

Türkiye'de Hidroelektrik Enerji



M.Ö 3000-2000 yıllarından itibaren Çin'de ve Mezopotamya'da, Anadolu'da ve Mısır'da suyun potansiyel ve kinetik enerjisinden faydalanılmıştır. Buhar makinesinin icadına kadar, bir cismin hareket ettirmek için kuvvet kaynağı olarak sadece su ve rüzgar enerjisinden faydalanılmış, rüzgarın süresiz olması nedeniyle daha çok su kullanılmıştır. Ktesebius (M.Ö. 3. yy), Philon (M.Ö. 3. yy) ve Heron (M.S. 1. yy)'un yaptığı su ile işleyen çeşitli mekanizmaların bir bölümünün oyuncaktan ileri gitmediği görülmektedir. Arkhimedes'in de (M.Ö. 287-212) Gazze'de yaptığı su ile işleyen saatin planları; "Kitab-ı Arşimidas fi'amal ab-bin kamal" adlı Arapça kitapta ayrıntıları ile gösterilmiştir.

Kazım Çeçen
İ.T.Ü. Emekli
Öğretim Üyesi

HORASANLI Mûsâ bin Şakir'in oğulları tarafından Bağdat'ta 800-850 yılları arasında yazılan "Kitab-ı al Hiyal" adlı eserde, su ile işleyen 100 adet otomatik kontrol mekanizmasının çizimleri ve açıklaması vardır. 1170-1206 yılları arasında, Diyarbakır'da Artukoğulları emirliğinde başmühendis olan Ebü'l-İzz el Cezeri (Cizreli) tarafından yazılan kitapta, su ile işleyen saatler, robotlar, otomatik cihazlar, müzik otomatları (içinde bulunan çark ve yaylar yardımıyla canlı bir vücut gibi iş gören ve kendisine temsil ettiği vücudun biçimini verilmiş olan makina) ve çarklar gibi 50 mekanizmanın planları ve resimleri çizilmiştir. Pelton tarafından 20. yy.'in hemen başında geliştirilen Pelton çarkı ile Cezeri'nin çizdiği çarkların hemen hemen aynı olması ilginçtir.

Elektrik enerjisinin kullanılmaya başlaması ile 19. yy.'in sonunda, hidroelektrik tesislerin yapımına da başlanmıştır. Bütün hidroelektrik tesislerin esas enerji kaynağı güneştir. Milyarlarca metreküp su buharlaşarak bulut olmakta ve karalara yağın yağışlarla akarsular ve kaynakların oluşturmaktadır. Suyun potansiyel ve kinetik enerjisinden faydalanılarak

çeşitli tipte hidroelektrik tesisler yapılır. Çöllerde ve sıcak ülkelerde suyun buharlaşmasından faydalanmak suretiyle yapılan depresiyon tesisleri, gel-git (med-cezir) olayından ve dalga enerjisinden faydalanılarak yapılanlarla akarsular üzerinde kurulan tesisler bunlara örnek verilebilir.

Depresiyon Tesisleri

Denizden alçakta olan çöllerde veya denize kıyısı olan çok sıcak bölgelerde, serbest yüzeyden suyun fazla buharlaşmasından yararlanmak amacıyla hidroelektrik tesisler yapılmaktadır. Çok sıcak bölgelerdeki uygun bir koy bir duvar aracılığıyla denizden ayrılır. Denizden ayrılan kısımda serbest su yüzeyinden buharlaşma sonucunda, buranın su seviyesi alçalır. Buharlaşan su miktarına eşit debi denizden alınarak hidroelektrik tesisi kurulur. Çöllerde yapılan hidroelektrik tesislerinde ise çölün denizden alçakta olan bölgelerine bir tünel veya kanal ile deniz suyu ulaştırılır. Çölün çukur bölgesinde yapılan hidroelektrik tesisinde enerji üretilir. Çukur bölgede oluşan göl alanından bir yıl içinde buharlaşan su miktarına eşit olan debi, denizden alındığı takdirde, zamanla

gölde kararlı bir seviye oluşur. Çukur bölgede oluşan bu gölün hacminin, deniz suyundaki tuz depolayacak kadar büyük olması da gerekir.

