



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2012, Volume: 7, Number: 3, Article Number: 4A0049

NWSA-NATURE SCIENCES

Received: May 2012

Accepted: July 2012

Series : 4A

ISSN : 1308-7282

© 2010 www.newwsa.com

Cevdet Yılmaz

Ali Uzun

Halil İbrahim Zeybek

Mutlu Kaya

Ondokuz Mayıs University

cevdet_yilmaz@hotmail.com

zeybekhi@gmail.com

Samsun-Turkey

**NEHİR TİPİ HİDROELEKTRİK SANTRALLERİNİN COĞRAFİ ORTAM ÜZERİNE
ETKİLERİNE BİR ÖRNEK: AYANCIK HES**

ÖZET

Türkiye hızla kalkınmakta olan bir ülkedir ve bu süreçte enerji ihtiyacı da aynı oranda artmaktadır. Enerji açığı ve tüketilen enerji kaynağı bakımından dışa bağımlılık, bu konuda acil çözümler üretilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Enerji açığını kapatmak amacıyla, bir yandan rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi yaygınlaştırılmaya çalışılırken, öte yandan kömür ve su gibi kaynaklardan daha fazla yararlanma yolları araştırılmaktadır. Akarsular üzerine baraj yapılarak enerji üretiminin maliyetli olması ve deltalar başta olmak üzere doğal ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerinin anlaşılması sebebiyle "nehir tipi hidroelektrik santral" yapımı son yıllarda öne çıkmaya başlamıştır. Ancak, sayısı her geçen gün artan bu projelerin önemli bir kısmı, çevresel olarak maalesef telafisi mümkün olmayan sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada Nehir Tipi HES projelerinin ekolojik ve sosyal açıdan oluşturduğu ve oluşturacağı sorunlar Ayancık HES örneğinde tartışılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ayancık, Hidroelektrik Santral,
Nehir Tipi Santral, Çevresel Etki,
Yenilenebilir Enerji

**AN EXAMPLE ABOUT THE EFFECTS OF RIVER TYPE HYDROELECTRIC POWER PLANTS
ON GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT: AYANCIK HEPP**

ABSTRACT

Turkey is a rapidly developing country, and for this reason it's need of energy has been increasing in the same way. It has been necessary to find urgent solutions in means of energy shortage due to exterior dependence on source energy. In order to reduce the energy shortage, while the energy production from renewable sources such as wind and solar energy is being tried to expanded, the ways of larger utilization from sources such as coal and the water are being researched. In recent years, constructing river type hpp has come into **prominence** as the energy production by building dams over streams is expensive and the harmful effects of those dams on the eco-systems, especially at deltas are proved. However, most of these projects the number of which is increasing day by day, unfortunately cause irreversible environmental problems. In this study, the ecological and social problems has been caused by **hepp** projects and the **potential** ones are tried to be discussed on the example of Ayancık HEPP.

Keywords: Ayancık, Hydroelectric Power Plant,
River Type Power Plant, Environmental Effect,
Renewable Energy

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kalkınma hızına paralel olarak Türkiye'nin giderek artan enerji ihtiyacı, ülkemizi enerji üretimi ile ilgili yeni politikalar üretmeye itmiştir. Bu enerji açığını kapatmak için başvurulan çözümlerden biri de nehir tipi hidroelektrik santrallerdir. Elektrik üretiminde giderek artan dışa bağımlılık Türkiye'nin, ekonomik olarak işletilebilir nitelikteki hidroelektrik enerji kapasitesinin tamamını değerlendirme zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde, pek çok vadide hidroelektrik santralleri (HES) tesis edilmekte ve her gün bunlara yenilerinin eklenmesi için projeler geliştirilmektedir.

2010 yılı sonu itibarıyla 264'ü işletmede, 236'sı inşaatı devam eden (12 adeti DSİ tarafından) toplam 500 HES bulunmaktadır. Bunlara ek olarak 1.200 adet de 4628 sayılı kanun kapsamında planlama düzeyinde işlemleri devam eden HES bulunmaktadır. İşletme ve inşaat aşamasında olan 500 projenin 100 adeti barajlı olup geri kalan 400 adeti ise nehir tipi hidroelektrik santralidir (DSİ, 2011). Bu santraller diğer enerji alternatifleri ile karşılaştırıldıklarında en çevreci seçeneklerden biridir. İyi tasarlanmış bir nehir tipi santral çevresi ile bütünleşebilmekte ve çevre üzerinde yok denecek kadar az olumsuz tesir yaratmaktadır. Fakat bu projeler hayata geçirilirken doğal ortamda meydana gelen ve gelebilecek olumsuzluklar çoğu zaman göz ardı edilebilmektedir. Bu olumsuzlukların başında akarsu yatağında suyun azalması, buna bağlı olarak flora ve faunanın zarar görmesi gelir.

Söz konusu nehir tipi santrallerden biri de Ayancık Çayı üzerine yapılmaktadır. Gerçekten santralin henüz yapım aşamasında başta kütle hareketleri olmak üzere, bitki örtüsü tahribatı, yerleşme alanlarında meskenlerin zarar görmesi gibi olumsuzluklar yaşanmaya başlanmıştır. Ayancık Çayı sularını kullanacak olan santralin devreye girmesi ile akarsu yatağında su azalacağından gelecekte başta balık varlığı olmak üzere faunanın da bu müdahalelerden olumsuz etkileneceği beklenmektedir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

