



Sulama Kanalları Üzerine İnşa Edilen Hidroelektrik Santrallerin İşletilmesi Üzerine Bir Çalışma

Cengiz Koç¹¹

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Muğla, Türkiye (ORCID: 0000-0001-7310-073X)

(İlk Geliş Tarihi 20 Mart 2020 ve Kabul Tarihi 23 Mayıs 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.707084)

ATIF/REFERENCE: Koç, C. (2020). Sulama Kanalları Üzerine İnşa Edilen Hidroelektrik Santrallerin İşletilmesi Üzerine Bir Çalışma. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (19), 138-144.

Öz

Son yıllarda, ülkemizde sulama kanalları üzerindeki düşümlerden yararlanarak inşa edilen kanal Hidroelektrik Santralleri ve sulama hizmetlerinin birlikte işletilmesi oldukça önemlidir. Bazı sulama şebekelerinde inşa edilen sulama kanalları hem sulama hem de enerji üretimi için kullanılmaktadır. Bu nedenle, inşa edilen sulama kanalının verimli sulama hizmeti ve enerji üretimi için birlikte işletilmesi önemlidir. Bu çalışmada, Devlet Su İşleri ve özel şirketler tarafından sulama şebekeleriyle birlikte işletilen Hidroelektrik Santraller incelenmiştir. Sulama ve Hidroelektrik Santralin birlikte işletilmesinde karşılaşılan teknik, çevresel ve yönetsel sorunlar analiz edilmiş, sürdürülebilir sulama ve hidroelektrik santral işletmesi için uygun çözüm önerileri sunulmuştur. Sonuç olarak, kanal ve sulama şebekeleri üzerine inşa edilen Hidroelektrik Santraller çevre ile uyumlu olarak verimli bir şekilde işletilmelidir. Ancak, sulama hizmetleri ve hidroelektrik santraller birlikte uyum içinde işletilmezse, çevre, işletme ve bakım, yönetim, izleme ve değerlendirme sorunlarına yol açacaktır. Hidroelektrik üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamak ve sulamada su kaynaklarını daha verimli kullanmak için işletme sürecinde ortaya çıkan bu sorunlara kalıcı ve etkin çözümler bulmak çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Sulama Şebekesi, Hidroelektrik Santral, Sulama Kanalı, İşletme, Türbin Debisi

A study on operation of hydroelectric power plants constructed on irrigation canal

Abstract

Nowadays, it is very important to co-operate of irrigation services and canal Hydroelectric Power Plants built by taking advantage of the drops on the irrigation canals. Irrigation canals in some irrigation schemes serve both irrigation and energy production. Therefore, it is important that the built canal is operated together for optimum irrigation service and energy production. In this study, Hydroelectric Power Plants constructed integrated with irrigation schemes in recent years by private companies and State Hydraulic Works in Turkey were examined. Technical, environmental and management problems encountered in the co-operation of Irrigation and Hydroelectric Power Plants were analyzed, and suitable solutions were offered for sustainable irrigation services and Hydroelectric Power Plant operation. Hydroelectric Power Plants built on canal of irrigation schemes should be operated in harmony with the environment and sustainably. But, if irrigation channels and hydroelectric power plants do not work together in harmony, they will cause important problems in terms of environment, operation and maintenance, administrative, monitoring and evaluation. To ensure the sustainability of hydroelectric power generation and to use existing water resources more efficiently for irrigation activities, it is very important to find permanent and effective solutions to these problems that arise while operating these systems.

Keywords: Irrigation Scheme, Hydroelectric Power Plant, Irrigation Channel, Operation, Turbine Flow

¹ Sorumlu Yazar: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Muğla, Türkiye, ORCID: 0000-0001-7310-073X, cengizko9@gmail.com

1. Giriş

Hidroelektrik enerji, hidrolojik su döngüsüne dayanan yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynağıdır. Hidroelektrik, doğal, güvenilir ve düşük maliyetli yenilenebilir enerji üretim teknolojisi olarak kabul edilmektedir (Brown vd., 2011; IPCC, 2011). Sulama şebekeleri ile bütünleşik olarak inşa edilen hidroelektrik santraller (HES) genellikle kanal ve baraj tipi HES'lerden oluşmaktadır. Kanal ve baraj HES'lerinin amacı, yerel olarak kontrol edilebilen temiz, yenilenebilir bir enerji kaynağı sağlamaktır. Sulama ile bütünleşik barajların enerjisi HES tarafından alınır, daha sonra sulama için sağlanan suyun enerjisi sulama şebekesi üzerine inşa edilen kanal HES'i tarafından bir kez daha alınır. Hidroelektrik enerjinin gelişimi için kullanılmayan önemli bir fırsat sulama kanallarındaki akışlardan enerjiyi yakalamakta yatmaktadır. Ülkemizde 2015 yılı verilerine göre 36 adet kanal HES'i inşa edilerek işletmeye açılmış, kurulu güç 345,63 MW, üretim kapasitesi 1383,90 GWh/yıl dır (DSİ, 2015). Bugün Avrupa Birliğindeki büyük ve küçük ölçekli hidroelektrik santraller tarafından üretilen hidroelektrik enerji, toplam enerji üretiminin %13'ünü temsil etmektedir. Bu durumda, karbondioksit (CO₂) emisyonu yılda 67 milyon tondan fazla azalacaktır (IPCC, 2011). Kanal HES projeleri, Devlet Su İşleri (DSİ) ve/veya özel şirketler tarafından geliştirilmekte ve Sulama Birlikleri ve özel şirketler tarafından birlikte işletilmektedir. Bazı kanal HES projeleri barajlara bağımlıdır. Bu tür bir santralde barajlardan bırakılan su, regülatör tarafından kanala yönlendirilir ve sulama sezonu boyunca düzenli miktardaki sulama suyu ile enerji üretilir ve aynı zamanda kış mevsimi süresince baraj işletme programına göre barajdan bırakılan su ile enerji üretme olasılığı bulunmaktadır (Koç, 2017). Günümüzde sulama kanallarındaki düşümlerden faydalanarak inşa edilen Kanal Hidroelektrik Santralleri ve sulama hizmetlerinin birlikte işletilmesi çok önemlidir. Bazı sulama şebekelerindeki sulama kanalları hem sulama hem de enerji üretimi için hizmet vermektedir. Bu nedenle, inşa edilen kanalın optimum sulama hizmeti ve enerji üretimi için birlikte çalıştırılması önemlidir. Bu çalışmada, Devlet Su İşleri ve özel şirketler tarafından sulama şebekeleriyle bütünleşik olarak inşa edilen HES'ler incelenmiştir. Sulama ve HES işletmesinde karşılaşılan teknik, çevresel ve yönetsel sorunlar analiz edilmiş, sürdürülebilir sulama hizmeti ve HES işletmesi için uygun çözüm önerileri sunulmuştur. Sonuç olarak, kanal ve sulama şebekeleri üzerine inşa edilen HES'ler çevre ile uyumlu olarak verimli bir şekilde işletilmelidir. Ancak, sulama ve santrallerin birlikte uyum içinde işletilememesi, çevre, işletme ve bakım, yönetim, izleme ve değerlendirme sorunlarına yol açacaktır. Hidroelektrik üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamak ve ayrıca su kaynaklarını sulamada daha verimli kullanmak için işletme sürecinde ortaya çıkan bu sorunlara kalıcı ve etkin çözümler bulmak çok önemlidir.

