

Su Kuvveti ve Türkiye

Ünal Öziş

Em.Prof.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Tel: 0232. 231 18 96

E-posta (c/o): ahmet.alkan@deu.edu.tr ; yalcin.ozdemir@deu.edu.tr

Öz

Birincil enerji kaynakları kıt olan Türkiye, elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında, yenilenebilir ve temiz nitelikteki su kuvveti kaynaklarını öncelikle değerlendirmek zorundadır. Günümüzde ancak yarısından azını geliştirmiş olduğu, 150 TWh/y mertebesindeki, ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyeli seviyesine erişmek için, daha yüzlerce önemli hidroelektrik santral (HES) inşa etmek gereklidir. Türkiye akarsularının akışları gerek mevsimler arası, gerekse yıllar arası çok büyük değişiklikler gösterdiğinden, bu değişken akışların barajlarla düzenlenmesi zorunlu olmaktadır. Baraj haznelerinden olacak ek buharlaşma miktarları gereksiz bir kayıp olmayıp, bir tür aynı işletme gideri niteliğindedir. Su kuvveti tesisleri, özellikle barajlı santraller, zirve güç ihtiyacının karşılanmasında en kullanışlı santral türüdür. Baraj hazneleri dolaylı veya dolaysız olarak taşkınların sönmülmesinde de etkin oldukları gibi, pek çok su kuvveti tesisinde, barajlar sulama sistemleri için gerekli suyun düzenlenmesine de büyük katkıda bulunmaktadır. Ancak, çevre duyarlılığı bağlamında, barajların ve hidroelektrik santrallerin inşaatı sırasında doğaya gerektiğinden fazla müdahale edilmemesine, olabildiği ölçüde yöreye rahatsızlık verilmemesine, işletme sırasında akarsu yatağına bırakılması gereken suyun kısılmamasına çok büyük özen gösterilmelidir.

Anahtar sözcükler: su kuvveti, hidroelektrik, enerji, güç, baraj, santral, HES.

1. Giriş

Su kuvveti, yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin üçte birinin hareket ettirdiği hidrolojik çevrim sayesinde her yıl "yenilenebilen", çevre kirliliğinin önlenmesi açısından "temiz" nitelikte, tesislerinin çoğu sulama, taşkın kontrolü gibi amaçlara da hizmet eden "çok maksatlı", Türkiye için bir "öz kaynak" olarak da elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında özel yeri bulunan bir birincil enerji kaynağıdır.

Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli, akarsuların genellikle orta kesimlerinde yeralan baraj etek santralleri, yukarı kesimlerinde yeralan yüksek düşümlü çevirme santralleri ile değerlendirilmektedir. Yüksek düşümlü çevirme santrallerinin bir bölümünün de suyu barajla derlediği dikkate alındığında, mevsimler, hatta yıllar arası düzenleme sağlayan baraj hazneleri, Türkiye'nin hidroelektrik enerji üretiminin belkemiğini oluşturmaktadır (Öziş, 1961, 1968a, 1977, 1991a; Öziş ve diğ. 1965, 1978, 1983, 2006d,g; Öziş ve Harmancıoğlu, 1982).



Şekil 1 – Fırat üstünde Atatürk barajı ve 2400 MW gücünde etek santrali (Foto:Ü.Öziş).

Baraj hazneleri, doğal duruma kıyasla oldukça büyük su yüzeyleri meydana getirdiklerinden, kaçınılmaz buharlaşma kayıplarına da yol açmaktadır. Bunu gereksiz su israfı olarak tanımlamak ve baraj yapmamak, su kaynağından etkin biçimde yararlanılmasından vazgeçme anlamını taşır. Bu ek buharlaşma kaybının bir tür "aynı" işletme gideri niteliğinde olduğu unutulmamalıdır (Şekil 1).

Hidroelektrik santrallerin devreye girip, çıkmaları birkaç dakika mertebesinde olduğundan, özellikle biriktirme haznesi bulunan su kuvveti tesisleri güç talebi değişimine kolayca ve çok az enerji kaybıyla uyum sağlamaktadır.

Türkiye'de su kuvveti tesislerinin kurulu güçteki payı üçte bir, enerji üretimindeki payı dörtte bir mertebesinde bulunmaktadır. Gelecekte, termik santrallerin yanı sıra, su kuvvetinden başka diğer yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendiren santrallerin ve hatta nükleer santrallerin de enerji üretiminde yer alabilecekleri beklenmektedir.

Zirve güç ihtiyacının karşılanmasında, biriktirmeli su kuvveti tesislerine kıyasla bütün bu tür santrallerin elverişsiz oldukları dikkate alınarak, baraj hazneli su kuvveti tesislerinin, özellikle yük merkezlerine daha yakın havzalarda yer alanların, küçük yük faktörüyle çalışacak, büyük güçte kurulmaları üzerinde önemle durulmalıdır.

2. Yenilenebilir Enerji ve Su Kuvveti

Gökyüzü-yeryüzü sisteminde, itici gücü güneş enerjisi olan, buharlaşma – yağış – akış döngüsü niteliğindeki hidrolojik çevrim, su kuvvetinin birinci esas unsuru olan “akış”ları sağlamaktadır. Yeryüzü topografyasındaki yükselti farkları ise su kuvvetinin diğer esas unsuru olan “düşü”yü oluşturmaktadır. Su kuvvetinin ölçütü olan suyun “güç”ü birim zamandaki akış ile düşünün çarpımına eşittir. Bu bağlamda su kuvveti “yenilenebilir” bir enerji kaynağıdır (Öziş, 1961, 1991a, 2014a; Öziş ve diğ. 1977, 2006d).

Bir birincil enerji kaynağı olan su kuvvetinden en yaygın biçimde yararlanmanın yolu, ikincil enerji kaynağı niteliğindeki elektrik enerjisine dönüştürmektir. Bu dönüşüm “hidroelektrik santral” (HES) olarak tanımlanan bir su kuvveti tesisinde sağlanmaktadır.

Gücün zaman içinde çalışmasıyla, güç ile sürenin çarpımına eşit olan “enerji” elde edilmektedir.

3. Birincil Enerji Kaynakları

Elektrik enerjisini pek çok birincil enerji kaynağından elde etmek mümkündür. Ancak, Türkiye günümüzde enerji kaynakları kısıtlı, büyük ölçüde başka ülkelerden ithal eden bir konumdadır. Petrol, gaz, kömür gibi fosil yakıtlar, uranium, torium gibi çekirdek enerjisi kaynakları, tüketildiğinde yenilenemeyen, ayrıca doğa kirliliğine yolaçan niteliktedir.

Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, su kuvveti yenilenebilir ve doğayı pek kirliletmeyen kaynaklardır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarına öncelik vermek zorundadır. Bu bağlamda, günümüz teknolojisiyle en kapsamlı ölçüde yararlanılabilecek enerji kaynağı su kuvvetidir (Öziş, 1961, 1968a, 1991a, ; Öziş ve diğ. 1965, 1977, 1999).

Türkiye’de 2013 yılı itibarıyla, elektrik enerjisi üreten santrallerin toplam kurulu gücü 64 GW (bir GW = bin MW = bir milyon KW) civarındadır. Bu gücün yaklaşık % 60’ı çeşitli termik kaynakları yakıt olarak kullanan santrallara, % 35’i hidroelektrik santrallara, % 4’ü rüzgar enerjisi santrallerine, % 1’den azı jeotermal santrallara aittir. Hidroelektrik santraller bağlamında barajlı santrallerin gücü 16 GW, bağlamalı akarsu santrallerinin 6 GW mertebesindedir.

Aynı yıl üretilen toplam elektrik enerjisi 240 TWh (bir TWh = bin GWh = bir milyar KWh) mertebesindedir. Bu enerjinin % 70’inden fazlası termik santrallarda üretilmiş olup, yerli yakıtla 36 TWh, ithal yakıtla 136 TWh üretilmiştir. Jeotermal üretim 1 TWh’ın, rüzgar santrallerinin 3 TWh’ın altında olup, toplam üretimin % 4’ü kadardır. Hidroelektrik santrallerin üretimi 59 TWh, dolayısıyla toplam üretimin % 25’i civarındadır. Hidroelektrik santrallerin payının kurulu güçte % 35, üretimde % 25 olması, zirve güç ihtiyacının karşılanmasındaki önemli rollerini yansıtmaktadır.

