

TÜRKİYE’DE SU GÜCÜ VE KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Arş Gör. Tekiner KAYA

Nevşehir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

tekiner.kaya@nevsehir.edu.tr

ÖZET

Hidrogüç, dünyada pek çok ülke tarafından tercih edilen enerji üretim kaynakları arasındaki önemli aktörlerden birisi olmaya devam etmektedir. Son yıllarda AB ülkelerindeki enerji maliyetlerinde yükseliş ve artan dışa bağımlılık, bu ülkelerde hidrogüçten daha fazla enerji üretme isteğini beraberinde getirmiştir. Bu çalışmanın amacı, hidrogüçten 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 koymaktır. Çalışmanın odak noktası, ülkelerin KHES enerji potansiyellerinin hesaplanma yöntemleri, bu alanda yapılan çalışmalar ve sonuçları ile KHES’lerin çevresel etkileridir. İlgili alanda yapılmış çalışmalar, uluslararası ve ulusal raporlar incelendiğinde, KHES’lerin enerji potansiyellerinin, ülke geneli veya bölgesel enerji ihtiyacını karşılamaktan uzak olduğu görülmektedir. Yapılan hesaplamalarda çevresel maliyetlerin düşük tutulduğu gözlemlenmiştir. Enerji alanında yapılan düzenlemelerin, ilgili bölge doğası, florası ve faunası ve bunların çevresel maliyetlerini ön planda tutmaksızın yapıldığı, bu suretle de KHES’lerin yüksek potansiyelli ucuz enerji kaynağı alternatifi olarak sunulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Küçük Hidroelektrik Santral, Hidroenerji, Çevre, Hidrogüç potansiyeli, Yenilenebilir Enerji.

HYDROPOWER AND SMALL HYDROPOWER PLANTS IN TURKEY

ABSTRACT

Hydropower is one of the most important actor among energy production resources which preferred by lots of countries in the world. Since the energy cost and the energy dependence on outside is increasing especially in EU countries, desire on energy production via hydropower is growing increasingly in these countries. In this study, it is focused on Small Hydropower Plants (SHP) which is one of the alternatives on energy production and investigated the current status of SHP in world, Europe and Turkey. It is also analysed SHP’s contribution, potential and environmental effects. The main point of this study is the SHP energy potential calculation methods of countries, the studies on this area, results and environmental effects of SHPs. When we investigated the past studies and reports on these areas, it

can be easily seen that SHP's are far away from meeting the energy requirement. It is also noticed that the environmental cost considered dramatically low. It can be said that the regulations on SHP is focused on profitability without considering related areas' nature, flora, fauna. By the way, it can be summarized that SHP's are presented as a cheap energy resource alternative with high potential for Turkey.

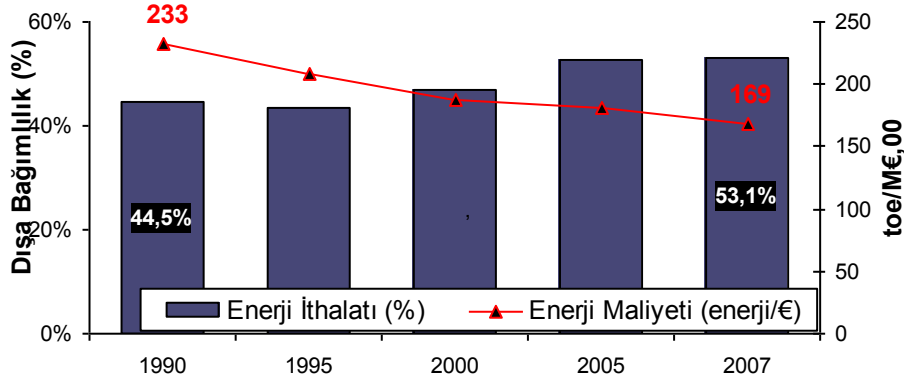
Keywords: Small hydropower plants, Hydropower, Environment, Hydropower potential, Renewable Energy.

1. GİRİŞ

Enerji, ülkeler için oldukça stratejik bir alandır ve giderek önemini arttırmaktadır. Günümüzde pek çok ülke, kısa, orta ve uzun vadeli enerji planlarını belirlemiş, ülke politikalarını, bu hedefler doğrultusunda geliştirmektedir. 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.

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 (Goldemberg ve Johansson, 2004: 26).

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 (şekil 1).



Şekil 1. AB Ülkeleri Enerji İthalat ve Enerji Maliyetleri (Kaynak: European Commission, Statistical pocketbook, 2010: 54)

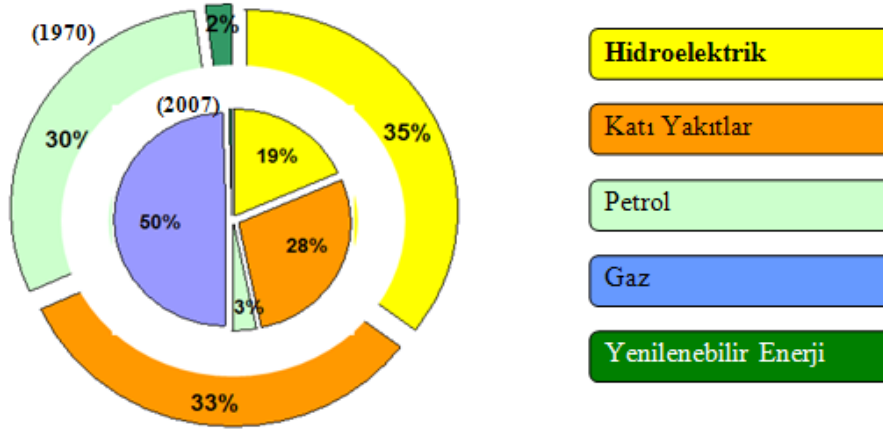
Bu çalışma kapsamında, önce KHES'ler tanımlanmış, dünyadaki, Avrupa'daki ve Türkiye'deki durumları incelenmiştir. Sonraki bölümlerde ise, KHES'lerin Türkiye enerji ihtiyacına olan katkıları, potansiyelleri ve çevresel etkileri incelenmiştir. Çalışmanın odak noktası ise, ülkelerin KHES enerji potansiyellerinin hesaplanma yöntemleri, bu alanda yapılan çalışmalar ve sonuçları ile, KHES'lerin çevresel etkileridir. Üçüncü bölümde, KHES'lerin kuruluş nedenleri üzerinde çözümler yapılmış, son bölümde ise, KHES'ler yerine Türkiye'deki diğer enerji alternatifleri ve potansiyelleri ile, alternatif çözüm önerileri üzerinde durulmuştur.

1.1. Hidroelektrik Enerji

Dünyamızın yaklaşık üçte ikisi sudur. Yüzyıllardır yaşam alanlarımız için kritik öneme sahip olmuş su, pek çok ülke için de aynı zamanda bir enerji kaynağıdır. Bugün dünyada 160'dan fazla ülke su gücünden faydalanarak enerji üretmekte ve bu ülkelerin ürettiği enerji, yaklaşık 3100 TWh/yıl'a ulaşmıştır (WEC, 2010: 287-336) 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 hidroelektrik potansiyelinin 15.955 TWh/yıl olduğu tahmin edilmektedir (Türkiye yıllık enerji ihtiyacının yaklaşık 70 katı).

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 hidro güç potansiyelinin ise 140.000 GWh/yıl olduğu tahmin edilmektedir (WEC, 2010: 332-333).



Şekil 2. 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 2). 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. KÜÇÜK HİDROELEKTRİK SANTRALLER (KHES)

Hidroelektrik santraller, çok küçük ölçekli olanlardan, çok büyük ölçekli olanlara kadar pek çok farklı ölçekte yapılandırılabilirler. Türkiye'de yer alan en büyük hidroelektrik santral 2405 MW güç üretebilen Atatürk Barajı hidroelektrik santralidir.

Küçük Hidroelektrik Santral (KHES) ile ilgili uluslar arası bir tanım henüz olmamasına karşın, KHES genel olarak 25MW'a kadar güç üretebilen santraller olarak kabul görmektedir. Farklı kurumlar, mini ve mikro hidroelektrik santraller için farklı üst limitler belirleyebilmektedir. Fakat KHES'ler için genel olarak kabul gören tanım, "10MW'a kadar güç üretebilen hidroelektrik santraller" şeklindedir (IEA, 2003: 121-126).

Yeni ve Yenilenebilir Enerji Başkanlığı (MNRE) (2010)'un yapmış olduğu sınıflandırmaya göre ise hidroelektrik santraller, ürettikleri güç bakımından 4 ana gruba ayrılmaktadır.

