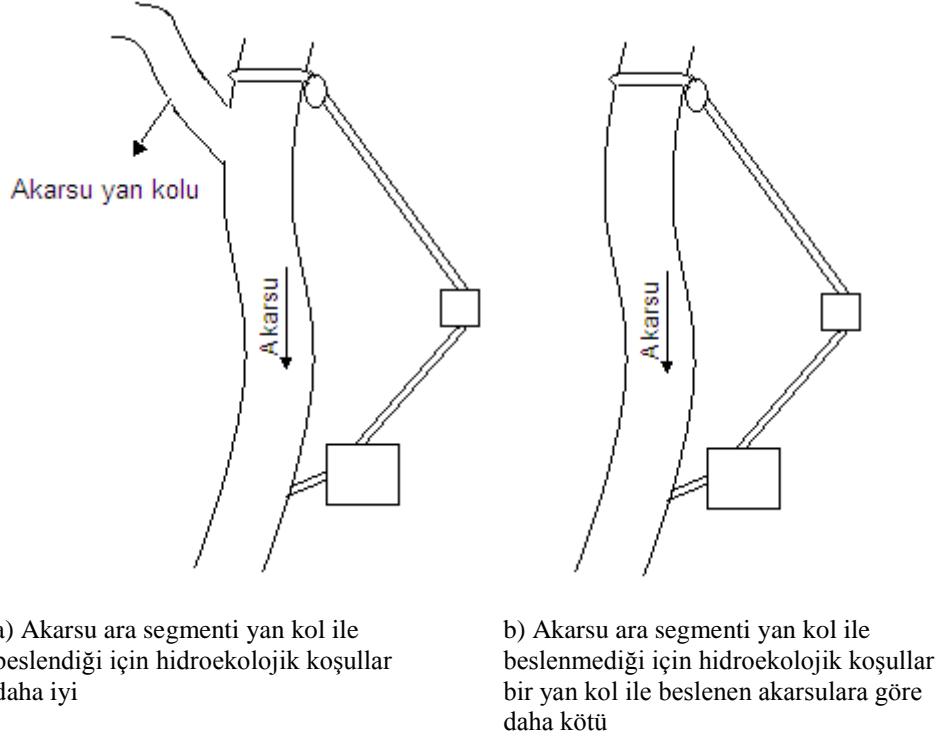


Resim 1. Bursa ili civarındaki bir nehir tipi hidroelektrik santralinin su alım noktasından daha yukarıdaki (membra) bir akarsu kesiti (sol üst resim), Santralin akarsudan su aldığı kısım ile suyu geri verdiği kısım arasındaki ara segment (sağ üst resim), Santralin kuyruk suyunu verdikten sonraki aşağı (mansap) akarsu kesiti (alt resim) (Resim: İ.Yurtseven)

Photo 1. The stream-section above the water intake point (upstream) of the run-of-river type hydropower plant in the vicinity of Bursa province (on the left), The intersegmental section of the run-of-river type hydropower plant (on the right), The stream-section after draining the tail water by the run-of-river type hydropower plant (on the bottom)

- Nehir tipi hidroelektrik santralinin üzerine kurulduğu havzadaki dere frekansı (sıklığı) ve çatallanma oranının yüksek değerlerde oluşu, olumsuz ekohidrolojik etkileri azaltmada ve havza tolerans kapasitesini yükseltmede etkili olduğu düşünülebilir. Şöyle ki havzadaki dere yan kollarının sayıca fazla olması santralin neden olduğu olumsuz ekohidrolojik etkilerin giderilmesinde yardımcı olabilmektedir. Santralin suyu aldığı kısım ile verdiği kısım arasındaki ara segmentin bir veya birden fazla yan kol ile beslenip beslenmemesi de üzerinde

durulması gereken başka bir önemli husustur. Tarafımızdan yapılan araştırmalarda bu ara segmentin herhangi bir yan kol ile beslendiği durumlarda ekohidrolojik etkilerin tolere edilebilir olduğu gözlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Ara segmentteki ekohidrolojik koşullar
Figure 2. Ecohydrological conditions on the intersegmental section

