

KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLERİN ENERJİ POTANSİYELLERİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

Mustafa ONÜÇYILDIZ¹ Naci BÜYÜKKARACIĞAN²
M. Erkan ERKMEN³

¹Selçuk Üniversitesi, m13yildiz@selcuk.edu.tr

²Selçuk Üniversitesi, nacibk@selcuk.edu.tr

³Selçuk Üniversitesi, merkanerk@hotmail.com

ÖZET

Günümüzde enerji gereksiniminin çok büyük bir kısmı fosil kökenli yakıtlardan (petrol, doğal gaz, kömür) karşılanmaktadır. Fosil kökenli yakıtların çıkarılma, taşınma, işleme ve enerjiye dönüştürülme aşamalarında çevreye olumsuz etkileri bulunmaktadır. En olumsuz etki son kullanım aşamasında oluşur. Yanma sonucu açığa çıkan ürünler (CO_x, SO_x, NO_x, hidrokarbonlar, kül, katran ve diğer kirleticiler) küresel ısınmaya ve asit yağmurlarına neden olurlar. Fosil yakıtlarla ilgili bir diğer olumsuzluksa gittikçe tükeniyor olmalarıdır. Birçok ülke mevcut enerji kaynaklarını daha temiz ve daha verimli kullanmaya ve yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmaya çalışmaktadır. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynağı olan ve dünyada pek çok ülke tarafından tercih edilen hidrolik enerji bakımından oldukça zengindir.

Bu çalışmada, su gücünden enerji üretme alternatiflerinden birisi olan Küçük Hidroelektrik Santral (KHES)'lerin, dünyadaki, Avrupa'daki ve Türkiye'deki mevcut durumları incelenerek, KHES'lerin enerji potansiyellerini, katkılarını ve çevresel etkilerini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Çevre, Küçük Hidroelektrik Santral, Hidroenerji, Hidrogüç potansiyeli, Nehir Tipi Santraller, Su Gücü, Yenilenebilir Enerji

**POTENTIAL ENERGY AND ENVIRONMENTAL IMPACT OF SMALL
HYDROPOWER PLANTS**

ABSTRACT

Today, a large portion of energy requirements are met from fossil fuels (oil, natural gas, coal). Extraction of fossil fuels have negative environmental impacts during transportation , processing and energy conversion stages. Released as a result of combustion products (CO_x , SO_x, NO_x, hydrocarbons, ash, tar and other contaminants) cause global warming and acid rain . Another disadvantage associated with fossil fuels is that they are increasingly running out . Many countries have been working to make more use of renewable energy sources and cleaner more efficient use of existing energy resources. our country is rich in hydropower which is renewable energy sources and preferred by many countries in the world.

In this study, environmental impacts have been revealed by searching water power to generate energy alternatives , one of the Small Hydroelectric Power Plant (Khesar) in the world , in Europe and in Turkey examine the current situation , Khesar energy potential , additives.

Key words: Environment, Small Hydroelectric Power , Hydropower , Hydropower potential, River Type Plants, Water Power , Renewable Energy

1. GİRİŞ

Günümüzde enerji tüm dünya için oldukça stratejik giderek önemini arttıran bir konuma gelmiştir. Bununla birlikte pek çok ülke, kısa, orta ve uzun vadeli enerji politikalarını belirlemişlerdir. İnsan nüfusuna, teknolojik gelişmelere ve tüketim artışına bağlı olarak, ülkelerin enerji ihtiyacı da giderek artmaktadır. Fosil kaynakların tükenmesi, arz-talep dengesini sarsmakta ve ülkeleri enerji ithalatına sevk etmektedir. Gelecek 20 yılda, Dünya Enerji Konseyi (WEC) raporlarına göre dünya enerji ihtiyacı projeksiyonunda da, toplam enerji talebinin %60 artacağı öngörülmektedir [1].

Gelişmiş ülkelerdeki artan tüketim ve bunun sonucunda oluşan enerji ihtiyacı tablosunun diğer yüzünde ise dünyada yaklaşık 2 milyar insanın, modern enerji kaynaklarından yoksun olarak hayatlarını sürdürme çabası yer almaktadır. Bu insanlar, odun, pil, mum ve gazyağı ile hayatlarını sürdürmeye çalışmakta ve gelirlerinin önemli bir

kısmını bu ürünleri almak için harcamaktadırlar. Çok yoksul insanlar dahi günde ortalama 1 kw saat'lik bir enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bunun için de gelirlerinin yaklaşık üçte birini bu ihtiyacı karşılamak için harcamaktadırlar [3].

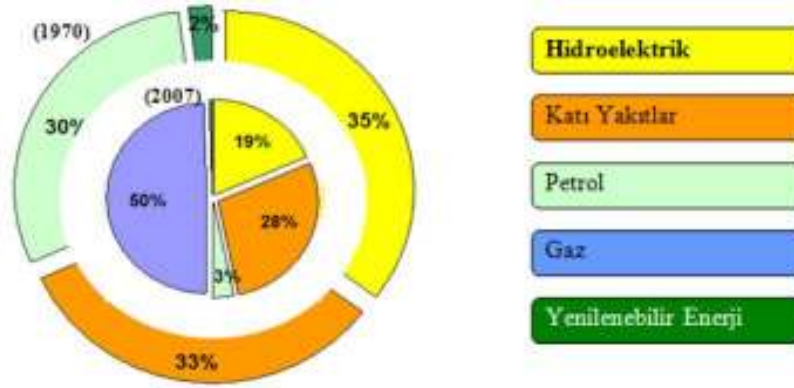
AB ülkelerinin son 17 yıldaki enerji performanslarına bakıldığında, bu ülkelerin enerji ithalatının % 8,6 arttığı görülmektedir. Aynı şekilde, ülkelerin harcadığı her bir birim para karşılığında elde ettikleri enerji miktarı da %27,4 azalmıştır. Bu hızlı düşüş, ülkeleri uzun soluklu projeler üretmeye, mevcut durumda kullanılan enerji kaynaklarını sorgulamaya itmektedir.

Bu çalışmada, öncelikle KHES'ler tanımlanmış, dünyadaki, Avrupa'daki ve ülkemizdeki durumları incelenmiştir. KHES'lerin Türkiye enerji ihtiyacına olan katkıları, potansiyelleri ve çevresel etkileri incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı ise, ülkelerin KHES enerji potansiyellerinin hesaplanma yöntemleri, bu alanda yapılan çalışmalar ve sonuçları ile, KHES'lerin çevresel etkileridir. Üçüncü bölümde, KHES'lerin kuruluş nedenleri üzerinde çözümlenmeler yapılmış, son bölümde ise, KHES'ler yerine Türkiye'deki diğer enerji alternatifleri ve potansiyelleri ile, alternatif çözüm önerileri üzerinde durulmuştur.

2. HİDROELEKTRİK ENERJİ

Su yüzyıllardır yaşam alanlarımız için kritik öneme sahip olmuştur ve aynı zamanda bir enerji kaynağıdır. Bugün dünyada 160'dan fazla ülke su gücünden faydalanarak enerji üretmekte ve bu ülkelerin üretmiş olduğu enerji, yaklaşık 3100 TWh/yıl'a ulaşmıştır [19] Bu miktar, yaklaşık olarak 2010 yılı Türkiye enerji ihtiyacının 14 katına eşittir. Dünya Enerji Konseyi'nin 2010 raporuna göre de, önümüzdeki 20 yılda hidroelektrik santraller aracılığı ile üretilen enerji miktarında önemli bir artış olacağı öngörülmektedir. Yine aynı rapora göre, dünya hidrogüç potansiyelinin 15.955 TWh/yıl olduğu tahmin edilmektedir (Türkiye yıllık enerji ihtiyacının yaklaşık 70 katı) [17].

Türkiye'de ise, 2009 yılı itibari ile hidroelektrik santrallerden yılda 47.871 GW.h enerji üretilmiştir. Bu rakam, ülke enerji ihtiyacının % 21'ine denk gelmektedir. Türkiye'deki toplam hidrogüç potansiyelinin ise 140.000 GWh/yıl olduğu tahmin edilmektedir [20].