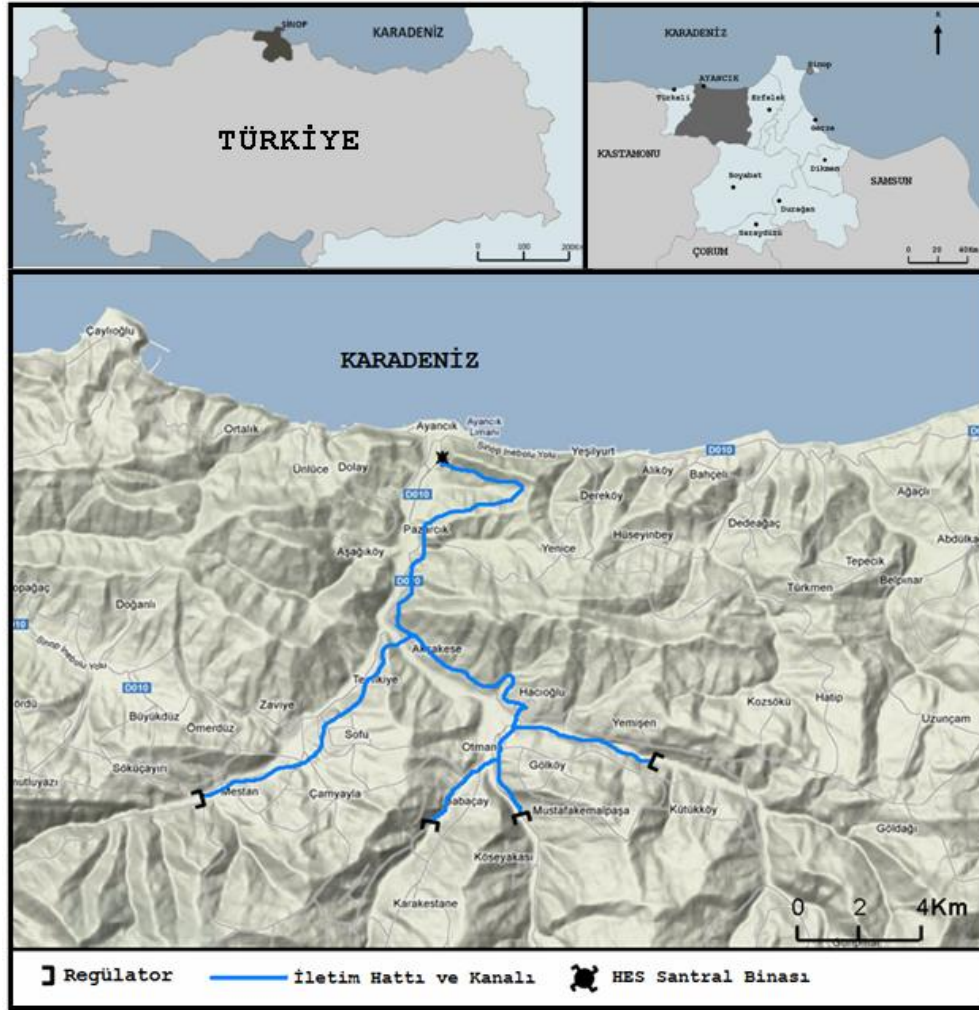
Hidroelektrik santraller, enerji üretimi sırasında sera gazı salınımına sebep olmaması nedeniyle çevre dostu olarak bilinirler. Fakat hidroelektrik santraller yapıldıkları alanlara bağlı olarak yapım ve işletim aşamasında doğal hayata ve insan faaliyetlerine zarar verebilirler. Bu zararların ortadan kaldırılması için gerekli çalışmaların yapılması önemli bir maliyet gerektirmektedir. Üretici firmalar yüksek maliyet sebebiyle kimi zaman ekosistem üzerindeki tahribatı azaltıcı çalışmaları yapmaktan kaçınmaktadır. Bu durum hidroelektrik enerji santralleri inşa edilen alanlarda telafisi mümkün olmayan çevresel sorunlar meydana getirebilmektedir. Bu çalışmada Ayancık Çayı sularını kullanarak enerji üretmeyi amaçlayan hidroelektrik santrali inşası sırasında doğal ortama yapılan müdahalelerin sonuçlarının tartışılması hedeflenmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHOD)

İklim verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün, HES inşaatı için kesilen ağaç sayısı Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü'nün bölgede yaptığı çalışma ve raporlarından alınmıştır. HES inşasının etkileri konusunda ise yörede yaşayan ve söz konusu müdahalelerden olumsuz etkilenen insanlarla yapılan sözlü görüşmelerden derlenen verilerden yararlanılmıştır. Bunlarla beraber dönem dönem arazi çalışmaları yapılmış, fotoğraflar çekilerek durum tespit edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SAHASININ YERİ VE BAŞLICA ÖZELLİKLERİ (RESEARCH AREA AND IT'S MAIN CHARACTERISTICS)

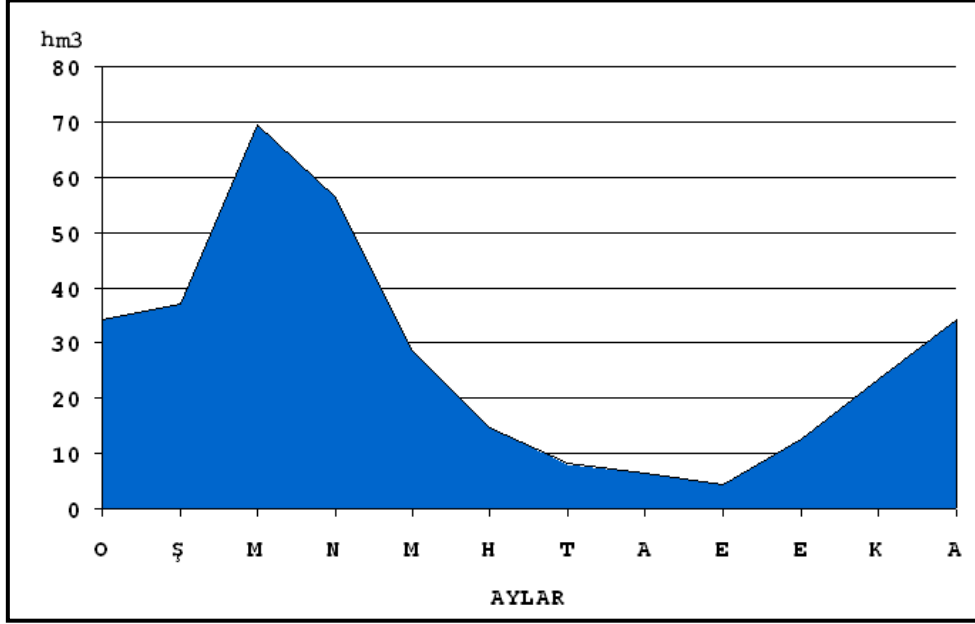
Araştırmaya konu olan nehir tipi hidroelektrik santrali Ayancık (Sinop) ilçe sınırları içerisinde kalmakta olup, Yenikonak yakınında, Ayancık Çayı ve yan kolları üzerinde yer almaktadır (Şekil 1). Hidroelektrik santrali $41^{\circ} 56' 24''$ kuzey enlemi ile $34^{\circ} 35' 33''$ doğu boylamının kesişme sahasında kurulmuştur. Nehir tipi santral için su alınan en güney nokta ise $41^{\circ} 51' 27''$ kuzey enlemi ile $34^{\circ} 36' 51''$ doğu boylamının kesiştiği noktadır.



Şekil 1. Lokasyon Haritası
(Figure 1. Map of Location)

Ayancık Çayı ilçenin en önemli akarsuyudur. Güneydeki dağlık alanda dar bir yatak içerisinde akan akarsu, aşağı çıkışında nispeten genişleyen bir vadiye akışını sürdürerek Karadeniz'e dökülmektedir. Kumluk Çayı, İnaltı Çayı, Kepez Çayı ve Babaçay Ayancık Çayı'nın başlıca kollarıdır. Ayancık Çayı'nın yağış alanı 692 km^2 'dir. Ayancık Çayı üzerinde akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. 1981-1999 yılları arasında akım değerlerini ölçen 1341 Ayancık Köprüsü AGİ'ye ait akım değerleri mevcuttur. 2000 su yılında kapanan bu gözlem istasyonunun 1981- 1999 yılları arasındaki verilerine göre düzensiz akışlı olan Ayancık Çayı'nın yıllık toplam ortalama akımı $329,74 \text{ hm}^3$ 'tür (Zindan Hidroelektrik Santrali ÇED Başvuru Dosyası, 2009). Aylık ortalama akım değerlerine bakıldığında en yüksek akım mart, en düşük akım ise eylül

ayındadır (Şekil 2). Akarsuyun bulunduğu kıyı kuşağı yıl boyunca yağışlı olduğu için akarsuda her dönem su bulunmaktadır. Kış mevsiminde güneydeki Çangal ve Zindan dağları üzerine yağın karlar mart ayında erir ve bu dönemde akarsuyun akımı yükselir. Ayancık Çayı'nda akımın yüksek olduğu bir taşkın dönemi ile akımın düşük olduğu bir çekik dönem bulunur (Şekil 2).