4. Temiz Enerji ve HES (Hidroelektrik Santral)

Su kuvvetinin mekanik enerjisinden birkaç bin yıldan beri su değirmenleri, su çarkları vasıtasıyla yararlanılagelinmiştir. Ondokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru kullanıma başlanmış olan hidroelektrik santrallerin başlıca üç aksamı bulunmaktadır (Şekil 2 ila 3) (Keloğlu ve diğ. 2006; Öziş, 1983c, 1991a, 2014a; Öziş ve diğ. 2006a,d).

‘Türbin’ suyun enerjisini dönen bir milin mekanik enerjisine çeviren bir su makinasıdır. Genellikle alçak düşülerde ‘Kaplan’, orta düşülerde ‘Francis’, yüksek düşülerde ‘Pelton’ türü olarak anılan türbinler kullanılmaktadır. Pompaj biriktirmeli santrallarda, pompa-türbin olarak anılan, çift yönlü çalışabilen tek çark da kullanılabilmektedir.

‘Jeneratör’, milin döndürdüğü ‘rotor’ olarak anılan kısmıyla, ‘stator’ olarak anılan sabit sargılar arasındaki manyetik dönüşümle mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren



Şekil 2 – Atatürk barajı etek santralinde türbin ve jeneratör montajları (Foto: Ü.Öziş).



Şekil 3 - Atatürk barajı etek santralinde jeneratör holünün görünüşü (Foto: Ü.Öziş).

makinedir. ‘Transformatör’ ise, orta gerilimde üretilen elektrik enerjisini uzun mesafelere iletebilmek için, iki farklı sargı düzeniyle gerilimi yükselten hareketsiz bir aksamdır.

Görüldüğü üzere, türbine giren su ile çıkan su esas olarak aynı nitelikte, hatta daha duru olduğundan, çevre kirliliği meydana getirmemektedir. Bu bağlamda su kuvveti “temiz” bir enerji kaynağıdır.

5. Akışların Düzenlenmesi ve Barajlar

Türkiye akarsularının akışları gerek mevsimler arası, gerekse yıllar arası çok büyük değişiklikler göstermektedir. Mevsimler arası değişkenlikte ‘periyodik’ unsur, yıllar arası değişkenlikte ‘stokastik’ unsur ağırlık taşımaktadır. Bu değişken akışların barajlarla düzenlenmesi gerekli olmaktadır (Efelerli ve Öziş, 1974; Fıstıkoğlu ve diğ. 2008; Harmancıoğlu ve Öziş, 1978, 1981, 1983; Özdemir ve diğ. 2013; Öziş ve diğ. 1965, 1990a,b, 1991a, 1992, 1994, 2003b,c, 2004, 2006a,c,d,f,g,i; 2010, 2013b,c; Öziş ve Bayraktar, 1974; Öziş ve Koçak, 1977; Öziş, 1982a,b,c, 1983a,b,c, 1986, 1992, 1994, 2014a; Öziş ve Yanar, 1984, 2011; Öziş ve Özel, 1989).

Baraj haznelerinden olacak ek buharlaşma miktarları gereksiz bir kayıp olmayıp, bir tür aynı işletme gideri niteliğinde görülmelidir.

Baraj hazneleri dolaylı veya dolaysız olarak taşkınların sönümlenmesinde de etkin oldukları gibi, pek çok su kuvveti tesisinde, barajlar sulama sistemleri için gerekli suyun düzenlenmesine de büyük katkıda bulunmaktadır.

Türkiye’nin güneyinde, Dalaman’dan Dicle’ye uzanan bir kuşak boyunca, erime boşluklu kireç taşı formasyonlardan (karst) kaynaklı önemli debili pınarların varlığı akışlardaki büyük değişikliği bir ölçüde sönümlenmektedir (Şekil 4 ila 5) (Öziş ve Yanar, 1984, 2011; Öziş, 1989). Doğu Karadeniz bölgesinde ise, yağışların ülke ortalamasının birkaç katı olduğu kesimlerde de, belli bir sönümleme görülmektedir.



Şekil 4 – Manavgat havzasında, Oymapınar baraj gölünde kalan, ortalama debisi $50 \text{ m}^3/\text{s}$ mertebesinde olan Dumanlı pınarı (Foto: Ü.Öziş).



Şekil 5 – Manavgat üstünde, temelden 185 m yüksekliğinde Oymapınar kemer barajı (Foto: Ü.Öziş).

Bu özellik, söz konusu yörelerin önemli su kuvveti potansiyelinin, bazı barajlı santrallerin yanı sıra, özellikle yüksek düşülü çevirme santralleriyle değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

6. Su Kuvveti Tesislerinin Sınıflandırılması

Hidroelektrik santraller olarak da anılan su kuvveti tesisleri, bugüne kadar yapılmış yayınlarda farklı sınıflandırmalara da rastlanabilmekle birlikte, başlıca üç grupta ele alınmaktadır (Benzeden ve diğ. 2006; Öziş, 1973a, 1974a,b, 1983c, 1986, 1991a, 1998, 2011, 2014a; Öziş ve diğ. 1991, 2006d,g,i, 2012, 2013a):

- (a) alçak düşülü nehir içi santralleri (Efelerli ve diğ. 2006);
- (b) baraj etek santralleri (dolgu baraj eteğindeki santraller ve beton baraj eteğindeki santraller olarak iki altgruba ayrılır) (Öziş ve Koçak, 1977; Öziş ve Yanar, 1984, 2011; Öziş ve Özel, 1989; Öziş ve diğ. 1990a, 1992, 2003a,b, 2006b,c, 2010; Öziş, 1992);
- (c) yüksek düşülü çevirme santralleri (serbest yüzeyli akışlı çevirme santralleri ve basınçlı akışlı çevirme santralleri olarak iki altgruba ayrılır) (Benzeden ve diğ. 1992; Öziş ve diğ. 2006e).

Bu üç büyük su kuvveti tesisi türünün dışında, üç özel biçim de söz konusu olmaktadır:

- (d) pompaj biriktirmeli santraller (Öziş ve diğ. 2006b);
- (e) met-cezir santrali olarak da anılan gel-git santralleri;
- (f) depresyon santralleri olarak da anılan çöküntü santralleri.



Şekil 6 – Ceyhan üstünde, 3,6 MW gücünde, alçak düşülü Maraş nehir içi santrali (Foto: Ü.Öziş).

Alçak düşülü nehir içi santralleri, Türkiye açısından pek önem taşımamakla birlikte, genellikle akarsu yatağında yer almakta, bazı durumlarda akarsuyun kısmen veya tamamen çevrildiği bir yan kanal üzerinde de kurulabilmektedir (Şekil. 6).

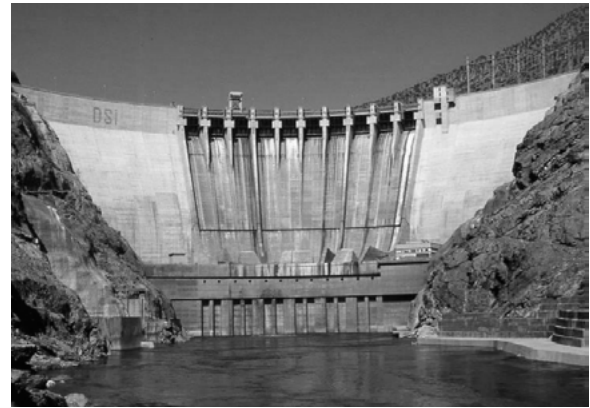
Baraj etek santralleri, öncelikle barajın dolgu veya beton baraj olmasına göre farklılık göstermekte; bu altgruplarda da başta dolusavak yeri ve türü olmak üzere, diğer etkenler dolayısıyla değişik biçimler alabilmektedir. Türkiye açısından özellikle baraj etek santralleri büyük önem taşımaktadır (Şekil 7, 8).