Mikro Hidroelektrik Santraller : 0,1 MW < P < 0,5 MW

Mini Hidroelektrik Santraller : 0,5 MW < P < 2 MW

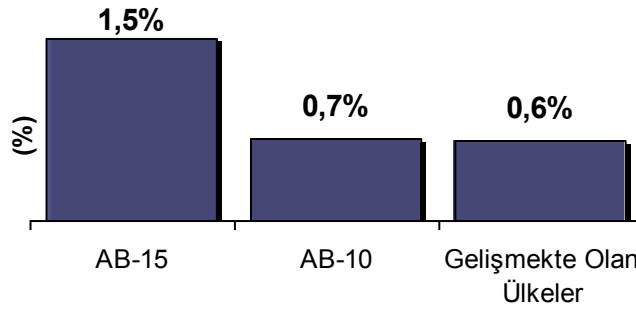
Küçük Hidroelektrik Santraller : 2 MW < P < 10 MW

Büyük Hidroelektrik Santraller : > 10MW

KHES'ler son yıllarda keşfedilmiş bir enerji kaynağı değildir. Hatta bilinen en eski mekanik enerji üretim kaynakları arasında olup, 19.yy'dan bu yana kullanılmaktadır (Abbasi ve Abbasi S., 2011: 2136). 1827'de su türbininin Fransa'da keşfi, modern hidrogüç gelişiminde çığır açmıştır. Avrupa'da 19.yy sonunda türbinler, su çarklarının (değirmenlerinin) yerini almıştır (IEA, 2003: 121). O günlerde kurulan 130MW kapasiteli hidroelektrik santral ile başlayan hidrogüç üretimi, Kolar altın madenine elektrik sağlamak amacıyla 1902'de Sivasamudram'da kurulan 4,5 MW kapasiteli KHES ile devam etmiştir (IEA, 2003: 122).

Bu çalışmada, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Başkanlığı (MNRE)'nin yapmış olduğu tanımdan yola çıkarak, 10MW'a kadar güç üreten hidroelektrik santraller, Küçük Hidroelektrik Santral (KHES) olarak kabul edilmiştir. Dünyadaki kurulu KHES'ler, (<10MW), mevcut durumda, dünya enerji ihtiyacının 40GW'lık bir kısmını karşılamaktadır. Toplam KHES potansiyeli ise dünya çapında 100GW olarak tahmin edilmektedir. Çin, bu potansiyelin 15GW'lık bir kısmını kurmuş olduğu santrallerden karşılamakta olup, önümüzdeki 10 yılda 10GW'lık ek yatırım yapmayı planlamaktadır (Paish, 2002: 538).

Avrupa'da ise kurulu hidrogüç, toplam enerji ihtiyacının %17'sini karşılarken, kurulu KHES ise, 8GW ile toplam ihtiyacın %1,47'sini karşılamaktadır. Avrupa'daki toplam KHES potansiyeli ise 18GW olarak öngörülmektedir (Paish, 2002: 540).

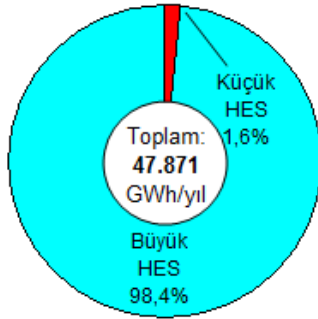


Şekil 3. KHES (<10 MW)'lerin Toplam Elektrik Üretimi İçerisindeki Payları (AB: Avrupa Birliği 15 Ülkeleri ve 10 Ülkelerini göstermektedir) (Kaynak: ESHA, SERO, IEFÉ, 2001: 5)

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

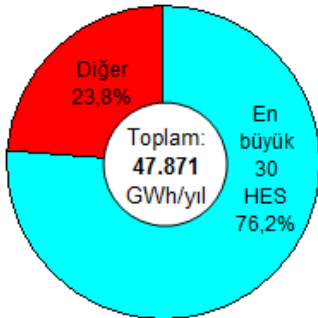
kısmını karşılamaktadır. Sanayileşme ve 1935’de yeni barajların kurulmasıyla birlikte, 1940’da hidroelektrik santrallerden üretilen elektrik, toplam ihtiyacının %3,2’sini karşılayabilecek konuma ulaşmıştır. 1954’de DSI’nin kurulması ile beraber, baraj inşaatları hız kazanmış, 1990’lı yıllarda toplam ihtiyacın %40’ına cevap verebilir hale gelmiştir. 90’lı yıllardan sonra termal santrallerin kurulması, hidroelektrik santrallerin enerji payını %24,5’e düşürmüştür (EUAŞ, 2010: 7-11).

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.



Şekil 4. Türkiye’de Mevcut KHES’lerin Toplam Üretilen Hidrogüç İçerisindeki Payı (Kaynak: WEC, 2010: 333)

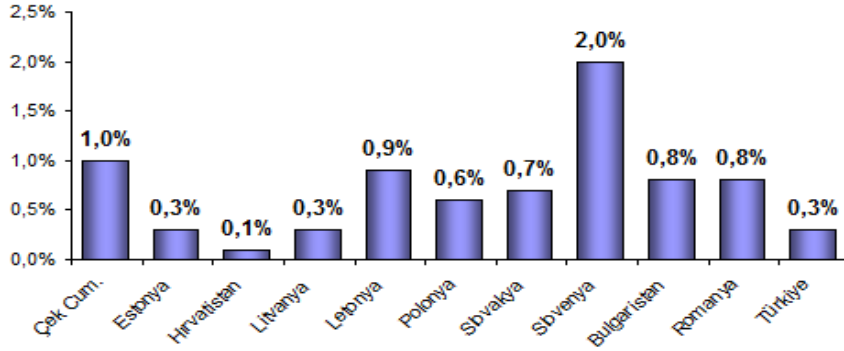
KHES’lerin toplam hidrogüç içerisindeki payı ise %1,6’dır (şekil 4). Türkiye’de kurulu en büyük 30 HES ise, toplam hidrogücün, %77’sini üretmektedir



Şekil 5. Türkiye’de Büyük HES’lerin Toplam Üretilen Hidrogüç İçerisindeki Payı.

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 içerisine alan AB ülkelerinde, KHES’ler

aracılığı ile üretilen ortalama enerjinin, toplam ihtiyacı karşılama oranı henüz %1'i geçebilmiş değildir (Şekil 6).



Şekil 6. Avrupa KHES Kurulu Enerji Kapasitesinin Toplam Enerji Tüketimi İçerisindeki Payı (Kaynak: WEC, 2010)

2.1. KHES Potansiyel Hesabı

Hidroelektrik santrallerin enerji potansiyelini hesaplamak amacı ile mevcut çevresel kısıtlar gözönüne alınarak ekonomik fizibil potansiyel tahminleri yapılmıştır (koruma bölgeleri ve hidroelektrik santral kurulması yasak dereler, ırmaklar vs). Çok sınırlı sayıda ülkede, KHES potansiyelini tam olarak hesaplayabilecek veriler tutulmakta ve analiz edilmektedir. Kesin olmayan bu verilerle ülkelerin KHES enerji potansiyellerini karşılaştırmak mümkün değildir.

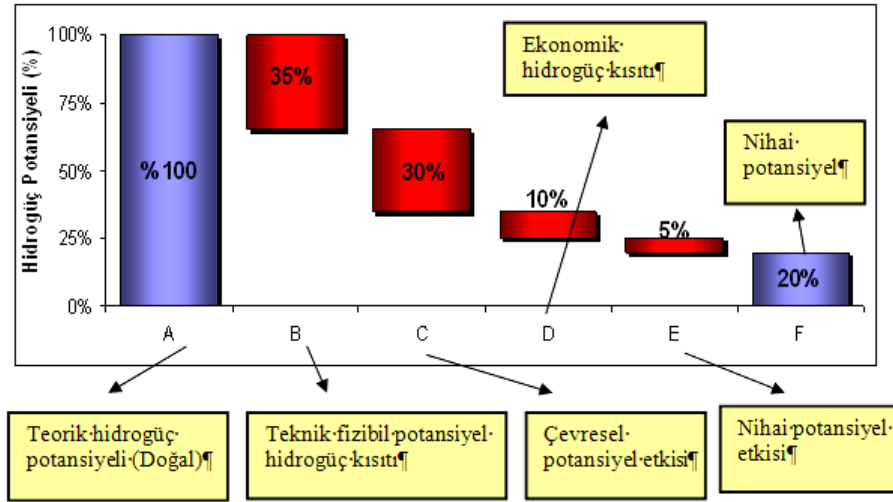
Bu alanda yapılan çalışmalara bakıldığında da, ülkelerin KHES hidro güç potansiyelleri arasında büyük farklar olduğu görülmektedir. Hesaplamalarda kullanılan temel veriler, genel olarak 2 farklı çalışmaya dayandırılmaktadır. Bu çalışmalardan ilki, Dünya Enerji Konseyi Enerji Raporlarında da yer alan, HDWA (Hydropower & Dams World Atlas, 2009) Dünya Hidro güç ve Baraj Atlası çalışmasıdır. Diğer bir kaynak ise, ESHA, (European Small Hydropower Association)'nın destekleri ile gerçekleştirilmiş olan "AB'ye katılan yeni üye ve aday ülkelerde, küçük hidro güç mevcut durumu ve potansiyeli-TNSHP" (Small Hydropower Situation in The New EU Member States and Candidate Countries) çalışmasıdır. İncelenen her iki çalışma da, teknik ve ekonomik kapasiteleri göz önünde bulundurmıştır. Diğer yandan, hesaplanan KHES enerji potansiyelleri birbirinden oldukça farklıdır.