Şekil 2. Ayancık Çayı akım grafiği (1981-1999)

(Figure 2. The graphic of flow of the Ayancik river 1981-1999)

Kaynak: Zindan Hidroelektrik Santrali ÇED Başvuru Dosyası, 2009

1975-1994 yılları arasında rasat yapılan Ayancık İstasyonu meteorolojik verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 12,7 °C'dir. Yıllık ortalama sıcaklığın en fazla olduğu aylar 21,3 °C ile temmuz ve ağustos iken, en düşük olduğu ay 5 °C ile şubattır. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 926,8 mm'dir. Yıl içerisinde yağış miktarı en fazla olan ay kasım (136,9 mm)'dir. Bu ayı aralık (113,6 mm) izlemektedir. Temmuz ise (43,9 mm) yıl içinde en düşük yağış miktarına sahip aydır. Yıllık yağış miktarlarının mevsimlere göre dağılımına bakıldığında en fazla yağışın sonbahar mevsiminde (%34,9), en az yağışın ise yaz mevsiminde (%16,6) düştüğü görülür. Yıllık ortalama nem %68,6'dır (Tablo 1).

Tablo 1. Ayancık İstasyonuna ait meteorolojik veriler (1975 - 1994)
(Table 1. The meteorologic data of Ayancık weather station 1975-1994)

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık (°C)	5,4	5	6,9	10,4	14,3	19	21,3	21,3	18	14,2	10	7,1	12,7
Nem (%)	69	69,6	67,9	67,6	68,9	69,5	67	68,3	69,7	70,8	68,1	67,8	68,6
Bulutlu Günler	7	7	6,7	6,4	5,5	3,9	3,4	3,4	4,2	5,4	6,4	6,8	5,5
Açık Günler Sayısı	3,8	3,3	4,3	4,2	6,2	10,2	12,2	12,5	9,8	7,7	5,1	3,9	83,2
Bulutlu Günler	11,3	10	11,1	12,8	14	14,5	14,1	13,3	13,3	11,7	10,1	11	147,2
Kapalı Günler Sayısı	16	13,6	14,2	11,6	9,3	3,8	3,2	3,7	5,4	10,1	13,3	14,6	118,8
Toplam Yağış Ort. (mm)	108,6	65,4	57,4	48,3	54,3	45	43,9	65,3	79,4	108,7	136,9	113,6	926,8

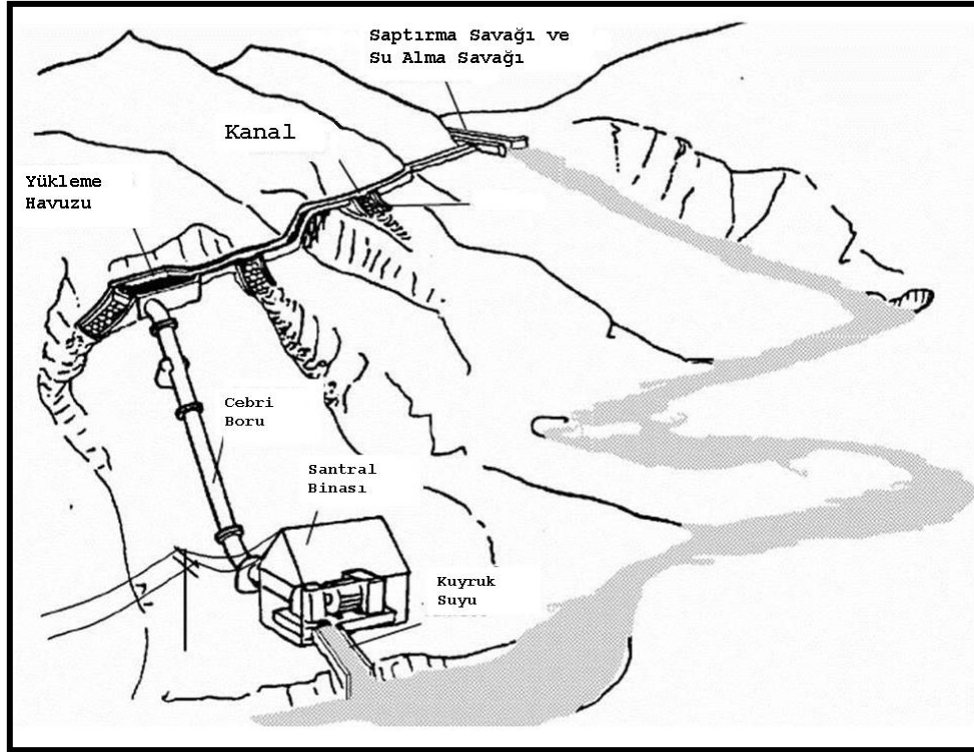
Kaynak (Source): DMİGM Ayancık Meteoroloji İstasyonu Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri

Yörede hâkim rüzgâr yönü güney ve güneybatıdır. Ayancık'ta kışları yağışlı ve ılık, yazları nispeten sıcak ve her mevsim nemin yüksek olması gibi özellikleriyle nemli-ılıman Karadeniz iklimi etkili olmaktadır.

5. NEHİR TİPİ HES (RIVER TYPE HEPP)

Nehir tipi hidroelektrik santralleri suyun akarsu yatağından alındıktan sonra düşüş sağlanabilecek uzaklıkta belirli bir yükseklikten düşürülmesiyle su türbinlerinin döndürülmesi ve bu sayede elektrik üretimi sistemine dayanmaktadır. Nehir tipi hidroelektrik santraller depolamasız (baraj gölü olmayan) santrallerdir. Su toplamak için nehrin içine bir set çekilmekte ve nehir suyu bir boru veya tünelle santrale yönlendirilip elektrik üretilmektedir (Ulaş, 2010: 152).

Nehir tipi bir santralin başlıca üretim birimleri regülatör, iletim kanalı, yükleme havuzu, cebri borular, türbin, jeneratör, transformatör ve kuyruk suyu kanalıdır (Şekil 3). Ayrıca bunlara montaj ünitesi, şalt sahası, trafo merkezi ve santral binası gibi üretim dışı birimleri de eklemek gerekir. Regülatörde kontrol altına alınan su, kanallarla yükleme havuzuna aktarılmakta, buradan da temel işlevi suyu en yüksek basınçla türbine akıtmak olan cebri borulara verilmektedir. Bu borularla sağlam zeminden ve en kısa yoldan su türbine indirilmek suretiyle elektrik üretilir (Akpınar, 2005: 13).