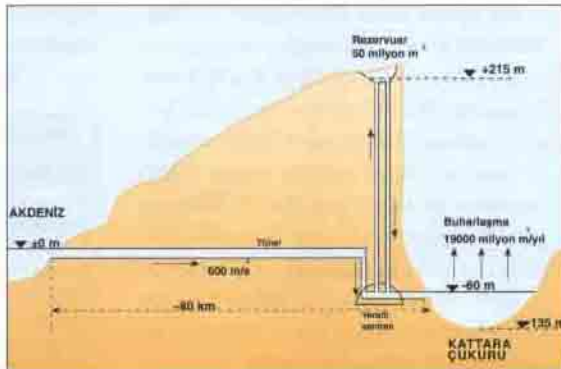
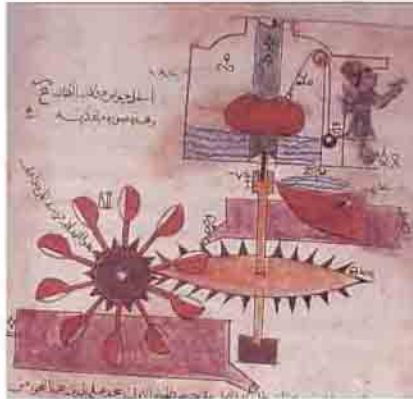
Çöllerde yapılması tasarlanan hidroelektrik tesislerinin en büyüğü ve ilginç Kattara projesidir. Kattara Çölü Kahire'nin 300 km batısında ve Akdeniz seviyesinden 135 m alçaktadır. 80 km uzunluğundaki bir tünel vasıtasıyla 600 m³/sn'lik deniz suyu bu çukura akıtılacaktır. Zamanla oluşacak göl hem birikecek tuzları depolayacak hem de 60 m yüksekliğinde 12000 km² lik bir göl alanı oluşturarak büyük miktarda suyu buharlaştıracaktır. Bu bölgede serbest su yüzeyinden yılda ortalama 2 m kalınlığında su buharlaşırsa, buharlaşan su miktarı bir yılda 24 milyar m³ etmektedir. Bu miktar bir saniyede 761 m³ debiye karşılık gelmektedir. Projede alınması tasarlanan debi, Fırat Nehri'nin ortalama eşit olan 600 m³/sn'dir. Bölgenin pik (en yoğun) saatlerdeki enerji ihtiyacını karşılamak için, ihtiyacı az olduğu zamanlarda +215 m kotundaki yapay bir göle su pompalanarak pik saatlerinde ek enerji üretilmektedir. Tesisin kurulu gücü 1200 MW'tır, yani yaklaşık olarak Keban Hidroelektrik Tesisi'ninkine eşittir.

Yapımı tasarlanan çeşitli depresiyon tesislerine örnek vermek gerekirse, denizden bir koyu ayırmak suretiyle yapılması düşünülenler ve tasarlanan kurulu gücü 12000 MW olan Kızıldeniz'de Bab el-Mendep ve 1720 MW olan Basra Körfezi projesi sayılabilir. Çöllerde yapılacak depresiyon tesisleri ise Assal Gölü (Somali) 67 MW, Assale Gölü (Eritre) 540 MW, El Kattara (Mısır) 1200 MW, Chotto Melrhiret Rhasa (Tunus) 270 MW, Maracaibo (Venezüella) Lut Gölü (İsrail) ilk kademe 10 MW. Çöllerde yapılan depresiyon tesislerinin hepsinde düşüm yüksekliğinin 8-60 m arasında değişmesine karşılık, Lut Gölü'nde bu yükseklik 395 m'dir. Lut Gölü'nde çok büyük bir hidroelektrik tesisi yapılabilir. Ancak fazla kabarmasının çeşitli sakıncaları olması nedeniyle, verilecek deniz suyunun debisi küçük tutulmuştur.

Gel-git (med-cezir) Hidroelektrik Tesisleri

Açık denizlerde, meydana gelen gel-git olayından faydalanılarak elektrik enerjisi üreten tesislere gel-git tesisleri denir. Kabaran denizin suyu, bir kıya veya bir nehrin ağzında yapılan hazneye doldurulur. Dolarken, boşalırken veya her iki yönde çalışan tek veya çift hazneli gel-git tesisleri yapılmıştır. 24 saat içinde, 20 dakika süre ile deniz iki defa kabartılır ve alçalır. Dolarken ve boşalırken aynı türbin çalışabilir. İki taraf arasındaki seviye farkı 3 m olunca türbinler durur. Daha sonra tekrar kapaklar açılarak deniz suyu doldurulur veya boşaltılır.

Gel-git tesislerinin en büyüğü Fransa'da Atlantik sahilindeki Brötanya'da kurulu olan Rance tesisidir. Pilot tesis olarak yapılan bu büyük hidroelektrik santralında her biri 10 MW gücünde 24 türbin-jeneratör grubu vardır. Tesis tam otomatik çalışmakta ve tümüne bir kişi komanda etmektedir. Ayrıca, türbinler hem dolarken hem boşalırken enerji üretebilmektedir. 240 MW gücündeki bu pilot tesisin kurulmasından sonra, enerji üretiminin süreksizliğinin, enterkonekte şebekede meydana getirdiği uyumsuzluklar ve gel-git dalgalarının başka yerlerdeki olumsuz etkileri yüzünden, esas tesis henüz yapılmamıştır.



Kattara Tesisleri, en büyük çöl hidroelektrik projesidir. Kattara projesi uyarınca, Akdeniz'den bir kanal aracılığıyla alınan deniz suyu, çöldeki bir çukurda toplanacaktır. Bu çukurun serbest yüzeyindeki suyun fazla buharlaşmasından yararlanılarak hidroelektrik santral kurulacaktır. Tesisin kurulu gücü 1200 MW olarak hesaplanmıştır.



Fransa'da Atlantik Sahilinde kurulu olan Rance, en büyük gel-git hidroelektrik tesisidir. Rance, 240 MW gücündedir.