Dünya Enerji Konseyi'ne göre, KHES potansiyelleri beş aşamalı olarak hesaplanmaktadır. Bunlar :

* Teorik (doğal) potansiyel:

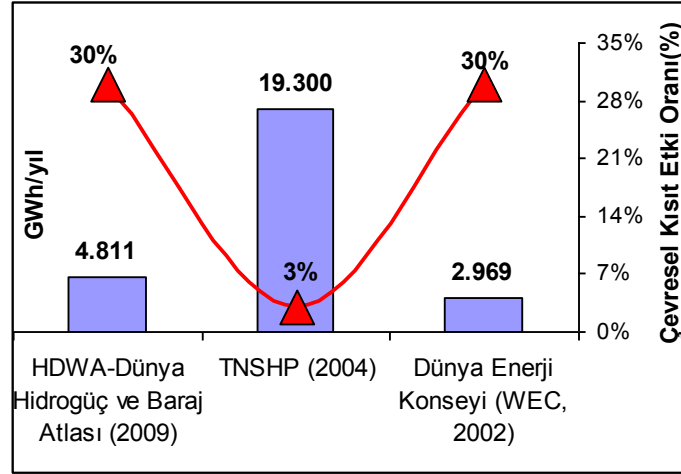
- * Teknik fizibil potansiyel
- * Çevresel potansiyel
- * Ekonomik fizibil potansiyel (ekonomik kısıtları hesaba katmaktadır)
- * Nihai potansiyel (Teknik, ekonomik ve çevresel kısıt etkileşimi kaynaklı potansiyel)

Aşağıdaki grafikte, her bir aşama sonrası elde edilen KHES potansiyelleri % olarak görülmektedir. Uluslararası Enerji Konseyi (IEA, 2010)'ne göre, 100 birim teorik potansiyele sahip bir KHES, teknik, ekonomik ve çevresel kısıtlar sonucu nihai 20 birimlik bir enerji üretme potansiyeline sahip olmaktadır.



Şekil 7. KHES Enerji Potansiyeli Hesabı Kısıtları (Kaynak: ESHA, SERO, IEFE., 2001)

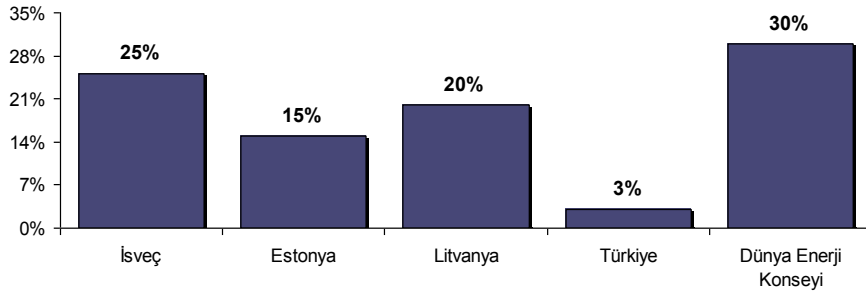
Ülkelerin KHES potansiyeli hesaplanırken ulaşılan sonuçların farklı çıkmasındaki temel sebep, ilgili kısıtların ağırlıklarının farklı alınmasıdır. Şekil 8'de, ilgili çalışmalar sonucu Türkiye'deki KHES potansiyelleri ve her bir çalışmada hesaba katılan çevresel kısıtların ağırlığı görülmektedir.



Şekil 8. 3 Farklı Çalışmada Hesaplanan Türkiye KHES Enerji Potansiyeli

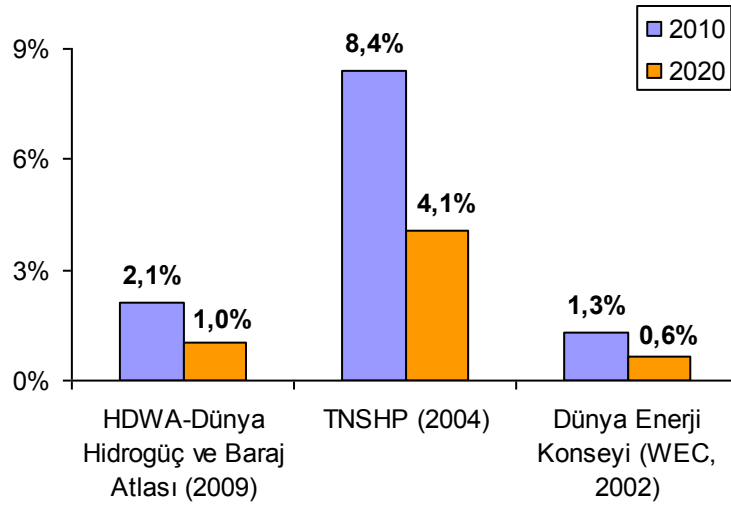
İlgili çalışmalar incelendiğinde, HDWA'nın hesaplamış olduğu 4.811 GWh/yıl'lık potansiyel, %30 çevresel kısıtlar dahilinde ulaşılan potansiyeldir. TNSHP çalışması sonucu ulaşılan 19.300 GWh/yıl'lık KHES potansiyeli ise, %3'lük bir çevresel kısıt etkisi yansıtılarak ulaşılan sonuçtur. Ayrıca, Avrupa KHES Kurumu (ESHA) desteğiyle yapılmış olan TNSHP çalışmasında, Türkiye KHES potansiyeli belirlenirken, farklı ülkelerden 11 farklı uzmana gönderilen 63 sorunun yer aldığı bir form kullanılmıştır. Türkiye'den ise, enerji sektöründe faaliyet gösteren ve KHES projeleri de gerçekleştiren bir firmanın yönetim kurulu başkanının bu soru formunu cevaplama, çalışmanın tarafsızlığı konusunda soru işaretleri uyandırmaktadır.

KHES potansiyel öngörü çalışmalarında en büyük tartışma, çevresel kısıtlar konusunda yaşanmaktadır. Bu konuda İsveçli KHES uzmanları, bu tür çevresel kısıtların toplam teorik hidrogüç potansiyelini %20 ila %30 azalttığını ileri sürmektedirler (Esha, Sero, Iefe, 2001). Bazı AB ülkelerinde kabul görmüş ortalama çevresel kısıtların toplam KHES kapasitesi üzerindeki etkisi şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Ülkelere Göre Çevresel Etkilerin Toplam KHES Potansiyeli Üzerindeki Etkileri (%)

Şekil 10'da görüldüğü üzere, HDWA ve WEC'in hesaplamalarına göre, Türkiye KHES enerji potansiyeli tam olarak kullanılsa dahi, ülkenin 2010 yılı enerji ihtiyacının en fazla %2,1'ini karşılayabilecek durumdadır. Bu oran 2020'deki ihtiyacın ise %1'i düzeyindedir.

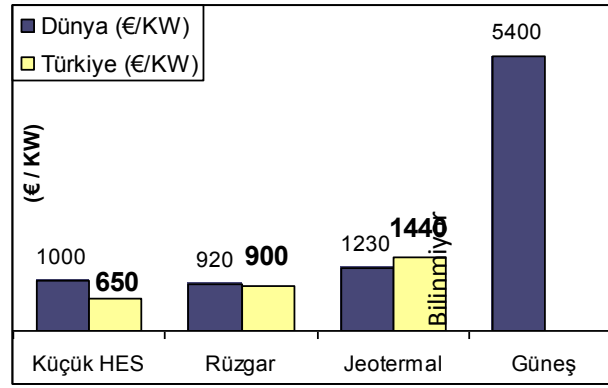


Şekil 10. Farklı Çalışmalara Göre Elde Edilen KHES Potansiyellerinin 2010 ve 2020 Yılı Türkiye Enerji İhtiyacını Karşılama Oranları (%)

Ülkelerin hidroelektrik potansiyellerinin hesaplanma aşamasında izlenmesi gereken ideal yol haritası, konu ile ilgili uzmanların, bölge uzmanlarının, çevre uzmanlarının, kamu kurumlarından yetkili ve uzman şahısların, yöreyi iyi tanıyan ve bilen yöre insanlarının yer aldığı disiplinlerarası bölgesel çalışma grupları içermelidir. Her bölgenin çevresel,

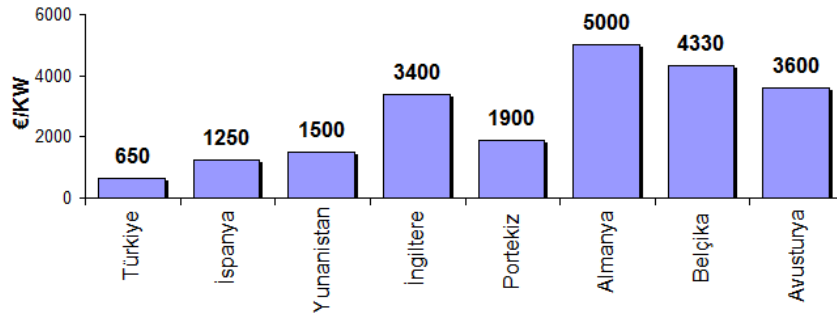
ekonomik ve teknik kısıtlar yüzdesel etkisi, bölge koşulları, faunası, florası ve insan unsuru göz önünde bulundurularak hesaplanmalı ve en gerçekçi HES potansiyeli tahmini yapılmalıdır.

KHES potansiyelleri ile bağlantılı bir diğer tartışma konusu da bu yolla üretilen enerjinin en ucuz enerji kaynağı olduğu iddiasıdır. Altınbilek, D. (2002)'ye göre, dünyada 1000 €/Kw olan KHES enerji maliyeti, Türkiye'de 650 €/KW civarındadır (Şekil 11).