Şekil 3. Nehir Tipi Hidroelektrik Santralin şematik görünümü
(Figure 3. The schematic sight of river type hydroelectric power plant)

Kaynak (Source): <http://hydropowerstation.com/?p=1834>

6. AYANCIK HES VE ÇEVREYE ETKİLERİ (AYANCIK HEPP AND IT'S EFFECTS ON THE ENVIROMENT)

Ayancık HES Projesi; Sinop İli Ayancık ilçesi Yenikonak yakınında, Ayancık Çayı ve yan kolları üzerinde yer almaktadır. Proje kapsamındaki yapılar; Baba-Ayancık-Dolaysekü-Yemişen Regülatörleri, Baba-Ayancık-Dolaysekü-Yemişen derivasyon kanalları, 3 bölümlü ana iletim kanalı, yükleme havuzu, vana odası, cebri boru ile Ayancık HES santral binasıdır. Regülatör su alma yapısı ile ana kanalda birleştirilen iletim kanallarının akımları buradan ana kanal ile yükleme havuzuna oradan da vana odasına cebri boruya alınacak ve Fabrikaüstütepe'nin batı eteklerinde, Ayancık Çayı 6,50 m talveg kotu hizasında, sağ sahilde bulunan Ayancık HES santral binasına iletilecektir (Şekil 4). Santral çıkışında suyu Ayancık Çayı'na geri vermek amacıyla kuyruksuyu kanalı inşa edilecektir. Santralin kurulu gücü 15,60 MW'dır. 5,20 MW gücünde 3 üniteden oluşmaktadır. Santralin üretmesi beklenen yıllık ortalama toplam enerji miktarı 64.71 GWS'dir (Ayancık HES Proje Tanıtım Dosyası, 2008).



Şekil 4. Ayancık HES santral binası
(Figure 4. The power house of Ayancık HEPP)

6.1. İnşaat Aşamasında Ortaya Çıkan Etkiler (The Problems Apperead During the Construction)

Ayancık HES proje aşamasında bitkiler konusunda ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır. Bitki konusunda proje tanıtım dosyasının¹ 67. sayfasında Karadeniz Bölgesi'nin bitki çeşitliliği ve endemik türlerin yoğunluğu açısından Türkiye'de fakir bölgeler arasında olduğu belirtilmektedir. Hâlbuki Karadeniz Bölgesi, iklim şartlarının bitki hayatı üzerinde etkili olmasından dolayı, ülkemizin flora ve vejetasyon toplulukları yönünden en zengin bölgesidir (Atalay, 1997:189). Nitekim sadece Çangal Dağı'nda 56 endemik tür tespit edilmiştir (Baysal, 2008).

İnşaat alanında toplam 24013 ağaç kesilmiştir (Tablo 2). Kesilen bu ağaç miktarı Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü'ne bedeli ödenen ağaç sayısı üzerinden hesaplanmıştır. Bu hesaplama bedeli ödenmeyen çok ince ağaçlar ve genç fidanlar katılmamıştır. Bunlar da eklendiğinde bu sayı daha da artacaktır (Şekil 5). Bu ağaç kesimleri sırasında kesimler titizlikle yürütülmemiştir².

¹ 17.07.2008 tarihli ÇED yönetmeliğine göre 0,5 MW ile 25 MW arasında üretim kapasitesine sahip olan depolamasız hidroelektrik santraller için ÇED raporu gerekip gerekmediğine Çevre İl Müdürlükleri karar vermektedir. Ayancık HES için Sinop İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından "ÇED gerekli değildir" kararı verilmiş ve şirket sadece proje tanıtım dosyası hazırlamıştır.

² Cevizli Mahallesi sakini olan Mahmut SARISOY 07/01/2011 tarihinde Ayancık Orman İşletmesi'ne yaptığı şikayet başvurusunda ağaç kesimi hakkında şunları belirtmektedir:

"... 2(iki) yıl önce benim uzun süredir ikamet ettiğim Cevizli Mahallesi içinde yer alan ormanlık alanda HES projesi adı altında ağaç kesimleri başlamıştır. Ormana gidip gördüğümde ağaçların yaklaşık yerden 1 metre

Tablo 2. Ayancık'ta HES projesi kapsamında kesilen ağaç sayısı
(Table 2. The number of the trees cut down in Ayancık HEPP
Project)

Şeflik	Kesilen Ağaç Adedi	Kesilen Ağaç Miktarı (m ³)
Kömürgölü	2681	330,405
Kumluk	12518	1498,158
Ayancık	8814	1477
Toplam	24013	3305,563

Kaynak (Source): Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü



Şekil 5. Hes inşaatı sırasında Cevizli Mahallesi'nde kesilen ağaçlar
(Figure 5. The trees that were cut down in Cevizli District during the
construction of HEPP)

Akarsular, balıklar için önemli bir beslenme ve yumurtlama (Planktonca zenginlik ve tuzun azlığı) alanı olarak elverişli bir ortam meydana getirirler (Emiroğlu, 1964: 165). İnşaat aşamasında hafriyatın dere yataklarına dökülmesi sonucunda bulanıklık sebebiyle suyun kalitesi ve içindeki çözünmüş oksijen miktarındaki değişiklikler, balıkların üreme alanlarını ve yumurtaların canlılığını etkilemiştir³ (Şekil 6).

üstünden sıradan kesildiğine şahit oldum. Bu ağaç kesiminin bütün Cevizli Mahallesi ormanlarında yapıldığını gördüm. Bu kesimler sadece Cevizli Mahallesi ile sınırlı kalmayıp projenin geçtiği bütün yerlerde devam etmiştir. Kesilen orman emvalinin çoğunun kazı esnasında toprak altında kaldığını gördüm..."

³ Yıllardır hem deniz balıkçılığı yapan hem de dalış yaparak zıpkınla avlanan Ayancıklı balıkçı Naim ÖZOĞUL hidroelektrik santralin balıkçılığa ve balık popülasyonuna etkisi hakkında şunları belirtmektedir:

"Kefaller akarsuların denize birleştiği alanlardan akarsuyun içine doğru ilerler. Bu bölgeler hem daha tehlikesiz olduğu için hem de suyun sıcaklığı daha fazla olduğu için yumurtalarını bu alana bırakır. Ben yıllardır Ayancık'ta çayla denizin birleştiği yerde dalış yapıp balık avlarım. Ayancık Çayı ağızından yoğun olarak kefal çok az da denizalası denilen alabalık



Şekil 6. HES inşaatı sebebiyle bulanık akan Ayancık Çayı'nın denize birleştiği alandan bir görünüş

(Figure 6. A sight where the sea and Ayancık River meets carrying muddy water because of the construction of HEPP)

Proje tanıtım dosyasında balık türü tespiti çoğunlukla literatür taraması düzeyinde yapılmış, dosyada yapılmış olduğu belirtilse de titiz bir saha çalışması yürütülmemiştir. Alıntı yapılan literatür çalışmaları bölge illerin başka sahalarında ve lokal olarak yapılan, belirli akarsuları kapsayan veya bazı balık türlerinin biyolojisine ait bilimsel çalışmaları kapsamaktadır. Ayancık ve çevresinde yayın balığı olmamasına rağmen bunun proje dosyasında yer alması buna en güzel örnektir (Ayancık HES Proje Tanıtım Dosyası, 2008: 62).

