

Baraj

Genel olarak suların faydasını artırmak için vadilerin kapatılması suretiyle yapılan 15 metreden yüksek su depolayan yapay su yapılarına **baraj** denir. Barajlar yapımı çok uzun süren (3-10 yıl) ve pahalı olan yıkılmaları halinde çok büyük can ve mal kaybına sebep olan su yapılarıdır.ⁱ

Yükseklikleri 15 metreye kadar olan ve barajlara göre daha basit su depolama tesislerine de **gölet** denir.

Barajların sınıflandırılması

A. Yapım amaçlarına göre

- Sulama
- Enerji
- Taşkın kontrolü
- İçme - kullanma ve sanayi suyu temini
- çevre koruma
- başka bir barajın şartlarının düz enlenmesi, yer altı suyunun beslenmesi, su kirliliğinin önlenmesi, fabrika atıklarının depolanması, su ürünlerinin yetiştirilmesi vs. amaçlı barajlar.
- Yukarıda sayılan amaçlardan birden fazlasını sağlamak için yapılan barajlar

B. Gövde yapısında kullanılan malzemeye göre sınıflandırılması

- 1) Dolgu barajlar
 - I. Toprak dolgu
 - Homojen
 - Zonlu
 - Diyaframlı
 - II. Kaya dolgu
 - 2) Beton Barajlar
 - Ağırlık
 - Payandalı
 - Kemer
 - 3) Kargir Barajlar
 - 4) Ahşap barajlar
- * Dolgu ve beton barajlar günümüzde kullanılmaktadır.

C. Düzenleme devresine göre sınıflandırılması

- 1) Düzenleme yapmayan çevirme barajlar (suyu bir kanala veya tünele çevirmeye yarayan baraj tipidir)
- 2) Mevsimlik düzenleme yapan barajlar
- 3) Uzun vadeli düzenleme yapan barajlar (1 yıldan daha fazla su ihtiyacını depolama özelliği olan baraj tipidir)

Barajı Meydana Getiren Tesisler

Barajı oluşturan tesisler şu ana gruplara toplayabiliriz.

- A. Gövde ve tesisleri
- B. Dolusavak tesisleri
- C. Derivasyon tesisleri
- D. Dipsavak tesisleri
- E. Santral (sadece enerji amaçlı barajlarda vardır.)

A. Gövde ve Tesisleri

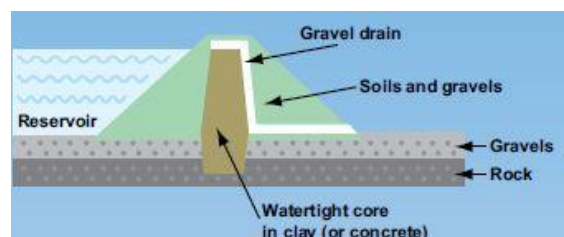
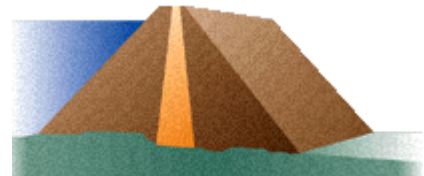
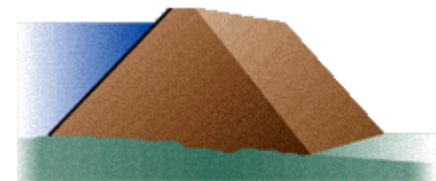
Gövde vadiyi kapatarak su geçmesini tamamen veya yeteri derecede önleyerek suni bir göl oluşmasını sağlayan yapıdır. Dolgu ve beton baraj gövdeleri çağımızda kullanılmaktadır.