Dalga Enerjisinden Faydalanılarak Enerji Üretme

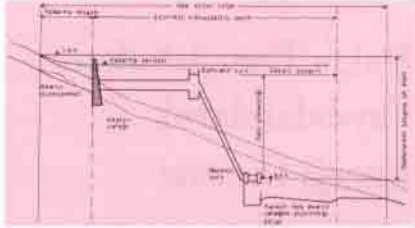
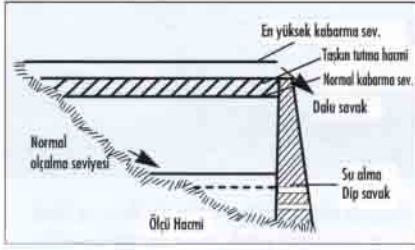
Bu şekildedeki hidroelektrik tesisler henüz uygulama safhasına girmemiştir. Dalga enerjisinin de süreksiz olması büyük sakınca meydana getirmektedir. Burada çoğu kimsenin aklına gelebilecek olan İstanbul Boğazı'ndaki akıntıdan elektrik enerjisi üretimi konusu üzerinde biraz duralım: Böyle bir enerji üretimine geçebilmek için Boğazı deniz trafiğine kapatmak gerekir. Karadeniz ile Marmara Denizi arasındaki seviye farkı en çok 20 cm olduğundan en iyimser hesapla ancak 5 MW gücünde bir hidroelektrik tesis kurulabilir. Bu tesisin randımanı çok düşük, yatırım masrafı ise çok fazla olacak ve boğazı deniz trafiğine kapatmak gerekecektir. Bu yüzden böyle bir tesisin yapılması anlamsız ve olanaksızdır.

Görüldüğü gibi konvansiyonel olmayan hidroelektrik tesisler, ancak belirli yerlerde ve belirli koşullar altında yapılabilir. Bunlar içerisinde en fazla ümit bağlananlar, gel-git tesisleridir. Denizin suyu sonsuz kabul edilebilirse de enerji üretimindeki süreksizlik ve kara tarafındaki hazne hacminin sınırlı olması, tesisin çok sayıda uygulanmasının yapılmasını önlemiştir. Pompalı tesislerle süreksizlik sakıncalarını gidermek kısmen mümkün ise de, enterkonekte şebeke ile tam bir uyum sağlanması birçok şarta bağlı olduğundan, sakıncaları tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir.

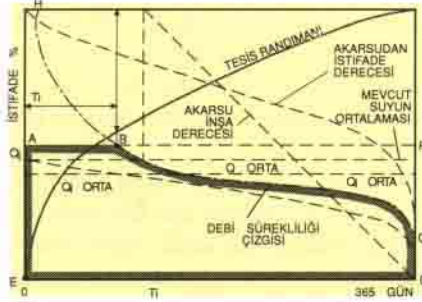
Akarsular Üzerinde Kurulan Hidroelektrik Tesisleri

20. yy.'ın ikinci yarısında hidroelektrik tesislerin yapımında büyük gelişmeler olmuş ve dev tesisler yapılmıştır. Akarsular üzerinde yapılan hidroelektrik tesislerini iki ana bölüme ayırmak mümkündür.

Barajsız hidroelektrik tesisleri, nehir santralleri veya çevirmeli hidroelektrik tesisleri.



Çevirmeli hidroelektrik tesisler, daha çok eğimi büyük olan akarsularda yapılır. Ancak büyük eğimli akarsularda katı madde taşınımı nedeniyle önemli sorunları çıkar. Bu sorunların çözümü araştırma yapmayı gerektirir.



Barajsız Hidroelektrik Tesisleri

Barajsız hidroelektrik tesislerinde akarsu, bağlama adı verilen bir sistem aracılığıyla kabartılarak su alınır. Alınan su, bir kanal veya tünel yardımıyla az bir eğim oluşturacak şekilde, aynı veya başka bir akarsu yatağına bırakılır. Böylece seviye farkından faydalanılarak elektrik enerjisi üretilir. Günlük ihtiyaç oynamalarını karşılamak için, yüklem odası civarında veya başka bir yerde küçük depolar da yapılabilir. Akarsu üzerinde yapılan bağlama yardımı ile kabartılan suyun, seviye farkından yararlanarak kanalsız veya tünelsiz hidroelektrik tesisleri de yapılmaktadır. Barajsız veya biriktirmesiz hidroelektrik tesislerinde inşaat debisinin seçimi çok önemlidir. Akarsuyun debisi yıl boyunca sürekli değişir. 365 günlük debi değerleri büyüklük sırasına göre dizilerek sürekli debi çizgisi elde edilir. İnşaat debisi 10 ile 30 yıllık orta-



Kılıçkaya Barajı

lama süreklilik çizgisine göre seçilebildiği gibi, başka hidrolojik işlemlerle de bulunabilir. Enerjinin günümüzdeki kadar önem kazanmadığı devirlerde 182,5 günlük (yani senenin yarısında mevcut olan) debi inşaat debisi olarak seçilirken, günümüzde yılda 50 gün mevcut olan debi dahi inşaat debisi olarak seçilmektedir. İnşaat debisi büyük seçilirse yılda üretilen enerji miktarı da artar. Buna karşın küçük seçilen debi, üretilen enerji miktarını azaltmakla birlikte türbinlerin sürekli çalışmasına neden olur. Bu ise, bir fizibilite problemi ortaya çıkarır. Sonuç olarak, üretilen enerjinin enterkonekte şebekeye verilmesi için enerjinin kullanıldığı yere göre hesaplar yapılması gerekir.