Proje alanındaki inşaatla ilgili olarak habitat bölünmeleri meydana gelmiştir. Bu durum yaban hayvanlarının beslenme ve üreme alanlarını tahrip ederek hayvan topluluklarının doğrudan zarar görmesine neden olmaktadır. Uzun zaman alan inşaat, patlatma, iş makinelerinin ve taş kırma şantiyelerinin oluşturduğu yüksek toz miktarı, titreşim ve gürültüler, yaban hayvanlarının yöreyi terk etmesine neden olmaktadır. Göç edilen habitatlarda bulunan benzer ve farklı türler, aynı tür ve türler arası rekabet ya da yaşam alanı yetmemesi sonucunu doğuracaktır. Belirli bir alanda taşıma

yumurtlamak için girer. Özellikle hidroelektrik santrali inşaatında suyun uzun süre bulanık akması yumurta bırakmak için çaydan içeri giren kefal miktarını önemli ölçüde azalttı. Ben bunu çok açık bir şekilde fark edebiliyorum. Ayrıca özellikle soğuk zamanlarda, daha sıcak olduğu için ve çayla beraber gelen besin maddelerini yemek için barbun, çinekop gibi ufak balıklar kıyıya yaklaşır. Bu balıkların ardından da bunları yiyerek beslenen palamut, lüfer, levrek gibi büyük balıklar kıyıya yaklaşır. Bunlar sayesinde Ayancık ve yakın çevresi balıkçılık için zengin alanlardır. Fakat bu bölgede müthiş bir balık tahribatı var. Trol ve algarna serbest.. ”

kapasitesinin üzerindeki popülasyonlarda azalma yaşanacağı için doğrudan yaban hayvanları sayısını etkileyecektir (Kurdoğlu ve Özalp, 2010:693).

Yörede avlanan avcılar HES inşaatının yapıldığı Ayancık Serisi'nde domuz ve elik (karaca yavrusu) ile çulluk, bakal gibi kuş türlerinin bulunduğunu fakat inşaat aşamasındaki gürültüler nedeniyle çevreden uzaklaştıklarını, bu nedenle artık bölgeye av için gitmediklerini belirtmektedirler. Diğer taraftan proje alanında yaşayan yaban hayvanlarının, suyu santrale taşıyan 10 -15 m genişliğindeki iletim kanalını aşması mümkün değildir. Bu kanal sebebiyle beslenme amacıyla orman içinde devamlı hareket halinde olan hayvanların yaşam alanları kısıtlanmıştır (Şekil 7). Yapılan kanallar ile hayvanların yaşam alanı daralmış, yabani hayvanların çiftleşme, beslenme ve göç yolları bozulmuştur.



Şekil 7. İletim kanalında biriken suda ölen bir karaca
(Figure 7. A roe died in accumulated water in transmission canal)

HES tesislerinin inşaatı sırasında, özellikle ulaşım yolları ile iletim kanallarının yapımı aşamasında ortaya çıkan büyük miktarlardaki hafriyat düzenli bir şekilde depolanmamıştır. Aksine bu malzemelerin gelişigüzel bir biçimde şevlerden aşağıya bırakılması ile çoğunluğu ormanlardan oluşan arazinin tahrip edilmesi de bölgedeki bitki örtüsü açısından karşılaşılan en önemli sorunlardan biri olmuştur (Şekil 8). Bitki örtüsünün zarar görmesi, bu alanlardaki toprağın dış etmenlere özellikle de yağışlara ve yerçekimine karşı korumasız kalmasına yol açmış, bu durum ise toprak erozyonunun oluşmasına neden olmuştur.

Henüz inşa aşaması başlamadan önce deklare edilen proje tanıtım dosyasında santral için yapılacak tesislerin inşasında bazı bölgelerde yapılacak kazılardan çıkacak malzemenin daha sonra doğal yapının düzenlenmesi için depolanacağı ve bu depoların erozyona uğramaması için önlemler alınacağı belirtilmiştir. Ayrıca depolanan toprakların en fazla 1 m yüksekliğinde olacağı belirtilmiştir (Ayancık HES Proje

Tanıtım Dosyası, 2008:39). Fakat hafriyat çalışmaları sırasında gerekli tedbirler alınmamıştır. Nitekim Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü'ne yöre halkı tarafından yapılan şikayet üzerine düzenlenen inceleme raporunda HES güzergahında hemen hemen her derenin hafriyat ile dolduğu hatta Cevizli Mahallesi'ne çok yakın yerlerde bile orman içinin ve dere içlerinin hafriyat malzemesi ile doldurulmuş olduğunun görüldüğü belirtilmiştir.



Şekil 8. Gelişigüzel depolanan hafriyat nedeniyle yamaç doğrultusunda hareket eden topraklar bitki örtüsüne önemli zararlar vermektedir (Figure 8. Because of the excavation randomly stored, the soil moving down the slopes damaged the flora)

Yine şikayet üzerine DSİ 7. Bölge Müdürlüğü'nün yaptığı inceleme sonucunda çıkan hafriyatın, depo alanları yerine, hiçbir önlem alınmaksızın, doğrudan vadi tarafındaki ormanlık alana döküldüğü ve bu kontrolsüz olarak dökülen hafriyat toprağının büyük kütleler halinde heyelanlara yol açtığı belirlenmiştir. Bu durum iletim kanalının aşağısında bulunan Ayancık ilçe merkezini tehdit eder boyuta ulaştığı için hafriyatın ilgili kamu kuruluşlarına başvurularak doğru şekilde depolanması istenmiştir. Ancak adı geçen şirketin ne belediye ne de ilçe kaymakamlığına depolama alanı talebi için başvuruda bulunmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca depolama yapılırken doğal drenaj sistemlerinin korunmadığı görülmüştür (Şekil 9). Yapılan yanlış uygulamalar nedeniyle şirkete Sinop İl Çevre ve Orman Müdürlüğü tarafından 93.186 TL idari para cezası kesilmiştir. Şirketten bu sahaların eski haline gelmesi için çalışmalar yapılması istenmiş bunun üzerine şirket EPDK ile yazışmalar yaparak bu alanları kamulaştırma yoluna gitmiştir.