• Toprak Dolgu Barajlar

Dolgu malzemesinin %50'den fazlası toprak olan bir baraja toprak dolgu baraj denir. Bunlar toprağın üniform ve ince tabakalar halinde serilip, toprağın su muhtevasını istenen seviyeye indirecek şekilde makinelerle sıkıştırılması ile oluşturulan yapılardır.ⁱⁱ

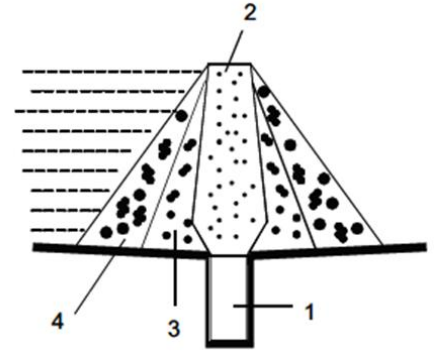
Toprak dolgu en çok kullanılan baraj tiplerinden biridir. Bu tip barajlar her tür temel şartlarında yapılabilir. Bu tip barajlar üzerinden suyun aşmasına müsaade edilmeyen baraj tipi olduğundan özel dolusavak yapıları gerektirirler. Üzerinden suyun aşması halinde yıkılırlar. Yatak dışı tipli olanlar hariç derivasyon yapısı gerektirir. Geçirimsizliği dolgunun kendisi sağlayabildiği gibi kil, asfalt, beton vb. geçirimsizlik çekirdeği ile birlikte yapılanları da vardır.

Bu tip santrallerde baraj gölünü besleyen akarsu rejimi düzensizdir. Baraj gölüne su genellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yoğun olarak gelir. Gelen bu su baraj gölünde depolanır. Bu tip barajlara; Seyhan II, Çubuk II, Ceyhan, Almus barajlarını örnek verebiliriz.



• Kaya Dolgu Barajlar

Stabilite kaya malzemesi ile geçirimsizlik genellikle merkezi kil çekirdek ile sağlanır. Geçirimsizliğin memba yüzeyine yapılan beton asfalt veya çelik kaplama ile olanları da vardır. Toprak dolgu barajlarda olduğu gibi kaya dolgu barajlarda da suyun baraj üstünden aşması halinde baraj yıkılır. Bu nedenle özel dolusavak yapısı gerektirir. Kaya dolgu barajlar toprak dolgu barajlara göre daha sağlam temel zeminine ihtiyaç duyar. Bu tip barajlar genellikle kaya ocaklarının baraj yerine çok yakın ve yeterli büyüklükte olması ve toprak dolgu barajlar ile beton barajlara göre daha ekonomik bulunması halinde yapılır.

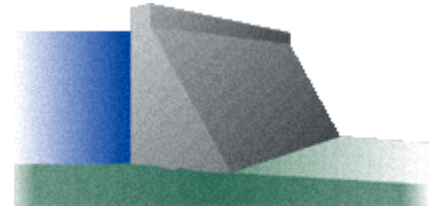


Bu tip baraj yapılırken şekilde (1) ile gösterilen zeminin çok iyi temizlenip sağlam katmana ulaşıncaya kadar temel duvar mesnedi beton dökülür. Daha sonrasında sızdırmazlığı sağlamak için şekilde (2) ile gösterilen ve çekirdek adı verilen killi toprak sıkıştırılarak geçirimsiz tabaka elde edilir. Sonra ince toprak (3) malzeme bunun akabinde ise büyük kaya parçalarından (4) oluşan dolgu malzemeleri yerleştirilir. Şekilden de görüleceği üzere baraj gövdesi aşağıdan yukarıya doğru incelmektedir. Bu tip barajlar genellikle geniş vadili nehir havzalarında tercih edilir.ⁱⁱⁱ

Bu tip barajlara; Atatürk, Keban (Kaya + beton ağırlıklı), Altınkaya, Borçka, Muratlı barajlarını örnek verebiliriz.