Yüksek düşülü çevirme santrallerinin genel konumu ve unsurları, öncelikle suyun bağlamayla derlenip çevirme iletiminin serbest yüzeyli akışla veya barajla derlenip basınçlı akışla olmasına göre farklılık göstermektedir. Türkiye açısından yüksek düşülü çevirme santralleri da belli bir önem taşımaktadır (Şekil 9, 10).

Pompaj biriktirmeli santraller, genellikle günlük biriktirmeli, ender olarak mevsimlik biriktirmeli biçimde inşa edilmektedir. Türkiye'de henüz bu türde bir santral yoksa da, zaman zaman gündeme gelmekte olup, koşulların gerektirdiği pek çok ülkede uygulama alanı bulmuş olan pompaj biriktirmeli santrallerin, zirve güç ihtiyacının karşılanmasında özellikle ülkenin kuzey-batı bölgesinde kurulmaları beklenebilir.



Şekil 7 – Fırat üstünde, Keban Barajı ve 1330 MW gücünde etek santrali (Foto: Ü.Öziş).



Şekil 8 – Fırat üstünde, Karakaya barajı ve 1800 MW gücünde etek santrali (Foto: Ü.Öziş).



Şekil 9 – Gediz havzasında, Demirköprü barajıyla derlenen suyu 2,4 km uzunluğunda basınçlı bir tünelle çevrilen, 107 m düşülü çevirme santrali (Foto: Ü.Öziş).



Şekil 10 – Harşit havzasında, 183 m düşülü, cebri boru çapları 1,85 m olan Doğankent A santrali (Foto: Ü.Öziş).

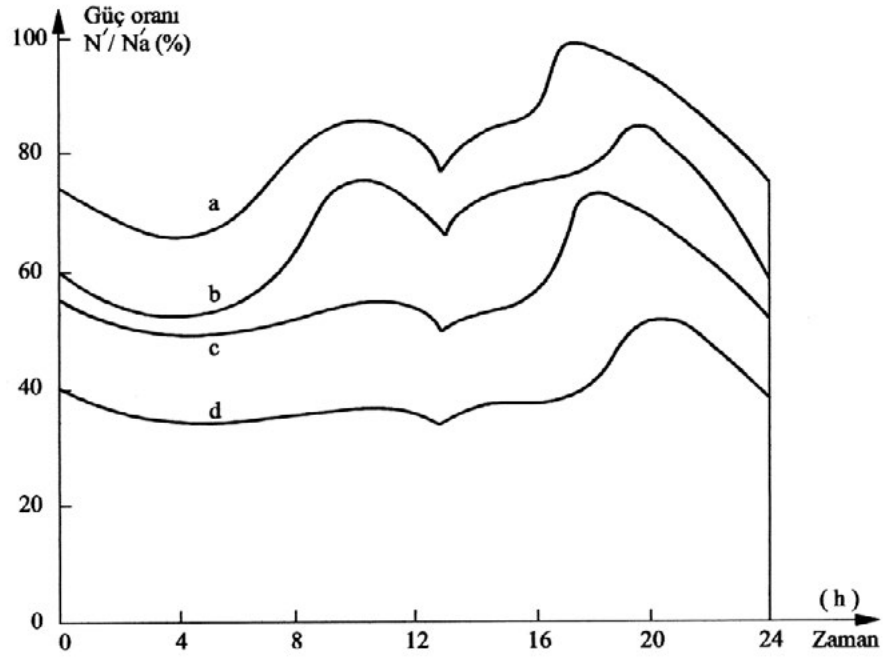
7. Zirve Gücün Karşlanması

Elektrik enerjisi ihtiyacı, dolayısıyla sistemden çekilecek güç, mevsimlere göre değiştiği gibi, gün içinde de önemli değişiklikler göstermektedir (Şekil 11). Bu durumda, zirve güç ihtiyacının karşılanması için kurulmuş olan santrallardan bir bölümü, gün içinde belli saatlarda devre dışı kalmaktadır.

Nükleer santralların sürekli çalışması gereği, termik santralların devreye giriş ve çıkışlarda saat mertebesinde süre ihtiyaçları ve ısı kayıpları dikkate alındığında, hidroelektrik santralların dakika mertebesindeki süre ihtiyaçları ve pek küçük su kayıpları, zirve güç ihtiyaçlarının karşılanmasında su kuvveti tesislerine özel bir konum getirmektedir.

Türkiye’de henüz inşa edilmemiş olmakla birlikte, pompaj biriktirmeli hidroelektrik santrallar da zirve güç ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynayabilecek tesislerdir.

Türkiye’nin elektrik enerjisi ihtiyacının ağırlık merkezi ülkenin batısında, su kuvveti potansiyelinin ağırlık merkezi ülkenin doğusundadır. Zirve güç ihtiyacının kolaylıkla karşılanabilmesi açısından barajlı santralların, özellikle büyük tüketim merkezlerine yakın havzalarda olanların, küçük yük faktörüyle, dolayısıyla büyük güçle kurulmaları önem taşımaktadır (Harmancıoğlu ve diğ. 1978; Öziş, 1961, 1983c, 1985, 1991a, ; Öziş ve diğ. 1965, 1991, 2006b,c,d).



Şekil 11 – Elektrik enerjisi tüketiminde günlük yük süre eğrisi: (a) kış iş günü; (b) kış tatil günü; (c) yaz iş günü; (d) yaz tatil günü (Öziş, 1983c, 1991a; Öziş ve diğ. 2006a).

Suyun bağlamayla çevrildiği, yüksek düşülü santrallarda, cebri boru başındaki yükleme havuzunun günlük düzenleme de sağlayacak büyüklükte yapılması, bazı durumlarda ekonomik olabilmektedir.

8. Su Kuvveti Potansiyeli

Türkiye'nin su kuvveti brüt potansiyeli 440 TWh/y, bunun teknik olarak değerlendirilebilir kısmı 220 TWh/y mertebesindedir. Su kuvveti potansiyelinin ekonomik olarak yararlanabilir kısmı, uzun yıllar 125 TWh/y kabul edilmiş, son yıllarda 150 TWh/y mertebesinde olabileceği anlaşılmıştır.

Hidroelektrik santrallarda net düşünün brüt düşüye oranı 0,5-0,9 seviyesinde olup, bu değer ortalama 0,7 mertebesindedir. Kullanılan debinin gelen debiye oranı 0,9 mertebesinde kabul edilebilir. Santralin dönüşüm verimi ortalama 0,8 olarak hesaba katıldığında, bu üç oranın çarpımıyla, net gücün brüt güce oranı 0,5 seviyesinde olmaktadır. Bu durumda, teknik olarak değerlendirilebilecek su kuvveti potansiyeli, brüt su kuvveti potansiyelinin yarısı mertebesinde bulunmaktadır.

Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında, Rusya Federasyonunun Ural dağlarının batısında kalan kısmından sonra, Norveç'in potansiyeliyle aynı mertebededir. Su kuvveti tesisleri kapsamındaki barajların pek çoğunun, taşkın kontrolü, sulama gibi maksatlara da hizmet ettiği dikkate alındığında, hidroelektrik santrallar Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında öncelikle geliştirilmesi gereken tesislerdir (Baran ve diğ. 1987, 2006a; Öziş, 1961, 1968b, 1971, 1977, 1985, 1989, 1991a; Öziş ve diğ. 1965, 1973b, 1974c,d, 1978, 1983, 1997; Öziş ve Harmancıoğlu, 1982).

9. Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Geliştirilmesi

Türkiye’de ilk hidroelektrik santral 1902’de Tarsus’ta kurulmuş olup, 1935’te Elektrik İşleri Etüd İdaresinin kurulmasıyla akarsularda düzenli ölçümlere başlanmış, 1954’te Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün kurulmasıyla baraj ve hidroelektrik santral yapımı ivme kazanmıştır. Türkiye’de hidroelektrik santralların toplam kurulu gücü Tablo 1’de, toplam üretimi Tablo 2’de, 1955’ten itibaren beşer yıllık arayla verilmiştir.

Su kuvveti tesislerinin 1 TWh/y üretim kapasitesine ulaştığı 1960 yılından 2010 yılına kadar geçen 50 yıllık süredeki gelişmesi özellikle incelemeğe değer niteliktedir.

