

Küçük Hidroelektrik Santraller

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



Enerji kaynaklarının büyük bir kısmı güneş ışınımının maddeler üzerindeki fiziksel ve kimyasal etkisiyle oluşur. Hidrolik enerji güneş ışınımından dolayı olarak oluşan bir enerji kaynağıdır. Deniz, göl veya nehirlerdeki sular güneş enerjisiyle buharlaşmakta, oluşan su buharı rüzgârın etkisiyle sürüklenerek dağların yamaçlarında yağmur veya kar halinde yeryüzüne ulaşmakta ve nehirleri beslemektedir. Böylelikle hidrolik enerji, kendini sürekli yenileyen bir enerji kaynağı olmaktadır.

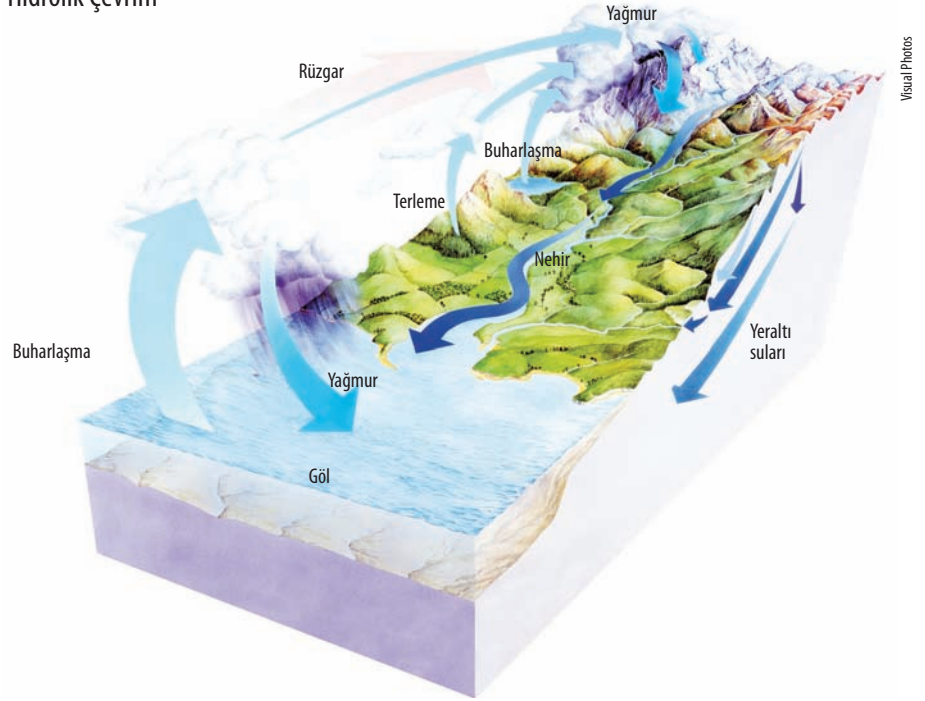
Hidrolik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren sistemlere hidroelektrik santraller denir. Hidrolik enerji, M.Ö. 3000-2000 yıllarından bu yana Mezopotamya ve Çin'de, Mısır ve Anadolu'da suyun potansiyel ve kinetik enerjisinden faydalanmak için kullanılmıştır.

Hidroelektrik güç sistemlerini çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Avrupa Birliği ülkelerinde güce göre yapılan sınıflandırmada tam bir görüş ayrılığı olmamakla birlikte küçük ölçekli hidroelektrik santrallerde kabul edilen üst sınır 10 MW ile 50 MW arasında değişmektedir.

Büyük ölçekli hidroelektrik sistemler: Bu sistemlerinin gücü 50 MW ve üzeridir. 50 MW güç, her biri 100W olan 500.000 ampulün gerektireceği enerjiyi karşılar. Diğer bir deyişle bir ev için gereken elektriksel güç 5 kW olarak kabul edilirse 10.000 evin gereksinimi karşılanabilir. Bir evde ortalama 5 kişinin yaşadığı kabul edilirse 50.000 nüfuslu bir kasabanın elektrik ihtiyacını karşılamaya yetecek bir güçtür bu. Büyük ölçekli hidroelektrik santraller kömür ve doğalgaza dayalı termik santraller gibi konveksiyonel güç santralleri sınıfında değerlendirilir. Üretilen elektrik enerjisi diğer santrallerden üretilen elektrik enerjisiyle birlikte merkezi enerji nakil hatları ile ülkenin birçok bölgesine dağıtılır.