2. Sulama kanalları üzerine inşa edilen hidroelektrik santraller ile sulama şebekelerinin birlikte işletilmesi

Küçük hidroelektrik santrallerin geliştirilmesiyle kullanılmayan önemli bir fırsat sulama kanallarındaki mevcut akışlardan üretilen enerjide yatmaktadır. Kanal tipi HES'leri yapmak için su bir saptırma yapısıyla bir kanala (veya tünele) yönlendirilir, ilgili yapılar ve santraller bu kanal üzerine inşa edilir. Kanal veya tünel, bir düşü kazanmak için uzatılır ve topografya ile jeolojinin en uygun olduğu yerden bir cebri boru ile santrale bağlanır. Kanal tipi hidroelektrik santraller, genellikle rezervuarı olmayan küçük kapasiteli hidroelektrik santrallerdir. Türkiye'de kanal tipi HES'lerin önemi son on yılda daha iyi anlaşılmıştır. Kanal HES'lerin yatırım süresi kısadır (1-3 yıl) ve en önemlisi, yatırım maliyeti büyük hidroelektrik santrallerinden daha düşük (1200-1800 US \$/kW) olduğu için bu projeler ekonomik açıdan uygulanabilir projelerdir. Ancak, santraller sadece mali açıdan güçlü şirketler tarafından inşa edilebilir. Kanal santralleri, su kaynağına ve santralin kanal üzerine inşa edildiği yere göre iki kısma ayrılır. Su kaynağına bağlı olarak baraj-regülatör-kanal-santral veya regülatör-kanal-santral şeklinde bir düzenleme olabilir (Şekil 1) (Koç, 2011). Santralin kanal üzerindeki konumuna bağlı olarak, memba, orta veya mansap yönünde olabilir. Kanal HES'lerinin elektrik üretim süresi sulama mevsimi uzunluğu ile sınırlıdır. Bazı kanal santralleri sulama için sınırlı suya sahip olduğu için yaz aylarında kullanılmazlar, sadece kış döneminde enerji üretilirler (Koç, 2011, 2015). Bazı kanal HES'leri su depolama tesislerine bağlıdır. Bu tür HES'lerde, barajdan bırakılan su, regülatör tarafından kanala yönlendirilir ve düzenli su miktarı ile hem sulama döneminde hem de kış döneminde baraj işletme programı doğrultusunda elektrik üretmesi mümkündür. Kanal HES'lerinin elektrik üretim süreci santral fizibilite raporunda belirlenen sürelerde yapılmalıdır. Kanal üzerine inşa edilen HES'ler yalnızca kanaldaki normal sulama akışlarını kullanacaktır. Kanal HES'leri için diğer kullanımlar ikincil role sahipken sulama hizmetleri birincil amaç olarak kalmaktadır. Hidroelektrik santraller kanalların işletmesi üzerinde hiçbir kontrole sahip olmayıp kanal santrali olarak işletilmelidir. Sulama mevsimi boyunca kanal HES'leri sulama akışlarını kanala yönlendirmekte, santrallerden geçirmekte ve suyu santrallerin hemen altındaki kanala tekrar geri vermektedir. Su kaynaklarından saptırılan sulama suyu mevcudiyeti, iklim koşulları, bitki deseni, arazi kullanım şekilleri ve diğer faktörler nedeniyle yıldan yıla değişmektedir. Bu değişkenlik HES'in üretimini etkileyecektir. Uzun dönemde, iklim değişiklikleri, küresel ısınma, bitki deseni ve arazi kullanım modellerindeki önemli değişiklikler saptırılacak sulama suyu miktarını ve su kullanım desenlerini etkileyecektir.