• Beton Ağırlıklı Barajlar

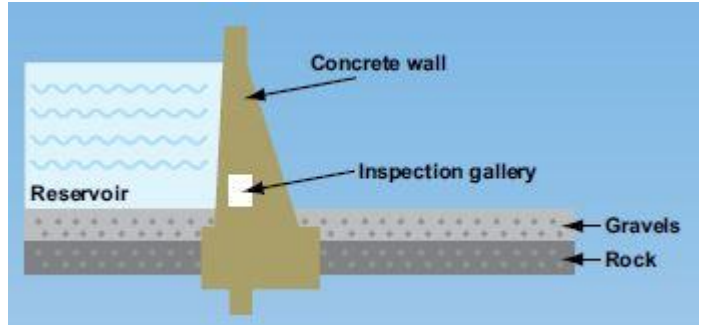
Beton ağırlıklı barajlar genellikle sağlam kaya temelleri üzerinde yapılırlar. Betonun özelliğinden yararlanarak baraj gövdesi üzerine dolusavak yapısı yerleştirilebilir. Bu nedenle çoğu kez dolgu ve beton ağırlık (bu kısma dolusavak yapısı yerleştirilir) tipleri beraberce kullanılır. Beton ağırlıklı baraj planda düz eksenli olabildiği gibi hafif kemer şekli verilerek de yapılabilir. Bu tip barajlara; Torul, Karacaören II, Arpaçay, Porsuk, Çubuk I, Elmalı II, Sarıyar, Kemer barajlarını örnek verebiliriz.



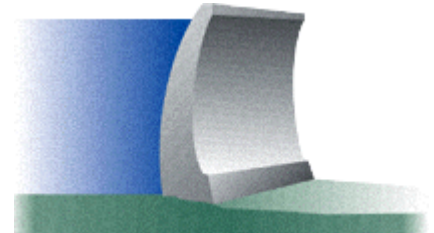
• Beton Kemer Barajlar

Bu tip barajlar kret uzunluğu ile baraj yüksekliğinin birbirine yakın değerinde olması ve temel zeminin çok sağlam bulunması halinde yapılabilir. Çok özel teknikler gerektirir.

Bu tip barajlar yarım ay şeklinde inşa edilir. Yarım ay şeklinde olmasından dolayı suyun yapmış olduğu

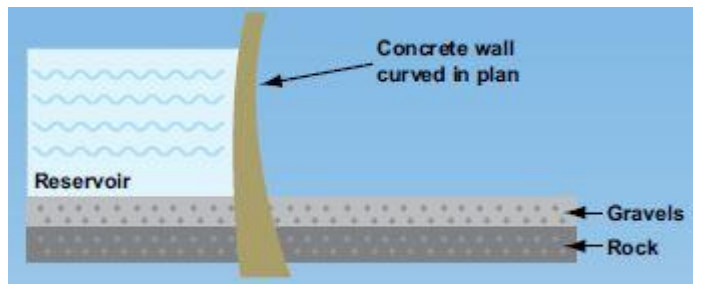


basınç hem yan taraftaki dağ yamaçlarına hem de zemine verildiğinden gövdeye gelen toplam basınç azalır. Baraj gövdesinde hem dikine hem de yamaçlar arasında kavis çizecek şekilde inşa edilir. Gökçekaya barajı tam kemer yani hem düşey hem de yatay durumda kemer tipi bir



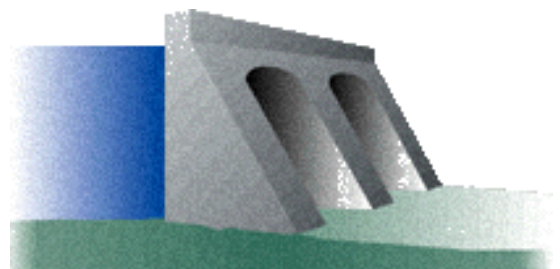
barajdır. Antalya'nın Manavgat ilçesinde bulunan Oymapınar Barajı ise yarım kemer tipinde sadece tek yönlü bir kemer yapıya sahiptir.^{iv}

Bu tip barajlara; Karakaya, Deriner, Berke, Sır, Gezende barajlarını örnek verebiliriz.