Şekil 9. Yamaca biriktirilen hafriyat yağışların da etkisiyle eğim doğrultusunda hareket etmiştir
(Figure 9. Excavation stored on the slope moved down because of the rain)

Cevizli Mahallesi'nin doğusundan geçen iletim hattının genişliği kimi yerlerde 10-15 m'yi bulmaktadır. Bu bölgede eğim %40-50 civarında toprak derinliği ise 15-20 cm'dir (Toprak Koruma Projesi, 2011). HES için yapılan su iletim kanalı inşaatları nedeniyle kazı çalışmalarında çıkarılan topraklar vadi içerisinde biriktirilmiştir. Bu topraklar yağışla yük kazanmış, eğimin ve yerçekimi etkisiyle aşağı doğru hareket etmiştir. Bu kayma sonucunda bazı özel mülkiyete ait araziler hafriyat toprağı altında kalmıştır. Bu çevredeki yerleşmeler için bu hafriyat toprakları önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Şekil 10).

Şirket hafriyatların depolanması sonucu oluşan zararları ortadan kaldırmak ve ileride meydana gelebilecek olumsuzlukları engellemek amacıyla toprak koruma projesi geliştirmiştir. Bu projeye göre HES inşaatının ilk kamulaştırması hariç sadece hafriyat toprağı sebebiyle 19,95 ha genişliğinde bir alan daha kamulaştırılmak istenmektedir. Bu kamulaştırma su iletim kanalı yapım esnasında kanal güzergahından kaldırılan malzemelerden kaynaklanan toprak kayması sonucu zarar gören arazileri içermektedir (Toprak Koruma Projesi, 2011).



Şekil 10. Cevizli Mahallesi batısında su iletim kanalı inşaatları nedeniyle kazı çalışmalarında çıkarılan topraklar vadi içerisinde gelişigüzel biriktirilmiştir. Zamanla eğime uygun olarak akan bu topraklar etekteki meskenleri tehdit etmeye başlamıştır (Figure 10. The soil that was excavated during the construction of water transmission canal in the west of cevizli district was stored randomly in the walley. Later the soil moving down the walley has started to threaten the settlement on the foot of the hill)

Ayancık'ı Sinop'a bağlayan (ve aynı zamanda çevre yolu olarak kullanılan) karayolu, santralin üretim binasının yanından geçmektedir. Uzun süren inşaat sık sık yolun trafiğe kapanmasına sebep olmuş, Türkeli - Sinop arasındaki ulaşımı kesintiye uğratmıştır (Şekil 11). Bu sebeple kamyon, otobüs gibi ağır araçlar şehir içi yolları kullanmak zorunda kalmaktadır. Bu durum hem şehir trafiğini aksatmakta, hem de gürültü kirliliğine sebep olmaktadır.



Şekil 11. HES santral binası ve kuyruk suyu boşaltım tesisi inşaatı nedeniyle kullanıma kapatılan çevre yolu
(Figure 11. The highway closed to traffic because of the construction of HEPP and the tail water plant)

HES kanal inşaatı sırasında ortaya çıkan ve gelişigüzel depolama sonucunda yamaç boyunca kütle hareketlerinin yaşanması sonucu arazileri hafriyat altında kalan ev ve arazi sahipleri, bu durumdan ekonomik olarak zarara uğramışlardır. İletim kanalı çevresinde armut, elma, vb. meyve ağaçları bulunmakta hatta bazı alanlar meyve ağaçlarının yoğunluğu nedeniyle halk arasında 'elmalık' olarak adlandırılmaktadır. Bu ağaçlar ve bahçeler toprak yığınları altında kalmıştır. Bu ağaçlardan elde ettiği meyveleri saklayıp uzun süre tüketen, doğrudan ya da pekmez üretip satan insanlar ekonomik olarak zarar görmüşlerdir. HES çevresinde arıcılık yapanların kovanlarında kayıplar meydana gelmiştir. Belki de hepsinden önemlisi iletim kanalı çevresinde arazi sahibi olanların gördüğü zarardır. İletim kanalı çevresinde toprak sahibi olanların arazileri kanal nedeniyle ikiye bölünmüştür. HES yetkilileri ile zarara uğrayan hak sahipleri arasında yapılan toplantılarda kanal üzerine insanların geçişleri için belirli alanlarda köprüler yapılacağı taahhüt edilmiş olsa da şu ana kadar böyle bir çalışma gerçekleşmemiştir. Bu bölünme aynı zamanda araziler üzerinde değer kaybına da neden olmuştur.

6.2. İşletme Aşamasında Ortaya Çıkabilecek Sorunlar (The Possible Problems that May Occureduring the Operation)

Ayancık HES'te üretilecek enerji 1 km uzunlukta 154 KW'lik hat ile Cevizli Mahallesi içerisindeki Ayancık trafo merkezine iletilecektir (Ayancık HES Proje Tanıtım Dosyası, 2008). Bağlama noktası TEİAŞ'ın planlaması doğrultusunda gerçekleştirilecektir. Enerji nakil hatlarından kaynaklanan sorunlar proje bittikten sonra gündeme gelecektir. Üretilen elektrik enerjisinin doğrudan ana şebekeye verilmesi ve böylece elektrik dağıtım hatlarından meydana geleceklerin kaçakların önüne geçilmesi nehir tipi HES'lerin önemli avantajlarından biri olarak gösterilmektedir (Maldonado ve diğ., 2006). Fakat Ayancık'ta yüksek gerilim hatlarının yerleşim merkezinin üzerinden geçmek zorunda kalması sebebiyle insan yaşamına da olumsuz

etkileri olacaktır. Nitekim 1994'te ve 1998'te ABD ve Finlandiya'da yapılan araştırmalarda; elektromanyetik alanların çok sık etkisinde kalan (radyo operatörleri, endüstriyel donanım işçileri, veri işleme aygıtı tamircileri, telefon hattı işçileri, elektrik santralleri ve trafo merkezlerinde çalışan) işçilerde alzheimer hastalığının normal insanlara göre erkeklerde 4-9 kat kadınlarda 3-4 kat daha çok görüldüğü, enerji iletim hatlarına 40 m.'den daha yakın yaşayan çocukların, normal çocuklara göre 2-3 kat daha fazla kansere yakalandığı, Finlandiya'da yapılan bir başka araştırmada erkek çocukların merkezi sinir sisteminde oluşan tümörlerle iletim hatları arasında ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır (Bold ve diğ, 2003:65).

Orman içerisinden geçirilecek enerji nakil hatları gelecekte orman yangınlarına da sebep olabilecektir. Nitekim ülkemizde 1997-2002 yıllarını kapsayan döneme ilişkin kayıtların incelenmesi sonucunda, 400 adet yangının enerji nakil hatlarından kaynaklandığı ve bu yangınlarda 9.356 hektar ormanın zarar gördüğü tespit edilmiştir (Ormanların Korunması Hakkında Sayıştay Raporu, 2004:42-43).

Akarsularda belirli kesitlerde iletim kanallarına aktarım yapılacağı için su miktarının azalması ile suya bağlı olan tüm yaşam formları, suyun etrafında oluşturduğu nemlilik ve neme bağlı olan canlılar, suyun etkileşim içinde bulunduğu yeraltı su durumu, bu suların yaralanan insanlar ve insan faaliyetleri etkilenecektir. Ayancık ilçe merkezinin su ihtiyacını karşılayan su kuyuları Ayancık Çayı kenarında yer almaktadır. HES'in faaliyete geçmesiyle birlikte dere yatağına sadece 1 m³/sn su bırakılacağı için bu kuyuların su seviyelerinde de değişimler yaşanacak bu kuyulardaki su miktarları azalacaktır. Bu durum ilerleyen dönemde ilçe merkezinin su problemleri ile karşı karşıya kalmasına sebep olacaktır.