Bir nehir tipi hidroelektrik santrali üzerine kurulduğu akarsuda doğal akış rejimindeki değişimlere paralel olarak sediment taşınımını ve buna bağlı olarak da dere içi habitat alanlarını değiştirdiği öngörülmektedir (Jowett, 1997). Enerji üretimi amacıyla kullanılan suyun neden olduğu düşük akış rejimi ile beraber balık, makroorganizmalar ve diğer sucul canlılar için gerekli olan besin maddesi taşınımında da bir takım değişimler meydana gelmektedir. Suyun ızgaralar ya da regülatörlerle alındığı kısım süzülme işleminin başladığı nokta olarak kabul edilirse, çöktürme havuzuna girişteki ızgaralar, çöktürme havuzu, yükleme havuzu ve havuzdan cebri boruya girişteki diğer ızgaralar vasıtasıyla da süzülme işleminin devam ettiği görülmektedir. Tribünlere temiz su girişini sağlamak için yapılan bu işlemlerin akarsuyun doğal sediment akışını değiştirdiği kabul edilmektedir. İşte ekohidrolojik etkiler bakımından nehir tipi hidroelektrik santralinin havzanın hangi bölümünde (memba, orta kısım, mansap) bulunduğu ve suyu akarsudan aldığı kısım ile geri verdiği kısım

arasındaki ara segmentin büyüklüğü önem arz etmektedir. Topoğrafik yapının da elverişliliği nedeniyle ülkemizde nehir tipi hidroelektrik santralleri çoğunlukla havzanın memba kısmı ile orta kısımda yer almaktadır. Havzanın orman alanlarıyla çevrili memba bölgesinde kurulması planlanan bir santralin neden olduğu ağaç kesimi, havza hidrolojisinde bir takım değişikliklere yol açacaktır. Bilindiği gibi bir havzanın memba kısmı akarsu sedimentinin birincil kaynak noktasıdır. Aşınma bu kısımda başlamaktadır. Deredeki aşınmanın gerçekleştiği memba bölgesine kurulan bir nehir tipi hidroelektrik santrali, dere morfolojisinin doğal durumdan farklı bir durum almasına neden olacaktır. Orta kısımdaki eğimin düşmesiyle beraber büyük miktarda taşınma bu kısımda olmaktadır. Havzanın alt kesimi yani mansap tarafı ise birikmenin başladığı kısımdır. İşte su alma yapısının (regülatör-ızgara) havzanın memba ya da orta kısmında yer aldığı bir nehir tipi hidroelektrik santrali, yarattığı hidrolojik etkilerden (doğal akış rejiminin değişimine paralel olarak

suyun toplam aşındırma gücünde ve taşıma kapasitesinde azalma) dolayı doğal aşınımın ve sediment taşınımının değişimine neden olacaktır. Bu gibi durumlarda santralin havzaya ekohidrolojik etkisi büyük olmaktadır. Bu etkinin büyüklüğü ara segmentin büyümesiyle daha da artmaktadır.