Nehir santrallerinde pik saatlerdeki ihtiyaç karşılamak için biriktirme havuzları yapıldığı gibi, ihtiyacın az olduğu zamanlarda üretilen enerjiyi depo etmek için yüksekteki yapay bir göle pompalar vasıtasıyla su basılır. İhtiyacın fazla olduğu saatlerde bu su türbinlerden geçirilerek ek enerji üretilir. Bu tesislere pompalı tesisler denir ve bu işlem sırasında %23 kadar enerji, pompalarda, türbinlerde ve borularda kaybolur. Eğer pompalı tesis kurulmazsa, pik saatlerdeki 3-5 saatlik enerji ihtiyacını karşılamak için yeni hidrolik ve termik enerji santrallerinin yapılması gerekir. Ne varki, 3-5 saat çalışan bu tesislerinin yatırım ve işletme masrafları çok büyük olacağından pompalı tesislerdeki %23 enerji kaybı daha ekonomik olabilir.

Pompalı tesisler yalnız hidroelektrik tesislere mahsus değildir. Termik santrallerde de enerjiyi depo etmek için pompalı tesisler yapılmaktadır. Pompalı tesisler, su mühendisliğinin rönesansı olarak adlandırılır. Deposuz yani çevirmeli tesisler, eğimi büyük akarsularda daha çok yapılabilir. Aksi halde düşüm yüksekliği kazanmak için bağlama yüksekliğini çok fazla tutmak gerekir ki, o takdirde yine bir baraj yapılıyor demektir. Ülkemizde büyük nehirlerin dışındaki akarsuların hepsi, eğimi büyük dağ akarsuları karakterindedir. Bitki örtüsü zayıf olan bölgelerdeki akarsularda çok fazla katı madde taşınımı vardır. Büyük eğimli akarsularda oldukça iri taşlar dahi hareket haline geçebilir. Bu yüzden büyük eğimli ve fazla katı madde taşınımı olan akarsulardan su alma probleminin çözümü oldukça zordur. Bu tür akarsuların hepsi için geçerli çözümler bularak bunları uygulamak da mümkün değildir. İTÜ'de bazı genel sistemler geliştirilmiş ve çeşitli hidroelektrik tesislerde başarı ile uygulanmıştır. İkizdere, Harşit, Murgul ve Göksu-Yerköprü tesisleri bunlara örnek olarak gösterilebilir. Hidroelektrik tesisler planlanırken, tüm bölgenin planlanmasının yapılması gerekir. Örneğin, suları bir akarsudan diğerine aktarmak gibi çok daha ekonomik çözümler bulunabilir.

Çevirmeli hidroelektrik tesislerin doğa ile çok iyi uyum sağlamak, arazi kaybına ve istimlak yapılmasına neden olmamak, kısa süre içerisinde inşa edilebilmeleri, zamanla katı madde ile dolma ihtimalinin olmayışı, düşüm yüksekliği sabit oluşu, buharlaşma dolayısıyla su kaybı olmaması gibi birçok özelliği sayılabilir. Buna karşın akarsuyun enerjisinden üst değerlerde fayda sağlanamaması, pik saatlerin enerji ihtiyacının karşılanmasına tam uyum yapamadığından bölge santrallerinde pompalı tesisleri eklemek gerekebilmesi, kurak yıllarda büyük zorluklarla karşılaşılması, tesise sürüntü maddelerinin girmesinin önemli arızalara neden olması gibi olumsuzluklar da gözönünde bulundurulmalıdır.

Barajlı Hidroelektrik Tesisleri

Akarsu üzerinde bir baraj yardımı ile mevsimlik, yıllık veya çok yıllık hazneler yapılır. Elektrik enerjisi üretimi ihtiyaca göre ayarlanarak, pik saatlerdeki ihtiyaç kolayca karşılanır. Yedek türbinler yardımı ile yağışlı yıllarda güvenilir enerjinin üstünde ikincil enerji üretilebilir ve haznenin büyüklüğüne göre kurak mevsimlerde enerji ihtiyacı karşılanabilir.

Bu tür hidroelektrik tesislerin de faydaları ve sakıncaları vardır. Akarsuyun enerjisinden üst değerlerde fayda sağlanması; kurak dönemlerde de enerji üretilebilmesi; enterkonekte şebekeyi en uygun şekilde besleyebilmesi; mevsimlik yıllık debi değişimlerini düzenlemesi; taşkınlardan korunma, sulama, içme suyu temini gibi çok maksatlı olarak kullanılabilmesi gibi faydalarına karşın bazı sakıncaları vardır. Verimli vadiler, araziler, köyler, sınıai tesisler ve köprülerin su altında kalması ve sosyal problemler çıkması; baraj gölünün iki tarafı arasında ulaşım güçlükleri doğması; barajın alt tarafındaki akarsu yatağının derinleşip, yeraltı suyu seviyesinin aşağı inerek, bahçelerin kuruması; balık yaşamının zarar görme olasılığı; bitki örtüsünün zayıf olduğu bölgelerde baraj gölünün katı maddelerle dolması; göl alanından fazla miktarda suyun buharlaşması; tesisin yapımının uzun sürerek yatırım masrafları