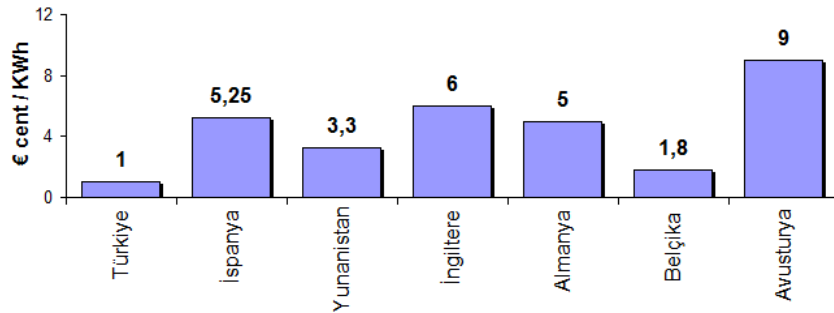
Şekil 11. Dünyada ve Türkiye'de KHES Enerji Maliyetleri (€/KW) (Kaynak: Altınbilek, 2002:16)

Aynı çalışmaya göre, operasyonel maliyetlerde Türkiye 1 cent/KW.saat'lik bir maliyetle enerji üretirken, en yakın rakibi Belçika'da bu maliyet 1,8 cent/KW.saat'tir. Diğer 9 AB üyesi ülkenin ortalama operasyonel maliyeti ise 5,6 cent/KW.saat'tir.



Şekil 12. Bazı AB Ülkelerinde ve Türkiye'de KHES İlk Yatırım Maliyetleri (€/KW) (Kaynak: Altınbilek, D, 2002: 16)

Altınbilek, D (2002)'nin aynı çalışmasında, ülkelerin KHES ilk yatırım maliyetleri de kıyaslanmıştır. Türkiye'nin ilk yatırım maliyeti, ortalama 650€/KW iken, yine en yakın rakibi 1250€/KW ile İspanya'dır (Şekil 12). Diğer 9 ülkenin KHES ilk yatırım maliyetleri ortalaması ise 2680 €/KW.saattir. Bu maliyetler, ülkelerin yasal düzenlemelerine, KHES yapım-ışletim-denetim kısıtlarına, ülke koşullarına, yönetmeliklere, işgücü-malzeme maliyetlerine, coğrafi koşullara göre değişkenlik gösterebilir. Yine işletme maliyetleri mukayese edildiğinde, Türkiye'nin en yakın rakibinin 1,8 € cent/KWh ile Belçika olduğu görülmektedir (şekil 13). Şekil 13'deki diğer 6 ülke ortalaması ise 4,48 € cent/KWh'dir. Türkiye'de KHES'ler ile ilgili çevresel yasal düzenlemelerin henüz yapılmamış olması, doğayı koruma altına alan kanunların tam olarak uygulanmaması hem işletme hem de ilk yatırım maliyetlerine doğrudan yansımaktadır. Ayrıca, Aralık 2010 tarihinde mecliste kabul edilen "Yenilenebilir Enerji Kanunu" 'ndaki değişiklik ile "Milli park, tabiat parkı, tabiat anıtı ile tabiatı koruma alanlarında, muhafaza ormanlarında, yaban hayatı geliştirme sahalarında, özel çevre koruma bölgelerinde ilgili bakanlığın, doğal sit alanlarında ise ilgili koruma kurulunun olumlu görüşü alınmak kaydıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulmasına izin verilir" hükmü ile koruma altındaki pek çok bölge hidroelektrik santrallere ev sahipliği yapabilmektedir.



Şekil 13. Bazı AB Ülkeleri ile Türkiye'de KHES İşletme Maliyetleri (€ cent/KWh) (Kaynak: Altınbilek, D, 2002: 17)

Abbasi, T. ve Abbasi, S.S. (2011), KHES'lerde üretilen enerjinin, bütün varsayımlar kabul edildiğinde dahi diğer enerji üretim alternatiflerine göre ucuz olmadığını belirtmektedir. Ölçek ekonomisi açısından bakıldığında, klasik akılcı yaklaşım, KHES'lerde üretilen KW saat enerjinin çok daha maliyetli olduğunu söylemektedir. Buna ek olarak, KHES'ler, dağlık, ulaşım imkânlarının kısıtlı-zor olduğu bölgelerde, lojistik problemler ve yüksek bakım-onarım maliyetlerini de beraberinde getirmektedir.

2.2. KHES'ler ve Çevre

Bugün pek çok bilim insanı, çevre uzmanı, akademisyen ve bazı sivil toplum kuruluşları, KHES'lerin çevre üzerinde çok büyük olumsuz etkileri olduğunu düşünse de, bir o kadar insan da, KHES'lerin çevreye olumsuz bir etkisi olmadığını ileri sürmektedir. Diğer yandan, Uluslararası Enerji Kurumu (IEA)'na göre, KHES'lerin pek çok olumsuz etkisi olduğu raporlanmakta ve kabul görmektedir.

1950'lerde, günümüze oranla sayıları çok daha az olan hidroelektrik enerji projeleri dünyada boy göstermeye başlarken, bu projelerin olumsuz çevresel etkileri henüz açıkça ortaya çıkmamıştır ve dikkat çekmemektedir. Çevresel farkındalık çok azdır ve çevresel etkiler göz önünde bulundurulmamaktadır. 1970'lerin ortalarına doğru, bu durum ciddi bir şekilde değişmiştir. Çok geniş kesimlerden, pek çok bilim insanı, bu santrallerin "temiz" bir enerji kaynağı olmaktan ziyade, enerji kaynakları arasında çevreye en fazla zarar veren yöntem olabileceğini belirtmektedirler (Harte, 1977: 105).

KHES sayılarının artırılmasına yönelik çabalar küresel olarak sürdürülürken, Abbasi, T ve Abbasi, S.A. (2011), mevcut ve gelecekte yapılması planlanan KHES projelerine karşı temkinli olunması gerektiğini savunmaktadırlar ve KHES'ler yaygınlaşmadan bu gizli tehlikeler öngörülemeyen ve gerekli önlemler alınmadığı takdirde, büyük bir çevre katliamı ile karşı karşıya kalınacağını belirtmektedirler.

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 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 yokolabilmektedir. 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.
- 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 nehirler" in 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.

Punys ve Pelikan (2007)'in yapmış olduğu çalışmada, KHES lere karşı gösterilen tepkiler 5 kategoride toplanmıştır. Bunlar, görsel etkiler, su ürünleri, su düzenlemeleri, diğer kullanım alanları ile rekabet ve diğer'dir. 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. (Fotoğraf 1 ve 2)



Fotoğraf 1. KHES Su İletim Hatları (<http://ekolojiagi.wordpress.com>)



**Fotoğraf 2. Rize Çayeli İlçesi Senoz Vadisi HES Projesi öncesi ve sonrası
(Kaynak: DHA)**

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.

3. KHES KURULMA GEREKÇELERİ

HDWA Dünya Baraj ve Hidroçüç Atlası (2009)’na göre, (şekil 10) Türkiye’deki KHES potansiyeli tam olarak kullanılsa dahi, 2020 yılında toplam enerji ihtiyacımızın sadece %1’lik kısmını karşılayabilecek KHES’ler için milyonlarda lira harcamanın temel sebebi ile ilgili toplumda farklı görüşler yer almaktadır. Devletin, yasal düzenlemelerle özel sektöre enerji üretme izni ve bu şirketlerin ürettiği elektriğe alım garantisi vermesi, eleştirilen bir konudur.

Diğer bir eleştiri konusu, suyun kullanım hakkının da elektrik üretme izni ile birlikte, ilgili şirketlere 49 yıllığına verilmesidir. Dünya Enerji Konseyi’ne göre, su kullanım hakkı şirketlere verilse dahi bu sürenin ideal olarak 30 yılı geçmemesi gerekmektedir. Genel olarak Avrupa’daki uygulamalara bakıldığında, bu sürenin Estonya’da 5 yıl, Letonya’da 10 yıl, Çek Cumhuriyeti’nde 25 yıl ve Bulgaristan’da 35 yıl olduğu görülmektedir.

KHES, şirketlerin uluslararası piyasalarda boy gösterebilmeleri için gerekli referansları sağlamaları açısından da oldukça önemlidir. Yurtdışında yapılması planlanan HES ihalelerine girebilmek için gerekli ön şartlardan birisi olan HES inşa tecrübesi, bu yolla sağlanmış olmaktadır.

Son yıllarda, tarımdaki istihdamı azaltmak ve endüstrileşmeye ve hizmet sektörüne ağırlık verme amacıyla uygulanan politikalar, köylerdeki nüfusu kentlere taşımıştır (TUİK, 2010). Bazı köylerin sular altında kalması, diğer yandan da yine bazı köylerin sudan yoksun kalmaları, bölgede canlı yaşamının azalması, biyolojik çeşitliliğin yok olması köylerde yaşamı zorlaştıracak ve köylerin kentlere göçünü zorunlu kılacaktır. Bu sonuç,

kentlerdeki işsizlik oranlarını artıracak, işverenler için önemli bir maliyet kalemi olan işgücü maliyetlerini düşürecektir.

Türkiye’de, özellikle Karadeniz Bölgesi’nde yaşanan sorunlardan birisi de, özelleştirme sonucu su kullanım hakkını 49 yıllığına özel şirketlere devreden süreç ile birlikte, bölge halkının bu suları içme, sulama ve günlük ihtiyaçlarını giderme amaçlı olarak kullanım hakkının elinden alınmış olmasıdır.