4. ÇED Raporları ve İlgili Sorunlar

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), planlanan bir faaliyetin yol açabileceği olumsuz çevresel etkilerin önceden tespit edilip, gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamayı amaçlamaktadır (TOBB, 2010). Yeni ÇED mevzuatında (17 Temmuz 2008 tarih ve 26939 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren) 25 MW ve daha yüksek enerji üretimine sahip nehir tipi hidroelektrik santrallerin EK-I listesinde yer aldığı ve bu santrallerin ÇED raporları hazırlamakla yükümlü oldukları belirtilmektedir. Yine aynı mevzuata göre 05-25 MW değerleri arasında enerji üretimi yapan santraller ise “Seçme-Elementer Kriterleri Uygulanacak Projeler” listesine dahil edilmektedir. 0,5 MW tan daha düşük enerji üretimi yapan santraller ise herhangi bir ÇED sürecine tabi değildir. Tarafımızdan yapılan gözlemler ile firmaların ÇED raporlarına tabi tutulmamak amacıyla aynı dere üzerine düşük enerji üretimli birden fazla hidroelektrik santrali yapımaları yukarıdaki bölümde bahsi geçen ekohidrolojik etkileri daha da artırmaktadır. Aslında santrallerin yapımını üstlenen firmalar, sundukları raporlarda santrallerin kısa ve uzun vadeli çevreye etkilerini belirtmek zorundadırlar. Ancak bazı raporlar incelendiğinde çevresel etkilerin gerçekçi şekilde değerlendirilmediği görülmektedir. İncelenen taahhüt raporlarında özellikle hafriyat döküm ve kazı alanları ile servis yollarının güzergahları ile toprak taşınmasına karşı alınabilecek önlemlerin net bir şekilde ifade edilmeyişi de eksikliklerin bir kısmını oluşturmaktadır. Tam bir ekohidrolojik değerlendirme havza ölçeğinde gerçekleştirilen bir planlama ile mümkün olmaktadır. İncelenen bazı fizibilite raporlarında havza bazında ayrıntılı bir planlamanın yapılmadığı da görülmüştür. Bu amaçla yapılan bir planlamada havzanın sosyo-ekonomik durumu, vejetasyon yapısı (endemik türleri), fauna yapısı (genelde sucul faunanın raporlarda eksik olduğu görülmüştür), iklim özellikleri, toprak, jeoloji ve hidrolojik özellikler ile varsa havzanın özgün değeri ayrıntılarıyla açıklanmalıdır. Derelerde canlı yaşamını garanti edebilecek minimum seviyede su miktarının yani can suyunun belirlenmesinde de

bir takım sorunlar dikkati çekmektedir. Santralin kurulacağı nehirde şayet uzun süreli kayıt yapabilmeyen akım gözlem istasyonları bulunmuyorsa, bu akım değerleri ya komşu akım gözlem istasyonlarından enterpole edilerek yada direkt yolla kısa süreli ölçümlere dayanarak nehrin hidrografi çıkartılma yoluna gidilmiştir. Bu hidrograf değerlerinin sağlıklı olmayışı, hesaplanacak can suyu miktarının da gerçekçiliğini yitirmesine sebebiyet vermiştir. Dere yatağının morfolojisinin (derinlik-genişlik) her dereye farklılık göstermesi nedeniyle can suyu miktarının 10 yıllık ortalama akımın %10 u (Tennant yönteminden baz alınarak) gibi keskin tabirlerle belirtilmesi salt debi temelli, diğer parametrelerin hesaba katılmadığı bir değerlendirme anlayışının hükmünde verilmiş bir karar olarak düşünülmektedir. Özellikle de yüksek mevsimlik akış değişkenliğine sahip akarsularımızda bu değerler aylar bazında ele alınması da canlı yaşamının devamı için gerekli sayılmaktadır. Can suyu, farklı karakterlere sahip her dere ve havza için farklılık arz etmelidir. Can suyu hesaplamalarında havzaların ve derelerin farklılıklarını gözetecek direkt yada ikili etkileşimli bazı parametrelere bakılarak bir değerlendirme prosedürünün geliştirilmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki durumlar göz önüne alınarak nehir tipi HES ÇED ve fizibilite raporları üzerinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- ÇED ve fizibilite raporlarında kapsam olarak hidroelektrik santrali ve yakın çevresi yerine havza sınırları dikkate alınmalıdır.
- Raporlardaki veriler genel literatür taramasından çok arazideki gözlem ve araştırmalar sonucu elde edilmelidir.
- Raporlarda kısa süreli gözlemlerin yerine uzun süreli gözlemlerin dikkate alındığı bir ekohidrolojik değerlendirmenin yapılması gerekmektedir. Uzun süreli bir gözlem, sucul faunayı ve havzanın hidrolojik karakterini net bir şekilde ortaya koyabilecektir. Örneğin bazı raporlarda balıkların göç durumu ve makroomurgasızların mevsimsel tür farklılıklarının dikkate alınmadığı birkaç ay süreyle yapılan çalışmalarla yada literatür taramaları ile tamamlanan raporların yetersiz kaldığı dikkatten kaçmamaktadır.
- Bazı raporlara bakıldığında karasal fauna ve flora envanterlerinin de kısa süreli gözlemlere dayalı yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmaların profesyonel ekiplerce hayvanların (kuşlar, memeliler) göç ve uyku durumları ile bitkilerin