Enerji üretimi amacıyla kullanılan suyun neden olduğu düşük akış rejimi ile beraber balık, makro omurgasız ve diğer sucul canlılar için gerekli olan besin maddesi taşınmasında da bir takım değişimler meydana gelmektedir (Yurtseven, 2011: 59). Tatlı ve tuzlu suyun birleştiği sahalar olan akarsuların denize döküldüğü yerler akarsuların taşıdığı elementler ve besin maddeleri sayesinde biyolojik çeşitliliğin fazla olduğu alanlardır. Ayrıca bu alanlar balıkların yumurtlama ve kuşların uğrak sahalarıdır. Ayancık Çayı'nda, santralin işletme aşamasında, suyun iletim kanallarına alındığı kesimde su seviyesi düşeceği için taşınan sediment ve besin miktarı da azalacaktır. Bu durum çayın denize döküldüğü alandaki canlı hayatına etki edecektir. Suyun iletim kanallarına aktarıldığı kesimlerde su miktarı azaldıkça küçük göletler meydana gelecek ve bu göletlerde biriken suyun sıcaklığı artacaktır. Bu durum balık yumurtalarını ve diğer sucul canlıları olumsuz etkileyecektir. Elektrik üretimi için yüksek kottan bırakılacak suyun kalitesi, suyun içindeki çözünmüş oksijen miktarında meydana gelecek değişiklikler balıkların üreme alanlarını ve yumurtaların canlılığına etki edecek diğer faktörlerden sayılabilir.

Suyun, toplama kanalları yolu ile iletim hatlarına aktarılması sonucunda su alma noktasının mansabında su hızı ve su derinliği sucul ekosistem açısından çok önemlidir. Hidrobiyolojik parametrelerdeki küçük bir değişiklik, sucul canlıların yaşam koşullarını büyük oranda etkiler (Malczewska, 2010). Yapılan çeşitli araştırmalar sucul canlıların su hızı konusunda seçici davrandıklarını göstermektedir. Araştırmalar, su miktarı ve zamanlamasının akarsu ekosistemlerinde canlı gruplarının dağılımını kontrol eden en önemli faktörlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Muluk ve diğ, 2009).

Suyun santrale iletimini sağlayacak olan kanal inşaatı sebebiyle arazide yapılacak olan yarmalar toprak sızıntı suyu ve yeraltı sularının yarmadan buharlaşmasına sebep olacaktır (Özdemir, 2009). Bu

da suyu kullanan orman ağaçlarının kurummasına ve suyun akış yönünün değişmesine böylece suyla beslenen kaynaklarının kurummasına yol açabilecektir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Ülkemizin gün geçtikçe artan enerji açığının kapatılmasında fosil yakıtlar yanında yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjiye de büyük bir yönelim vardır. Sera gazı salınımına sebebiyet vermemesi, düşük maliyetli olması, ülkemizde bol bulunan su gücüne dayanması gibi nedenlerle hidroelektrik santraller ülkemiz açısından daha elverişli bir enerji üretim yöntemi olarak görülmektedir. Topografyası ve morfolojik yapısı göz önüne alındığında Türkiye önemli sayılabilecek bir hidroelektrik potansiyele sahip olmasına rağmen bu kaynakların değerlendirilmesi noktasında ise ne yazık ki ulaşması gereken seviyede bulunmamaktadır. Bu bağlamda ülkemizde nehir tipi HES'lerin inşasına hız verilmiştir. Ulusal ve yenilenebilir olmasıyla enerji açığını kapatmakta bir adım öne geçen bu santraller ne kadar doğa dostu gibi görünse de inşaat ve işletme aşamalarında uyulması gereken kurallar ve ilgili denetim mekanizmaları tam ve doğru olarak belirlenmediği takdirde bitki örtüsü, topografya özellikleri, canlı hayatı gibi doğal ortam özellikleri üzerinde olumsuz etkileri ortaya çıkmaktadır.

Araştırmaya konu olan nehir tipi hidroelektrik santral Ayancık (Sinop) ilçe sınırları içerisinde, Ayancık Çayı vadisinde inşa edilmiştir. Santral ve iletim kanallarının yapımının topografya, flora ve fauna başta olmak üzere doğal ortamda üzerinde önemli etkileri olmuştur. Ayancık HES inşaatının sadece Ayancık serisi olan 12 km inşaat alanında yaklaşık olarak 24013 ağaç kesilmiştir. İnşaat aşamasında hafriyatın dere yataklarına dökülmesi sonucunda bulanıklık sebebiyle suyun kalitesi ve içindeki çözülmüş oksijen miktarındaki değişiklikler, balıkların üreme alanlarını ve yumurtaların canlılığını etkilemiştir. Uzun zaman alan inşaat, patlatma, iş makineleri ve taş kırma şantiyelerinin oluşturduğu yüksek toz miktarı, titreşim ve gürültüler, yaban hayvanlarını bu etkilerin olmadığı benzer başka alanlara yönlendirmiştir. Yapılan yollar ile habitat bölünmesi yaşanmış, yabani hayvanların çiftleşme, beslenme ve göç yolları bozulmuştur. Kanal sahasında kazıdan çıkan hafriyat, depo alanları yerine, hiçbir önlem alınmaksızın, doğrudan vadi tarafındaki ormanlık alana dökülmüştür. Kontrolsüz olarak dökülen hafriyat toprağı ormanlık alanda tahribata yol açmış, duyarlılığı düşük olan orman toprağını da harekete geçirerek büyük kütleler halinde heyelanlara yol açmıştır. Bu durum iletim kanalının aşağısında bulunan Ayancık ilçe merkezini tehdit eder boyuta ulaşmıştır. Yükleme havuzu, cebri boru ve HES santral binası inşaatı sırasında çıkan hafriyat Ayancık Çayı'nın batı sahiline dökülmüş bu alanda kıyı yapısını da bozmuştur.

HES'in işletme aşamasında ise orman içerisinden geçen enerji nakil hatlarının yol açtığı yangınlar, yeraltı su seviyesinde değişimler yaşanabilecek, sucul canlılar ve bitki örtüsü olumsuz etkilenecektir.

Bu tip HES inşaatlarında kazıdan çıkan malzemelerin, insan ve çevre sağlığına zarar vermeden, ilgili kamu kuruluşuna başvurarak alınacak izin belgesi ile birlikte "Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Artıklarının Kontrolü Yönetmeliği"ne göre depolanması gerekir.