Türkiye'deki Hidroelektrik Santrallerin Durumu

Hidroelektrik Santralin Proje durumu	Sayı	Güç MW	Ortalama Üretim GWh yılda
Çalışan Santral	92	8377	30578
İnşa halinde	22	3099	10239
Kesin projesi hazır	27	6318	20008
Kesin projesi yapılmakta	6	458	1290
Planlaması hazır	90	4565	16009
Planlaması yapılmakta	23	1642	5305
Master planı hazır	75	4362	15472
Ön inceleme hazır	160	5912	23513
Toplam	495	34736	122420

GWh=miyon KWh, TWh=miyar KWh, MW=1000 KW, 1 GW=miyon KW, 1 KW=367 mt

artırması; karstik bölgelerde su kaçağı problemleri ve önemli temel problemleri çıkarabilmesi ise sakinleri arasındadır.

Küçük Hidroelektrik Tesisler

1.000 kw gücünden küçük olan hidroelektrik tesislere bu ad verilir. 100 ile 10000 kw arasında olanlara mini, 0-100 kw arasında olanlara ise mikro hidroelektrik santrali denir. Otomatik işleyen tesisler yapılmadığı takdirde küçük hidroelektrik tesisin işletme masrafları büyük olur. Bu yüzden ülkemizdeki çok sayıda küçük ve mini hidroelektrik tesis terk edilmiştir. Ürettikleri elektrik enerjisine göre yatırım ve işletme masrafları fazladır. Ancak belirli bölgeleri beslemek bakımından faydalı olabilirler. Böylece küçük akarsuların enerji üretimi de kazanılmış olur. Bugün gelişmiş ülkelerde transformator binaları gibi kapalı ve personel istemeyen, 10-15 santrali kontrol eden teknisyenlerle çalıştırılan küçük hidroelektrik tesisleri başarı ile çalıştırılmaktadır.

1990 yılı itibarı ile çalışan Küçük HES'ların (Hidroelektrik santraller) kuruluşü 93 MW, yılda ürettikleri enerji 366 milyon KWh'dır. Ülkemizdeki Küçük HES'ların brüt potansiyeli 140 TWh/yıl'dır.

En büyük Hidroelektrik enerji potansiyeli Asya'da ve Latin Amerika'dadır. Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinde, üretilebilir enerjinin %50'si kadarı hidroelektrik tesislerle sağlanmakta ise de diğer ülkelerde bu oran çok düşüktür.

Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli ortalama akımlar ve ortalama eğimlere göre hesap edilmiş ve teorik potansiyel 433 bin GWh bulunmuştur. Bu değer ancak yarısına, yani 216 bin GWh'a teknik olarak ulaşılacağı düşünülebilir. Ancak ekonomik olabilecek potansiyel 122420 GWh olarak hesaplanmıştır. Bugün ekonomik olan potansiyelin ancak %25'i kullanılmaktadır.

1993 yılı itibarı ile yapılmış ve yapılmakta olanlarla, fizibilitesi ispatlanmış olan hidroelektrik tesislerin sayısı 495'dir. 34736 MW gücündeki HES'lardan 122420 GWh elektrik üretebilecektir.

Ülkemizde 1993 yılında çeşitli kaynaklardan üretilen tüm elektrik enerjisi yaklaşık 67 bin GWh'dır. Bunun %61'i endüstride, %19,6'sı meskenlerde, %5,6'sı ticarethanelerde, %3,2'si resmi dairelerde %10,6'sı ise diğer yerlerde kullanılmaktadır.

Mevcut, inşa halinde ve kesin projesi hazır olan HES'ların toplam olarak üretebilecekleri enerji 60825 GWh'dır. Yani gerekli parasal kay-

nak bulunduğu takdirde bugün üretilmekte olan tüm elektrik enerjisi, sadece hidroelektrik tesislerden üretililebilecektir.

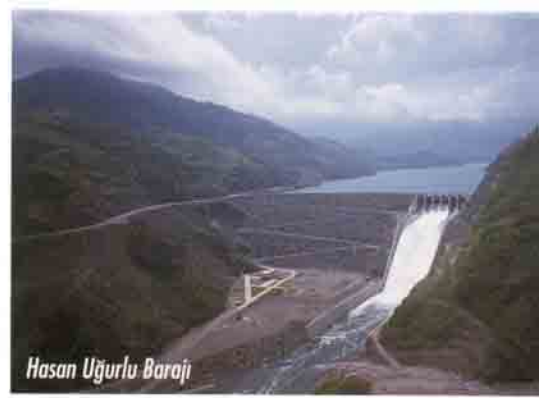
Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelinin akarsu havzalarına göre dağılımı incelenirse; yıllık 122420 GWh'lık ekonomik potansiyelin 37723 GWh'ı Fırat'da, 17284 GWh Dicle'de olduğu görülür. Fırat ve Dicle'nin potansiyeli, Türkiye potansiyelinin %45'i kadardır. Bu iki akarsudan sonra Doğu Karadeniz akarsularından 11416 GWh, Çoruh havzasından 10614 GWh enerji üretebilecektir. Enerji üretimi için yapılan barajların yüksek bölgelerde olanları enerji üretimi ağırlıklı, aşağı bölgelerindekiler ise hem enerji hem de sulama amaçlı olacak ve bu şekilde en yüksek yarar sağlanacaktır. Türkiye'deki hidroelektrik tesislerinin kurulu güçlerindeki gelişme 1923-1993 arasındaki on yıllık aralıklara göre aşağıdaki şekildedir.