Şekil 1 Enerji Kaynaklarına Göre Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Yüzdeleri

(Kaynak: TEİAŞ, 2009: 2-3)

1970'den günümüze Türkiye'nin enerji üretmek için kullanmış olduğu kaynaklarda büyük bir değişim görülmektedir (Şekil 1). 1970'li yıllarda baskın olan petrol ve hidroenerji, yerini gaz ve katı yakıtlara bırakmıştır. 1970'de %2'lik bir paya sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları ise, %0,37'ye gerilemiştir.

2.1 KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER (KHES)

Güç bölgeleri için maksimum sınır 10-50 MW arasında kabul edilmektedir. Enerji nakil hatları ile ulusal enerji şebekesine bağlanılabildiği gibi yerel olarak bir kasabanın, bir yerleşim bölgesinin veya büyük bir fabrikanın enerji ihtiyacını karşılamak için de kullanılabilir. 10 MW'lık bir güç 10.000 nüfuslu 2.000 evin enerji ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Ülkemiz küçük hidroelektrik potansiyel bakımından oldukça zengindir.

Mini ölçekli hidroelektrik sistemler: Bu sistemler ulusal enerji şebekesine daha az katkıda bulunurlar. Genellikle balık çiftliklerinin, akarsu kenarlarındaki küçük yerleşim bölgelerinin elektrik ihtiyacını karşılamak üzere 101 kW ile 10.000 kW güç bölgesi aralığında yerel olarak tasarlanırlar. 100 kW'lık bir güç ile toplamda 100 kişinin yaşadığı 20 evin enerji ihtiyacını karşılamak mümkündür [4].

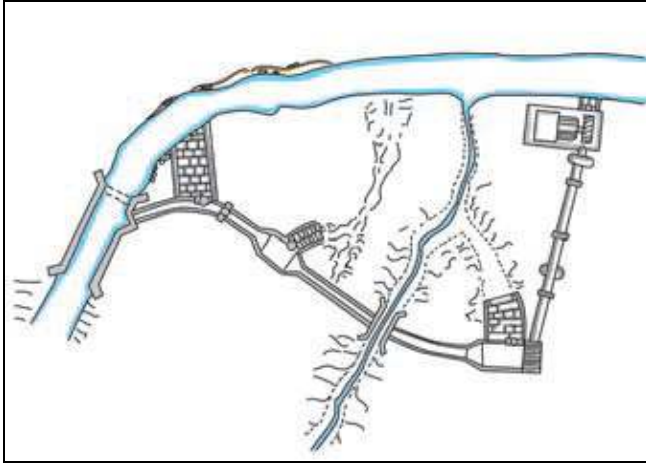
Mikro ölçekli hidroelektrik sistemler: Bu sistemler çok daha küçük ölçekte olurlar ve ulusal enerji şebekesine enerjisi sağlamazlar. Ana yerleşim bölgelerinden uzaktaki alanlarda yani ulusal enerji şebekesinin ulaşmadığı bölgelerde kullanılırlar. Güçleri, genellikle çok küçük bir yerleşim yeri veya çiftlik için yeterlidir. Güç bölgeleri, 200 Watt'tan başlayarak bir grup evin veya çiftliğin yeterli aydınlanma, pişirme ve ısınma enerjisini sağlayacak şekilde 100 kW'a kadar çıkabilir. Küçük fabrikaların veya balık

çiftliklerinin enerji ihtiyacını karşılayacak şekilde ve ulusal enerji sisteminin bir parçası olmaksızın çalışabilirler. Mikro ölçekli hidroelektrik sistemler, yalnızca yaz aylarında yaşamın olduğu yüksek yayla ve mezraların enerji ihtiyaçlarını karşılamak için de çok uygun bir seçenektir. Örneğin Karadeniz bölgesinin yüksek yaylaları bu türbinlerin kurulup işletilmesi için çok elverişlidir.

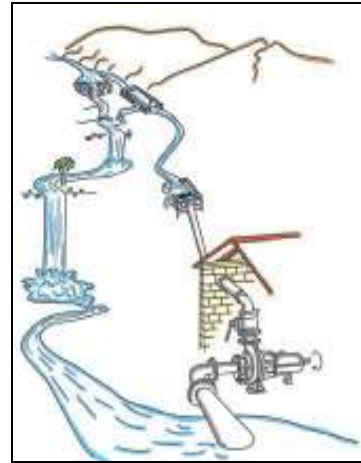
Yaylalar genellikle küçük debi, yüksek düşüye sahip akarsuların yakınında, yani suyun bol olduğu yerlerde kurulmuştur. Bu yörelerde elektriğe sadece bahar ve yaz aylarında ihtiyaç duyulmaktadır. Merkezi sistemlerle buralara elektrik getirmek hem çok pahalı hem de çok zordur. Çetin kış koşullarının hüküm sürdüğü bu bölgelerdeki aşırı yağışlar ve fırtınalar bu enerji nakil hatlarına büyük zarar verebilmektedir. Bu nedenle günümüzde hâlâ birçok yayla ve mezrada elektrik bulunmamaktadır. Yerel olarak ve kolaylıkla yapılabilecek mikro su türbinleri, bahar ve yaz aylarında gereken elektrik enerjisi için kullanılabilir. Yayladan dönüşün başladığı sonbahar aylarında ise sökülerek kapalı bir alanda saklanabilir, böylece zorlu kış şartlarının etkisinden korunabilirler. Mikro hidroelektrik sistemlerde elektrik üretimi zorunlu değildir. Değirmen sistemlerinde olduğu gibi mekanik enerjisinden yararlanılarak un öğütme vb. gibi birçok uygulama için de kullanılabilirler. Her iki kullanımda da sistem özellikleri aynıdır. Düşüye göre yapılan sınıflandırmada 2-20 m alçak düşü, 20-150 m orta düşü ve 150 m ve yukarısı yüksek düşü olarak kabul edilir. Genellikle düşük birim maliyeti nedeniyle orta ve yüksek düşülü sistemlerin yapılması tercih edilir. Ülkemiz hem büyük hem de küçük debili akarsular bakımından zengin bir ülkedir. Buna karşın küçük debili akarsuların hidrolik potansiyelinden elektrik üretimi yeterli ölçüde değildir. Son yıllarda çıkarılan yeni yasa ve yönetmenliklerle küçük hidroelektrik santrallerin kurulumu ve işletilmesi önündeki engeller aşılmış, birçok yeni proje hazırlanmıştır. Bu kapsamda 500 kW güce kadar santral kurma ve işletme serbestliği getirilmiştir. Küçük, mini ve mikro ölçekli hidroelektrik santrallerin avantajları; merkezi enerji nakil sisteminden bağımsız olarak da çalışabilmeleri, ilk kurulum maliyetlerinin düşük, işletme ve bakım masraflarının az olması, çevre kirliliğine neden olmamaları, uzun ömürlü olmaları ve yerel olanaklarla yapılabilmeleridir. Bu tür (küçük, mini, mikro) hidroelektrik santrallerde su, bir basınçlı boru veya kanal yardımıyla yüksek bir yerden alınarak türbine verilir. Türbinlere bağlı jeneratörlerin dönmesiyle de elektrik enerjisi elde edilir. Üretilen elektrik enerjisi doğrudan kullanıma sunulabilmenin yanında bataryalarda depolanabilmektedir. Türbinden çıkan su tekrar akarsu yatağına verilir. Türbinden elde edilen güç, suyun düşü (üst ve alt kodlar

Mustafa ONÜÇYILDIZ-Naci BÜYÜKKARACIĞAN-M. Erkan ERKMEN

arasındaki düşey mesafe) ve debisine (türbinlere birim zamanda verilen su miktarı) bağlıdır. Düşü ve debinin artması sudan alınacak gücün artmasını sağlar. Küçük hidroelektrik sistemler depolamalı ya da depolamasız olarak yapılmaktadır. Depolamasız sistemde bir saptırma savağı ve su alma ağzından kanala verilen su bir yükleme odasına kadar getirilir. Yükleme odasındaki fazla su için bir taşkın savağı bulunur (Şekil 2). Su bir basınçlı borudan geçirilerek türbine verilir ve burada hidrolik enerji mekanik enerjiye çevrilir. Depolamalı sistemde ise suyun önü bir baraj sistemiyle kapatılır (Şekil 3). Bu sistemin avantajı yağışlı mevsimde suyun barajda tutulmasıdır. Böylece yağışsız ve kuru mevsimde de gerekli potansiyel enerji sağlanmış olur. Depolamasız sistemde suyun önü kesilmez, sadece bir kısmı bir kanal içerisine alınır. Küçük hidroelektrik santraller genellikle depolamasız sistemlerdir. Bu sistemlerin en büyük dezavantajı kurak mevsimde türbin için gerekli debiyi verememeleridir. En büyük avantajıysa yerel olanaklar ve çok düşük bir maliyetle yapılabilmeleleridir. Ayrıca akarsu yatağına en az zarar veren sistemlerdir. Yükleme odasında günlük ayarlamalarla su debisi kontrol edilir. Depolamalı sistemler daha karmaşık ve pahalıdır. Zaman içerisinde çeşitli problemlerle karşılaşılır. Örneğin baraj gölü belirli bir sürenin ardından kum ve kille dolmaktadır. Böyle bir durumda boşaltılması hem pahalı hem de çok zordur. Baraj bir süre sonra ömrünü tamamlar [8].