Tablo 1 : Türkiye’de hidroelektrik santralların kurulu gücü.

Yıl	Kurulu Güç (GW)	Toplam kurulu güçteki payı (%)
1955	0,04	6
1960	0,4	32
1965	0,5	34
1970	0,7	32
1975	1,8	43
1980	2,1	42
1985	3,9	42
1990	6,8	41
1995	9,9	47
2000	11,2	41
2005	12,9	33
2010	15,8	32
2014*	23,6	34
(* geçici değer)		

Tablo 2 : Türkiye’de hidroelektrik enerji üretimi.

Yıl	Yıllık üretim (TWh/y)	Toplam elektrik enerjisi üretimindeki payı (%)
1955	0,1	6
1960	1,0	35
1965	2,2	44
1970	3,0	35
1975	5,9	37
1980	11,3	46
1985	12,0	33
1990	23,1	41
1995	35,5	42
2000	30,9	25
2005	39,6	24
2010	51,8	25
2014*	40,4	16
(* geçici değer; 2013 üretimi 59,4 TWh/y ve payı % 25)		

Türkiye’de hidroelektrik enerji üretimi 1960 yılında 1 TWh/y iken, 2010 yılında çalışmakta olan su kuvveti tesislerinin üretim kapasitesi ortalama akışlılık koşullarında 52 TWh/y mertebesine, dolayısıyla elli yılda 50 katından fazlasına erişmiştir.

Su kuvveti tesislerinin toplam kurulu gücü 1960 yılında 0,4 GW iken, 2010 yılında 15,8 GW mertebesine, elli yılda 40 katına yükselmiştir (GW = bin MW).

En büyük hidroelektrik santralin kurulu gücü 1960 yılında 160 MW (Sarıyar) iken, 2010 yılında 2.400 MW (Atatürk) güce, 15 katına ulaşmıştır.

En güçlü ünite 1960 yılında 40 MW (Sarıyar) iken, 2010 yılında 300 MW (Atatürk, Karakaya), 7,5 katı olmuştur.

Türkiye’de, 2011 yılında kurulu gücü 20 MW’ın üzerinde olan, yüz kadar orta ve büyük güçte su kuvveti tesisleri incelendiğinde, üçte ikisi kadarının barajlı santral niteliğinde olduğu görülmektedir. Türkiye akarsularının gerek mevsimlik, gerekse yıldan yıla büyük akışlılık değişikliği gösterdiği dikkate alındığında, su kuvveti potansiyelinin değerlendirilmesinde barajlarla düzenleme temel unsur olmaktadır.

Türkiye’de 50 MW’tan güçlü hidroelektrik santrallardan, dolgu baraj etek santralları Tablo 3’te, beton baraj etek santralları Tablo 4’te, barajlı çevirme santralları Tablo 5’te, bağlamalı çevirme santralları Tablo 6’da verilmiştir.

Barajlı santralların 3/4, dolayısıyla tüm santralların % 50 kadarı baraj etek santralidir. Bu santralların 4/5’i dolgu baraj eteğinde yer almaktadır. Beton barajlarda ise, yüksek olanlarda kemer baraj, daha az yüksek olanlarda ağırlık barajı türleri dikkati çekmektedir. Silindire sıkılanmış beton barajlar da inşa edilmeğe başlanmıştır (Benzeden ve diğ. 2006; Öziş, 1983c, 1986, 1991a; Öziş ve diğ. 2006c, 2012, 2013a).

Barajlı santralların 1/4’ü, tüm santralların % 15 kadarı basınçlı akışlı çevirme santralidir. Genellikle düşünün önemli kısmı barajla sağlansa da, topografya koşulları elverdiğinde daha büyük bir düşüden yararlanmak için, santral yeri eteğin oldukça mansabında belirlenebilmektedir (Benzeden ve diğ. 2006; Öziş, 1983c, 1986, 1991a; Öziş ve diğ. 2006e, 2012, 2013a).

Orta ve büyük santralların üçte bir kadarı, suyun bağlamayla derlendiği, yüksek düşülü çevirme santral niteliğindedir. Akışların bol ve nisbeten sürekli olduğu havzalarda veya karst yeraltı ortamından beslenen önemli pınarların kaynadığı havzalarda, bu tür santrallar tutarlı olabilmektedir. Çevirme iletimi genellikle serbest yüzeyli akışlı veya düşük basınçlı mecralarla sağlanmaktadır (Benzeden ve diğ. 1999, 2006; Öziş, 1983, 1986, 1991a; Öziş ve diğ. 2006e, 2012, 2013a).

Türkiye’de alçak düşülü nehir içi santrallar sayıca az oldukları gibi, güçleri de nisbeten düşük olduğundan bu değerlendirmede yer almamaktadır. Filhakika, akarsuyun aşağı kesimlerinde, bu tür santralların önemli güçte kurulabilecekleri yerlerde, sular tarımsal alanların sulanması amacıyla çevrildiklerinden, alçak düşülü nehir içi santral kurulması tutarlı bulunmamaktadır.

Su kuvveti potansiyelinin geliştirilmesinde, Türkiye’nin yukarı kıyıdaş olduğu Çoruh, Kura-Aras ve özellikle Fırat-Dicle havzalarında, sınır aşan sular nitelikleri dolayısıyla, sorunlar yaşanabilmektedir (Fıstıkoğlu ve diğ. 2008; Harmancıoğlu ve Öziş, 1978, 1981, 1983; Özdemir ve diğ. 2013; Öziş, 1982a,b,c, 1983a,b, 1991b, 1992, 1994; Öziş ve Özel, 1989; Öziş ve diğ. 1990a,b; 1992, 1994, 2002, 2004, 2013b,c; Öziş ve Özdemir, 2009).

Günümüzde 65 TWh/y mertebesindeki ortalama üretim kapasitesiyle, ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyelinin ancak % 40’ı biraz aşan kadarı geliştirilebilmiş durumdadır (Baran ve diğ. 2006b; Harmancıoğlu ve diğ. 1978; Keloğlu ve diğ. 2006; Öziş, 1961, 1965, 1968a, 1973a, 1974a,b, 1977, 1986, 1989, 1991a, 1998, 2011, 2012, 2014b; Öziş ve diğ. 1965, 1978, 1983, 1991, 1999, 2003a, 2006c,d,e,f,g,h,i, 2012, 2013a; Öziş ve Koçak, 1977; Öziş ve Yanar, 1984, 2011; Öziş ve Özel, 1989).

Tablo 3 : Türkiye’deki başlıca dolgu baraj etek santralleri.

Baraj / Akarsu	MW	GWh/y
Atatürk / Fırat	2400	8900
Keban / Fırat	1330	6000
Altınkaya / Kızılırmak	700	1630
Birecik / Fırat	672	2520
HasanUğurlu / Yeşilirmak	500	1220
Yedigöze / Seyhan	320	1000
Borçka / Çoruh	300	1040
Alkumru / Botan	266	1000
Obruk / Kızılırmak	212	475
Batman / Batman	198	480
Karkamış / Fırat	189	650
Özlüce / Peri	170	415
Çatalan / Seyhan	169	595
Alpaslan / Murat	160	490
Aslantaş / Ceyhan	138	570
Hirfanlı / Kızılırmak	128	400
Menzelet / Ceyhan	124	515
Kılıçkaya / Kelkit	120	330
Akköprü / Dalaman	116	340
Muratlı / Çoruh	115	445
Dicle / Dicle	110	300
Yamula / Kızılırmak	100	420
Kralkızı / Dicle	94	145
Kürtün / Harşit	85	200
Uzunçayır / Munzur	84	320
Kesikköprü / Kızılırmak	76	250
SuatUğurlu / Yeşilirmak	69	270
Adıgüzel / B.Menderes	62	280
Topçam / Melet	60	200
Derbent / Kızılırmak	56	255
Seyhan / Seyhan	54	350
Kapulukaya / Kızılırmak	54	190
Kılavuzlu / Ceyhan	54	100
Seyrantepe / Peri	53	220

Ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyelinin olağan geliştirilme hızıyla (yaklaşık yıllık % 7) 1970’de 3 TWh/y değerinden 2023’te 122 TWh/y mertebesine ulaşılması beklenebilirdi (Öziş ve Harmancıoğlu, 1982). Ancak, 2015 yılında ortalama 65 TWh/y olan üretim kapasitesinden, Türkiye Cumhuriyeti’nin 100. kuruluş yıldönümü 2023 yılında, kalan 8 yıllık sürede, ekonomik olarak yararlanılabilir su kuvveti potansiyelinin tamamına yakın kısmını geliştirmiş duruma gelebilmek amacıyla, önceki hedef 125 TWh/y değerine ulaşmak için yıllık % 8,5 oranında, 150 TWh/y mertebesindeki hedef için yıllık % 11 oranında bir artış hızının sağlanması gerekmektedir (Şekil 12). Bu hedeflere ulaşmak çok güç görünse de, olanaksız değildir (Öziş ve diğ. 2008a,b).