Suların halkın kullanımına açık olması durumunda, mevcut debisi düşük olan derelerin elektrik enerjisi üretme potansiyeli daha da düşecektir. Yasal düzenlemelerde yer alan, ancak uygulamada pek çok sorunla karşılaşılacak can suyu uygulamalarının dahi, elektrik üretim kapasitelerini %5-10 azalttığı belirtilmektedir. Bu nedenlerle, suyun kullanım hakkını da elinde bulunduran işletmeler, can suyu uygulamalarına, suyun tarımsal sulama ve içme-kullanma amaçlı kullanımına sıcak bakmamaktadırlar.

4. İÇ ANADOLU BÖLGESİ HES ÖRNEKLERİ ve BULGULAR

Kayseri ili Yahyalı ilçesi sınırları içerisinde yer alan Ayen Enerji A.Ş.’ye ait Çamlıca 1 Hidroelektrik santrali ile aynı bölgede yer alan ve Akfen grubuna bağlı Çamlıca 3 santralleri, Kayseri bölgesinde kurulu büyük hidroelektrik santrallerdendir. Santrallerin işleme mantığı, büyük borular yardımı ile suyun yüksek bir uçurum kenarına getirilmesi ve buradan hızla bırakılması sonucu türbinler aracılığı ile elektrik üretimi açısından, KHES çalışma mantığı ile aynıdır. Çalışma kapsamında, hidroelektrik santrallerin çevresel, ekonomik etkileri, teknik koşulları ve bölge ekonomisine ve insanına etkilerini yerinde görmek, incelemelerde bulunmak üzere her iki santrale de, Haziran 2011 ayı içerisinde ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Bu ziyaretlerde, santral yetkilileri ile mülakatlar yapılmıştır. Diğer yandan, bölge insanı ve civar köylerde yaşayanlar ile de görüşmeler yapılmış, hidroelektrik santrallerin etkileri ile ilgili görüş, gözlem ve değerlendirmeleri, yapılandırılmış mülakat tekniği ile analiz edilmiştir. İncelenen her iki santral, KHES sınıfına girmese de, Kayseri Bölgesi’nde yer alan nehir tipi-boru tipi santral olmaları açısından çalışma kapsamında değerlendirilmiş ve bölgedeki yapılanmaları hakkında elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.1. Çamlıca 1 HES

Ağırlıklı hissesi, Aydınlar İnşaat A.Ş.’ye ait olan AYEN Enerji A.Ş.’ye ait Çamlıca 1 HES, Kayseri ili Yahyalı ilçesine bağlı Çamlıca köyü mevkiinde Seyhan nehrinin ana kollarından olan Zamanti üzerinde bulunmaktadır. Tesisin Yahyalı’ya uzaklığı 42km, Kayseri’ye uzaklığı ise

150 km.dir. 1995 yılında inşaatına başlanmış ve Aralık 1998 de işletmeye alınmıştır. Kurulu gücü 84 MW, yıllık üretimi 429 milyon kWh dir. Tesis edilmiş olan en büyük yap-işlet-devret projesidir. Santral ile ilgili teknik bilgiler aşağıda görülebilir.

Tablo 1. Çamlıca 1 HES teknik verileri (Kaynak: <http://www.ayen.com.tr>)

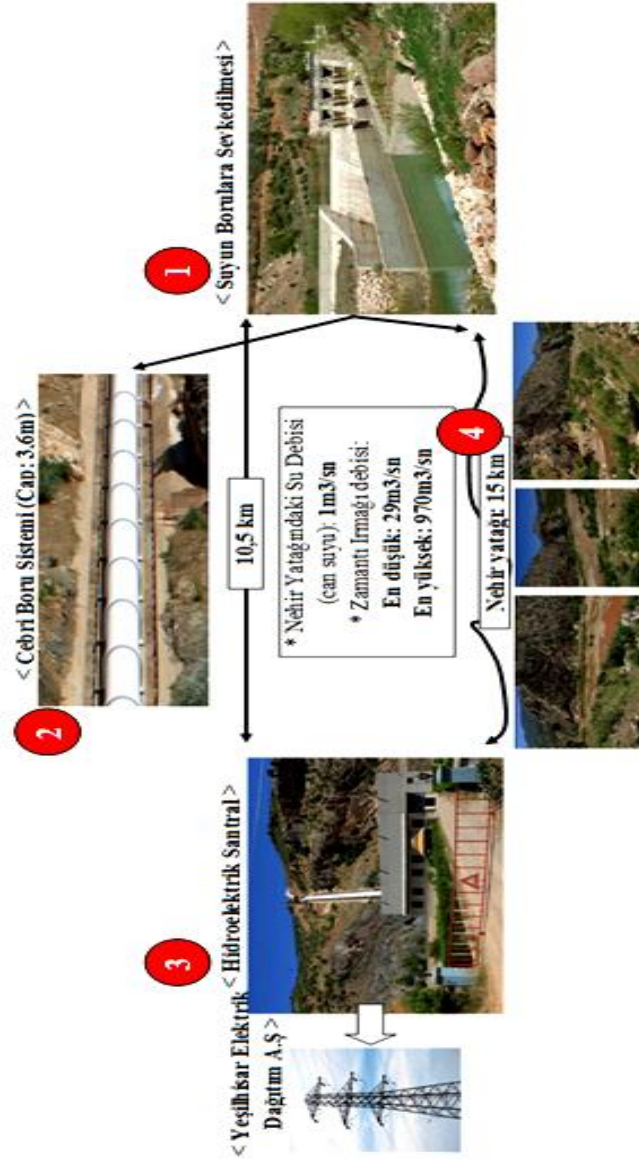
Santral Tipi:	Çökeltme havuzlu, kapaklı ve kontrolsüz savaklı nehir tipi, depolamasız regülatörlü
Çökeltim Havuzu Sayısı:	3
İletim Tüneli Uzunluğu:	10.483 m.
İletim Tüneli Tipi:	Beton Kaplamalı Atnalı kesitli
İletim Tüneli İç Çapı:	3.60 m.
İletim Tüneli Nominal Debisi:	35 m ³ /sn

Nehir tipi santral olduğundan, barajlı santraller gibi depolama özelliği bulunmayan santralde toplam 33 personel çalışmaktadır. Yap-işlet-devret modeline göre, 15 yıllığına işletme hakkını elde bulunduran şirket, 2013 yılında santrali devlete devredecektir.

Mevcut durumda, 3 vardiya olarak her biri 30MW gücünde 3 türbin ile elektrik üreten santral, yıllık olarak yaklaşık 3 Nevşehir büyüklüğünde bir şehre yetecek kadar elektrik üretebilme kapasitesine sahiptir. 3 türbini bulunan santral, mart-nisan-mayıs döneminde 3, haziran-temmuz döneminde 2, ağustos-eylül-ekim döneminde 1, aralık-ocak-şubat döneminde ise 2 türbin ile elektrik üretmektedir.

Santral, Yap-işlet-devret modeli olduğundan, ürettiği elektriğin tümü devletin alım garantisindedir. O nedenle, santral, üretebildiği kadar elektrik üretmekte ve devlete satmaktadır. Santralin kurulumu için yapılan yatırım miktarı ise 135 milyon €'dur. Bu yatırıma, elektrik iletim hatları ve cebri tünel maliyetleri dahil değildir. Elektrik nakil hatları için yapılan yatırım ise yaklaşık 70 milyon €'dur. Toplam yatırım miktarının 220 milyon € olduğu tahmin edilecek olursa, 1MW kurulu güç için yapılan yatırımın, yaklaşık 2,44 milyon € olduğu söylenebilir.

Şekil 14'te, Çamlıca 1 HES'i su temin ve elektrik üretim süreci akışı görülmektedir. Şekle bakıldığında, ilk (1) olarak bir bentte toplanan su, buradan cebri boru sistemi aracılığı ile 10,5 km boyunca, düşük bir eğimle nehir yatağının üstlerinden hidroelektrik santrale götürülür (2). 10,5 km sonra, yaklaşık 300 metre yukarıda kalan su, buradan hızla aşağıya bırakılır ve buradaki 3 tribün vasıtası ile elektrik üretilir (3). Bu arada esas nehir yatağı ise 15 km boyunca sadece can suyu ile ($1 \text{ m}^3/\text{sn}$) yol almaktadır. (4)



Şekil 14. Çamlıca 1 Santrali Su Temin ve Elektrik Üretim Süreçleri

4.2. Çamlıca 3 HES

Akfen Holding'in enerji alanında yaptığı yatırımlardan birisi olan Çamlıca 3 HES'i, 25 MW kurulu gücü ile toplam 94,5 GWh/yıl enerji üretebilmektedir. Bu santral de KHES statüsüne girmemektedir. Bu enerji 70.000 nüfuslu bir orta Anadolu kentinin enerji ihtiyacını karşılayabilecek niteliktedir. Tesis için yapılan toplam yatırım miktarı yaklaşık 60 milyon €'dur. 20 çalışanı olan tesis 49 yıllığına su kullanım hakkı ile birlikte kiralanmıştır.

Elektrik üretimi için gereken su, 3045 m uzunluğundaki cebri tüneller ile, yaklaşık 5 km uzaklıktaki Akfen grubuna ait bentte biriktirilen sudan karşılanmaktadır. Çamlıca 1 HES'nin tersine, özel sektör aracılığı ile kurulan bir tesistir ve üretimi tamamen özel sektöre bağlıdır.