Küçük ölçekli hidroelektrik sistemler: Güç bölgeleri için maksimum sınır 10-50 MW arasında kabul edilmektedir. Enerji nakil hatları ile ulusal enerji şebekesine bağlanılabildiği gibi yerel olarak bir kasabanın, bir yerleşim bölgesinin veya büyük bir fabrikanın enerji ihtiyacını kar-

Hidrolik Çevrim



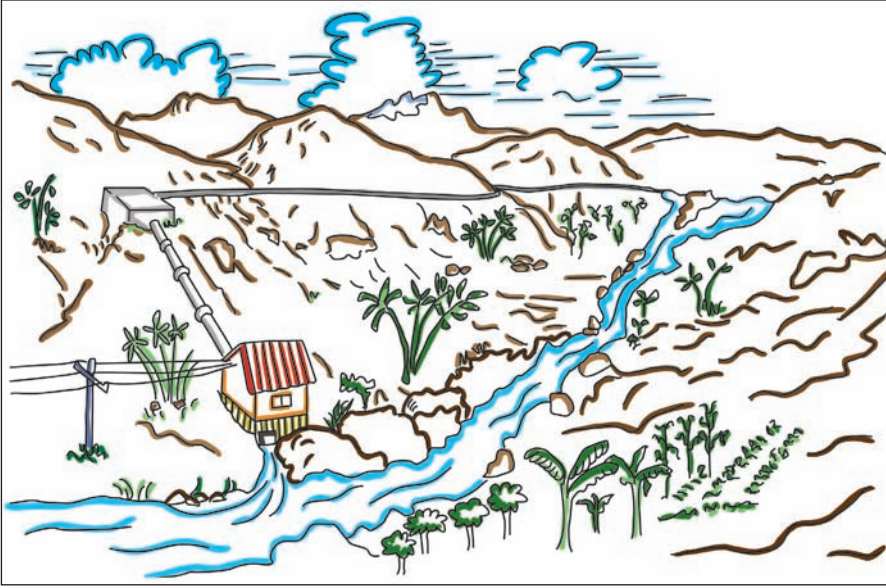
şlamak için de kullanılabilir. 10 MW'lık bir güç 10.000 nüfuslu 2.000 evin enerji ihtiyacını karşılamak için yeterlidir. Ülkemiz küçük hidroelektrik potansiyel bakımından oldukça zengindir.

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

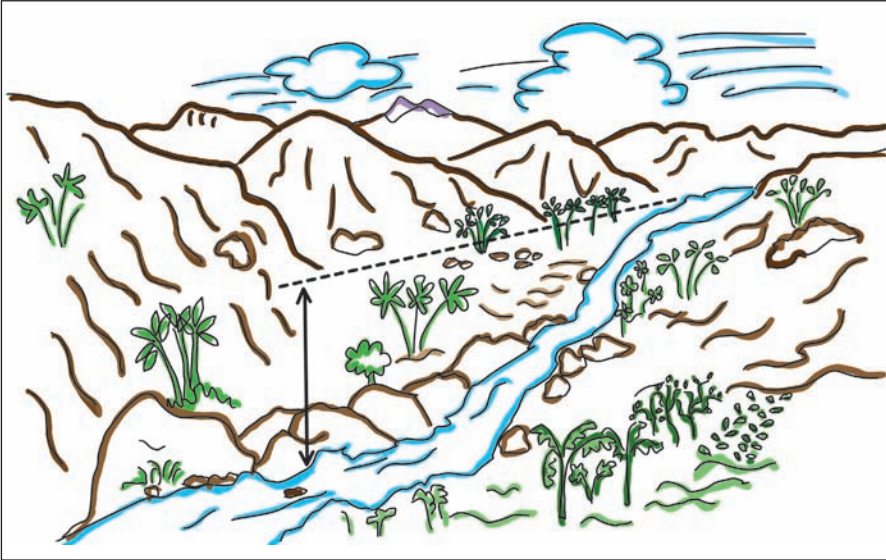
Mikro ölçekli hidroelektrik sistemler: Mikro hidroelektrik sistemler çok daha küçük ölçekte olurlar ve ulusal enerji şebekesine enerjisi sağlamazlar. Ana yerleşim bölgelerinden uzaktaki alanlarda yani ulusal enerji şebekesinin ulaşmadığı bölgelerde kullanılırlar. Güçleri, genellikle çok küçük bir yerleşim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