Tablo 4 : Türkiye’deki başlıca beton baraj etek santralleri.

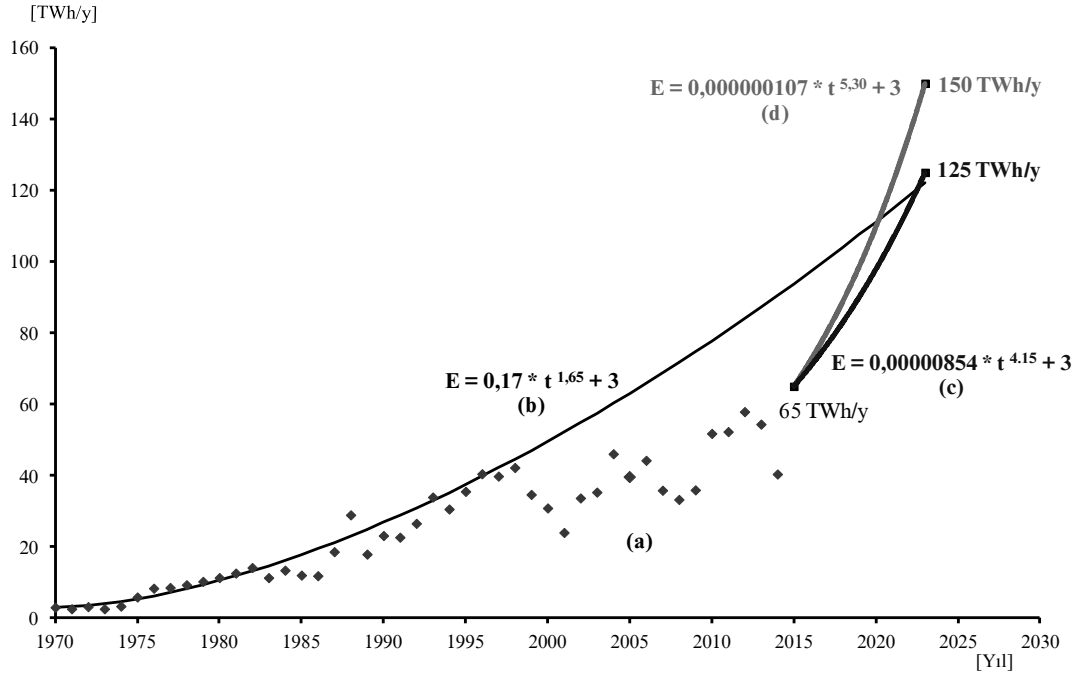
Baraj / Akarsu	MW	GWh/y
4.1. Beton ağırlık barajı eteğindeki santraller		
Boyabat / Kızılırmak	513	1470
Torul / Harşit	106	320
4.2. Beton kemerli ağırlık barajı eteğindeki santraller		
Karakaya / Fırat	1800	7350
4.3. Beton kemer baraj eteğindeki santraller		
Deriner / Çoruh	670	2120
Oymapınar / Manavgat	540	1600
Berke / Ceyhan	510	1670
Gökçekaya / Sakarya	300	560
Sır / Ceyhan	273	725

Tablo 5 : Türkiye’deki başlıca barajlı çevirme santralleri.

Baraj / Akarsu	MW	GWh/y
5.1. Dolgu barajlı çevirme santralleri		
Çınarcık / Orhaneli	110	425
Demirköprü / Gediz	69	190
Eşen I/ Eşençay	60	190
5.2. Beton ağırlık barajlı çevirme santralleri		
Akköy II / Harşit	230	890
Sarıyar / Sakarya	160	400
Akköy I / Harşit	103	260
Kadıncık I / Kadıncık	70	345
5.3. Beton kemer barajlı çevirme santralleri		
Ermenek / Ermenek	302	1100
Gezende / Ermenek	150	525

Tablo 6 – Türkiye’deki başlıca bağlamalı çevirme santralleri.

Baraj / Akarsu	MW	GWh/y
6.1. Basıncılı akışlı çevirme iletimi		
Hacınoğlu / Ceyhan	360	130
Köklüce / Kelkit	90	590
Kadıncık II / Kadıncık	56	320
6.2. Serbest yüzeyli akışlı çevirme iletimi		
Cevizlik / İyidere	90	395
Çamlıca I / Zamanti	84	430
Akocak / Karadere	81	255
Doğankent A&B / Harşit	73	335
Kovada II / Aksu	53	220
Şanlıurfa / Şanlıurfa kanalı	52	125



Şekil 12 – Türkiye’de hidroelektrik enerji üretiminin: (a) 1970-2014 süresinde değişimi; (b) 1970’te 3 TWh/y üretimden 2023’te 122 TWh/y mertebesine erişmek için olağan artış hızı (yıllık yaklaşık % 7); (c) 2015’te 65 TWh/y ortalama üretim kapasitesinden, 2023’te 125 TWh/y mertebesine erişebilmek için gerekli artış hızı (yıllık yaklaşık % 8.5); (d) 150 TWh/y mertebesine erişebilmek için gerekli artış hızı (yıllık yaklaşık % 11).

10. Su Kuvveti Tesislerinin Eleştirilen Yanları

Hidroelektrik santraller:

- (a) doğayı morfoloji, bitki örtüsü, vahşi yaşam açısından önemli değişikliğe uğrattıkları;
 - (b) inşaat sürecinde yöredeki yaşamı rahatsız ettikleri;
 - (c) baraj hazneleriyle insanların göç etmesine yolaçtıkları;
 - (d) çevirme, biriktirme, buharlaşma sonucu yüzey sularını eksilttikleri;
 - (e) yeraltı suyu seviyesini ve akışını değiştirdikleri;
 - (f) suyun bedelinin artmasına yolaçtıkları
- açılarından eleştirilmektedir (Öziş 2014a).

11. Su Kuvveti Tesislerinin Olumlu Yanları

Buna karşı, elektrik güç ve enerjisi ihtiyacının karşılanmasında:

- (a) hidrolojik çevrim sayesinde yinelenabilir niteliği;
- (b) çevre kirliliği açısından oldukça temiz sayılması;
- (c) diğer santrallara kıyasla genellikle ekonomik bulunması;
- (d) zirve güç ihtiyacının karşılanmasında özellikle kullanışlı olması;
- (e) ülkenin öz kaynağı niteliğinde olması;
- (f) baraj haznelerinin akışları düzenleyerek potansiyelden etkin biçimde yararlanma sağlaması;

(g) barajların çoğu kez taşkın kontrolü, sulama, içme suyu, balık üretimi gibi diğer amaçlara da hizmet edebilmesi;
Türkiye ve benzeri koşullardaki ülkelerde hidroelektrik santralleri öncelikli ve vazgeçilmez kılmaktadır (Öziş 2014a).

12. Sonuç

Yenilenebilir ve temiz enerji niteliğindeki su kuvveti potansiyelini değerlendiren, hidroelektrik santral (HES) olarak tanımlanan su kuvveti tesisleri, Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında öncelikle geliştirilmesi gereken tesislerdir. Su kuvveti tesisleri, özellikle barajlı santraller, zirve güç ihtiyacının karşılanmasında en kullanışlı santral türüdür.