Santralde üretilen enerji, TEİAŞ'a doğrudan satılmakta olup, santralde üretilen enerji miktarı, enerji bakanlığı tarafından günlük bazda belirlenen fiyat ve ihtiyaçlar doğrultusunda belirlenmektedir.

Santral, 3 türbin için ihtiyaç duyduğu 60m³/sn suyu borular yardımı ile yaklaşık 50m yükseklikten indirerek elektrik üretirken, 5km'lik nehir yatağına 1,5m³/sn'lik suyu can suyu olarak bırakmaktadır.

4.3. Bulgular

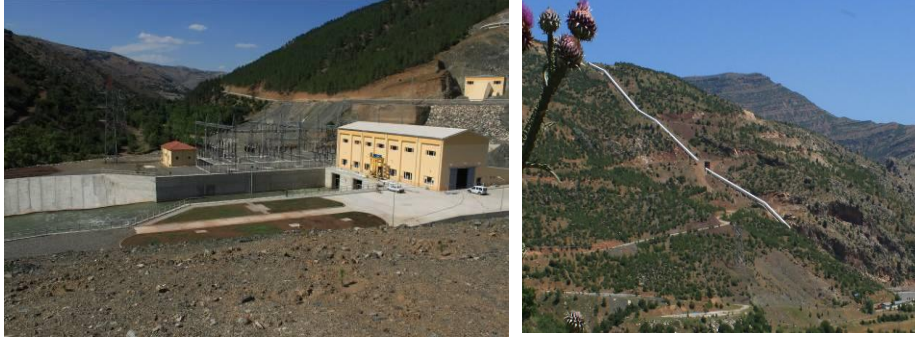
Zamantı ırmağı, bulunduğu bölgeye can veren ırmaklardan biridir. Bölgede yetişen endemik bitki türleri ile kuş çeşitleri ve diğer canlılara ev sahipliği yapmaktadır. Geçtiği köylerde tarımsal sulama ihtiyacını da karşılayan ırmak, balıkların önemli yaşam alanlarından birisidir.

Bölgedeki incelemeler ve köylülerle (Yeşilköy, Çamlıca (Faraşa), Çavdaruşağı, Balcıçakırı) yapılan yapılandırılmış mülakatlara ve gözlemlere bağlı olarak aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

İncelenen her iki HES de önemli miktarlarda elektrik enerjisi üreterek, enerji ihtiyacına cevap verebilecek niteliktedir. Zamantı ırmağının minimum debisi olan 29m³ su, Çamlıca 1 HES'nde 1 türbinin elektrik üretebilmesi için yeterlidir.

- Çamlıca 1 santrali, Çamlıca köyü'nün dış dünya ile bağlantısını kurmasını sağlamıştır. Daha öncesinde çok bozuk olan ve bu nedenle 6 ayda bir şehre gidebilen Çamlıca köyü sakinleri, HES için yapılan yeni yol sayesinde daha sık Yahyalı ilçesine gidebilmekte ve ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Çamlıca 1 HES'nde kullanılmakta olan makine ve teçhizatın da yararlanabilen köylüler, özellikle sel ve yağmur sebebi ile bozulan köy yolunun onarımında Çamlıca 1 santraline ait iş makinelerini kullanabilmektedir.

- Çamlıca 1 HES'i, son 400m'lik cebri boruların dışarıda olması dolayısı ile görsel açıdan olumsuz bir görünüm arz etmektedir. Diğer yandan Çamlıca 3 HES'i, boruların tamamen yer altından olması ve su düşüş yükseltisinin düşük olması dolayısı ile görsel anlamda tesisin vadinin içindeki beton yapılaşması dışında herhangi bir etkisi yoktur (Fotoğraf 3)



Fotoğraf 3. Çamlıca 3 ve Çamlıca 1 HES Türbin Binaları ve Cebri Boru Sistemi

- Borular aracılığı ile nehir yatağından alınan su, ırmak suyunun büyük bir bölümünü oluşturmaktadır (fotoğraf 4). Yasalarda belirtilen %10 can suyu uygulaması, Çamlıca 1 ve Çamlıca 3 HES'lerinde, %2-3 arasındadır.



Fotoğraf 4. Çamlıca 3 HES Su Çıkışı Noktası ile Irmak Yatağı Birleşme Noktası

- Can suyu olarak bırakılan suda, balık yaşamı çok büyük oranda kalmamıştır. Sadece küçük su birikintilerinde çok küçük balık popülasyonlarına rastlanılabilmektedir (fotoğraf 5). 11 km'lik cebri borularla ırmak yatağından su çeken Çamlıca 3 santrali, son 2 yıldır can suyu bırakmaktadır. 1998- 2009 yılları arasında, 15 km'lik dere yatağı tamamen kurduğundan, ilgili bölümde canlı yaşamı tamamen yok olmuştur.

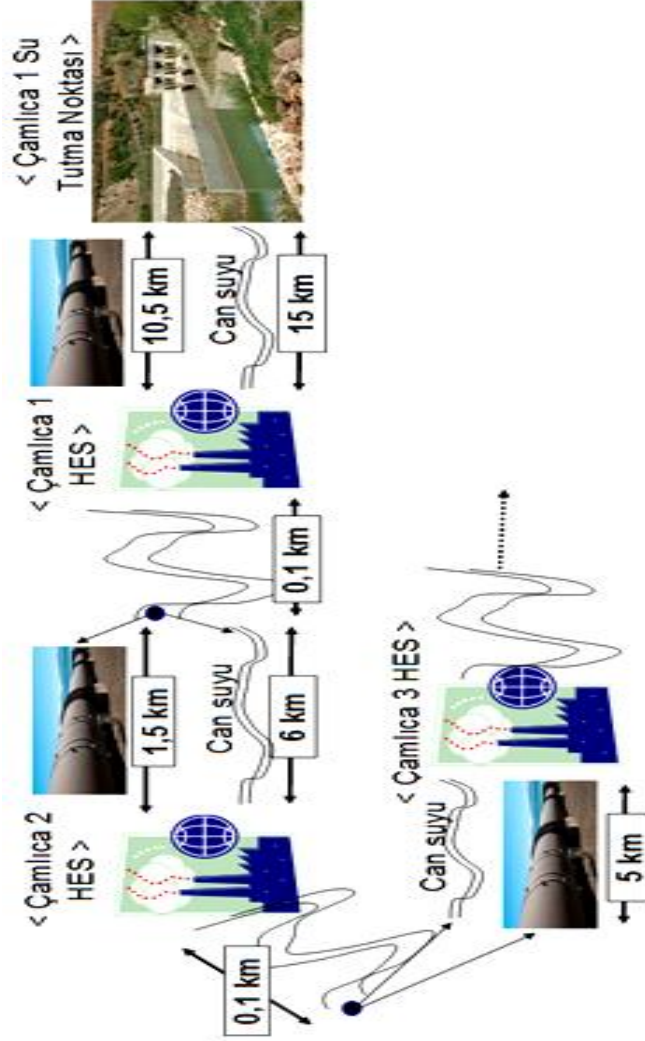


Fotoğraf 5. Çamlıca 1 HES'nin Zamantı Irmağı Yatağına Bıraktığı $1\text{m}^3/\text{sn}$ Can Suyu ve Sonrası

- İstihdam anlamında, Çamlıca 1 santralinde çalışan 33 çalışanın 10'u Çamlıca köyünden olup, istihdam anlamında 170 haneye sahip olan köye az da olsa katkı sağlamaktadır.
- HES için kurulan yüksek gerilim hatları, bölge insanı için olumsuz etkilere sebep olabilmektedir. Armut ağaçlarının kuruması, bu etkilerden görünen sadece birisidir.
- Irmağın su debisi çok değiştiğinden (HES'lerde üretim olmadığında su, bentlerde tutulmakta, biriktirilmektedir. Bu durumda, tüm ırmak yatağı, $1 - 1,5\text{m}^3/\text{sn}$ 'lik can suyu ile hayatını sürdürmeye çalışmaktadır) can suyu ile kısa süreli de olsa karşı karşıya kalan tüm ırmak yatağında balık yaşamından bahsetmek, fauna ve florasının etkilenmeyeceğinden söz etmek mümkün değildir (Zamantı

ırmağının debisi $970\text{m}^3/\text{sn}$ ile $29\text{ m}^3/\text{sn}$ arasında sezonsal olarak değişmektedir).