Mikro ölçekli hidroelektrik sistemler, yalnızca yaz aylarında yaşamın olduğu yüksek yayla ve mezraların enerji ihtiyaçlarını karşılamak için de çok uygun bir seçenektir. Örneğin Karadeniz bölgesinin yüksek yaylaları bu türbinlerin kurulup işletilmesi için çok elverişlidir. Yaylalar genellikle küçük debi, yüksek düşüye sahip akarsuların yakınında, yani suyun bol olduğu yerlerde kurulmuştur. Bu yörelerde elektriğe sadece bahar ve yaz aylarında ihtiyaç duyulmaktadır. Merkezi sistemlerle buralara elektrik getirmek hem çok pahalı hem de çok zordur. Çetin kış koşullarının hüküm sürdüğü bu bölgelerdeki aşırı yağışlar ve fırtınalar bu enerji nakil hatlarına büyük zarar verebilmektedir. Bu nedenle günümüzde hâlâ birçok yayla ve mezrada elektrik bulunmamaktadır. Yerel olarak ve kolaylıkla yapılabilecek mikro su türbinleri, bahar ve yaz aylarında gereken elektrik enerjisi için kullanılabilir. Yayladan dönüşün başladığı sonbahar aylarında ise sökülerek kapalı bir alanda saklanabilir, böylece zorlu kış şartlarının etkisinden korunabilirler.

Mikro hidroelektrik sistemlerde elektrik üretimi zorunlu değildir. Değirmen sistemlerinde olduğu gibi mekanik enerjisinden yararlanılarak un öğüt-



Hidroelektrik sistemlerin çalışma ilkesi



Hidroelektrik santrallerde düşü kavramı

me vb. gibi birçok uygulama için de kullanılabilirler. Her iki kullanımda da sistem özellikleri aynıdır.

Düşüye göre yapılan sınıflandırmada 2-20 m alçak düşü, 20-150 m orta düşü ve 150 m ve yukarısı yüksek düşü olarak kabul edilir. Genellikle düşük birim maliyeti nedeniyle orta ve yüksek düşü sistemlerin yapılması tercih edilir.

Ülkemiz hem büyük hem de küçük debili akarsular bakımından zengin bir ülkedir. Buna karşın küçük debili akarsuların hidrolik potansiyelinden elektrik üretimi yeterli ölçüde değildir. Son yıllarda çık-

rılan yeni yasa ve yönetmenliklerle küçük hidroelektrik santrallerin kurulumu ve işletilmesi önündeki engeller aşılmış, birçok yeni proje hazırlanmıştır. Bu kapsamda 500 kW güce kadar santral kurma ve işletme serbestliği getirilmiştir.

Küçük, mini ve mikro ölçekli hidroelektrik santrallerin avantajları; merkezi enerji nakil sisteminden bağımsız olarak da çalışabilmeleri, ilk kurulum maliyetlerinin düşük, işletme ve bakım masraflarının az olması, çevre kirliliğine neden olmamaları, uzun ömürlü olmaları ve yerel olanaklarla yapılabilmeleridir.

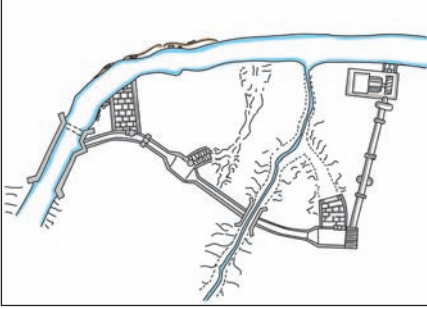
Bu tür (küçük, mini, mikro) hidroelektrik santrallerde su, bir basınçlı boru veya kanal yardımıyla yüksek bir yerden alınarak türbine verilir. Türbinlere bağlı jeneratörlerin dönmesiyle de elektrik enerjisi elde edilir. Üretilen elektrik enerjisi doğrudan kullanıma sunulabilmenin yanında bataryalarda depolanabilmektedir. Türbinden çıkan su tekrar akarsu yatağına verilir.