Türkiye akarsularının akışları gerek mevsimler arası, gerekse yıllar arası çok büyük değişiklikler gösterdiğinden, bu değişken akışların barajlarla düzenlenmesi zorunlu olmaktadır. Baraj haznelerinden olacak ek buharlaşma miktarları gereksiz bir kayıp olmayıp, bir tür aynî işletme gideri niteliğinde görülmelidir.

Baraj hazneleri dolaylı veya dolaysız olarak taşkınların sönümlenmesinde de etkin oldukları gibi, pek çok su kuvveti tesisinde, barajlar sulama sistemleri için gerekli suyun düzenlenmesine de büyük katkıda bulunmaktadır.

Ancak, hidroelektrik santrallerin inşaatı sırasında doğaya gerektiğinden fazla müdahale edilmemesine, olabildiği ölçüde yöreye rahatsızlık verilmemesine, inşaat ve işletme sırasında akarsu yatağına bırakılması gereken suyun kısılmamasına çok büyük özen gösterilmelidir.

Unutulmamalıdır ki, su kaynaklarını geliştirmeyen bir millet açlığa ve karanlığa mahkûm demektir.

Teşekkür

Yazar, su kuvveti ve tesisleri konusundaki çalışmalarında büyük destek gördüğü, başta Devlet Su İşleri olmak üzere, Elektrik İşleri Etüd İdaresi, Türkiye Elektrik Kurumu, Türkiye Elektrik Üretim A.Ş., Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Münih Teknik Üniversitesi, Ege Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ata İnşaat A.Ş., Çukurova Elektrik A.Ş., Kepez Elektrik A.Ş. gibi kuruluşlara ve mensuplarına şükranlarını sunar. Yazar, çoğunun adı ortak yazar olarak ilgili yayınlar listelerinde de geçen, bir bölümü eski öğrencisi de olan, yakın çalışma arkadaşlarına özellikle müteşekkirdir.

Kaynaklar

(Bu metin, hidroelektrik enerjinin Türkiye'de geliştirilmesi konusunda, yazarın 1957-1961 süresinde, Prof.Dr.-Ing. Fritz Hartung yönetimindeki doktora teziyle başlayan, yaklaşık altmış yıllık çalışmalarının genel bir muhasebesi niteliğini de taşıdığından, “Kaynaklar” olarak sadece Ü. Öziş ve ortak yazarlarının başlıca yayınları verilmiş olup; diğer kaynaklar için bu yazıların ilgili yayınlar listelerine bakılması önerilir).

BARAN, T.; DURNABAŞ, İ.; ÖZİŞ, Ü. (1987): Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "IX. Teknik Kongre Bildiriler Kitabı, C.II: Su Kaynakları Mühendisliği", s.49-63.

BARAN, T.; DALKILIÇ, Y.; ÖZDEMİR, Y.; ÖZİŞ, Ü. (2006a): Türkiye'nin su kuvveti potansiyelinin belirlenmesindeki aşamalar ve gelişmeler. İstanbul, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, "Türkiye 10. Enerji Kongresi", s.211-222.

BARAN, T.; TÜRKMAN, F.; ÖZİŞ, Ü.; DALKILIÇ, Y.; ÖZDEMİR, Y. (2006b): Su kaynakları ekonomisi. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.I, "Su kaynaklarının geliştirilmesi", (Ed.: Ü.Öziş; F.Türkman; T.Baran), B.5, s.5-1 > 5-18.

BENZEDEN, E.; BARAN, T.; ALKAN, A.; ARISOY, Y.; FISTIKOĞLU, O.; ÖZİŞ, Ü.; TUNCAY, S.; GÜL, A.; DALKILIÇ, Y.; ÖZDEMİR, Y. (1999): Mersin-Limonlu havzası Lamas hidroelektrik santralleri. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "Türkiye İnşaat Mühendisliği 15. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı", s.697-711 (Engl.abs.p.712).

BENZEDEN, E.; ÖZİŞ, Ü.; TÜRKMAN, F.; ÇETİNKAYA, C.; ÖZDEMİR, Y. (2006): Su yapıları sistemleri. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.I, "Su kaynaklarının geliştirilmesi", (Ed.: Ü.Öziş; F.Türkman; T.Baran), B.2, s.2-1 > 2-36.

EFELERLİ, S.; ÖZİŞ, Ü. (1974): Özköy baraj santralında akımların ve enerji üretiminin stokastik analizi. İstanbul, İnşaat Mühendisleri Odası, "İnşaat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi", R.3-2, 16 s.

EFELERLİ, S.; ALKAN, A.; ÖZİŞ, Ü.; TÜRKMAN, F.; KISACIK, R. (2006): Alçak düşümlü nehir içi santraller. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.IX, "Su kuvveti" (Ed.: Ü.Öziş; N.Keloğlu; A.Alkan), B.57, s.57-1 > 57-12.

FISTIKOĞLU, O.; ÖZDEMİR, Y.; ÖZİŞ, Ü. (2008): Fırat-Dicle havzasında akışların barajla düzenlenmesi. Artvin, Devlet Su İşleri XXVI.Bölge Müdürlüğü, "Su ve enerji konferansı, Bildiriler kitabı-II", s.33-42.

HARMANCIOĞLU, N.; ÖZİŞ, Ü. (1978): Enerji bedellerinin değişimine Aşağı Fırat planlamasının duyarlılığı. Ankara, "DSİ Teknik Bülteni", N.42, s.3-13.

HARMANCIOĞLU, N.; TURAN, T.; ÖZİŞ, Ü.: (1978): Türkiye'deki hidroelektrik enerji üretiminin ağırlık merkezi. Ankara, İnşaat Mühendisleri Odası, "İnşaat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi", R.21, s.313-330.

HARMANCIOĞLU, N.; ÖZİŞ, Ü. (1981): Enerji bunalımı ve Atatürk Barajı. "Ege Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Dergisi", Atatürk'ün 100. doğum yılı özel sayısı, s.451-474.

HARMANCIOĞLU, N.; ÖZİŞ, Ü. (1983): Dynamics of water resources development: Lower Euphrates case in Turkey. İstanbul, NATO Workshop, "Application of System Analysis on Water Resources Development" (Ed.: M. Bayazıt), R.8, 12 p.

KELOĞLU, N.; ÖZİŞ, Ü.; EFELERLİ, S.; ALKAN, A.; ÖZDEMİR, Y. (2006): Kuvvet santrali. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.IX, "Su kuvveti" (Ed.: Ü.Öziş; N.Keloğlu; A.Alkan), B.56, s.56-1 > 56-66.

ÖZDEMİR, Y.; ÖZİŞ, Ü.; BARAN, T. (2013): Water resources development in the Euphrates-Tigris basin. İzmir, Dokuz Eylül University, Environmental Engineering Department & American Society of Civil Engineers, Environmental and Water Resources Institute, "International Perspective on Water Resources & the Environment, 2013", R.000153, 10 p.

ÖZİŞ, Ü. (1961): "Die Hydroenergie in der Entwicklung der Türkei". München, Technische Hochschule, Lehrstuhl für Wasserbau, Dissertation, 120 S.

ÖZİŞ, Ü. (1965): Keban komisyonu raporu ve itirazı raporlar ile ilgili görüşlerim. Ankara, Elektrik Mühendisleri Odası, "Elektrik Mühendisliği", C.9, N.102, s.50-53.

ÖZİŞ, Ü.; KARGI, Y.; AKINCI, V. (1965): "DSİ Hidroelektrik yılı 1963". Ankara, Devlet Su İşleri, N.502-III-15-0/3, 174 s.

ÖZİŞ, Ü. (1968a): Türkiye'nin elektrik enerjisi üretimi politikası konusunda düşünceler. Ankara, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Türkiye II. Genel Enerji Kongresi", Ayrı baskı, 12 s.

ÖZİŞ, Ü. (1968b): Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli. Ankara, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, "Türkiye II. Genel Enerji Kongresi", Ayrı baskı, 20 s.

ÖZİŞ, Ü. (1971): "Akışlılık katsayıları vasıtasıyla ortalama ve düşük akımların tayini, güvenilir su kuvveti potansiyelinin hesaplanması". İzmir, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, MAG-206, 235 s.