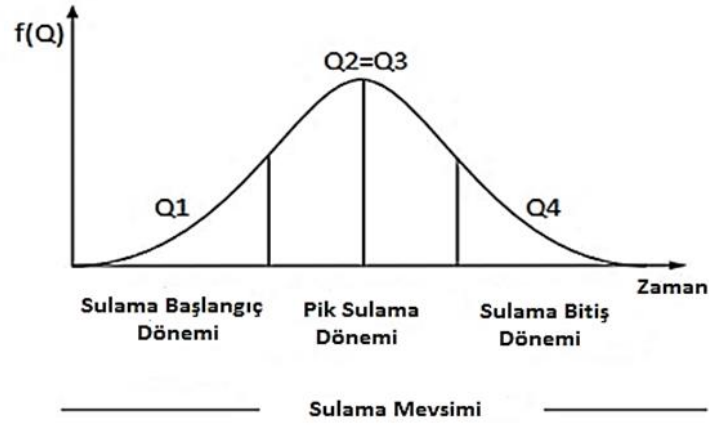


Şekil 1. Türkiye'de inşa edilen ve işletilen bazı kanal HES'leri

3. Sulama kanallarına inşa edilen HES'lerde türbin akış kapasitesinin seçilmesi

Türbin tasarım debisinin seçimi, sulama kanallarına inşa edilecek HES'leri için çok önemlidir. Bu nedenle, özellikle bu tür projelerde, sulama alanında yetiştirilecek bitki desenine dayalı aylık bitki-su tüketim değerleri ve sulama kanalına saptırılan suyun hidrolojisi dikkate alınmalıdır. Kanala saptırılan su miktarı ve sulama mevsimi içerisindeki dağılımı göz ardı edilerek seçilen türbin tasarım debisi, santralde üretilecek enerjinin maksimum seviyeye ulaşmasını önlemektedir.

Sulama mevsiminin gelişimi genellikle bir çan eğrisi şeklindedir. Bir sulama mevsimi, sulamanın başlangıç dönemi, en yoğun (pik) dönemi ve sulamanın bitiş dönemlerinden oluşmaktadır (Şekil 2). Sulama kanallarına saptırılan su miktarı sulamanın başlangıç ve bitiş dönemlerinde pik sulama dönemine göre daha azdır. Bu nedenle, türbin debileri, sulama sezonunun başlangıç ve bitiş döneminde kanala saptırılan suyu dikkate almaksızın sadece kanal kapasitesini veya pik sulama döneminde kanala saptırılan su debisini dikkate alarak seçilirse pik sulama sezonu dışında işletilemezler yada sadece sulama kanalında su biriktirildikten sonra işletilebilirler. Kanalda suyun biriktirilmesi, sulama hizmetlerini kesintiye uğratacağı için istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle, sulama kanalı üzerine kurulacak olan HES'lerin türbin tasarım debileri, sadece kanal kapasitesi, pik sulama dönemindeki debi, fiziksel ve inşaat koşulları dikkate alınarak belirlenmemelidir. Yalnızca kanal kapasitesi, pik sulama dönemi debisi ve santralin kurulduğu yerin fiziksel koşulları dikkate alınarak seçilen türbin tasarım debileri taşkın dönemlerinde ve pik sulama dönemlerinde maksimum enerji üretebilir. Kanal HES'lerinin anahtarı, tüm sulama mevsimi boyunca enerji üretebilen türbin debilerinin seçilmesidir. Sulama kanallarına kurulacak olan HES'ler için türbin tasarım debisinin nasıl seçileceğine ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. Sulama dönemleri ve türbin tasarım debisi

Sulama kanalı üzerinde inşa edilecek olan bir HES projesinde; Kanal kapasitesi $Q_c = 50 \text{ m}^3/\text{s}$, Sulamanın başlangıç dönemi: Nisan-Mayıs-Haziran ayları, Sulamanın başlangıç döneminde kanalda ihtiyaç duyulacak debi, $Q_1 = 8-10 \text{ m}^3/\text{s}$, Sulama pik periyodu: Temmuz-Ağustos aylarıdır, Sulama pik periyodunda ihtiyaç duyulan debi, $Q_{2,3} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$, Sulamanın bitiş dönemi: Eylül-Ekim ayları, Sulamanın bitiş döneminde ihtiyaç duyulan debi, $Q_4 = 8-10 \text{ m}^3/\text{s}$, olsun,

I. Seçenek; pik sulama dönemindeki debi ve kanal kapasitesi dikkate alındığında sadece $2 \times 25 \text{ m}^3/\text{s}$, iki türbin seçimi inşaat ve türbin maliyeti açısından uygun olarak görülebilir, bu durumda sulama başlangıcında ve bitiş döneminde enerji üretilmez. Toplam 2 türbin

II. Seçenek; sulamanın başlangıç ve bitiş dönemleri için $1 \times 10 \text{ m}^3/\text{s}$ ve pik sulama sezonu için $2 \times 20 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli türbin seçilirse, hem sulamanın başlangıç ve bitiş dönemlerinde hem de pik dönem boyunca maksimum enerji üretilecektir. Bu nedenle 2. seçenek, bu proje için en uygun türbin tasarımıdır. $Q_{1,4} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ (1 adet) ve $Q_2 = 20 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_3 = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ kapasiteli 3 türbinin seçilmesi durumunda kanal santralinden maksimum enerji üretilecektir.