Türbinden elde edilen güç, suyun düşü (üst ve alt kodlar arasındaki düşey mesafe) ve debisine (türbinlere birim zamanda verilen su miktarı) bağlıdır. Düşü ve debinin artması sudan alınacak gücün artmasını sağlar.

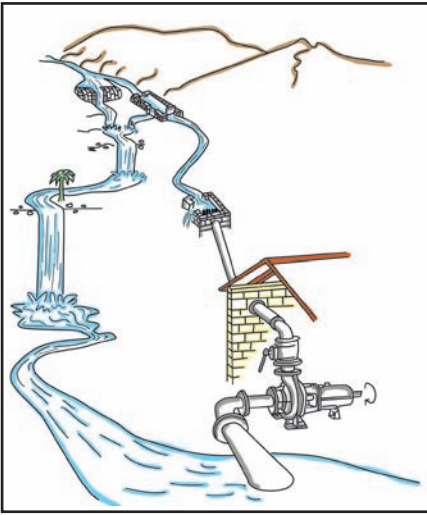
Küçük hidroelektrik sistemler depolamalı ya da depolamasız olarak yapılmaktadır. Depolamasız sistemde bir saptırma savağı ve su alma ağzından kanala verilen su bir yüklenme odasına kadar getirilir. Yüklenme odasındaki fazla su için bir taşkın savağı bulunur. Su bir basınçlı borudan geçirilerek türbine verilir ve burada hidrolik enerji mekanik enerjiye çevrilir.

Depolamalı sistemde ise suyun önu bir baraj sistemiyle kapatılır. Bu sistemin avantajı yağışlı mevsimde suyun barajda tutulmasıdır. Böylece yağışsız ve kuru mevsimde de gerekli potansiyel enerji sağlanmış olur. Depolamasız sistemde suyun önu kesilmez, sadece bir kısmı bir kanal içerisine alınır.

Küçük hidroelektrik santraller genellikle depolamasız sistemlerdir. Bu sistemlerin en büyük dezavantajı kurak mevsimde türbin için gerekli debiyi verememeleridir. En büyük avantajıysa yerel olanaklar ve çok düşük bir maliyetle yapılabilmeleridir. Ayrıca akarsu yatağına en az zarar veren sistemlerdir. Yüklenme odasında günlük ayarlamalarla su debisi kontrol edilir. Depolamalı sistemler daha karmaşık ve pahalıdır. Zaman içerisinde çeşitli problemlerle karşılaşılır. Örneğin baraj gölü belirli bir sürenin ardından kum ve kille dolmaktadır. Böyle bir durumda boşaltılması hem pahalı hem de çok zordur. Baraj bir süre sonra ömrünü tamamlar.



Depolamasız hidroelektrik güç sistemi



Depolamalı hidroelektrik güç sistemi

Hidroelektrik Sistemlerde Kullanılan Türbinler

Türbinler, suyun hidrolik enerjisini mekanik enerjiye çeviren makinelerdir. Herhangi bir yer için en uygun türbin tipinin seçimi, yerin karakteristik özelliklerine bağlıdır. Türbin tipi ayrıca düşü ve debi değerine bağlı olarak belirlenir. Hidroelektrik sistemlerde kullanılan türbin tipleri yüksek, orta ve alçak düşü makineleri olarak sınıflandırılmaktadır. Hidroelektrik santrallerde genellikle Pelton, Banki (Cross-flow), Francis ve Kaplan türbinleri kullanılmaktadır.

Pelton türbinleri suyun sadece kinetik enerjisini kullanır ve düşünün büyük, debinin ise küçük olduğu akarsular için uygun türbin tipleridir. Burada, basınçlı borudan geçen su bir veya birden fazla püskürtücüye gelmekte ve buradan türbinin kepçeleri üzerine yüksek hız-

da püskürtülerek kinetik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi sağlanmaktadır.