HES projelerinin inşa edileceği su kaynaklarından alınıp elektrik üretiminden sonra bırakılacak olan suda ve kaynaktan bırakılan can suyunda ortaya çıkacak olan biyolojik, fiziksel ve kimyasal değişimler göz ardı edilmemelidir. Su sıcaklığı veya oksijen miktarındaki küçük değişimler sucul yaşamı ciddi şekilde

etkilemektedir. Düşük akımlar sıcak yaz aylarında balık için suyun aşırı ısınmasına, kış mevsiminde ise buz oluşumuna neden olabilir.

Hazırlanan projelerdeki veriler ne kadar aksi söylene de genel olarak literatür taramalarına dayanmaktadır. Arazide yapılacak gözlem ve araştırmalar sonucu elde edilen verilere göre yapılan çalışmalar sonucu çevreye daha duyarlı projeler ortaya çıkacaktır.

Her akarsuyun çevre şartları ve biyoçeşitliliği belirlenmeli ve bilimsel çalışmalara dayalı olarak belirlenen bu duruma göre akarsu yatağında bırakılacak su miktarı tespit edilmelidir. Cansuyu miktarı ve zamanlamasının kontrolünde uzmanların yanında kamu kurumlarıyla birlikte STK'ların ve yöre halkının da sürece dahil edilmesi daha iyi bir kontrol mekanizması oluşturacaktır.

Nehir tipi HES'lerin planlama çalışmalarında kısa süreli gözlemlerin yerine uzun süreli gözlemlerin dikkate alındığı bir ekohidrolojik değerlendirmenin yapılması 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 olacaktır. Bu su miktarının belirlenmesinde havza ve akarsuyun fiziksel ve hidrolojik özellikleri ile ekolojik özelliklerinin de göz önüne alınması gerekmektedir. Ayrıca akarsuya bırakılacak cansuyu miktarı akarsu çevresinde yaşayan insanların tarımda sulama, içme ve kullanma suyu gereksinimleri çıkarıldıktan sonra geri kalan miktar üzerinden belirlenmelidir (Thoradeniya, 2007).

Santralin iletim kanalları üzerine belirli aralıklarla (500 m ya da 1 km) hayvan geçişlerini sağlayacak köprüler yapılmalıdır. Bununla beraber arazileri iletim kanalı ile bölünen her parsel arazi için insanların geçebileceği köprüler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Akpınar, E., (2005). Nehir Tipi Santrallerin Türkiye'nin Hidroelektrik Üretimindeki Yeri. Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt : 7, Sayı: 2, ss:1-25.
2. Aksungur, M., Ak, O. ve Özdemir, A., (2011). Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Sucul Ekosisteme Etkisi: Trabzon Örneği. Journal of Fisheries Sciences, Cilt:5, Sayı:1, ss:79-92.
3. Atalay, İ., (1997). Türkiye Coğrafyası. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
4. Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü, (2012). Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri, Ayancık.
5. Baysal, M., (2008). Çangal Ormanı (Sinop-Ayancık) Vasküler Bitkiler Florası. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
6. Berkün, M., Aras, E. ve Koç, T., (2008). Barajların ve Hidroelektrik Santrallerin Nehir Ekolojisi Üzerinde Oluşturduğu Etkiler. Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 452, Sayı:6, ss:41-48.
7. Bold, A., Toroc, H. ve Şen O., (2003). Manyetik Alanın İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkisi. III. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu. İstanbul, Bildiri Kitabı, ss:62-68.
8. Çelikler Elektrik Üretim A.Ş., (2009). Zindan Hidroelektrik Santrali ÇED Başvuru Dosyası, Ankara.
9. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, (2010). Ayancık Meteoroloji İstasyonu Yayınlanmamış Döküm Cetvelleri, Samsun.
10. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, (2011). Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik, Ankara.
11. Doğan, O., (2009). Nehir Tipi Hidro Elektrik Santrallerinin Çevresel Etkileri. Doğal Alabalık Çalıştayı. Trabzon, ss:128-134.

12. Emiroğlu, M., (1964). Bartın'da Nüfus Ve Ekonomik Faaliyetler. Zonguldak Bölgesi Ön Plânı, Ankara.
13. İlhan, A., (2006). Batı Karadeniz Bölgesi Tatlı Su Balıklarının Taksonomik ve Ekolojik Özelliklerinin Araştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
14. İlk Elektrik Enerji Üretimi Sanayi Ticaret A.Ş., (2008). Ayancık Hidroelektrik Santrali Proje Tanıtım Dosyası, Sinop.
15. İmar Ve İskan Bakanlığı, (1990). Ayancık İmar Planı Araştırması. Bölge Planlama Dairesi, Ankara.
16. İtu-Map, (2011). Ayancık Hidro Elektrik Santral Alanı Toprak Koruma Projesi, Ankara.
17. Kurdoğlu, O. ve Özalp, M., (2010). Nehir Tipi Hidroelektrik Santral Yatırımlarının Yasal Süreç, Çevresel Etkiler, Doğa Koruma ve Ekoturizmin Geleceği Kapsamında Değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. Artvin, ss: 688-707.
18. Özalp, M., Kurdoğlu, Ö., Erdoğan Yüksel, E. ve Yıldırım, S., (2010). Artvin'de Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Neden Olduğu/Olacağı Ekolojik ve Sosyal Sorunlar. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. Artvin, ss: 677-687.
19. Malczewska, B., (2010). Environmental Conditions of Hydro-Electric Power Station Development Based on Example Of River Bóbr. Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyn.ss:227-235.
20. Maldonado, O.A., Panuncio P.A., Silva D.F., and Silveira J.L., (2006). Technique-Economical Viability of Repowering of Small Hydroelectric Power Plant Considering the Social Insert and Environmental Preservation. International Conference On Renewable Energy and Power Quality (icrepq'06). Balearic Island (Spain).
21. Muluk, Ç.B., Turak, A., Yılmaz, D., Zeydanlı, U. ve Bilgin, C. C., (2009). Hidroelektrik Santral Etkileri Uzman Raporu: Barhal Vadisi. Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Orman Kullanımı ve Koruma Projesi (TEMA, Doğa Koruma Merkezi, ODTÜ ve Artvin Kültür ve Yardımlaşma Derneği).
22. Özdemir, M., (1996). Ayancık İlçe Merkezinin Coğrafi Etüdü. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Coğrafya Bölümü.
23. Sayıştay Başkanlığı, (2004). Ormanların Korunması Hakkında Sayıştay Raporu, Ankara.
24. Thoradeniya, B., Ranasinghe, M., and Wijesekera, N.T.S., (2007). Social and Environmental Impacts of a Mini-hydro Project on the Ma Oya Basin in Sri Lanka. International Conference on Small Hydropower.
25. Ulaş, D., (2010). Macahel'de Hidroelektrik Santrallerin ve Ekoturizmin Çevreye ve Yöre Halkına Etkileri. Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, Cilt: 21, Sayı: 1, ss: 151-158.
26. Yurtseven, İ., (2011). Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Havzalar Üzerindeki Ekohidrolojik Etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:61, Sayı:1, ss:55-62.
27. <http://hydropowerstation.com/?p=1834>, (22.04/2012)