4. Sulama şebekeleri üzerine inşa edilen HES tesislerinde karşılaşılan sorunlar

Sulama ve enerji üretim amaçlı sulama kanallarının işletilmesi farklı yönetim kuruluşları (sulama birlikleri, DSİ, özel şirketler) tarafından yürütüleceği için tarafların sorumluluklarını ve çalışma koşullarını belirlemek için bir "Ek Sözleşme" yapılmalıdır. Özellikle, Türkiye'de enerji amaçlı su kullanımını belirleyen Su Kullanım Anlaşması'nın ilgili maddelerine bağlı olarak "Ek Sözleşme" yapılması gerekmektedir. Sulama tesisi su kullanıcı organizasyonuna (Sulama Birliği, Sulama Kooperatifi) devredilirse, su kullanıcı organizasyonları, enerji şirketi ve DSİ arasında Ek Sözleşme imzalanır. Sulama tesisleri DSİ tarafından işletiliyorsa, bu tesis ortak tesis olarak adlandırılır ve bu tesisten yararlanan Sulama Birliği, enerji şirketi ve DSİ arasında Ek Sözleşme imzalanır. Ek Sözleşmeye göre ilgili taraflar arasındaki anlaşmazlıklar DSİ'nin koordinasyonunda çözülmektedir. Sulama ve/veya enerji üretim süreleri veya mevsimleri Ek Sözleşme ile belirlenir. Tarafların DSİ koordinatörlüğü altında kanal bakımını nasıl üstlenecekleri, bakım ve onarım maliyetlerinin hesaplanan sulama/enerji payına katılımı ve taraflarca nasıl ödeneceği Ek Sözleşme ile belirlenir. HES tesisleri çevre ile uyum içerisinde etkin ve verimli bir şekilde işletilmelidir. Ancak, entegre havza yönetim planları, teknik, çevresel, ekonomik ve sosyal konuları dikkate almaksızın geliştirilen hidroelektrik santral projeleri sorunları da beraberinde getirmektedir. HES tesisleri planlama aşamasından işletme aşamasına kadar geçen süreçte çeşitli sorunlar ile karşı karşıyadır. Bu konular; fizibilite raporları, inşaat süresi, sözleşmeler (Su Kullanım Hakkı Anlaşması vb.) çevresel sorunlar ve işletme-bakım ve yönetime ilişkin sorunlar olarak gruplandırılabilir.

4.1. Çevresel sorunlar

İşletmeye açılan HES'lerin en iyi bilinen çevresel tehditleri, ekosistem bozulması, su kimyası ve fiziksel habitat değişiklikleri, türlerin alışkanlıkları ve hareketleri (Malmqvist vd., 2002), tatlı su habitatlarında ve organizmalarında hasar, sulak alanların azaltılması ve sediment taşınmasındaki artışlar (Kingsford, 2000), balık göçünü ve hareketlerini önlemek için balık popülasyonlarında azalma ve yok olma ve doğal akış rejimlerinde önemli değişikliklerdir (SHERPA, 2010). HES'ler genel olarak yenilenebilirlik, acil durum yönetimi ve sel riskinde azalma açısından tercih edilirken, çevreye olumsuz etkileri nedeniyle halkı olumsuz bir muhalefet geliştirmeye itmiştir (Koç, 2012). Sulama ile bütünlük HES'lerin işletme aşamasında karşılaşılan çevre sorunları aşağıda sunulmuştur.

- İnşa edilen HES'lerin memba ve mansabındaki Su Kullanım Hakları sözleşmede açıkça yer almamaktadır. Su kullanıcılar, suyun kanala derivasyon yapısından (regülatör) veya barajdan saptırıldığı nokta ile suyun HES'de enerji üretimini tamamlamasından sonra nehir yatağına ulaştığı nokta arasında büyük bir sorunlar yaşamaktadır. Bu iki nokta arasında kalan ara havza 5-10-15 km ve hatta 50 km olabilir. Havzada, şebeke inşa edilmeyen halk sulaması, içme ve kullanma suyu, çevresel akış suyu (doğal yaşam suyu) için resmi olarak su tahsisi yapılmaması, uzun yıllardır devam eden kullanımların miktar ve zaman açısından nasıl kontrol edileceği, ihtiyaçlar

ve nasıl organize olacağı önemli sorunlardan birini oluşturmaktadır. Havzadaki su kullanımları 'Mansap Su Hakları Raporunda' tanımlanmış olmasına rağmen, uygulamada bazı sorunlar vardır.

-Flora ve fauna ile yaban hayatını sürdürmek için gerekli çevresel akış oranı, HES tesisine ait depolama veya saptırma yapısının (regülatör) mansabında kalan kısmı için proje bazında son on yıldaki ortalama akış miktarının en az% 10'u olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, bu oran bazı nehir yataklarında asla yeterli olmadığı gibi, diğer projeler veya mansapdaki halk sulamaları tarafından kullanılmakta veya aralıklı olarak bırakılmaktadır. Bu nedenle, derenin etrafındaki yaşam alanı yok olmakla karşı karşıyadır. Bu nedenle, % 10 olarak belirlenen çevresel akış, çeşitli habitat simülasyon modeli, halk sulamaları için su gereksinimi ve tahsis edilen su miktarı depolama tesislerinden veya saptırma yapılarından mansaba kesintisiz olarak bırakılmalıdır. Ekosistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için yeterli ekolojik su kaynakları ile birlikte ekolojik yaşam için gerekli su miktarı ve bırakılan suyun koşulları bilimsel bir yöntemle belirlenmelidir. Türkiye'de, 2000'li yılların başında çevresel akış yıllık ortalama akışın % 1'i kadardı. Daha sonra % 2,5'a, sonra % 5'e yükseltildi ve mevcut durumda ortalama yıllık akışın % 10'udur. Ancak, nehir yaşamındaki farklılıklar dikkate alınmadığı için nehir akışında minimum standart seviyesi problem olmaktadır. Türkiye'de bu konuda çalışan uzmanlara göre, nehir ekosistemlerini sürdürmek için gerekli olan su, ortalama yıllık akışın % 40-60'ı olmalıdır (Şekercioğlu ve ark., 2010; TMMOB, 2011). Türkiye'de Batı Akdeniz ve Büyük Menderes Havzalarında araştırılan HES'ler de ekolojik yaşam için bırakılan suyun miktarı, HES'in üzerinde inşa edildiği nehir ve derenin yıllık ortalama akışının %10'udur (Koç, 2012). Bu oran, su ihtiyaçları, zaman ve miktar açısından Su İhtiyaç Raporları, Çevre Etkileşim Değerlendirmesi Raporu ve Su Hakları Raporları ile Su Kullanım Hakkı Anlaşması'nda yer almalı ve doğru ölçülmelidir. Bu miktarı uygulamayan HES tesislerine veya bu suya müdahale eden kullanıcılara gerekli cezai işlemler yapılmalıdır.