Şekil 2 Depolamasız Hidroelektrik Güç Sistemi



Şekil 3 Depolamalı Hidroelektrik Güç Sistemi

Türkiye’de bilinen ilk hidroelektrik santral, 1902 yılında Tarsus ilçesinde inşa edilmiştir. 60 KW’lık potansiyele sahip bu tesis, ülkenin o dönemki toplam 29.664 KW’lık

enerji ihtiyacının yaklaşık %0,2'lik bir kısmını karşılamaktadır. Sanayileşme ve 1935'de yeni barajların kurulmasıyla birlikte, 1940'da hidroelektrik santrallerden üretilen elektrik, toplam ihtiyacının %3,2'sini karşılayabilecek konuma ulaşmıştır. 1954'de DSİ'nin kurulması ile beraber, baraj inşaatları hız kazanmış, 1990'lı yıllarda toplam ihtiyacın %40'ına cevap verebilir hale gelmiştir. 90'lı yıllardan sonra termal santrallerin kurulması, hidroelektrik santrallerin enerji payını %24,5'e düşürmüştür. [1] 2009 yılı itibari ile Türkiye'de kurulu 501 lisanslı hidroelektrik santralin 298 adeti KHES statüsündedir. Mevcut KHES'lerle 2010 yılı Türkiye toplam enerji ihtiyacının sadece %0,3'ü karşılanabilmektedir. Yapılan yeni yasal düzenlemeler ile özel sektörün enerji sektöründe büyük yatırımlar yapmasının önü açılmıştır. Mart 2008 tarihine kadar geçen sürede özel sektör bu alanda 1064 proje geliştirmiştir. Ancak yapılan yasal düzenlemelerde, çevre ile ilgili herhangi bir düzenlemenin olmaması, çevreciler, sivil toplum kuruluşları ve yöre insanının büyük tepkisini çeken çevresel tahribatlara yol açmaktadır [6], [7].

Avrupa'da KHES yapılanmasına bakıldığında, KHES'lerinin yaklaşık 100 yıldan bu yana, Malta ve Kıbrıs dışında, bütün ülkelerde alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmakta olduğu görülmektedir. WEC (World Energy Council)'e göre, bu alandaki öncü ülkeler Çek Cumhuriyeti, Romanya, Bulgaristan, Slovenya, Slovakya, Türkiye ve Polonya'dır. Diğer yandan, bu öncü ülkeleri de içeresine alan AB ülkelerinde, KHES'ler aracılığı ile üretilen ortalama enerjinin, toplam ihtiyacı karşılama oranı henüz %1'i geçebilmiş değıdir [21].

2.1.1. KHES'LERİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

2.1.1.1 Küçük Hidroelektrik Santrallerin Üstünlükleri

1. Ulaşımı güç olan ve ulusal sistemden beslenemeyen kırsal bölgelerdeki köy ve diğer yerleşim birimlerinin enerji ihtiyacının karşılanmasında küçük hidroelektrik santraller önemli rol oynamaktadır. Bu tesisler, söz konusu bölgelerin sosyoekonomik ve kültürel gelişimlerinin hızlanmasına da destek olmaktadır.

2. Küçük hidroelektrik santrallerin türbin-jeneratör guruplarının standartlaştırılmaları kolaydır. Böylece ilgili teçhizatın yapımı çok ekonomik hale gelir ve işletme - bakım problemleri asgari düzeye iner. Türbin-jeneratör ve transformatörün bir blok halinde ve otomatik işler şekilde yapılmasıyla, aynı bölgedeki çok sayıda santral bir tek teknisyen tarafından kontrol edilebilir. Bunun neticesi olarak işletme maliyeti azalır.

3. Ülkemizde su türbinleri imalatı ile ilgili sanayi kurma çalışmaları günümüzde son aşamaya ulaşmıştır. Mini, mikro ve hatta küçük hidroelektrik tesislerin makinelerinin tümünün ülkemiz imkânlarıyla, döviz sarf etmeden imal edilebileceği ispatlanmıştır. Küçük kapasiteli ünitelerin imal edilmesiyle bu konuda bilgi birikimi artacak ve yakın bir gelecekte daha büyük kapasiteli ünitelerin imalâtı tamamen yerli imkânlarla gerçekleştirilebilir.

4. Küçük hidroelektrik santraller, toplam yatırım bedelleri az olduğundan kısa sürede inşa edilebilmektedirler.

5. Yakıtlı santrallere nazaran düşük işletme maliyeti ile elektrik enerjisi üretmektedirler.

6. Küçük hidroelektrik santrallerde üretilen enerji genellikle bölgede kullanıldığı için uzun iletim hatlarına ihtiyaç duyulmamaktadır.

7. Çevre problemlerinin önemi günümüzde herkes tarafından daha iyi anlaşılmaya başlanmıştır. Bütün hidrolik kaynaklar gibi küçük hidroelektrik santrallerin de çevre kirliliğine katkısı yok denecek kadar azdır.

8. Bakımları kolay, ucuz ve hizmet süreleri uzundur.

İyi tasarlanmış bir KHES çevresi ile bütünleştirilebilmekte ve çevre üzerinde yok denecek kadar az olumsuz etki yaratmaktadır. KHES' lerde suyun tutulması, basit yapılarla gerçekleştirilebilmektedir. Bu tutulan su küçük bir cebri boru ile türbine yönlendirilmekte ve türbinden çıkan temiz su santralin mansabında akarsuya geri bırakılmaktadır. Türbinler ve diğer elektromekanik teçhizat, suyu kirletebilecek yağ sızıntılarını engellemek için kapalı bir sistemde çalıştırılmakta ve iyi bir şekilde yalıtılmaktadırlar. Suyun bir kısmı, su tutma havzası ile türbin deşarj noktası arasında akacak şekilde tutularak yerel ekosistem korunur. Ayrıca KHES' ler elektrik üretmek için sulama barajlarının, içme suyu şebekelerinin ve sulama kanallarının çıkışında kurulabilmektedir [5].

2.1.1.2 Küçük Hidroelektrik Santrallerin dezavantajları:

Uluslararası Enerji Kurumu (IEA), KHES'ler ve olumsuz çevresel etkileri ile ilgili uzun bir liste yayınlamıştır. Bu etkiler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 3 ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar;

- İnşaat aşamasında yaşanan olumsuz etkiler: Malzeme taşıma sürecinde yaşanan çevresel etkiler, gürültü, görsel tahrip, toz vs. Bunlara ek olarak, suda yaşayan canlılara da olumsuz etkileri olduğu görülmektedir. Suda artan bulanıklık ve şüpheli-bilinmeyen

madde yoğunluğu her ne kadar iyi planlanmış operasyonlarla en aza indirilebilse de çevresel tahribe yol açabilmektedir.

- Nehir-dere yataklarının değişmesi: bölgedeki tarımsal faaliyetleri, yerel altyapıyı, sosyal yaşamı, arkeolojik alanları veya koruma bölgelerini etkilemektedir.

- Bentlerin veya barajların inşası: su florası ve su faunasında ekolojik tahribata yol açabilir.

- Bazı uygulamalarda (örneğin barajlarda güçlendirme çalışmaları) havalandırma düzeyleri düşürülmekte ve su yaşamında olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Sudaki oksijen miktarındaki değişim, balıkların üremesini azaltırken, gelişimlerini olumsuz etkilemekte ve bazı nadir türlerde ölümlere sebep olabilmektedir.