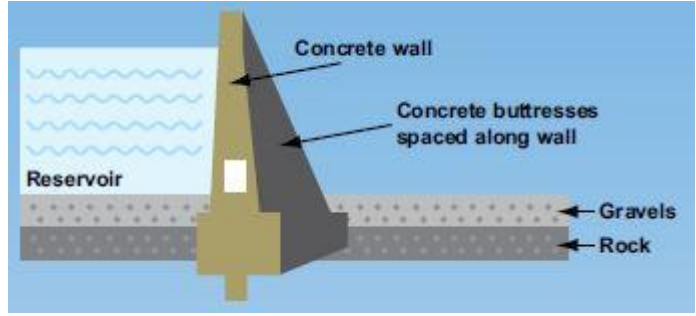


• Beton Payandalı Barajlar

Bu tip barajların prensibi gövde yapılacak eksende kemer baraj prensibini kullanmak amacı ile eksenin parçalanması ve bu parçaların küçük



eksenlerde birer küçük beton kemer baraj yapılabilme olanağının elde edilmesidir. Bu şekildeki bir inşaat şekli ile beton ağırlıklı barajlara göre % 60 daha az beton kullanılabilir. Ancak bu tip barajlarda kullanılacak inşaat demir ve kalıp miktarı artacaktır. İşçiliğin ucuz olduğu memleketlerde kullanılabilir bir baraj tipidir.



B. Dolusavak Tesisleri

Barajın depolayacağından fazla gelen suları, baraja ve yerleşim merkezleri ile ekili alanlara zarar vermeyecek şekilde nehir yatağına veren yapılara dolusavak denir. Karşıdan alışı, yandan alışı, çanağızlı, akordiyon, tünel vb. dolusavak tipleri vardır. Kapaklı veya kapaksız yapılabilir. Bir dolusavak aşağıdaki kısımlardan oluşur.

- 1- Yaklaşım kanalı- Suyu belli bir seviyeden alan kanaldır.
- 2- Dolusavak eşik yapısı- Su akışını kontrol eden kısımdır.
- 3- İletim kanalı- Eşik ile enerji kırıcı tesis arasında iletimi sağlayan kanaldır.
- 4- Enerji kırıcı tesis- Suyun enerjisini alarak döküldüğü yere ve çevresine ve yapılara zarar vermesini önleyen yapıdır.

C. Derivasyon Tesisleri

Derivasyon, baraj inşaat alanının kuru tutulabilmesi için akarsu güzergahını geçici olarak değiştirilmesidir. Derivasyon tüneli, suyun dağın içinden ileten çoğunlukla dairesel bazen de atnalı kesitinde yapıdır. Bu yapı açıkta yapılırsa kondüvi denir.

D. Dipsavak Tesisleri

Barajda depolanan suyu vanalar vasıtasıyla kontrollü olarak veren tesislerdir. Aşağıdaki yapılardan oluşur.

- 1- **Su alma yapısı**- Baraj gövdeleri, tek veya değişik seviyelerden su alabilen yapıdır.
- 2- **Memba tüneli (kondüvisi)**- Su alma yapısı vasıtası ile alınan suyu ileten yapıdır.
- 3- **Tehlike vanası ve tıkacı**-Cebri boru veya ayar vanasında tamirat gerektiğinde suyu kesen vanadır.
- 4- **Cebri boru**- tehlike vanası ile ayar vanası arasına suyu ileten çelik borudur.
- 5- **Ayar vanası ve ayar vana odası**- İstenilen su miktarına göre ayar yapan vanadır.
- 6- **Enerji kırıcı tesis**- Suyun enerjisini alarak döküldüğü yere ve çevresine zarar vermesini önleyen yapıdır.