- Irmak debisinin çok değişkenlik göstermesi, balık yuvalarının, su canlısı yaşam alanlarının sürekli değişmesi gerektiğini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle suda yaşayan canlıların üremesi tehlike altındadır.
- Hem Çamlıca 1 hem de Çamlıca 3 HES için yapılan bentler, balıkların ve su canlılarının göç yollarını tıkamaktadır. Ayrıca göletlerde bekletilen suyun sıcaklığı ve kimyasal yapısı değişmekte, bölge ekolojisini olumsuz etkilemektedir.
- Su, cebri boruya alınırken kullanılan süzgeçler, boru içine yabancı cisim girişini ve büyük balık girişlerini engellerken, yavru balıkların bu borulara girerek boru içerisinde ölmelerine neden olmaktadır.
- Zamantı ırmağı üzerinde, ilgili bölgede kurulması planlanan 13 HES sonrası, Zamantı ırmağı'nın çok büyük bir kısmında su, ırmak yatağından değil, borular içerisinden akacaktır. Aşağıdaki şekilde, mevcut durumda, kurulu 2 HES ve kurulması planlanan çamlıca 2 HES sonrası, suyun akış haritası görülebilir. Özet olarak, toplam 26 km'lik bölgede, Zamantı ırmağı sadece 200 m (Çamlıca 1 ve cebri boru arası ile çamlıca 2 ve cebri boru arası) ırmak olarak akabilecektir. Kalan 25,8km'lik kısımda, cebri borular içerisinde taşınacaktır (Şekil 15)



Şekil 15. Zamantı ırmağı, Habip Barajı-Kapuzbaşı arası (30 km) Mevcut Santral Durumu (Çamlıca 2 projesi aşamasındadır)

5.ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Yeniden yapılanmaya çalışan dünyada şüphesiz en büyük rolü enerji kaynakları ve politikaları belirlemektedir. Avrupa'da 90'lı yıllardan bu yana ülkelerin enerji bağımlılıklarına ve her bir avro karşılığında elde edilen enerji miktarına bakıldığında, çok hızlı bir değişim olduğu görülmektedir. Enerji giderek dışa bağımlı hale gelmekte ve pahalılaşmaktadır. Bu durum ülkeler için büyük bir risk demektir. Enerji, aynı zamanda güç demektir.

Giderek artan enerji ihtiyacını, fosil yakıtlarla, nükleer enerji ile ya da su gücünden yararlanarak karşılamak, pek çok tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, ülkelerin alternatif enerji üretim kaynakları

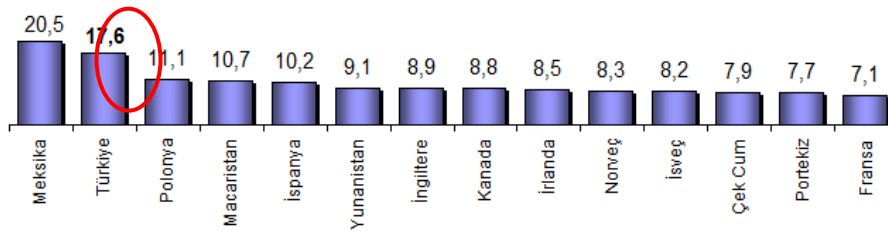
yaratması ve temiz, yenilenebilir enerji kaynakları potansiyellerini verimli hale getirmek için yatırım planlarını somutlaştırmaları gerekmektedir.

Global açıdan bakıldığında da, yenilenebilir enerjinin pek çok faydaları olduğu söylenebilir. CO2 emisyonlarını azaltmakta ve bu yolla iklim değişikliklerinin önüne geçmektedir. Fosil yakıtlara alternatif olarak, dışa bağımlılığı azaltmaktadır.

Türkiye, her türlü enerji üretim kaynağına sahipken, enerji ithal eden bir ülkedir. Toplam enerji ihtiyacının yarısından fazlasını ithal etmekte olan Türkiye, eğer temiz ve iç kaynakları ile bu enerjiyi üretmek istiyorsa, rüzgar, güneş enerjisi, rüzgar ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına bir an önce yatırım yapmalıdır (Kaygusuz ve Sarı, 2003: 471).

1- Kayıp-Kaçak oranını düşürmek

Mevcut durumda Türkiye'nin, pek çok şehrinde kaçak elektrik kullanımı oldukça yaygındır. OECD raporlarına göre AB ülkelerinde kayıp kaçak oranı ortalaması %8,9 civarında iken, Türkiye'de %17,6 civarında seyretmektedir (Şekil 17). Bu oran, Meksika'dan sonra dünyadaki en yüksek orandır.



Şekil 17. Dünyada Kayıp ve Kaçak Elektrik Oranları (%) (Kaynak: TEDAŞ, 2009)

Diğer taraftan, Türkiye'deki kayıp oranı, AB ülkeleri kayıp oranları ile paralel seyretmektedir (%7). Ancak, kaçak elektriğin önüne geçilmesi ve AB ortalamalarına yaklaşılması ile birlikte, kaçak elektrik kullanıcılarının, eskiye nazaran daha az elektrik tüketmek sureti ile toplam enerji ihtiyacını önemli oranda azaltacağı söylenebilir.

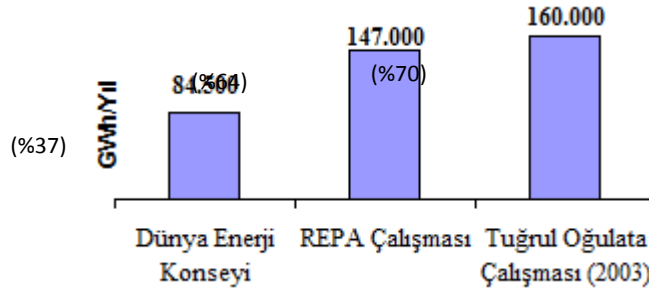
2- Tasarruf

Türkiye'de, ilgili bakanlığın ve gönüllü kuruluşların desteği ile planlanacak tasarruf yöntemleri, bilinçlendirme eğitimleri vb. faaliyetlerle enerji tüketimi azaltılabilir. Üretim sektörü, daha verimli elektrikli-elektronik cihazlar için teşvik, vergi indirimleri vs. yolu ile desteklenebilir. Binalarda tüketilen elektrik, toplam tüketimin %30'una yakındır. Aydınlatmada kullanılan lambaların yeni nesil tasarruflu aydınlatma sistemleri ile revize edilmesi de önemli kazançlar sağlayacaktır. Türkiye'de

insanlarımızın enerji kullanımı – tüketimi ile ilgili bilgilendirilmediği ve bu konuda çok bilinçli olmadığı düşünülürse, tasarruf anlamında burada oldukça yüksek bir potansiyel vardır. Örneğin, Türkiye’de sokak aydınlatmaları için toplam enerjinin %4,6’sı harcanmaktayken, AB ülkelerinde bu oran %3’tür. Sadece bu alanda dahi %1,6’lık (Yaklaşık 3664 GWh/Yıl) bir enerji tasarrufu sağlanabilir. Buradan elde edilecek tasarruf, 0,75 adet nükleer santralin üreteceği enerjiye eşdeğerdir.

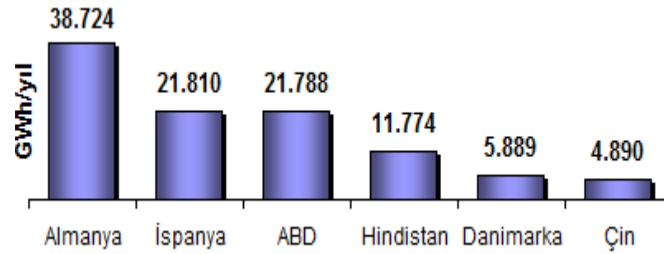
3- Rüzgar Enerjisi

Gerek Dünya Enerji Konseyi yıllık raporları, gerekse rüzgar enerjisi araştırmaları, Türkiye’nin bu alanda çok büyük bir potansiyele sahip olduğunu belirtmektedir. Bu konuda yapılmış çalışmalara bakıldığında, Türkiye’nin toplam rüzgar enerjisi potansiyelinin 84.500 ila 160.000 GWh/yıl olduğu görülmektedir (Şekil 18).



Şekil 18. Farklı Çalışmalara Göre Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli (“()” rakamlar 2010 Türkiye enerji ihtiyacını karşılama oranını göstermektedir)

Günümüzde üretilen rüzgar türbinlerinin enerji üretme potansiyelleri oldukça yüksektir (2,5MW). Bu modern türbinlerden 4 tanesi, en yüksek kapasiteli KHES kadar enerji üretebilmektedir. Türkiye’de kurulması planlanan KHES’ler düşünüldüğünde ise her bir KHES, 2 adet modern rüzgar türbininin ürettiği enerjiyi üretebilmektedir. Dünyada ülkeler bazında kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi, şekil 19’da görülmektedir



Şekil 19. Dünyada Rüzgar Enerjisi Üretimi (Kaynak: WEC, 2010: 509-512)

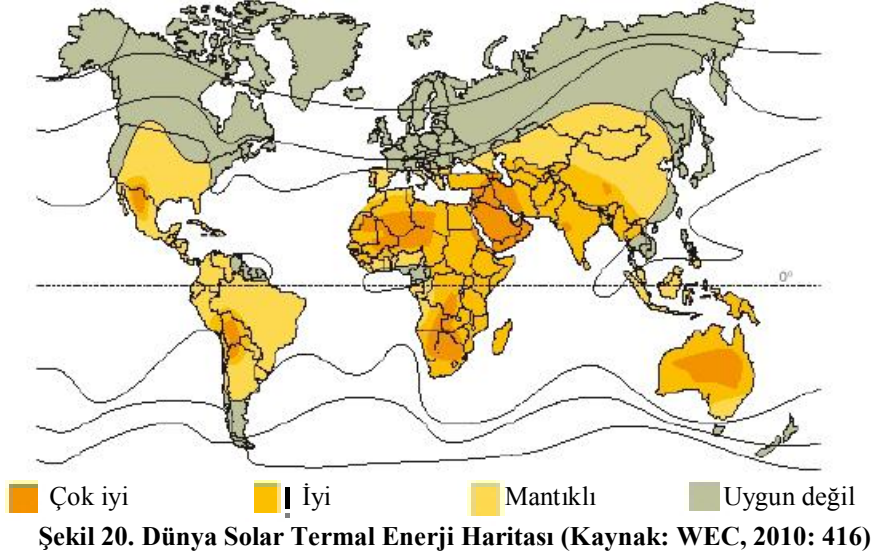
4- Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, teorik olarak, dünya enerji ihtiyacının 15.000 katından fazla enerji sağlayabilecek potansiyelindedir (WEC, 2010: 408). Aynı zamanda, enerji ihtiyacını karşılamada giderek yaygınlaşan temiz enerji alternatiflerinden birisidir. Türkiye’de de güneş enerjisi kullanımı, su ısıtma ihtiyacını karşılamak için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Mevcut durumda, WEC 2010 raporlarına göre, Türkiye’de su ısıtma amaçlı mevcut kullanımda olan güneş enerjisi panelleri ile elektrik enerjisi üretilmesi durumunda, 13110 GWh/yıl’lık bir enerji sağlanabilecektir (2010 yılı Türkiye enerji ihtiyacının %5,72’si).