- Yüksek hızlarla türbin kanatçıklarına çarpan suyun kalitesi bozulmakta ve bu sebeple bölgedeki canlı yaşamı olumsuz etkilenebilmektedir.

- Su debisinde meydana gelen değişimler: binyıllardır düzenli olarak akmakta olan nehirlerde-derelerde ve su yataklarında genişlemelere sebep olmakta, azalan su debisi de bu bölgelerde yaşayan balıkların ölmelerine sebep olabilmektedir. Bölgeye özgü, sadece o bölgede yaşayan (endemik) balık-canlı türleri de yok olabilmektedir. Su debisindeki değişimin sebep olduğu nitrojen doygunluğu (nitrogen super-saturation), balıklarda gaz baloncuğu hastalığına yol açmakta ve ölümlerine sebebiyet verebilmektedir.

- Hidroelektrik projeleri, nehir yataklarında şüpheli katı maddelerin oluşmasına sebebiyet vererek, erozyona, görsel tahribata ve su ekosisteminde bozulmalara neden olabilir.

Bu potansiyel olumsuz etkilere karşın IEA, tasarımda yapılacak bazı akılcı uygulamalar ile bu etkilerin en aza indirilebileceğini de belirtmektedir. Ancak değiştirilmesi mümkün olmayan etkiler de söz konusudur. Bunlar;

- Su debisindeki, su içeriğindeki (oksijen, mineral, su yapısı, bulanıklık, kimyasal denge vs) değişikliklerden en çok balıklar etkilenmektedir. Balık göçlerinin, kurulan bentlerle veya su yataklarının değiştirilmesi suretiyle engellenmesi, hem balık çeşitliliğini hem de balık popülasyonunu azaltmaktadır.

- Çevresel-yöresel koşullar göz önünde bulundurularak tasarlanmış KHES' ler, görsel olarak en az tahribata yol açsa da, çok küçük hatalar, doğal güzelliği önemli ölçüde zedeleyebilmektedir. Depolama alanları, uzun borular-kanallar görsel olarak çirkin bir tablo oluşturmaktadır. Bu etkiler, yerel malzemeler, görsel araçlar kullanılmak sureti ile en aza indirilebilir.

Mustafa ONÜÇYILDIZ-Naci BÜYÜKKARACIĞAN-M. Erkan ERKMEN

- Gölet oluşturulması, göletten önceki bölge ekolojisini kalıcı olarak değiştirebilmektedir.

- Doğanın yeniden canlanması sürecinde olumsuz etkilere sebep olabilmektedir.

- KHES'de kullanılan atıklar (biyosit, borularda ve çarklarda tıkanmayı önleyici ve temizlik için kullanılan kimyasallar vb) sudaki kirliliği arttırabilir.

Bazı AB ülkelerinde yapılan çalışmalarda, çevre ile ilgili resmi kurum ve kuruluşların, KHES'lerin yenilenebilir-temiz enerji kaynağı olmadığını savunan sivil toplum kuruluşları ve çevreciler tarafından yoğun bir şekilde eleştirildiğini belirtilmektedir. Litvanya, Estonya ve Letonya'da, koruma altındaki bölgelere ilaveten,yasak nehirler ilan edilerek pek çok dere ve nehir üzerinde bu tür tesislerin kurulmasının önüne geçilmiştir. Yasak nehirlerin ilan edilmesi ile birlikte bu ülkelerin KHES potansiyelleri önemli ölçüde azalmıştır. Örneğin Litvanya'da yasak nehirler sonrası KHES potansiyeli yaklaşık %70 azalmıştır. AB ülkelerinde de KHES potansiyelinde bir düşüş gözlemlenmektedir (Beutin, 2005). Benzer tepkilerin bir neticesi olarak, Estonya, Letonya ve Slovenya halkı, KHES'lerin ülke çapında sayılarının artmasını istememektedir [15].

Dünyada KHES lere karşı gösterilen tepkiler 5 kategoride toplanmıştır. Bunlar, görsel etkiler, su ürünleri, su düzenlemeleri, diğer kullanım alanları ile rekabet ve diğerdir. 5'li likert ölçeği kullanılarak, her ülkeden konunun uzmanlarına danışılarak yapılan çalışmada, "1" herhangi bir etkisi yok anlamını taşıırken, "5" ciddi etkileri olduğunu belirtmektedir. Türkiye'de kurulması planlanan KHES'lerin görsel tahrip, su ürünleri, su düzenlemeleri ve diğer başlıklarında herhangi bir olumsuz etkisi görülmediği sonucuna varılan çalışmada, sadece KHES'lerin, suyun diğer farklı kullanım alanları ile rekabeti konusunda orta düzeyde bir tepki ile karşılandığı sonucuna varılmaktadır. Diğer yandan, bu çalışmada, Türkiye'den görüşü alınan uzmanın, Türkiye'de enerji sektöründe faaliyet gösteren ve KHES projeleri de yapmakta olan özel bir inşaat ve ticaret şirketinin yönetim kurulu başkanı olması, bu çalışmanın Türkiye ayağı ile ilgili varılan sonuçları tartışmalı kılmaktadır [14].

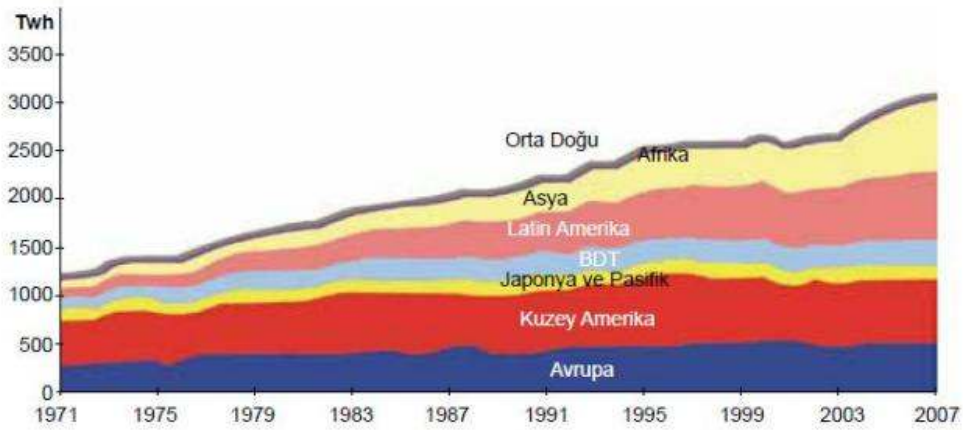
Türkiye'de geçmişte inşa edilmiş ve çevreye en az zararlı elektrik üretmekte olan pek çok HES de vardır. Su gücünden, gerçekten temiz ve yenilenebilir enerji üretmek mümkündür. Genel kaniya göre KHES kurulumunda çevresel kısıtlar, ilgili bölgenin doğasına ve kurulacak olan santralin ölçeğine bağlı olarak büyük önem arz etmektedir.

AB-15 ülkelerinde, çevresel kısıtların ve duyarlılığın giderek ön plana çıkması sebebiyle KHES projelerinde önemli bir düşüş gözlenmektedir [18].

3.1. DÜNYADA HİDROELEKTRİK ENERJİ

Hidroelektrik enerjinin hem çevreyi kirletmeyen temiz bir kaynak olması hem de uzun vadede en ucuz enerji türü olması sebebiyle, birçok ülke son yıllarda hidroelektrik santral inşaatına yeniden hız vermiştir.

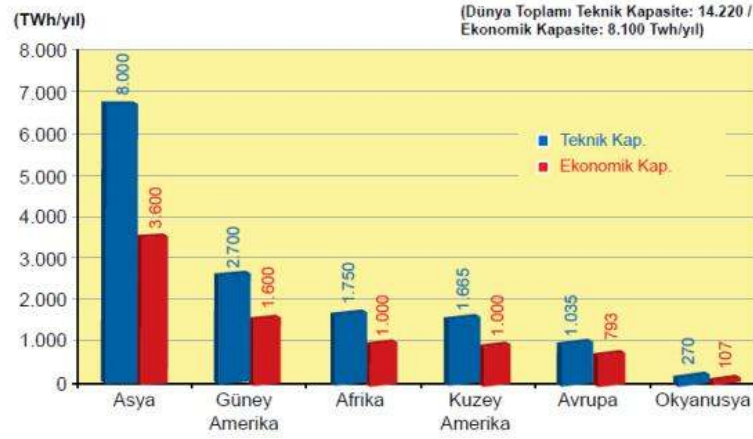
Barajların inşa maksatlarına bakıldığında, birinci sırada sulama (%38), ikinci sırada ise enerji (%18) gelmektedir. Halen Dünya’da enerji amaçlı işletme halinde 8.200 büyük baraj bulunmaktadır.