E. Santraller

Hidroelektrik santraller suyun enerjisinden faydalanarak elektrik üreten yapılardır.

Hidroelektrik Santraller, suyun potansiyel enerjisini mekanik enerjiye, mekanik enerjiyi de elektrik enerjisine dönüştürmek için yapılan tesislerdir.

Hidroelektrik santraller;

- Yenilenebilir kaynak olan sudan enerji elde etmeleri,
- Sera gazı emisyonu yaratmamaları,
- İnşaatın yerli imkanlarla yapılabilmesi,
- Teknik ömrünün uzun olması ve yakıt giderlerinin olmaması,
- İşletme bakım giderlerinin düşük olması,
- İstihdam imkanı yaratmaları,
- Kırsal kesimlerde ekonomik ve sosyal yapıyı canlandırmaları yönünden en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır.^v

Hidroelektrik santralleri aşağıdaki gibi tipleştirmeler yapılabilir.

I. Düşülerine göre:

- | | | |
|------------------------------|---|-------------------------|
| 1- Alçak düşümlü santraller | : | Düşü 50 metreden az |
| 2- Orta düşümlü santraller | : | Düşü 50-300 m arasında |
| 3- Yüksek düşümlü santraller | : | Düşü 300 metreden büyük |



II. Kapasitelerine göre

- 1- Küçük kapasiteli :100 kW' dan küçük
2- Düşük kapasiteli :100-999 kW arası

- 3- Orta kapasiteli : 1MW -10 MW arası
4- Yüksek kapasiteli : 10MW ve daha fazla