Fosil yakıtlarla enerji üreten tesislerdeki gelişmeye rağmen, son 10 yılda hidroelektrik tesislerdeki büyük gelişme nedeniyle hidroelektrik enerji üretiminin tüm enerji üretiminin %45'inin üstüne çıktığı görülmektedir.

1991 dünya istatistiklerine baktığımız zaman elektrik enerjisinin %99,6'sını hidroelektrikten üreten Norveç'ten sonra hidroelektrik enerji üretim oranı en fazla olan ülkeler Avusturya, İsviçre, Kanada ve İsveç'i, Türkiye takip etmektedir. Diğer taraftan kişi başına yılda düşen tüm enerji miktarı olan 1029 KWh ile Türkiye'nin enerji üretimi, dünya ortalamasının yarısı kadardır. Bu bize ilerideki 70 milyon'luk bir Türkiye'de 3000 KWh/yıl/kişi hesabına göre en az 210 bin GWh'lık enerji üretilmesi gerektiğini gösterir. Gelecekte GAP projesi tamamlandığı takdirde yaklaşık 25 bin GWh'lık hidroelektrik enerji bu tesislerde üretilicektir.

Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli (Akarsu Havzalarına göre dağılımı)	
Havza Adı	Ortalama Üretim (GWh)
Susurluk	1380
Kuzey Ege	42
Gediz	425
Küç. Menderes	143
Büy. Menderes	907
Batı Akdeniz	2752
Antalya	4014
Sakarya	2362
B. Karadeniz	2125
Yeşilirmak	5277
Kızılırmak	6935
Konya-Kapalı	104
D. Akdeniz	4769
Seyhan	6880
Asi	120
Ceyhan	4634
Fırat	37723
D. Karadeniz	11416
Çoruh	10614
Aras	2256
Van Kapalı	257
Dicle	17284
Toplam	122420

Hidroelektrik Tesisin	
Yıl	Kurulu Gücü (MW)
1923	0,1
1933	3,5
1943	8,2
1953	29,4
1963	478,5
1973	985,5
1983	3239,3
1993 yaklaşık	8500



Yukarı Fırat havzasında, Murat, Peri ve Karasu kolları üzerinde toplam 13 baraj ve HES projesi tespit edilmiştir. Bunların tamamı 6300 GWh enerji üretecektir.

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)

Ülkemize elektrik enerjisi üretimi ile sulama bakımından büyük yarar sağlayacak olan GAP'daki hidroelektrik santrallerin kurulu gücü 7.467 MW, üretilen elektrik enerjisi ise 27.345 GWh/yıl'dır. Yapılacak barajların sayısı ise 22'dir. Buna Fırat üzerinde halen çalışmakta olan Keban HES'in ürettiği 6 bin GWh/yıl ile Yukarı Fırat'ta yapılacak 8 HES'den üretilen 2.753 GWh/yıl eklenecek olursa, Fırat ve Dicle'den toplam 36.098 GWh/yıl enerji üretiliceği anlaşılmıştır. Dicle'nin doğu kolları üzerinde yapılacak alanlar bu hesaba dahil değildir. Çoruh havzalarında ise enerji üretme imkanları tespit edilmiş ve bunların toplam gücünün 3185 MW ve yıllık ortalama üretimlerinin 10468 GWh olacağı hesaplanmıştır.

Göksu üzerindeki barajlı ve çevirmeli hidroelektrik santrallerinin kurulu gücü 415 MW ve yıllık toplam üretimleri ise 1394 milyon KWh olacaktır. Göksu üzerindeki 9 HES'dan 5 tanesi barajlı, diğerleri çevirmeli tesislerdir. Öteki akarsular üzerinde yapılan çalışmalar da devam etmektedir.

Doğu Karadeniz akarsularının eğimleri %2 ile %5-6 arasında değişir. Bu bölgede baraj yapılarak hidroelektrik enerji üretme olanağı oldukça azdır. Bölgedeki dağ akarsularından yerel şartlara göre hazırlanacak su alma tesisleri ile alınan su galerilerle ulaştırılarak çeşitli yüksekliklerdeki hidroelektrik santrallerinde enerji üretilicektir.