Şekil 4. Hidroelektrik Enerji Üretiminin Seyri (1971-2007)

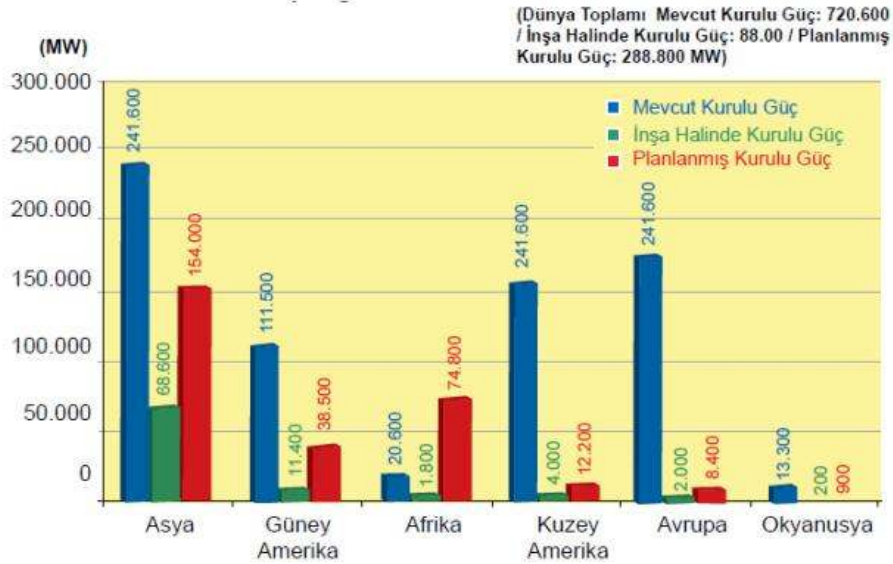
Londra merkezli Uluslararası Hidroenerji Birliği'ne (International Hydropower Association–IHA) göre küresel elektrik ihtiyacının %16'sı hidroenerjiden elde edilmektedir. Hidroenerjinin, yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerji üretimi içindeki payı ise %80'e ulaşmaktadır. Günümüzde Kuzey Amerika kullanılabilir hidroenerji kaynaklarının %70'ini, Avrupa ise %75'ini kullanmaktadır. Hidroenerji alanında en önemli büyüme fırsatını ise Güney Amerika, Asya ve özellikle Afrika sunmaktadır.

IHA'nın çalışmalarında, dünyanın teknik hidroelektrik kapasitesi 14,2 trilyon kWh/yıl olarak hesap edilmektedir. Bunun içinde ekonomik hidroelektrik kapasite ise 8,1 trilyon kWh/yıldır.



Şekil 5. Dünyanın Teknik ve Ekonomik Potansiyeli

Ekonomik potansiyelin yaklaşık %34'lük yıllık 2,7 trilyon kWh düzeyindeki kapasite, halen kullanılmakta olan mevcut kapasitedir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da bugünkü ekonomik kapasitenin dörtte üçü değerlendirilmiş durumdadır. Bu kullanım, gelişmekte olan Asya'da %22, Afrika'da ise sadece %8 seviyesindedir.



Şekil 6. Dünyadaki Mevcut, İnşa Halinde ve Planlanmış Hidroelektrik Kurulu Güç Dağılımı

Avrupa'nın Teknik Hidroelektrik Potansiyeli, İHA'nın çalışmalarına göre 1 trilyon kWh/yıl olarak kabul edilmiştir. Bu potansiyelin %76,62'sine tekabül eden 793 milyar kWh/yıllık kısmı ekonomik kabul edilmektedir ve bu ekonomik kapasitenin %75'i

kullanılır durumdadır. Kalan %25’lik kısmının ise 2.000 MW kurulu güç inşa halinde ve 8.400 MW’ın da planlanması yapılmıştır.

Tablo 1. Bazı Ülkelerdeki Hidroelektrik Potansiyel Gelişimi

ÜLKE	Teknik Potansiyel (milyar kWh/yıl)	Geliştirilen Potansiyel (milyar kWh/yıl)	(%)
ABD	376	322	86
Japonya	132	103	78
Norveç	171	116	68
Kanada	593	332	56
Türkiye	216	53	24,5

Örnek olarak hidroelektrik potansiyelinin Arnavutluk %96’sını, Hırvatistan %59’unu geliştirmiştir. Sırbistan’da Velika Morava havzasında 10-12 yıllık bir süreçte 7 adet baraj inşa edilmiştir [2]. Aynı şekilde Batı Avrupa’da da hidrolik potansiyelin büyük bölümü kullanılır durumdadır.

Uluslararası Enerji Ajansı’nca (International Energy Agency–IEA) 2020’de dünya enerji tüketimi içerisinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının bugüne göre %53 oranında artacağı öngörölmüş olup, bu her güçteki hidroelektriğin değerlendirilmesi ile mümkündür.

“AB Dahili Elektrik Pazarındaki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektriğin Teşvik Edilmesi Yönetmeliği”, 27 Ekim 2001 tarihinde yürürlüğe girmiş olup bu yönetmelik gereği olarak Avrupa Birliği ölkelerinde 2010 yılından itibaren tüketilecek olan elektriğin %22,1’nin yenilenebilir yeşil enerji kaynaklı olması yükümlölüğü getirilmekte ve hidrolik kaynaklardan üretilen enerjinin tamamı yeşil enerji olarak ifade edilmektedir [11].

2020 yılına kadar toplam enerji tüketiminin beşte birini yenilenebilir enerjilerden elde etmeyi hedefleyen AB ölkelerinde, özellikle hidroelektrik enerji kapasitesinin artırılması ve mevcut santrallerin yenilenmesine yönelik yatırımlar hızla artırılmaktadır. Avrupa’da kurulu hidroenerji kapasitesi 170 bin MW civarındadır. Hidroenerji üretiminde ilk sırada gelen ölkeler Norveç, Avusturya, İsviçre, İsveç ve İspanya’dır [11].

Tablo 2. Bazı Avrupa Ülkelerinde Hidroelektrik Enerji Kullanımı

ÜLKE	Mevcut Hidroelektrik Kurulu Güç	Elektrik Üretiminin Hidroelektrikten Karşılama Oranı
	MW	%
Norveç	27,569	99.4
Avusturya	11,700	70.4
İsviçre	13,800	60.0
İsveç	16,200	55.0
Bosna – Hersek	2,380	46.0
Romanya	5,860	34.8
Portekiz	4,394	27.0
Finlandiya	2,340	21.5
İspanya	24,376	20.0

Günümüzde Batı Avrupa'da bugün izlenen bir diğer eğilim, mevcut hidroelektrik santrallerin kapasitesini yeni donanım ve teknolojiler yoluyla artırmak yönündedir. Mesela Fransa'da, devlet kontrolündeki Electricité de France (EDF), Fransa ekonomisini destekleme programı kapsamında, hidroelektrik projelerinin modernizasyonu için 2 milyar Euro ayırmıştır.

Aralarında sosyal ve ekonomik açıdan önemli farklılıklar olsa da suyun öz kaynak olarak önem taşıdığı birçok ülkede, hidroelektrik üretimin toplam elektrik enerjisi üretimi içindeki payı oldukça yüksektir.

3.2. DÜNYA'DA KHES'LERİN DURUMU

Dünyada birçok ülkede KHES projeleri geliştirilerek enerji dağıtım şebekelerine uzak ücre bölgelerin elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır.