-Yapısal ve işlevsel balık geçişleri depolama tesislerinde ve regülatörlerde inşa edilmesine karşın, çoğu tesiste balık geçişi yok yada işlevsellikten oldukça uzaktır. Balık geçidinin inşasına karar vermek için göç dönemi, mevcut balık türleri, HES'in inşa edileceği dereye ait balık büyüklüğü gibi bilgilere ihtiyaç vardır. Bu bilgiler fizibilite raporlarına dahil edilmelidir. Ayrıca, balık geçidi yapılarına ait imalatlar fizibilite raporunda ayrıntılı olarak belirtilmelidir. Topografyanın uygun olduğu projelerde öncelikle doğal tip balık geçidi tercih edilmelidir. Larinier (2008), Fransa'da, yaptığı çalışmada, teknik olarak uygun olmayan ve yeterli suyu bırakmama gibi nedenler ile en uygun balık geçitlerinin bile balıkların göçünde bir miktar gecikme yarattığını ve türbinlerin balık ölümlerine neden olduğunu bildirmiştir. Balıklara zarar vermeyen türbin tipleri tercih edilmelidir. Buna ek olarak, ana kanal ve cebri boru girişi, balıkların geçmesini önlemek için filtre, ses ve ışık kovucular ve çöp rafı yerleştirilmelidir. Ayrıca, mevcut balık geçidinin işlevselliğine dikkat edilmeli ve sorunlar çözülmelidir.

-HES'in memba ve mansabında çevreyi ve enerji üretimini olumsuz etkileyen sedimentin miktarı ve davranışı tanımlanmalıdır. Su kalitesi, su, hava, toprak ve gürültü kirliliğini belirlemek için Enerji Şirketi ve DSİ 3 yılda bir ortak bir çalışma yapmalı, nihai raporlar düzenlenmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Ayrıca, bu duruma uygun bir madde Su Kullanım Hakkı Anlaşması'na eklenmelidir.

-Sulama şebekeleri ile bütünleşik olarak çalıştırılacağı öngörülen HES projelerinin inşaatı süresince ve işletme aşamasında, DSİ, Şirket ve Su Kullanıcı Organizasyonları, ortaya çıkan her türlü atığın ve kazıdan çıkan malzemenin çevre mevzuatına göre nereye ve nasıl taşınacağı ve depolanacağı ve doğal geri dönüşüm için hangi teknolojilerin (sosyal yaşam, ağaçlandırma, yeşil arazi koridorları vb.) uygulanacağı ve doğanın tekrar eski durumuna geri getirileceği konularında ortaklaşa çalışmalıdır.

-Sulama Birlikleri, diğer paydaşlar ve yerel yönetimler, baraj gölleri, kanallar, servis yolları kenarı ve ortak tesisler (sulama ve enerjiye hizmet veren tesis) de dahil olmak üzere kamulaştırılmış alanlar yürüyüş yollarının ağaçlandırılması, Regülatördeki yeşil alan koridorları, gibi parklar ve rekreasyon alanları oluşturmak için işbirliği içinde çalışmalıdır.

4. 2. İşletme, bakım ve yönetim problemleri

- İşletmeye açılmış barajların hidrolojik ve meteorolojik (akış, yağış, kar, buharlaşma, göl seviyeleri, rezervuar giriş ve çıkış akışları vb.) verileri, baraj işletme özelliklerine (maksimum ve minimum işletme seviyesi, taşkın kontrol eğrisi, alan-hacim-seviye tabloları, buharlaşma seviye tabloları, aktif hacim değişiklikleri, özel su tüketim eğrisi, vb.) ilişkin proje bilgileri toplanıp, değerlendirildikten sonra, enerji, sulama ve içme suyu için toplam su ihtiyaçları belirlenir ve baraj giriş akışları tahmin edilerek yıllık baraj işletme programları hazırlanır. Rezervuarı besleyen su kaynaklarının potansiyeli ve rezervuar hacmine bağlı olarak taşkın kontrolü sağlamak için dolusavaktan su atılmaması veya mümkün olan en az miktarda suyun atılmasını öngören baraj işletme programları yardımıyla ülkenin enerji ihtiyaçlarını ve su taleplerini dikkate alan Kamu Elektrik Üretim Kurumu, enerjinin düzenli olarak dağıtımını ve paylaşımını sağlar. Ancak, depolama yapılmaksızın doğal akışları temel alan enerji üretimi öngörüldüğü zaman kanal HES'leri için herhangi bir işletme programı yapılamamaktadır. Regülatör ve depolama tesislerine bütünleşik HES'lerde işletme programlarının uygulanmasından kaynaklanan önemli sorunlar vardır. Enerji fiyatlarının düşük olduğu saatlerde mansaba yeterli su bırakmaksızın su depolanması yapılması ve enerji fiyatının yüksek olduğu saatlerde mansaptaki diğer projeler veya sulama şebekesine bütünleşik veya birbirini izleyen HES'lerde enerjiyi yüksek fiyat ile satmak için üretilmesi mansap projelerinin işletilmesini engellemekte, özellikle mansapdaki sulama projelerinin işletmesini kesintiye uğratmakta ve sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Buna ek olarak, mansapta yer alan bazı HES tesisleri, enerji fiyatlarının yüksek olduğu saatlerde (puant saat) memba bulunan HES tesisinden bırakılan suyu kullanabilecek şekilde tasarlanmadığından, puant saatte bırakılan tüm suyun enerjisini alamaz ve kalan suyu nehir yatağına bırakmak zorunda kalır. Diğer yandan, enerji fiyatının yüksek olduğu saatlerde biriken suyun nehir yatağına aniden bırakılması, nehir yatağının ve diğer tesislere ait su alma yapılarının şekillerinin değişmesine ve bozulmasına, ayrıca doğal yaşam üzerinde olumsuz olaylara neden olabilmektedir.