Dünya Enerji Konseyi 2010 raporuna göre Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli 1311 KW/m²’dir. Enerji bakanlığının hesaplarına göre, bu potansiyel yıllık 380.000 GWh’lik bir enerji anlamına gelmektedir ki bu rakam Türkiye’nin şu anki enerji ihtiyacının 1.7 katıdır. Bu potansiyelin sadece %10’u teknik ve ekonomik olarak kullanılabilirse dahi, 38.000 GWh/yıl enerji üretebilir ve 2010 yılı Türkiye enerji ihtiyacının %16,6’sı bu yolla karşılanabilir. Almanya, 2009 yılında güneş enerjisi potansiyelini 12.000 GWh/yıl’a çıkararak ve bu yolla toplam enerji ihtiyacının %2’sini güneş enerjisinden karşılamaya başlamıştır.

Türkiye’de ise en yüksek güneş enerjisi potansiyeli, güneydoğu ve Akdeniz bölgesinden sonra İç Anadolu bölgesindedir. Türkiye, 2640 saatlik yıllık güneşlenme süresi ortalamasına sahipken, İç Anadolu bölgesi, 2712 saatlik güneşlenme süresine sahiptir. Almanya’da yıllık güneşlenme süresi ise, 1300-1900 saat arasında değişmektedir. Türkiye’de 1311 KW/m² olan ışınım şiddeti ise Almanya’da 1030 KW/m² olup, Türkiye’ye göre %22 daha düşüktür. En düşük güneş enerjisi potansiyelimizin olduğu Karadeniz Bölgesi dahi Almanya’dan daha iyi bir durumdadır.

Ayrıca Türkiye’nin solar termal enerji tesisleri potansiyeli de yüksektir. Solar termal enerji ile 200 ila 1000 C° arasına hatta daha yüksek sıcaklıklara çıkılabilmekte ve termodinamik çevrim ile ideal bir şekilde enerji üretilebilmektedir. Bu prensip, mevcut termik ve nükleer enerji santrallerinin çalışma prensipleri ile birebir aynıdır. Bu santraller aynı zamanda istenildiği anda, doğal gaz ile de elektrik üretebilecek yeteneğe sahiptirler. Güneş’in olmadığı zaman dilimlerinde, iyi bir yedekleme sağlamaktadır. Şekil 20’de, coğrafi anlamda dünya solar termal enerji potansiyeli görülmektedir. Bu yol ile üretilen elektriğin maliyeti şu an 0,15-0,20 \$ / KWh civarındadır. Ancak yakın zamanda, bu maliyetlerin geleneksel enerji üretim maliyetlerini yakalayacağı söylenebilir. Bu sistemlerin çevre maliyetlerinin oldukça düşük olduğu düşünülürse, gelecekte en ucuz enerji alternatiflerinden birisinin güneş enerjisi olacağı öngörülebilir (WEC, 2010: 416-417).



Gelecekte, yıllık %6-7 artması planlanan Türkiye enerji ihtiyacının yukarıdaki çözüm önerileri dışında, daha pek çok alternatif enerji kaynağı ile karşılanması mümkündür. Bilen, K (2008)'e göre Türkiye, çok ciddi miktarda jeotermal enerji potansiyeline sahip ülkeler arasındadır. WEC (2010) raporuna göre ise, Alp-Himalaya orojenik kuşağı üzerinde bulunması dolayısı ile 31,5 GW jeotermal enerji potansiyeline sahip Türkiye'de batı Anadolu, bu enerji potansiyelinin %78'ine sahiptir.

Japonya'da, Mart 2011'de meydana gelen 9.0 şiddetindeki deprem sonrası oluşan nükleer tehlike, nükleer enerji alternatiflerinin sorgulanmasına sebep olmuştur. Pek çok ülke, nükleer enerji politikalarını tekrar gözden geçirirken, Almanya 7 santralini kapatma kararı almış, kalan tüm diğer santrallerini de 2022 yılına kadar aşamalı olarak kapatmayı planlamaktadır. Japonya 14 yeni reaktörün inşaatını iptal etmiştir. İsviçre 3 yeni nükleer reaktör planını iptal etmiş ve 2034 yılına kadar tüm nükleer santrallerini kapatacağını açıklamıştır. Çin hükümeti, üretim için büyük enerji ihtiyacına karşın, nükleer santral planlarını askıya almıştır. Son olarak İtalya'da Haziran 2011'de yapılan referandumda, İtalya halkının %95'i, suların özelleştirilmesine ve nükleer enerji santrallerinin kurulmasına hayır diyerek, suların ve temiz enerjinin yaşamları için ne kadar önemli bir kaynak olduğunu göstermişlerdir. Türkiye'de kurulması planlanan üç nükleer santralin 2010 yılı enerji ihtiyacını karşılama oranı ise % 6,5 olacaktır. Bu rakam 2020 yılı için ise %3,15'dir.

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 (Küçükkali ve Baris 2009: 3875) 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 İli 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.

KAYNAKÇA

- Abbasi, T., Abbasi, S.A., (2011). Small hydro and the environmental implications of its extensive utilization, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 2134–2143.
- Altınbilek, D., (2002). The role of dams in development, *Water Resources Development*, 18, 9-24.
- Beck F., Martinot E., (2004). Renewable energy policies and barriers, *Encyclopedia of energy*, 5, 365-383.
- Beutin P., (2005), An integrated approach to SHP development: from R&D to market deployment. *Int J Hydropower Dams*, 12(3); 68–9.
- Bilen, K., Ozyurt, O., Bakırcı, K., Karlı, S., Erdogan, S., Yılmaz, M. and Comaklı, O., (2008). Energy production, consumption, and environmental pollution for sustainable development: A case study in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Review*, Vol. 12.
- Energy Information Administration (EIA), (2006). International Energy Outlook 2006.
- ESHA, SERO, IEFEE., (2001). Blue energy for a green Europe (BlueAGE). Strategic study for the development of small hydropower in the European Union, Report of Altener Programme, Brussels.
- ESHA (European Small Hydropower Association), (2004). Small hydropower situation in the new EU member states and candidate countries report, Prepared by the Marketing Working Group of the Thematic Network of Small Hydropower (TNSHP).

- EUAŞ, (Elektrik Üretim Anonim Şirketi) (2010), Elektrik Üretim Sektör Raporu, www.enerji.gov.tr. Adresinden 15 Şubat 2011 tarihinde edinilmiştir.
- European Commission, (2010), Statistical pocketbook. http://ec.europa.eu/energy/publications/statistics/statistics_en.htm adresinden 12 Mayıs 2011 tarihinde edinilmiştir.
- Goldemberg, J., Johansson, T., (2004). World energy assessment overview (2004 update), New York, p:85.
- Harte, J., (1977). Energy technologies and natural environments: the search for compatibility, *Annual Review of Energy*, 3, 101–146.
- 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.
- Kaygusuz, K., Sarı A., (2003). Renewable energy potential and utilization in Turkey, *Energy Convers Management*, 44, 459–478.
- 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.
- Kucukali, S, Baris, K., (2009). Assessment of small hydropower (SHP) development in Turkey: laws, regulations and EU policy perspective, *Energy Policy*, 10, 3872-3879.
- Kumbaroğlu, G., (2008). Söylemlerle Resmi Hedefler Arasında Tutarsızlık Var, Röportaj, sayı 5. <http://www.yenienerji.info/?pid=16883> adresinden 20 Mayıs 2011 tarihinde edilmiştir.
- MNRE (Ministry of new and renewable energy) Booklets on Renewable Energy, (2010).
- IEA (International Energy Agency), (2003). Energy policies of IEA Countries, Paris.
- IEA (International Energy Agency), (2010). Benign energy? The environmental implications of renewable, Paris.
- Paish O., (2002). Small hydro power: technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 6, 537-556.
- 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.
- Streimikiene, D., Burneikis, J., Punys, P., (2005). Review of renewable energy uses in Lithuania, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9, 29–49.
- TEDAŞ, (2009). Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri (2009)
- TÜİK, (2010). Nüfus istatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=38&ust_id=11 adresinden 10 Haziran 2011 tarihinde edinilmiştir.
- Turkish Electricity Transmission Company (TEIAS), (2009). Electricity generation transmission statistics of Turkey, Ankara.
- World Energy Council (WEC), (2004), 2004 Survey of energy resources.
- World Energy Council (WEC), (2010), 2010 Survey of energy resources.

www.akfen.com.tr

www.ayen.com.tr

www.ekolojiagi.wordpress.com/