Doğal Hayatı Koruma Vakfı (World Wildlife Fund-WWF) başta olmak üzere, pek çok sivil toplum kuruluşu, Uluslararası Hidroenerji Birliği ile sürdürülebilir hidroenerji projeleri üzerinde çalışmaktadırlar. WWF tarafından yayınlanan "İklim Çözümleri Raporu: WWF' nin 2050 Vizyonu" başlıklı raporda, sürdürülebilir hidroenerjinin mümkün olduğuna dikkat çekilerek, eski hidroenerji santrallerinin yeniden faaliyete geçirilmesi ve buralarda küçük, orta veya büyük ölçekli sürdürülebilir, yeni projelerin gerçekleştirilmesi gündeme getirilmiştir.

Gelişmiş ũlkelerin çoğunda kũçũmsenmeyecek miktarda kũçük hidroelektrik santral bulunmaktadır. Bu santrallerin toplam enerji ũretimindeki payı %4 ile %6 arasında değişmektedir. Dũnya Bankası tarafından yapılan bir araştırmaya gũre ũçũncũ dũnya ũlkelerindeki hidroelektrik potansiyelin %5 ila %10'unun kũçük hidroelektrik santraller tarafından enerjiye dũnũřtũrũlebileceęi hesaplanmıştır.

Kũçük hidroelektrik santrallere bũyũk ũnem veren ũlkelerin başında Őin gelmektedir. KHES potansiyeli yũnũnden oldukça zengin olan Őin'de 100.000 MW teknik olarak yapılabilir kũçük HES kapasitesi belirlenmiş ve 1999 yılında 43.333 kũçük HES işletmeye alınmış olup, 23.480 MW kurulu gũç ile 72 milyar kWh elektrik ũretilmiřtir. Kalan potansiyelin 2015 yılına kadar değerlendirilmesi için planlama yapılmıştır. Őin, dũnyada en bũyũk hidroelektrik potansiyele sahip olan ũlkelerden biridir. Bu potansiyel içinde tahmini olarak 300.000 MW gũç, kũçük ve orta bũyũklũkteki akarsulardan sağlanmaktadır. Őin'de kurulu gũce gũre 12 MW'a kadar olan santraller, KHES olarak tanımlanmaktadır.

ABD merkezli Elektrik Enerjisi Araştırma Enstitũsũ'ne gũre, mevcut tesislerin kapasitesini artırarak yeni baraj inşaatı olmaksızın 2025 yılına kadar ABD elektrik şebekesine 40 bin MW'lık kapasite eklemek mũmkũn olacaktır. Bu kapasite, her biri 2000 MW gũcũnde 20 yeni nũkleer santral kurmaya eşdeğerdir.

Kanada, mikro ve mini (5-1000 kWh arası) HES tũrbinlerini plastik alaşımından komple bir şekilde ũretmektedir. Bu şekilde maliyetler dũřmekte, daha hafif ve az bakım gerektiren sistemler kullanılmaktadır. Kanada'da çok sayıda proje yũrũtũlmektedir. Mart 2010 itibariyle British Columbia bũlgesinde enerji ũretilmesi maksatlı 628 adet uygulama yeni ruhsat için başvurmuş bulunmaktadır [9].

Japonya'da 1350 civarındaki kũçük hidroelektrik santral 7000 MW toplam kurulu gũce sahiptir. Bu santraller ũlke ũretim kapasitesinin %6'sını oluşturmaktadır. Filipinler, Endonezya ve Latin Amerika ũlkeleri kalkınmalarında, ũzellikle kırsal bũlgelerin elektrifikasyonunda bu tip santrallerden bũyũk ũlde faydalanmaktadırlar.

Avrupa'da yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişiminde KHES'ler ũnemli bir role sahiptir. Özellikle temiz enerji yatırımları gerektiren Avrupa Birliği'nin genişleme sũreci, Kyoto Protokolũ gibi sera gazı emisyonlarını azaltmaya yũnelik uluslararası anlaşmalar ve fosil yakıt kullanımının olumsuz çevresel etkileri açısından dikkate alındığında KHES'lerin ũnemi daha da artmaktadır.

Mustafa ONÜÇYILDIZ-Naci BÜYÜKKARACIĞAN-M. Erkan ERKMEN

Avrupa Komisyonu'nun Yenilenebilir Enerji üzerine Beyaz Sayfası ve Yenilenebilir Elektrik Direktifi (RES-e Direktifi) küçük hidroelektrik santrallerin gelişiminde önemli bir rol oynamıştır. Her ikisi de olumsuz çevresel etkilerin azaltılması, enerji temininin güvence altına alınması ve sürdürülebilir enerji sistemi oluşturulması için yenilenebilir enerji kullanımının artırılması gereğini vurgulamaktadırlar. RES-e Direktifi uyarınca, 2010 yılı itibariyle Avrupa Birliği'nin ilk 15 üyesinin enerji üretiminin %22'sinin yenilenebilir kaynaklardan sağlanması öngörülmektedir. AB'nin ilk 15 üye ülkesinde teknik potansiyelin yaklaşık %82'lik kısmı halihazırda kullanılmaktadır. 10 yeni üye ülkede bu oran %50 civarında olup, aday ülkelerde ise küçük hidroelektrik potansiyelinin sadece %5,8'lik bölümü kullanılabilir. Türkiye'de bu oran %3 civarında olup, Estonya ve Litvanya'da %15–20, Çek Cumhuriyeti, Romanya, Slovenya ve Bulgaristan'da ise %40–60 arasında değişmektedir. Halihazırda yeni üye ve aday ülkelerde kullanılmayı bekleyen KHES potansiyeli yaklaşık yıllık 26.000 GWh olarak tahmin edilmektedir. Bu potansiyelin yaklaşık %80'i, yani yıllık 19.300 GWh'lık bölümü Türkiye'de yer almaktadır. Polonya ve Romanya ikinci sırada gelmekle birlikte, Türkiye'nin sadece yaklaşık 1/6 ila 1/10'u oranında potansiyele sahiptirler

AB üyesi ilk 15 ülkede ortalama gücü 0,7 MW olan yaklaşık 14.000 KHES bulunmaktadır. 10 yeni üye ülkede 2770, 3 aday ülkede ise toplam 390 tesis yer almaktadır. Daha önceki yıllarda inşa edilen tesislerin %65'i Batı Avrupa'da yer almaktadır [13].

Yeni üye ülkelerde ortalama tesis kapasitesi 0.3 MW iken, aday ülkelerde bu rakam yaklaşık 1.6 MW'dır. Çek Cumhuriyeti'nde 1.302, Polonya'da 608, Slovenya'da 400, Romanya'da ise 234 KHES bulunmaktadır. En büyük kurulu güce sırasıyla Romanya (275 MW), Çek Cumhuriyeti (273 MW) ve Polonya (238 MW) sahiptir. İlk 15 üye ülkedeki kurulu gücün 2015 yılı itibariyle %30 artacağı tahmin edilmektedir. Yeni üye ülkelerde de 2015 yılı için %49 bir artış hedeflenmektedir [10].

Tablo 3. 2015 Yılında Bazı AB Ülkelerinde Beklenen Toplam KHES Kapasitesi

ÜLKE	MW	GWh
Fransa	2750	11000
İtalya	2550	9600
İspanya	2248	7560
Almanya	1700	7000
Norveç	1190	5750
Avusturya	1176	5589
Çek Cumhuriyeti	325	1000
Polonya	250	1300
Slovenya	140	900
Belçika	112	520

Fransa'da 2200 civarında küçük hidroelektrik santral olup bunların toplam kurulu gücü 1800 MW civarındadır. Bu potansiyel, ülkenin toplam hidroelektrik üretim kapasitesinin yaklaşık %4'ünü oluşturmaktadır. Hidroelektrik kapasitesinin uzun yıllar öncesinde hemen hemen tamamen geliştirilmiş olduğu Rhone Nehri üzerinde dahi Chautagne ve Belley'de 2008 yılından beri 2 adet KHES inşaatı devam etmektedir. Almanya'da 2008 yılında 7.300 KHES bulunmaktadır. Sadece Bavyera eyaletinde 1135 adet küçük hidroelektrik santral mevcuttur.

Rusya'nın Çelyabinsk Bölgesi'nde üç bölgeye güç kaynağı sağlamak için geliştirilen proje ile 2020 yılına kadar 24 küçük hidroelektrik santral yapımı öngörülmektedir.