ÖZİŞ, Ü. (1973a) : Hydroelectric schemes in Turkey. "Water Power", Y.25, N.9, p.325-329.

ÖZİŞ, Ü. (1973b): Flow variation and the effect of interconnection on firm water power. İstanbul, International Association for Hydraulic Research, "IAHR XV. Congress", V.4, R.D-13, p.105-110.

ÖZİŞ, Ü. (1974a): Der Ausbau der Wasserkräfte in der Türkei. "Die Wasserwirtschaft", J.64, H.4, S.102-106.

ÖZİŞ, Ü. (1974b): Considérations analytiques sur les aménagements hydroélectriques en Turquie. "Travaux", N.470, p.34-39.

ÖZİŞ, Ü. (1974c): Türkiye'nin su kuvveti potansiyeli ve enterkonnekte sisteme etkisi. Ankara, Elektrik Mühendisleri Odası, "Elektrik Enerjisi Teknik Kongresi 1973", s.36-45.

ÖZİŞ, Ü. (1974d): "Akışlılık katsayıları vasıtasıyla güvenilir su kuvveti potansiyelinin tayini". İzmir, Ege Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Fakültesi, N.1, 66 s.

ÖZİŞ, Ü.; BAYRAKTAR, N. (1974): Özköy baraj santralında azami enerji üretimini sağlayacak hazne boyutlarının saptanması. İstanbul, İnşaat Mühendisleri Odası, "İnşaat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi", R.3-1, 10 s.

ÖZİŞ, Ü. (1977): Maximal development of water power resources. İstanbul, World Energy Council, "X. World Energy Conference", R.3.1-7, 23 p.

ÖZİŞ, Ü.; KOÇAK, Y. (1977): The first arch dam in Turkey. "Int. Water Power and Dam Construction", V.29, N.4, p.30-36.

ÖZİŞ, Ü.; USLU, O.; HARMANCIOĞLU, N. (1977): Solar energy storage and water power. İzmir, Ege Üniversitesi & University of Miami, "İzmir International Symposium I on Solar Energy Fundamentals and Applications", Preprint, 18 p.

ÖZİŞ, Ü.; HARMANCIOĞLU, N.; BENZEDEN, E.; ALPASLAN, N. (1978): Hidroelektrik enerji üretiminin gelişme olanakları. Ankara, Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi, "Türkiye III. Genel Enerji Kongresi", C.1, s.280-291.

ÖZİŞ, Ü. (1982a): Aménagement de la basse Euphrate en Turquie. "Travaux", N.565, p.68-72.

ÖZİŞ, Ü. (1982b): Ausbau des unteren Euphrat-Beckens in der Türkei. "Die Wasserwirtschaft", J.72, H.5, S.207-210.

ÖZİŞ, Ü. (1982c): The development plan for the Lower Euphrates Basin in Turkey. "Natural Resources and Development", V.16, p.73-82.

ÖZİŞ, Ü.; HARMANCIOĞLU, N. (1982): Su kuvveti kaynaklarının geliştirilme süreci. Kuşadası, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Mühendislik Araştırma Grubu, "VII. Bilim Kongresi", MAG-65, s.245-264.

ÖZİŞ, Ü. (1983a): Ausbau des Westlichen Tigris Beckens in der Türkei. "Die Wasserwirtschaft", J.73, H.4, S.109-112.

ÖZİŞ, Ü. (1983b): Development plan of the Western Tigris Basin in Turkey. "International Journal of Water Resources Development", V.1, N.4, p.343-352.

ÖZİŞ, Ü. (1983c): "Su yapıları". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, N.54, 608 s.

ÖZİŞ, Ü.; BENZEDEN, E.; HARMANCIOĞLU, N.; TÜRKMAN, F. (1983): Opportunities in water power development. Washington, Hemisphere, "Alternative Energy Sources III" (Ed.: T.N. Veziroğlu), V.4, p.437-452.

ÖZİŞ, Ü.; YANAR, H. (1984): Turkish dam impounds world's largest karst spring. "Int. Water Power & Dam Construction", V.36, N.12, p.44-49.

ÖZİŞ, Ü. (1985): Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli ve enerji üretimi. Ankara, Elektrik İşleri Etüd İdaresi, "50. Kuruluş Yıldönümü, Hidroelektrik Enerji Sempozyumu Tebliğleri", s.1-30.

ÖZİŞ, Ü. (1986): Hydro-power development in Turkey. "Indian Journal of Power and River Valley Development", V.XXXVI, N.11/12, p.297-304.

ÖZİŞ, Ü. (1989): Su kuvveti potansiyelinin geliştirilmesinde karst ortamın etkileri. İstanbul, "Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni" (1988 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu Tebliğleri), Y.11, N.11, s.20-24.

ÖZİŞ, Ü.; ÖZEL, İ. (1989): Karakaya dam and power plant. "Int. Water Power and Dam Construction", V.41, N.7, p.20-24.

ÖZİŞ, Ü.; BASMACI, E.; HARMANCIOĞLU, N. (1990a): Atatürk nears completion. "Int. Water Power & Dam Construction", V.42, N.9, p.12-16.

ÖZİŞ, Ü.; YANAR, H.; ERDEM M. (1990b): Sır dam and powerplant. "Int. Water Power & Dam Construction", V.42, N.9, p.17-18 & 20-21.

ÖZİŞ, Ü. (1991a): "Su kuvveti tesislerinin planlama esasları". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, N.197, 317 s.

ÖZİŞ, Ü. (1991b): Mühendislik ekonomisi açısından Güneydoğu Anadolu Projesi. İstanbul, İnşaat Mühendisleri Odası, "İnşaat Mühendisliği XI. Teknik Kongresi", C.II, s.766-777.

ÖZİŞ, Ü.; TÜRKMEN, F.; ALKAN, A. (1991; 6.b.: 2014): "Su kuvveti tesislerinde sayısal örnekler". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, N.212, 104 s.

ÖZİŞ, Ü. (1992): "G.A.P. I : Güneydoğu Anadolu Projesi gelişme planı - Karakaya barajı ve santrali - Atatürk barajı ve santrali". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, N.224, 64 s.

ÖZİŞ, Ü.; BASMACI, E.; HARMANCIOĞLU, N. (1992): Wasserkraftanlage Atatürk am Euphrat. Wien, Technische Universität, "7.Internationales Seminar - Wasserkraftanlagen", (Red.: A. Königsberger, H.-B. Matthias, T. Varga), S.17-31. & (English version: p.15-29).

ÖZİŞ, Ü. (1994): La gestion des besoins et d'approvisionnement en eau dans le bassin Euphrate-Tigre. Cairo, International Water Resources Association, "IWRA VIII. World Congress on Water Resources", V.2, p.(T5-S2)1.1-1.13.

ÖZİŞ, Ü.; HARMANCIOĞLU, N. (1994): Mühendislik ekonomisi açısından Atatürk barajının planlanması. Ankara, Devlet Su İşleri, "DSİ 40'ıncı Kuruluş Yılı, Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri", C.3, s.1269-1278.

ÖZİŞ, Ü.; BARAN, T.; DURNABAŞ, İ.; ŞEKER, Ş.; ÖZDEMİR, Y. (1997): Türkiye akarsularının su ve su kuvveti potansiyeli. "Türkiye Mühendislik Haberleri", Y.42, N.391, s.17-26.

ÖZİŞ, Ü. (1998): Türkiye'de su kuvvetinin gelişimi. İstanbul, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, "Prof.Dr. Kazım ÇEÇEN Anısına - Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyelinin Geliştirilmesi Sempozyumu", s.47-64.

ÖZİŞ, Ü.; BARAN, T.; HARMANCIOĞLU, N.; BENZEDEN, E.; TÜRKMEN, F.; DALKILIÇ, Y.; ŞEKER, Ş.; ÖZDEMİR, Y. (1999): Türkiye'de su kuvvetinden enerji üretimi. İzmir, Mühendislik ve Diğer Meslek Odaları İzmir Şubeleri, "İzmir Su Kongresi", s.425-441.