-Suyun regülatörden veya barajdan kanala saptırıldığı nokta ile HES'de enerji üretiminin tamamlanmasından sonra suyun nehir yatağına ulaştığı nokta arasındaki kuru dere yatağı için "Mansap Su Hakları Raporu" ve "HES enerji üretiminden sonra kuyruk suyu çıkışının mansabında bulunan alan için "Kuyruk suyu Sonra Su Hakları Raporu" hazırlanmalıdır. Her bir HES için hazırlanacak bu iki

rapor ekonomik risk analizini de içermelidir. Bu nedenle, bu hüküm yeni Su Kullanım Hakkı Anlaşmasına girmiştir. Kuyruk suyundan sonraki alanlar için ekonomik analiz ve su hakları raporlarının hazırlanması henüz uygulanmamıştır. Depolama yapıları veya memba kısmında yer alan halk sulaması, içme ve kullanma, su değirmeni gibi tesislere tahsis edilmeyen suyun miktarı ve zamanını dikkate alan bir düzenleme ve envanter içeren bu raporların hazırlanması ve yürütülmesine mümkün olan en kısa sürede başlanmalıdır. Özellikle, halk sulama projelerinin bitki örtüsü, bitki su ihtiyacı ve sulama alanları belirlenerek, ihtiyaç duyulan sulama suyu sosyal devlet kavramı dikkate alınarak sağlanmalıdır. Çevre akışları (ekolojik akış), eski su hakları ve tahsis edilen su miktarı, regülatör ve baraj HES tesislerine ait Su Hakları Raporları ve Çevresel Etkileşim ve Değerlendirme (ÇED) raporlarında tanımlanmalıdır, ancak ÇED raporu gerektirmeyen projelerde, DSİ tarafından onaylanan çevresel akışlar (ekolojik akış), su hakları ve tahsis edilen su miktarı nehir yatağının mansabına kesintisiz olarak bırakılmalıdır.

-Özel sektör tarafından işletilen HES tesisleriyle önceden yapılan Su Kullanım Hakkı Anlaşması hükümlerine ve sulama şebekelerinin işletme, bakım ve yönetim hizmetlerini devralan Su Kullanıcı Birlikleri ile yapılan Devir Anlaşması hükümlerine uyulması koşuluyla, zaman ve su miktarı açısından paylaşım konuları, tesislerin bakım ve yenilemenin yapılması, tesislerin işletme ve bakımı, belirlenen değerlerin ödenmesi, maliyetin ödenmesi, hisse başına miktar (Koç ve Bayazıt, 2015), söz konusu işlerin kimin tarafından yapılacağı, kesin hesapların nasıl uygulanacağı, mahsuplaşma ve yıl sonuna kadar nasıl hesapların tamamlanacağı konularını kapsayan 'Ek Sözleşme' yapılmalıdır (Koç, 2011). Diğer yandan, HES Şirketleriyle sulama şebekelerini işleten Su Kullanıcıları Birlikleriyle yapılacak Ek Sözleşme, Su Kullanıcı Hakları Anlaşmasına göre hükme bağlanmalıdır. Ancak, Su Kullanıcı Birliklerinin bu sözleşmeyi imzalamak için herhangi bir mevzuatı bulunmamaktadır. Bu nedenle, bazı HES şirketleri ve Sulama Birlikleri bu ek sözleşmeyi imzalamayı reddetmektedir.

- Nehir ve derelerdeki suyun akış güvenliğini kesintiye uğratan müdahaleler yapılmaktadır. Suyu kullanan paydaşlar, nehir ve akarsuların akış düzenini kesintiye uğratabilecek şekilde sabit tesis veya su alma yapılarını izinsiz kuran, suyu izinsiz ve kontrolsüz kullanan halk sulama sistemlerinin nasıl disipline edileceği konularında ortak çaba ve işbirliği yapılmalıdır. Ayrıca, vandalizm nedeniyle, özellikle ortak tesislerde önemli bir hasar problemi oluşmaktadır. Sorunların çözümü için işbirliği yapılmalı ve kurallara uymayan eylemleri hakkında cezai yaptırımların uygulanmasına gerekli özen gösterilmelidirler.

- HES'lerin işletilmesinde kullanılan türbin debisi, sulama için ihtiyaç duyulan debiyle örtüşecek şekilde planlanmalıdır. Barajlardan bırakılan suyun sulama şebekelerine verilmeden önce enerjisi alınmakta ve daha sonra sulama şebekelerinde kullanılmaktadır. Havzada paydaşların katılımı ile hazırlanan Havza Genel Sulama Planında kullanılacak debilerin belirlenmesinde baraj ve kanal hidroelektrik santrallerinin minimum ve maksimum debileri dikkate alınmalıdır (Koç ve ark, 2010; Koç, 2015). Su kaynakları için sadece tek bir sektörü temel alan yaklaşımlar geçmişte etkili olmuş ve günümüzde de faaliyetlerine devam etmektedir. Bu tür bir yaklaşım, kaynakların geliştirilmesi ve yönetiminde koordinasyon eksikliğine ve bölünmeye yol açar (Cap-Net, 2008).