İsviçre'de ülkenin ilk hidroelektrik santrallerinden biri olan Kappelerhof KHES'i Limat Irmağı üzerinde 1898'de inşa edilmiştir. Orijinal kurulu gücü 2.6 MW, üretimi 18.6 GWh/yıl olan santral, 104 yıl hizmet verdikten sonra, 2002-2007 yılları arasında 34.2 Milyon İsviçre Frangı harcanarak kademeli bir şekilde rehabilite edilmiştir. Kurulu gücü 6.6 MW'a, yıllık ortalama üretimi 41.6 GWh'a yükseltilecek tesisin daha uzun yıllar hizmet vermesi beklenmektedir.

Çek Cumhuriyeti'nde turistik Kolin Eyaleti'ndeki Velky Osek Bölgesi'nde üç adet 250 kW'lık santral inşası devam etmektedir.

İskoçya'da Loch Lomond & Trossachs Milli Parkı sınırları içinde 4 adet küçük hidroelektrik projesinden oluşacak kombine bir sistem inşa edilmesi planlanmaktadır.

Slovakya'da toplam 60 MW kapasiteli yaklaşık 180 KHES projesi bulunmaktadır. Geliştirilebilecek ilave 300 MW'lık bölüm için 250 potansiyel alan belirlenmiştir [24].

Avrupa Birliği'nin yeni üye ülkelerinde büyük santrallerin yanı sıra, 10 MW'lık kapasitenin altındaki küçük hidroelektrik santrallere yönelik gelişme imkânları da oldukça fazladır. Avrupa Küçük Hidroenerji Birliği'nin (European Small Hydropower Association–ESHA) tahminleri doğrultusunda, küçük hidroelektrik santrallerin kapasitesi 2020 yılında 16 bin MW'a ulaşabilecektir. Bu oran mevcut kurulu gücün 4 bin MW artacağı anlamına gelmektedir [23].

4. TÜRKİYE'DE KHES'LER VE NEHİR TİPİ HES'LER

Ülkemizde 264 adet işletmede, 236 adet inşaatı devam eden (12 adeti DSİ tarafından), 1.200 adette 4628 sayılı Kanun kapsamında planlama düzeyinde işlemleri devam eden toplam 1.700 adet HES bulunmaktadır. İşletme ve inşaat aşamasındaki toplam 500 adet projenin 225 adeti KHES'tir. 500 projenin 100 adedi ise barajlı olup geri kalan 400 adedi ise nehir tipi HES'tir. Planlama düzeyinde işlemleri devam eden 1.200 adet projenin 730 adedi KHES'tir .

Türkiye'de küçük hidroelektrik santraller 1926 yılından itibaren kullanılmaktadır. 1950–1960 yılları arasında büyük bir kısmı inşa edilen bu tip santrallerin yapımına 1972 yılına kadar değişik kuruluşlarca devam edilmiştir. Önceleri enerji üretimi için yaygın bir biçimde kullanılan küçük hidroelektrik santraller, 1960'lı yıllardan sonra yerlerini büyük boyutlu baraj ve hidroelektrik santrallere bırakmışlardır. Diğer birçok ülkede olduğu gibi bu gelişim ülkemizde de gözlenmiştir.

Geçmiş yıllarda büyük kapasiteli hidroelektrik santrallerin inşa edilerek biran önce ekonomiye kazandırılmasına önem verildiği için üzerinde çok fazla durulmayan nehir tipi HES'ler, ülkemizin topoğrafik ve hidrolojik şartları dikkate alındığında geliştirilmesi gereken bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim dünyada da kolay inşa edilmeleri, çevreye olumsuz tesirlerinin ihmal edilebilir düzeyde olması ve kırsal kesimde sosyoekonomik yapının iyileştirilmesine katkıda bulunmaları sebebiyle, küçük hidroelektrik santrallerin geliştirilmesine yönelik artan bir eğilim gözlenmektedir [22].

Daha önce belediyeler ve mülga Köy Hizmetleri tarafından kırsal kesimlerin elektrikleştirilmesi için inşa edilen KHES'ler 1982 yılında çıkan 2705 Sayılı Yasa ile TEK'e devredilmiş, bunlardan bazıları işletme problemleri ve belediyelerle yaşanan sıkıntılar yüzünden kapatılmıştır. 3096 sayılı kanun yürürlüğe girdikten sonra kurulu gücü

10 MW'ın altında 12 adet proje özel kuruluşlarca Yap-İşlet-Devret ve Otoprodüktör modeli kapsamında inşa edilip işletmeye açılmıştır [16].

Türkiye genelinde henüz etüdü yapılmamış 1-30 MW arası küçük tesislerden minimum 10-15 milyar kWh/yıl, kanal ve barajlara konulacak türbinler yoluyla da 3-5 milyar kWh/yıl elektrik üretilebileceği tahmin edilmektedir.

Geliştirilecek her proje için; havzanın tabii güzelliklerinin, tarihi eserlerinin ve ekosisteminin korunmasıyla ilgili kapsamlı ÇED çalışmaları yapılacaktır. Çalışmalar yapıldıkça yöre halkı ve sivil toplum kuruluşları bilgilendirilecek ve onların görüşleri doğrultusunda çalışmalar sonuçlandırılacaktır.

5. NEHİR TİPİ HES'LER TERCİH EDİLME SEBEPLERİ

5.1. Havza Planlama, Kaynak ve Potansiyel Tespiti Açısından

Su kalitesi yönetiminde münferit çözümler yerine havza bazında bütüncül bir yönetim anlayışı benimsenmiştir, ancak Türkiye'de pek çok akarsu veya kolunun hidroelektrik potansiyeli henüz tam olarak belirlenmemiş, ayrıca küçük hidroelektrik potansiyeli de ortaya konulmamıştır. Yapılan çalışmalarla artık nerede ne kadar suya ihtiyaç olduğunu, havza genelinde ne kadar su bulunduğunu ortaya koymak ve buna göre kaynak planlamasına gitmek mümkün olacaktır.

5.2. Taşkın Kontrolü Açısından

Türkiye dünyanın kurak bir bölgesinde bulunmakta, ancak yağışlar düzenlilik arz etmemektedir. Karadeniz Bölgesi'nde 2.500 mm olan yıllık yağış miktarı, İç Anadolu'da 250 mm'ye kadar düşmektedir. Dolayısıyla akarsu rejimi düzensizdir. Türkiye'de taşkınlar en çok ilkbahar ve sonbahar aylarında oluşmakta olup Karadeniz, taşkına en hassas bölgemizdir.

İklim değişikliği neticesinde güney bölgelerimizde yağışların azalacağı, buna karşın kuzey bölgelerimizde artacağı yönünde tahminler bulunmaktadır. Bu da Karadeniz'de sel baskını riski, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'da ise su sıkıntısı demektir. Doğu Karadeniz'de anlık, yoğun yağışlar olması beklenmektedir. Nitekim geçmiş yıllarda Rize, Artvin, Trabzon, Giresun gibi şehirlerimizde bunun örnekleri yaşanmıştır. İnşa edilen su depolama tesisleri; suyu kontrol edip düzenleyerek sel ve taşkınların önüne geçmekte, akarsularla oluşan erozyonu önlemektedir. Dolayısıyla inşa

edilen HES'ler tamamlandığı zaman Doğu Karadeniz Bölgesi'nde taşkınlar da önlenmiş olacaktır.

5.3. Çevre Açısından

Nehir tipi santrallerin drenaj havzalarında taşkın koruma, erozyon kontrolü, ağaçlandırma gibi bazı iyileştirici çevresel tedbirler alınması bölgenin biyoçeşitliliğinin korunmasına da katkıda bulunur.

5.4. İstihdam Açısından

HES'ler inşaatları sırasında bölge insanına önemli bir istihdam imkânı sağlarlar. Sanayiye canlandırır ve özellikle yöre insanının işletmelerde istihdamına imkân verirler. Projeyi gerçekleştiren firmalar sosyal projeler (sağlık ocağı, okul, köy konağı, içme suyu vb.) ile bölgeye katkı sağlamaktadır.