Çeşitli Birincil Enerji Kaynaklarından Enerji Üretimi

Elektrik üretiminde en çok linyit, taş kömürü, petrol çeşitleri ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Bacalardan çıkan H₂S, CO₂, CO ve diğer gazların havayı kirlettiği, insanlara ve diğer tüm canlılara zarar verdiği herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir. Özellikle linyit yakan tesislerin yakınındaki ormanların çok tahrip olduğu ve civarda yaşayanlarda solunum hastalıkları görüldüğü belirlenmiştir. Linyit yakmak suretiyle üretilen enerji başlangıçta ucuz kabul edilebilirse de yan etkileri hesaba katıldığı takdirde gerçek durumun farklı olduğu ortaya çıkar. Bacadan çıkan gazların çevreye ne kadar zarar verdiğine ise Murgul Bakır İşletmeleri civarında tamamen mahvolan sık ormanın akibeti örnek gösterilebilir.

Alınan bütün önlemlere rağmen fosil yakıtların yanması ile bacalardan çıkan gazları tamamen zararsız hale getirmek mümkün değildir. Doğalgaz santrallerinden çıkan gazların havayı daha az kirlettiği bilinmektedir. Ancak ülkemizin elektrik ihtiyacının sadece doğalgaz ile karşılanması mümkün değildir.

Enerji üretiminde kullanılan jeotermal enerji kaynakları sınırlıdır. Ayrıca çıkan doğal sıcak suyun veya buharın içindeki maddelerin akarsulara da zarar vermemesi gerekir. Yer altına soğuk su enjekte etmek suretiyle elde edilen sıcak sudan faydalanmak mümkün ise de bu yolla üretilen enerji miktarı çok sınırlıdır.

Nükleer enerjiden yararlanma gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Çernobil kazasının bu tesislerin yapımında bir çekingenlik meydana getirmesine rağmen, Fransa ve Belçika'da ülke ihtiyacının çok büyük bir bölümü nükleer santrallerde üretilmektedir. Yeterli önlemler alındığı takdirde nükleer santrallerden üretilen enerji de temiz enerji olarak adlandırılabilir.

Çeşitli enerji kaynaklarından yararlanarak hidrojen elde etmek ve sonra da bu hidrojen-den enerji üretmek mümkündür. Enerji üretiminde hidrojen kullanıldığı takdirde havaya sadece su buharı verildiği için, bu yoldan sağlanan enerji de temiz enerjidir. Ancak hidrojen

üretimi için diğer enerji kaynaklarının kullanılması gerekir. Hidrojen-den enerji üretirken çevrede herhangi bir kirlilik meydana gelmez. Kirlilik, hidrojenin üretildiği enerji kaynağının bulunduğu yere kaydırılmış olur. Hidrojenin kullanımındaki bütün avantajlara rağmen diğer enerji kaynaklarına göre iki kat daha pahalı olması, kullanım alanının sadece uzay teknolojisiyle sınırlanmasına yol açmıştır.

Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları

Türkiye'de fosil enerji kaynaklarının en bol bulunan türü, düşük kaliteli linyitlerdir. Ancak linyit santrallerindeki bacalardan çıkan gazlar, bütün önlemlere rağmen, çevrede olumsuz etkiler meydana getirir. Ormanlık olmayan, çorak arazilerde nüfus yoğunluğu da fazla değilse, önlemler alınarak linyit santralleri kurulabilir. Ancak bu tür uygun bölgeler oldukça azdır. Düşük kaliteli linyitlerin başka yerlere taşınması ve santralin oralarda yapılması ise ekonomik değildir.

Ülkemizin doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıt rezervleri çok sınırlı olduğundan, bu tür enerji üretim tesisleri yakıt bakımından dışa bağımlı olacaktır. Ayrıca bu tip santrallerin bacalarından çıkan gazlar, az da olsa, havayı kirletecektir. Ne varki, ülkemizde oldukça bol bulunan su enerjisinden faydalanabilecek, çevreyi hiç kirletmeyen hidroelektrik tesisleri ülkemizin gelecekteki tüm ihtiyacını karşılayamaz. Hidroelektrik potansiyel bakımından Avrupa Norveç'ten sonra 122400 GWh ile ikinci sırada olmamıza rağmen 60-70 milyonluk bir Türkiye'nin yakın bir gelecekte dahi bütün enerji ihtiyacının hidroelektrikten karşılanmasına imkan yoktur.

Ülkemizde bir yılda denizlere akan su miktarı 186 milyar m³'dür. Bunun %29,5'i Fırat ve Dicle'dendir ve ayrıca ekonomik olabilecek tüm hidroelektrik potansiyelin ise %45'i yine bu nehirlerdedir.

Hidroelektrik Tesislerin Yapımındaki Öncelik

Türkiye'nin gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyacının tümünü hidroelektrik santrallerde üretmek mümkün olmadığı gibi elektrik üretiminin tümünün sadece hidroelektrikten karşılanmasının da çeşitli mahzurları vardır. Ülkemizde oldukça bol bulunan linyitin ve diğer fosil yakıtların yanı sıra, gelecekte nükleer

enerji kaynaklarından faydalanmak zorunlu olacaktır. Enerji ihtiyacını karşılamak için hidroelektrik tesislerin ekonomik olanlarının yapımına öncelik tanınmalıdır. Enerjinin değeri arttıkça, bugün 122420 GWh olan ekonomik potansiyel de artacak ve hidroelektrik tesislerden daha fazla enerji üretilecektir.