Küçük, mini ve mikro hidroelektrik santrallerde kullanılacak türbinlerin, merkezi enerji kuruluşlarından bağımsız olarak yerel kişi ve kuruluşlarca kurulup işletildikleri için bakım ve onarımlarının kolaylıkla yapılabilir olması çok önemlidir. Ayrıca, tesis aksamının piyasadan kolay temin edilebilen parçalardan oluşması da gerekir. Banki türbinleri çok değişken debi ve düşülerde kullanılabilen, yatay eksenli, radyal tipinde ve düşük güçte basit tesir türbinleridir. Suyun sadece kinetik enerjisini kullanırlar. Tasarım, imalat ve kurulumları diğer tüm türbin tiplerine göre son derece basittir. Türbin ve gerekli aksamı küçük atölyelerde, kısıtlı olanaklar ve düşük maliyetle imal edilebilir. Burada giriş ağzını terk eden su çark kanatlarını iki kez geçerek kinetik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür

Net düşü ve özgül hız bakımından oldukça geniş kullanım alanı olan reaksiyon tipi su türbinleri suyun hem kinetik hem de potansiyel enerjisinden yararlanırlar. Bu nedenle, çarka girişteki basınç çarktan çıkıştaki basınçtan çok daha büyük olur. Bu yüzden, suyun kapalı kanallar içinden akma zorunluluğu vardır. Başlıca reaksiyon türbinleri Kaplan ve Francis türbinleridir.

Kaplan türbinleri 100 m'den daha düşük düşülerde çalışan, büyük debili reaksiyon türbinleridir. Bu türbinlerde su giriş ve çıkışı aynı eksendedir. Hem yönlendirici kanatlar hem de çark kanatları ayarlanarak kısmi yüklerde de yüksek verim alınması sağlanır. Çevre boyunca yerleştirilmiş yönlendirici kanatlardan geçen su türbin çarkına gönderilir.

Francis türbinleri reaksiyon tipi hidrolik türbinler sınıfındadır ve orta düşülere kadar orta büyüklükteki debilerde çalışırlar. Francis türbinlerinde su, bir salyangozdan geçirilen türbin kanatlarına yönlendirilir.

Ülkemizde mevcut hidrolik potansiyelin enerji amaçlı kullanım oranı ge-

lişmiş pek çok ülkesine göre oldukça düşüktür. Türkiye'de işletmeye açılmış tesislerle söz konusu potansiyelin ancak % 29'luk bölümü enerji amaçlı olarak hizmete sunulmuş durumdadır.

Ülkemizde gerçekleşme oranının istenen düzeyde olmamasının başlıca nedeni, hidroelektrik santral projelerinin ilk yatırım maliyetlerinin diğer projelerle kıyaslandığında yüksek ve kurulumlarının zaman almasıdır. Hidroelektrik santrallerin inşa süreleri uzun olmasına karşın ekonomik ömürleri termik santrallerden daha fazladır. Ancak küçük, mini ve mikro hidroelektrik santrallerin inşa süreleri görece daha kısadır.

Ülkemiz küçük akarsular üzerinde oluşturulabilecek hidroelektrik potansiyel bakımından oldukça zengindir. Bu kaynakların değerlendirilmesi durumunda birçok yerleşim merkezi, işletme, yayla ve mezranın enerji ihtiyacının merkezi sistemlerden bağımsız, yani yerel olarak karşılanabilmesi mümkün olacaktır. Son dönemlerde çıkarılan yasalar da bu tür projeleri desteklemeye yöneliktir.

Türkiye'de, suyun türbine kadar getirilmesi için gerekli baraj ve inşaatla yönelik çok iyi bir bilgi birikimi ve alt yapı bulunmakla birlikte, santrallerde kullanılacak türbin, jeneratör, regülatör ve diğer aksam için gerekli bilgi birikimi ve yerli teknoloji henüz yeterince gelişmiş değildir. Burada Türk sanayisine ve üniversitemize büyük görev düşmektedir.

Kaynaklar

- Celso Penche, *Layman's Guide Book, On How to Develop a Small Hydrosite*, Haziran 1998, European Small Hydropower Association.
- Harvey, A., Brown, A., Hettiarachi, P. ve Inversin, A., *Micro Hydro Design Manual, A Guide to Small Scale Water Power*, Intermediate Technology Publications, 1993.
- Inversin, A. R., *Micro Hydropower Sourcebook*, NRECA International Foundation, 1986.
- Olgun, H., Banki, (Cross-Flow) Türbini Tasarım Parametrelerinin İncelenmesi, Doktora tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 1991.
- Su Makineleri Problemleri: Teori ve Uygulamalar*, Prof. Dr. Hasan Fehmi Yazıcı, İTÜ Yayınları, 1988.