6. SONUÇ

Uzmanların tahminlerine göre, 2050 yılında, dünya enerji ihtiyacının %50'si yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanacaktır (Beck ve Martinot, 2004: 369). Bu öngörüye bağlı olarak, son yıllarda, gerek AB ülkelerinde, gerekse dünyanın diğer gelişmiş büyük ekonomilerinde, yenilenebilir enerji alanında uzun vadeli ve büyük yatırım planları yapılmaktadır. Norveç, Japonya ve Almanya, bu alanda önde giden ülkeler arasındadır. Giderek artan enerji maliyetleri ve dışa bağımlılık, bu ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir.

Türkiye'de enerji sektöründe uygulanan teşvikler, yenilenebilir enerji kaynaklarından ziyade, fosil yakıt olan kömürden elektrik enerjisi üretimine yönelik verilmekte, 15 yıl süre ile bu yolla üretilen enerjiye alım garantileri verilmektedir. Doğalgaz ile enerji üretimi için büyük yatırımlar yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji için verilen teşvikler, fosil yakıtlar, nükleer enerji, doğalgaz ile enerji üretimi için yapılan yatırımlar yanında oldukça sönük kalmaktadır.

Türkiye'de hızlı bir şekilde yenilenebilir enerji politikaları geliştirilmelidir. Bu çerçevede, çalışma kapsamında ele alınan KHES'lerin çevresel ve doğal etkileri yakından kontrol edilmeli, gözlemlenmelidir. İlgili kurumlar ve bakanlıklar, doğaya zararı en aza indirecek yasal düzenlemeleri gerçekleştirmeli ve uygulamalıdır. Ayrıca kurulacak olan tesislerin, su kullanım hakları konusunda yasalara uygun hareket etmeleri güvence altına

alınmalıdır. Can suyu uygulamaları, ilgili fauna, flora, vahşi yaşam, doğanın bölgeye özgü özellikleri düşünülerek ve sezonsal yağış rejimleri göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Diğer yandan, can suyu uygulamaları dahi, ilgili KHES‘de üretilen enerjinin %5-10 azalmasına sebebiyet verdiği için, birincil amacı kar etmek olan özel kuruluşlar tarafından uygulanmamaktadır.

Türkiye‘nin hemen her ilinde kurulması planlanan KHES‘lerin, enerji ihtiyacımızı karşılamaktan çok uzak olduğu bu alanda yapılan çalışmalardan, dünya enerji konseyi raporları, uluslararası enerji kurumu ve AB enerji raporlarında açıkça görülmektedir. Bugün dünyanın her kıtasında ve pek çok ülkede, su kaynakları özelleştirilmek istenmektedir. Dünya Bankası, birlikte çalıştığı ülkelere, suların özelleştirilmemesi durumunda kredi verilmeyeceğini, para yardımının yapılmayacağını belirtmektedir. Dünyanın en zengin su kaynaklarına sahip 16. ülkesi olan Bolivya‘da 1998 yılında suların kullanım hakkının 40 yıllığına özel şirketlere verilmesi sonucu, su fiyatları 3 katına çıkmış, faturayı ödemeyenlerin suları kesilmiştir. Çıkarılan yasa ile yağmur sularının dahi kullanım hakkı şirketlere verilmiş, yağmur suyunu kullananlar hakkında yasal işlem yapılmıştır.

Birleşmiş Milletler‘e göre, “su yaşam hakkıdır”. Türkiye‘deki tablo ise, bu hakkın, giderek KHES şemsiyesi altında şirketlere kaydığını göstermektedir. Her yıl %10 büyüyen su ekonomisi, 1,3 milyar liralık bir pazar olmuştur. Şişe su sektörünün %70‘i yabancı sermayededir. (Nestle %30, Coca cola %18,4, Danone %10,5, Pınar %13,7). Sadece Türkiye değil, dünyanın pek çok ülkesinde de, gelişmiş ülkeler gelecekte suyun ne kadar önemli bir kaynak olacağı bilinci ile benzer politikalar uygulamaktadır.

Çalışma, İç Anadolu Bölgesi, Kayseri ili sınırları içerisinde yer alan boru tipi büyük HES‘ler incelenerek gerçekleştirilmiştir. Bölge genişletilerek çalışma daha fazla veri ve bulgu ile zenginleştirilebilir. Diğer yandan, KHES‘lerin çevresel etkileri derinlemesine incelenerek bölge fauna, flora ve ekolojik sisteme olan etkileri, sayısal veriler ve analizler ile (balık yaşamında azalma, bitki türlerindeki değişim, bölgede yaşayan hayvan türleri, görüntü kirliliği vb.) net bir şekilde ortaya konabilir. Ayrıca araştırmacılara, KHES projelerinde, ülkelerin su kullanım hakkı ile ilgili yasal düzenlemeleri, proje standartları ve insan-çevre-enerji etkileşiminin incelendiği bir kıyaslama çalışması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1]EUAŞ, (Elektrik Üretim Anonim Şirketi) (2010), Elektrik Üretim Sektör Raporu, www.enerji.gov.tr. Adresinden 15 Şubat 2011 tarihinde edinilmiştir.
- [2]EUROPEAN COMMISSION, (2010), Statistical pocketbook. http://ec.europa.eu/energy/publications/statistics/statistics_en.htm adresinden 12 Mayıs 2011 tarihinde edinilmiştir.
- [3]GOLDEMBERG, J., Johansson, T., (2004). World energy assessment overview (2004 update), New York, p:85.
- [4]HARTE, J., (1977). Energy technologies and natural environments: the search for compatibility, *Annual Review of Energy*, 3, 101–146.
- [5]HENNICKE, P., (2008). Combining energy efficiency with renewable energy sources constitutes a key strategy for a sustainable future, *The future of Energy in Egypt Conference*, Cairo.
- [6]KAYGUSUZ, K., Sarı A., (2003). Renewable energy potential and utilization in Turkey, *Energy Convers Management*, 44, 459–478.
- [7]KLYCHEV, S.I., Mukhammadiev, M.M., Zakhidov, R., Potaenko, K.D., (2007). Technical and economic conditions for creation of combined solar-wind power plants, *Applied Solar Energy*, 43(4):214–7.
- [8]KUCUKALI, S, Baris, K., (2009). Assessment of small hydropower (SHP) development in Turkey: laws, regulations and EU policy perspective, *Energy Policy*, 10, 3872-3879.
- [9] (<http://www.ippwatch.com>).
- [10]MNRE (Ministry of new and renewable energy) Booklets on Renewable Energy, (2010).
- [11]IEA (International Energy Agency), (2003). Energy policies of IEA Countries, Paris.
- [12]IEA (International Energy Agency), (2010). Benign energy? The environmental implications of renewable, Paris.
- [13]PAISH O., (2002). Small hydro power: technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 537-556.
- [14]PUNYS, P., Pelikan, B., (2007). Review of small hydropower in the new Member States and Candidate Countries in the context of the enlarged European Union, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 1321–1360.

- [15]STREIMIKIENE, D., Burneikis, J., Punys, P., (2005). Review of renewable energy uses in Lithuania, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9, 29–49.
- [16]TEDAĞ, (2009). Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri (2009)
- [17]TUĞK, (2010). Nüfus istatistikleri, [http://www.tuik.gov.tr/ VeriBilgi.do?tb_id=38&ust_id=11](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=38&ust_id=11) adresinden 10 Haziran 2011 tarihinde edinilmiğtir.
- [18]TURKISH ELECTRICITY TRANSMISSION COMPANY (TEIAS), (2009). Electricity generation transmission statistics of Turkey, Ankara.
- [19]WORLD ENERGY COUNCIL (WEC), (2004), 2004 Survey of energy resources.
- [20]WORLD ENERGY COUNCIL (WEC), (2010), 2010 Survey of energy resources.
- [21]KRYZANOWSKI, A. and et al., “Hydro Potential and Development Opportunities in Slovenia”, *International Journal on Hydropower&Dams*, Special Issue: HYDRO 2008, Vol.15, Issue 5, 2008.
- [22]ÖZİŐ, Ü; BARAN, T.; HARMANCIOĞLU, N.; Türkiye'de Su Kuvvetinden Enerji Üretimi. İzmir, Mühendislik ve Diğer Meslek Odaları İzmir Şubeleri, "İzmir Su Kongresi",2009.
- [23]TWIDEL, J.W., WEIR, J., *Renewable Energy Resources*, London: Taylor & Francis; Second edition, 2005.
- [24] (http://waterwiki.net/index.php/Small_Hydro-Power_Plants_for_Slovakia)