Bir damla su, akarsulardan akarak denizlere veya hududumuza ulaştığı zaman, onun enerjisi bizim için ebediyen kaybolmuştur. Petrol, kömür gibi fosil enerji kaynakları, tükenen kaynaklardır, ancak kullanılmadıkları takdirde gelecek nesillere kalır. Halbuki suyun potansiyel enerjisi, tükenmeyen veya yenilenebilen enerjidir. Ondan faydalanmak, tesisin çalıştığı günden itibaren başlar. Mesela Keban hidroelektrik tesisi 1974 yılından başlayarak yılda 7 milyar KW'lık enerji üretmiştir. Üretime geçmeden önceki suların enerjisi ise tamamen kaybolmuştur.

Hidroelektrik tesislerde enerji üretmek için yapılan barajlar, taşkın kontrolü, sulama ve içme suyu temini, akarsuyun debisinin düzenlenmesi gibi çeşitli faydalar sağlarlar, bölgenin iklimi üzerine olumlu etkiler yaparlar. Hidroelektrik enerji çevreyi hiç kirletmez. En temiz enerji üretme şeklidir ve dışa bağımlı değildir. Suyun tükenmeyen enerji kaynağı olması nedeniyle hidroelektrik enerji üretimi sonsuza dek devam edecektir. Barajların dolması nedeniyle tesisin belirli bir ömrü olduğu ileri sürülebilir. Ancak bu durum depolama hacminin azalması yüzünden enerji üretimini kısıtlamaya sebep olur. Fakat çevirmeli tesislerde bu mahzur da yoktur.

Barajlı hidroelektrik tesisleri enterkonekte şebekenin ihtiyaçlarına çok iyi uyum sağlar. Pik saatlerin ihtiyacı ek türbinlerle kolayca karşılanır ve bu yüzden pompalı tesislere ve pik enerji ihtiyacını karşılayacak ek tesislere ihtiyaç kalmaz.

Ülkemizde Çalışır Durumda Olan Büyük Hidroelektrik Tesislerinin Üçü de Fırat Üzerindedir.		
Tesis	Üretim/yıl Wh	Türbinler MW
Keban	60000	4x157,5 + 4x175=1240
Karakaya	7354	6x300=1800
Atatürk	8900	8x300=2400

Fırat ve Dicle gibi hudutların dışına akan akarsularda politik avantajlar sağlar ve komşu devletlere de faydalı olur.

Tüm bu sayılan nedenlerden ötürü hidroelektrik tesislerin yapımına öncelik tanınması yurdumuz için çok önemlidir.

Kaynaklar
Varlık, Y., Cumhuriyet'ten Günümüze Kadar Elektrik Enerjisi Ve Hidroelektrik Potansiyelimiz, EİE, Ankara 1993
EİE Çalışmaları 1982-1989, EİE, Ankara 1990
World Energy Council, Turkish National Committee 1991 Enerji Raporu, Ankara 1992.



BİLGİ İŞLEM VE İLETİŞİM PROBLEMLERİNİZİ ÇÖZÜMLEMEK İÇİN BİRLEŞTİ. **GET IT**

© 1994 AT&T Global Information Solutions. Bütün hakları saklıdır.

Problem... Müşteri bilgisini **elde etmek, iletmek ve kullanmakta**, müşteri memnuniyetini artırmak ve maliyetlerini azaltmakta şirketinizin daha etkili bir yola ihtiyacı var.

Çözüm... AT&T Global Information Solutions. Bilgi işlem ve iletişim teknolojilerini bütünleştirerek oluşturduğumuz **Get, Move and Use** sistemini kullanarak problemi çözüyoruz.

AT&T ve NCR'ın birleşerek tek şirket gibi çalışması bunu mümkün kılıyor.

AT&T; iletişim ve ağ yönetimi sektörlerinin dünya lideri. Her gün 140 milyon ses, veri, video ve faks mesajını işliyor.

NCR; satış noktası terminalleri ve ATM'lerden kişisel bilgisayarlara kadar müşteri ile yüz yüze gelinen tüm noktalarda bilgi toplama konusunda dünya lideri.

Veri derleme alanında eşsiz yeteneklere sahip. Hızla büyüyen küresel paralel bilgi işlem sistemleri alanında ise dünya pazarının yarısından fazlasını elinde tutuyor.

Peki AT&T ve NCR'ın bütünleşmesi size ne kazandıracak?

Elimizdeki müşteri bilgisinden yola çıkarak müşterilerin talep ve isteklerini tümüyle **kavrayabilecek**, bu bilgiyi **kullanabilecek** ve herhangi bir yerdeki herhangi bir kişiye **iletebileceksiniz**.

Böylece, müşterinizin ne istediğini daha iyi anlayacak; müşterinizi daha iyi anladıkça da daha başarılı olacaksınız.

Daha büyük başarılarla ulaşmanız için size yardımcı olmaya hazırız.

Başarıya giden ilk adımı atın. Bizi arayın.

Tel: (0-212) 251 72 20

*Artık NCR ve AT&T bir bütün.
Bilgi işlem ve iletişim, bilgiyi **elde etmeniz**
(**get**), **iletmeniz** (**move**) ve
kullanmanız (**use**) için bir araya geldi.*



AT&T
Global Information
Solutions