ÖZİŞ, Ü.; TÜRKMEN, F.; BARAN, T.; ÖZDEMİR, Y.; DALKILIÇ, Y. (2002): Güneydoğu Anadolu Projesi ve su siyaseti. "Türkiye Mühendislik Haberleri", Y.47, N.420-421-422, s.35-45.

ÖZİŞ, Ü.; BARAN, T.; DALKILIÇ, Y.; ZIRIH, F.; ŞEKER, Ş.; ÖZDEMİR, Y. (2003a): Türkiye açısından hidroelektrik enerjinin gelişimi. İstanbul, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, "Türkiye 9. Enerji Kongresi", C.II, s.79-88.

ÖZİŞ, Ü.; DALKILIÇ, Y.; ÖZDEMİR, Y.; ALSAN, M. (2003b): İtaipu - Dünyanın en güçlü su kuvveti tesisi. "Yapı Dünyası", Y.7, N.82, s.9-16.

ÖZİŞ, Ü.; DALKILIÇ, Y.; ÖZDEMİR, Y.; ALSAN, M. (2003c): Big decisions - Sizing up the situation in Itaipu. "International Water Power & Dam Construction", May 2003, p.22-25.

ÖZİŞ, Ü.; ÖZDEMİR, Y.; DALKILIÇ, Y.; TÜRKMAN, F.; BARAN, T. (2004): Development of the Euphrates-Tigris basin. İzmir, European Water Resources Association & Dokuz Eylül University - SUMER, "EWRA Symposium on Water resources management", (Eds.: N.B. Harmancıoğlu; O. Fıstıkoğlu; Y. Dalkılıç; A. Gül), V.I, p.85-95.

ÖZİŞ, Ü.; BENZEDEN, E.; HARMANCIOĞLU, N.; BARAN, T.; ÖZDEMİR, Y. (2006a): Enerji suyu ihtiyacı. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.IX, "Su kuvveti" (Ed.: Ü.Öziş; N.Keloğlu; A.Alkan), B.54, s.54-1 > 54-28.

ÖZİŞ, Ü.; DALKILIÇ, Y.; BARAN, T.; EFELERLİ, S.; TÜRKMAN, F. (2006b): Pompaj biriktirmeli santraller. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.IX, "Su kuvveti" (Ed.: Ü.Öziş; N.Keloğlu; A.Alkan), B.60, s.60-1 > 60-22.

ÖZİŞ, Ü.; EFELERLİ, S.; KELOĞLU, N.; TÜRKMAN, F.; DALKILIÇ, Y.; AKSOY, A. (2006c): Baraj etek santralleri. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.IX, "Su kuvveti" (Ed.: Ü.Öziş; N.Keloğlu; A.Alkan), B.58, s.58-1 > 58-38.

ÖZİŞ, Ü.; KELOĞLU, N.; ALKAN, A. (Ed.) (2006d; 3.b.: 2014): "Su kuvveti". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER & Mühendislik Fakültesi, Su Yapıları, C.IX, 240 s.

ÖZİŞ, Ü.; KELOĞLU, N.; ALKAN, A.; TÜRKMAN, F.; ÖZDEMİR, Y. (2006e): Yüksek düşümlü çevirme santralleri. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.IX, "Su kuvveti" (Ed.: Ü.Öziş; N.Keloğlu; A.Alkan), B.59, s.59-1 > 59-24.

ÖZİŞ, Ü.; KELOĞLU, N.; HARMANCIOĞLU, N.; ÖZDEMİR, Y. (2006f): Su kaynaklarını geliştirme planları. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.I, "Su kaynaklarının geliştirilmesi", (Ed.: Ü.Öziş; F.Türkman; T.Baran), B.4, s.4-1 > 4-16.

ÖZİŞ, Ü.; TÜRKMAN, F.; BARAN, T. (Ed.) (2006g; 3.b.: 2014): "Su kaynaklarının geliştirilmesi". İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER & Mühendislik Fakültesi, Su Yapıları, C.I, 184 s.

ÖZİŞ, Ü.; TÜRKMAN, F.; BARAN, T.; ÖZDEMİR, Y.; DALKILIÇ, Y. (2006h): Su hukuku. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.I, "Su kaynaklarının geliştirilmesi", (Ed.: Ü.Öziş; F.Türkman; T.Baran), B.3, s.3-1 > 3-36.

ÖZİŞ, Ü.; TÜRKMAN, F.; KELOĞLU, N.; DALKILIÇ, Y. (2006i): Su kuvveti sistemleri. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi, SUMER, Su Yapıları, C.IX, "Su kuvveti" (Ed.: Ü.Öziş; N.Keloğlu; A.Alkan), B.55, s.55-1 > 55-26.

ÖZİŞ, Ü.; BARAN, T.; DALKILIÇ, Y. (2008a): Hidroelektrik enerjinin geliştirilme hızı. İzmir, Jeoloji Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, "Ülkemizdeki doğal kaynakların enerji üretimindeki önemi ve geleceği - Tebliğler" (Ed.: E. Nakoman), s.3-17.

ÖZİŞ, Ü.; BARAN, T.; DALKILIÇ, Y. (2008b): Hidroelektrik enerjiyi geliştirme hızları. Artvin, Devlet Su İşleri XXVI.Bölge Müdürlüğü, "Su ve enerji konferansı, Bildiriler kitabı", s.1-14.

ÖZİŞ, Ü.; ÖZDEMİR, Y. (2009): Turkey's transboundary watercourses and the Euphrates-Tigris basin. Gebze, Institute of Technology, Department of Environmental Engineering, "Transboundary waters and Turkey" (Eds.: M. Karpuzcu; M.D. Gürol; S. Bayar), p.21-57. & (Türkçe biçimi: s.23-59).

ÖZİŞ, Ü.; ALKAN, A.; ÖZDEMİR, Y.; ALSAN, M. (2010): Sanxia (Three Gorges) (Üç Boğaz) barajı, hidroelektrik santrali, gemi geçidi. "Türkiye Mühendislik Haberleri", Y.54, N.2009-06/458, s.41-50.

ÖZİŞ, Ü. (2011): "Ausbau der Wasserkräfte in der Türkei". München, Technische Universität, Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Sondervortrag, 16 S.

ÖZİŞ, Ü.; YANAR, H. (2011): "Oymapınar barajı ve hidroelektrik santrali". Antalya, İnşaat Mühendisleri Odası, Antalya Şubesi, Konferans & Su Yapıları Çalıştayı, 8 s.

ÖZİŞ, Ü. (2012): Su kuvvetinin Türkiye'deki gelişimi. "İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi – Bülten", Y.27, N.164, s.46-48.

ÖZİŞ, Ü.; ALKAN, A.; ÖZDEMİR, Y. (2012): Ausbau der Wasserkraft in der Türkei. "Wasserwirtschaft", H.7/8, S.53-58.

ÖZİŞ, Ü.; ALKAN, A.; ÖZDEMİR, Y. (2013a): Ausbau der Wasserkraft in der Türkei. Wiesbaden, Springer-Vieweg, "Wasserkraftprojekte – Ausgewählte Beiträge aus der Fachzeitschrift Wasserwirtschaft", (Hrsg.: S. Heimerl), S.176-184.

ÖZİŞ, Ü.; ÖZDEMİR, Y.; BARAN, T. (2013b): Cooperative issues in the trans-boundary Euphrates-Tigris basin. İzmir, Dokuz Eylül University, Environmental Engineering Department & American Society of Civil Engineers, Environmental and Water Resources Institute, "International Perspective on Water Resources & the Environment, 2013", R.000154, 10 p.

ÖZİŞ, Ü.; ÖZDEMİR, Y.; BARAN, T. (2013c): Das grenzüberschreitende Euphrat-Tigris Becken. "Wasserwirtschaft", H.7/8, S.74-78.

ÖZİŞ, Ü. (2014a): "Hidroelektrik santrallerin özellikleri". İzmir, TEMA Vakfı İzmir Temsilciliği, Dünya Çevre Günü Paneli, Konuşma özeti, 4 s.

ÖZİŞ, Ü. (2014b): Hidroelektrik enerjinin Türkiye'deki öncelikli önemi. "İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi – Bülten", Y.28, N.176-177, s.42-44.