- Havzalarda inşa edilen HES'ler sulama planlarıyla yakından ilişkilidir. Özellikle, sulama sistemleriyle bütünleşik HES tesislerinde önce barajlardan bırakılan suyun enerjisi alınır ve daha sonra su sulama için sulama şebekesine saptırılır. Bu nedenle, Genel Havza Sulama Planları hazırlanırken barajlardan sulamaya bırakılan debinin HES'de kullanılan debiler ile örtüşmesi dikkate alınmalıdır. Koç (2011, 2012; Koç ve ark., 2016) yaptığı çalışmalarda, sulama şebekeleriyle bütünleşik kanal HES'lerinin işletilmesinin sulama ve enerji üretimi açısından çok önemli olduğunu belirtmiştir. Hidroelektrik enerji üretimi ve sulama gelirlerini en üst düzeye çıkarmak için, havzalardaki sulama şebekeleri için hazırlanan sulama programlarının enerji üretim koşullarını da dikkate alması gerekmektedir. Koç (2011) yaptığı çalışmada, kanal HES'lerinin üzerinde inşa edildiği sulama kanalı kapasitesinin uygunluğu, sulama mevsiminde kullanılan sulama suyunun miktarı ve sulama mevsimindeki dağılımını temel alan türbin debilerinin seçilmesi enerji üretimini maksimuma çıkardığını belirtmiştir.

-Kurumlar arasında uzlaşmazlık yaratan ve yönetsel işleyişi yavaşlatan çok başlı ve karmaşık kurumsal yapıdan uzaklaşmak için gerekli önlemler alınmalıdır. Bunun için en etkin yöntem, Kamu kurumu, su yönetimi, karar vericiler ve denetleme kurumu için temel planlamanın göz önüne alınmasıdır.

-HES tesislerinin planlama, inşaat ve özellikle işletme aşamalarında her türlü kontrol ve yaptırımların uygulanması için gerekli mevzuat çalışmaları acilen yapılmalıdır. Kurumların görev, yetki ve sorumlulukları açıkça tanımlanmalıdır. Her nehir ve çevresi için "Nehir Çevre Yönetimi ve Denetimi Programı" oluşturulmalı ve program ilgili birimler tarafından dikkatle uygulanmalıdır.

-Enerji, sulama, çevresel akışlar, su tahsisi olan veya olmayan su miktarını belirlemek için kullanılan ölçüm tesisleri DSİ kriterlerine (Koç, 2018; Koç ve ark., 2017) göre su kullanıcı organizasyonları tarafından maliyetleri karşılanan uzaktan algılama sistemleriyle birlikte kurulmalı ve DSİ anlık izleme için gerekli çalışmaları başlatmalıdır.

-Sulama, enerji, çevresel akışlar ve diğer tahsisler bırakılan suyun miktarını belirlemek için kullanılan ölçüm tesislerinden güvenilir veri elde edilememesi, ölçüm yapan kişinin yeterli titizliği göstermemesi, sağlıklı olarak çalıştırılmaması, uygun olmayan kesite kurulması, ölçüm tesislerinin sayısal olarak yetersiz olması gibi durumlar ilgili su yönetim bölümleri arasında koordinasyon ile giderilmelidir.

-İzleme ve değerlendirme için başlatılan Coğrafi Bilgi Sistemlerine (CBS) dayalı yazılım programı tamamlanmalı ve kullanıma sunulmalıdır (Koç, 2018).

5. Sonuç ve öneriler

Ülkemizde kanal HES'lerinin inşaatı, ekonomik ve uygulanabilir olmaları koşuluyla ülkenin enerji ihtiyaçlarının karşılanmasına katkıda bulunacaktır. Kanal HES'leri için en büyük sorun, rezervuarlarının bulunmaması ve bu nedenle su akışının yeterince kontrol

edilememesidir. Sonuç olarak, elektrik üretimi mevsimden mevsime büyük ölçüde değişir, ayrıca bulunduğu bölgeye bağlı olarak, üretim birkaç ay içinde sifıra düşebilir. Sulama amacıyla inşa edilecek kanalların enerji amaçları için kullanıldığı düşünülürse, kanal güzergahının jeolojik yapısı, kanal tasarımı ve inşaatı detaylı olarak planlanması ve oluşabilecek tüm durumlar planlama aşamasında düzeltilmelidir. Santralin kanal HES'leri için kanal üzerine kurulduğu nokta, üretilebilecek enerji miktarını belirler. Enerji Şirketleri ve Sulama Birlikleri çalışma koşullarını ve sorumluluklarını belirleyen Ek Sözleşmenin hazırlanması ve imzalanması, hizmetlerin gecikmeksizin verimli bir şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Enerji santrallerinin inşa edildiği sulama kanallarında; sulama hizmetleri öncelikli olduğundan, enerji şirketleri sulama hizmetlerini aksatıcı faaliyetlerde bulunmamalıdır (enerji fiyatlarının yüksek olduğu ve fisibilite raporunda belirlenen çalışma saatleri dışında enerji santrallerini işletmek). Sulama kanalları üzerine kurulu ardışık enerji santrallerini yöneten şirketler ile sulama hizmetlerini yöneten Sulama Birlikleri arasında bir işbirliği olmalıdır. Hazırlanan santral fizibilite raporları uygulama koşullarını yansıtmalı ve gerçekçi olmalıdır. Enerji işletiminde, fizibilite hidrolojisi dikkate alınmalıdır.