vegetasyon periyotlarının da dikkate alınarak planlanması gerekmektedir.

- Sucul yaşamda sadece balıklar yer almamaktadır. Bunlar yaşam alanlarını diğer sucul mikroorganizmalarla paylaşmaktadır. Bu organizmaların davranış şekilleri ortam kalitesi hakkında fikirler vermektedir. Bir ekohidrolojik değerlendirme ile ÇED ve fizibilite raporlarında yer alması zorunlu sucul fauna da detaylı bir şekilde araştırılmış olacaktır.
- Santralin ekosisteme uzun vadeli etkisi net biçimde belirtilmiş olmalıdır. Örneğin raporda belirtilen hidroelektrik santralin kullanacağı su miktarı nedeniyle dereye azalan debi miktarının herhangi bir balık türünün habitatına etkisi net biçimde ortaya konulmalıdır.
- Sucul yaşamın devamı için öngörülen can suyu miktarının standardize edilmesi farklı havza karakteristiklerine sahip her dere için farklı etki gösterecektir. Her derenin kendine özgü hidrolojik özellikleri bulunmaktadır. Islak çevre ve sucul fauna debi miktarın belirlenmesinde iki önemli aracı oluşturmaktadır. Ayrıca kurak aylardaki debilerin can suyu miktarının belirlenmesinde bir indikatör niteliği taşıdığı da unutulmamalıdır.

5. Tartışma ve Sonuç

Nehir tipi hidroelektrik santrallerinin ekohidrolojik etkilerini en aza indirmek amacıyla bu santraller planlanırken santralin akarsudan su aldığı kısım ile geri verdiği kısım arasındaki ara segmentin küçük tutulması ve imkan dahilinde bu ara kesimin yan kol yada kollarla beslenebilecek şekilde santralin konumlandırılması gerekmektedir.

Can suyu miktarının belirlenmesinde “10 yıllık ortalama akımın %10 u” gibi bir kriter, havza ve buna bağlı akarsu özelliklerinin farklılık gösterdiği akarsularımızdaki canlı yaşamı ve morfolojisi üzerinde ağır bir etkiye sahip olacağı açıktır. Bu su miktarının belirlenmesinde havza ve akarsuyun fiziksel ve hidrolojik özellikleri ile ekolojik özelliklerinin de göz önüne alınması gerekmektedir. Mevsimlik akışların ve kritik zamanların dikkate alınması lotik sistemin devamı için çok önemlidir. Ayrıca bir akarsuyun ekohidrolojik potansiyelinin üzerinde birden fazla sayıda ardarda kurulan nehir tipi hidroelektrik santrallerinin havzaya toplam etkisi daha da fazla olmaktadır.

Her nehir tipi hidroelektrik santralının balık geçişlerine olanak tanınması gerekmektedir. Yumurtlamak üzere memba tarafına göç eden

balıklar ile mansap tarafına hareket eden yavru balıkların regülatör ve ızgaralar gibi yapay engellerle karşılaşması akarsuyun balık popülasyonunu önemli ölçüde düşürmektedir. Bu yapay setler planlanırken balık geçitleri de dikkate alınmalıdır. Akış rejimi balıkların besin durumundaki makroomurgasızların habitat koşullarını birincil derecede etkileyen faktördür. Akarsudaki makroomurgasızların popülasyon dinamiklerindeki değişimler akarsu canlı yaşamı üzerinde zincirleme reaksiyonlara neden olmaktadır. Akarsularda bu canlıların yaşam alanlarını azaltıcı ve yok edici uygulamalardan kaçınılması ve can suyu miktarlarının değişken havza ve akarsu koşullarına göre hesaplanması gerekmektedir. Ayrıca santrallerin kurulacağı bölgenin biyoçeşitliliğin yüksek olduğu ve endemik bitki türlerinin bulunduğu alanların dışında olması gerekliliği yasal mevzuatlarla desteklenmelidir.