Enerji şirketleri, sulama sezonunda gerçekleşen sulama hidrolojisine göre türbin debisini seçmelidir. Sulama Birlikleri ve DSI tarafından hazırlanan Havza Genel Sulama Planlaması, santralin minimum türbin debisini mümkün olduğunca dikkate almalıdır. Sulama mevsiminde mevcut su miktarı sulama gereksinimini aşarsa, enerji üretimi devreye alınmalıdır. Enerji Şirketleri ve Sulama Birlikleri su kaynaklarını yöneten DSI ile sürekli koordinasyon içinde olmalı ve kesintisiz bilgi akışı sağlanmalı ve tüm taraflar kendi bilgi veritabanlarını oluşturmalıdır. Sulama ve enerji üretim tesisleri, entegre havza yönetiminin bir parçası olarak planlanmalı, inşa edilmeli ve işletilmelidir. Kanal HES'in işletilmesinde nehir yataklarında bulunan eko-sistemlerin varlığı ve sürdürülebilirliği dikkate alınmalıdır. Özellikle, büyük kapasiteli ana kanallar üzerine inşa edilen HES'lerde ana kanal işletimi önemlidir. Ana kanal Sulama Birliği ve Enerji Şirketleri tarafından kurulan bir ekip tarafından işletilmelidir. Kanal HES'lerinin inşa edildiği yerde kanal HES'e giren ve çıkan suyu ölçmek için, elektronik ölçüm cihazları kurulmalı ve arıza veya hata durumunda ölçümleri yapabilmek için gerekli önlemler alınmalıdır. Kanal HES binaları yapısal, görsel ve estetik açıdan mevcut doğal dokuya uygun olarak inşa edilmeli ve ağaçlandırılmalıdır.

Kaynakça

- Brown, A., S. Müller, & Z. Dobrotková. (2011). Renewable energy markets and prospects by technology. Paris: International Energy Agency (IEA)/OECD.
- Cap-Net. (2008) Performance and Capacity of River Basin Organizations, Cross-case Comparison of four available at: RBOs” [http://cap-net.org/sites/cap-netorg/files/RBO %20 performance.doc.2008](http://cap-net.org/sites/cap-netorg/files/RBO%20performance.doc.2008).
- DSI (State Hydraulic Works) (2015). Hydroelectric energy generation in Turkey. Accessed May 23, 2015. [http://www.DSI.gov.tr/english/ser vice/enerjie.htm](http://www.DSI.gov.tr/english/service/enerjie.htm).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2011). Special report renewable energy sources and climate change mitigation. Working Group III-Mitigation of Climate Change, IPCC.
- Kingsford, R.T. (2000) Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia”. *Austral Ecology*, Volume 25, Issue 2: 109-127.
- Koç, C. (2011). Co-operation of irrigation and canal hydropower plants. 2nd Istanbul International Water Forum. May 3–5, Istanbul, Theme 3, Side activity, 5. Session (May 5, 2011) Kağıthane Hall, Turkey.
- Koç, C. (2012). Problems and solutions related to hydroelectric power plants constructed on the Buyuk Menderes and the West Mediterranean Basin”. *Energy Sources. Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 34 (15), 1416–1425.
- Koç, C. (2015). A study on the role and importance of irrigation management in integrated river basin management. *Environ Monit Assess.* 187:488.
- Koç, C. (2017). A study on importance and role of irrigation and hydropower plant operation in integrated river basin management. *Computational Water, Energy, and Environmental Engineering* 6:1– 10.
- Koç, C. (2018). Entegre Havza Yönetiminde Su Kaynaklarını Modern Yöntemler ile Ölçme, İzleme ve Değerlendirme Olanaklarının Araştırılması. *European Journal of Science and Technology*. No. 14, pp. 222-227.
- Koç, C., & Bayazıt, Y. (2015). A study on assessment financing of irrigation schemes. *Irrigation and Drainage*, ISSN 1531-0361. Volume 64, Issue 4, 535-545.
- Koç, C., Özdemir, K., Fayrap, A. (2010). Entegre Nehir Havza Yönetiminde Sulama İşletme Hizmetlerinin Yeri ve Önemi Üzerine Büyük Menderes Havzasında Yürütülen Bir Çalışma”. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu 27–29 Mayıs, Kahraman Maraş, Bildiriler Kitabı, 187–200, 2010
- Koç, C., Y. Bayazıt, & R. Bakış. (2016). A study on determining the hydropower potential of Çine Dam in Turkey. *Computer Water, Energy Environment Engineering* 5:79–85.
- Larinier, M. (2008). Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France”. In: *Hydrobiologia*, 609.1, pp. 97–108, 2008
- Malmqvist, B., and Rundle, S. (2002). Threats to the running water ecosystems of the world”. *Environ. Conserv.* 29:134–153, 2002
- Sekercioglu, C.H., Anderson, S., Akcay, E., Bilgin, R., Can, Ö.E., Semiz, G., Tavsanoglu, Ç., Yokes, M.B., Soyumert, A., İpekdal, K., Sağlam, İ.K., Yücel, M., & Dalfes, N. (2010). Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biol Conserv.*, 144(12):2752–69, 2010
- SHERPA. (2010). Hydropower and environment—technical and operational procedures to better integrate small hydropower plants in the environment”. *Intelligent energy for Europe and small hydropower energy efficiency campaign action (SHERPA)*. Italy: APER; p. 23,
- TMMOB (Union of Chamber of Turkish Architects Engineers). (2011).The report on hydropower projects”, (www.tmmob.org.tr/resimler/ekler/682384b57-999789_ek.pdf); 2011 [accessed 15.11.2011].