Yukarıda belirtilen tüm hususlar doğal bir kanal üzerine kurulan hidroelektrik santralleri için geçerlidir. Ancak son yıllarda bazı hidroelektrik santrallerin, sulama amaçlı tesis edilen sulama kanalları üzerine yapıldığı görülmektedir. Genelde bu sulama kanallarının daha önce barajın mansap tarafında yapılmış bir regülatör ile bağlantısı bulunmaktadır. Tarımsal amaçlı sulamalar için gerekliliği kabul gören sulama kanalları ve regülatörler akarsuyun akış miktarı ve rejimini değiştirme potansiyeline sahiptirler. Ancak bu santrallerin zaten kurulu bir yapay kanal üzerinde yer almaları ve suyu da tekrar kanala geri vermeleri nedeniyle doğal kanal üzerine kurulan nehir tipi hidroelektrik santrallerine nazaran olumsuz ekohidrolojik etkilerinin daha da az olduğu düşünülebilir.

References

- DSİ, 2010.** Hidroelektrik santrallerin su kullanım antlaşmaları.
http://www.dsi.gov.tr/ska/yonetmelik_tamam_i.htm (Ziyaret tarihi: 23.05.2010).
- International Hydropower Association (IHA), International Commission on Large Dams (ICOLD), Implementing Agreement on Hydropower Technologies and Programmes of the International Energy Agency (IEA/Hydro), Canadian Hydropower Association (CHA), 2000.** Hydropower and the World's energy future, The role of hydropower in bringing clean,

- renewable, energy to the world, Technical Report.
- Jowett, I. G., 1997.** Instream flow methods: a comparison of approaches. *Regulated River: Research and Management*. 13: 115-127.
- Pieprzyk, B., N. Kortlüke and P. R. Hilje, 2009.** The impact of fossil fuels, greenhouse gas emissions, environmental, consequences and socio-economic effects, Era – Energy Research Architecture Report.
- TOBB, 2010.** Çevresel etki değerlendirme (ÇED) yönetmeliği ve uygulaması. <http://www.tobb.org.tr/kobi/yersecimiced.php> (Ziyaret tarihi: 18.08.2010).
- UNIDO (United Nations Industrial Development Organization), 2010.** Community power centers: a UNIDO initiative for “Lighting up Kenya”. <http://www.unido.org/index.php?id=6552> (Ziyaret tarihi: 24.05.2010).
- U.S. Department of the Interior, 2005.** Hydroelectric Power, Reclamation Managing Water in the West. Bureau of Reclamation, Power Resources Office Technical Reports.
- Wohlgemuth, N and F. Missfeldt, 2000.** The Kyoto mechanisms and the prospects for renewable energy technologies, *Solar Energy*. 69 (4): 305–314.
- WWF, 2003.** Dam Right! WWF’s Dams Initiative, An Investor’s Guide to Dams, Panda House, Weyside Park, Godalming, Surrey, GU7 1XR, Technical Report.
- Zalewski, M., G. A. Janauer, G. Jolánkai, 1997.** Ecohydrology - A New Paradigm for the Sustainable Use of Aquatic Resources, UNESCO International Hydrological Programme Report, Conceptual Background, Working Hypothesis, Rationale and Scientific Guidelines for the Implementation of the IHP-V Projects 2.3/2.4.
- Zalewski, M., 2002.** Ecohydrology—The use of ecological and hydrological processes for sustainable management of water resources, *Hydrological Sciences*, 47(5), 823-832.