III. Yapılarına Göre

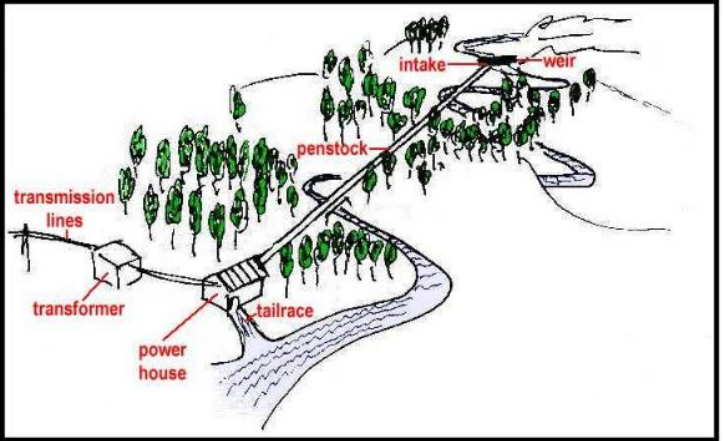
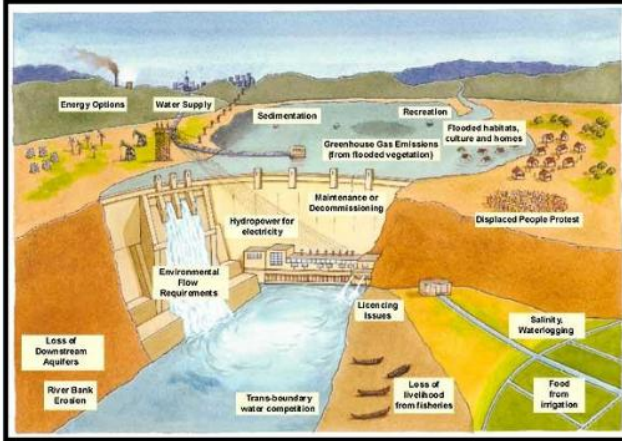
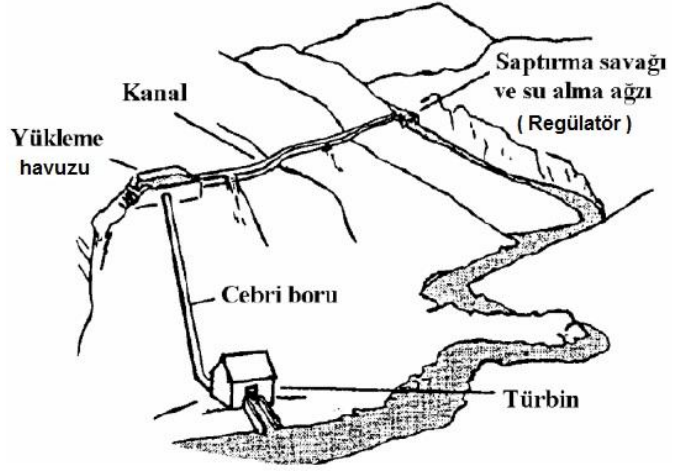
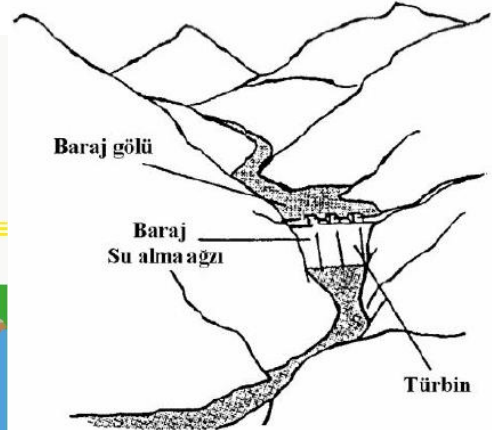
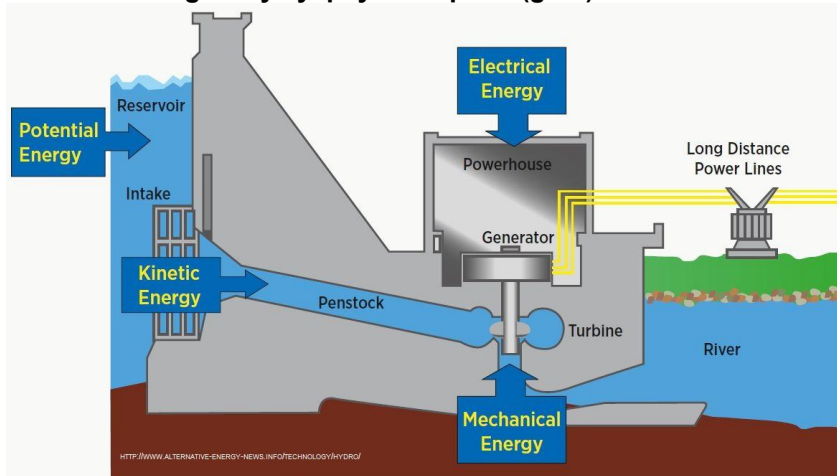
- 1- Yer altı santrali 2- Yarı gömülü ve batık santral 3- Yer üstü santrali

IV. Depolama özelliklerine göre**• Su deposu bulunmayan santraller:**

Bunlar doğrudan doğruya nehir veya kanal üzerine kurulmuştur. Örneğin: Rize ve Trabzon da yapılan HES' lerin tamamı nehir tipi santraldir.

•Nehir tipi Hidroelektrik santralde başlıca unsurlar:

- Regülatör
- İletim kanalı
- Yükleme havuzu
- Cebri boru
- Türbin
- Generator
- Transformatör
- Diğer yardımcı tesisler (eBOP, mBOP)

**• Doğal veya yapay su deposu (gölü) olan santral:****V. Hidroelektrik Santrallerde kullanılan Türbinlerin Sınıflandırılması****A) Suyun Etki Şekline Göre****1. Reaksiyon Türbinleri**

Bu tip türbinlerde esas itibari ile suyun basınç enerjisinden yararlanılır. Bugün itibari ile en çok kullanılan reaksiyon türbinlerinden bazıları şunlardır:

-Francis Türbinleri

-Uskur Türbinleri

-Kaplan Türbinleri

2. Aksiyon Türbinleri

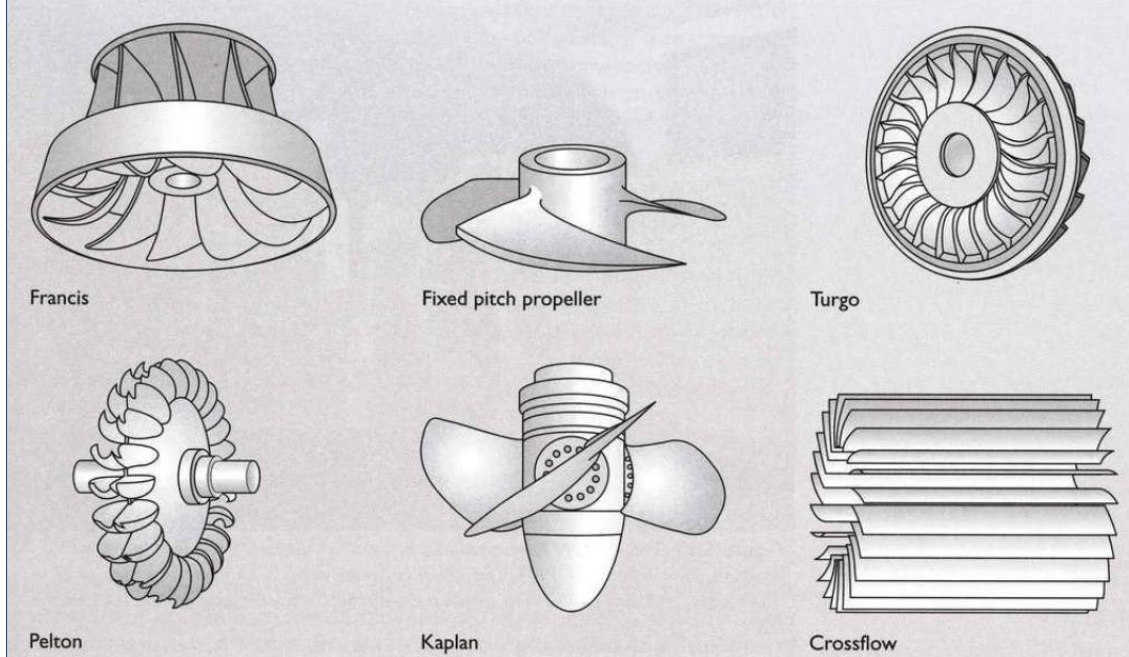
Bu tip türbinlerde suyun kinetik enerjisinden faydalanılır. Çark giriş ve çıkışında basınç enerjisi aynı kalır.

Bugün itibari ile en çok kullanılan aksiyon türbinlerinden bazıları şunlardır:

–PeltonTürbinleri

–TurgoTürbinleri

–Cross-flowTürbinleri



Turbine type	Head range in metres
Kaplan and Propeller	$2 < H_n < 40$
Francis	$25 < H_n < 350$
Pelton	$50 < H_n < 1'300$
Crossflow	$5 < H_n < 200$
Turgo	$50 < H_n < 250$

OTOMATİK KONTROL SİSTEMLERİ

•HES'lerin, diğer enerji santrallerinde olduğu gibi, enterkonnekte sisteme yada izole çalışma (ada modu) koşullarında değişken yüklerle, izin verilen limitler dahilindeki gerilim ve frekans bandı içinde kalarak, enerji sağlaması beklenir.

–Gerilim kontrolü, generatörün uyarım sistemi ile,

–Frekans kontrolü, türbinin dönüş hızını denetleyen/ayarlayan **governör** yardımı ile sağlanır.

•HES'ler için en önemli ekipmanlar: Türbin ve Generatör grupları, en kritik kontrol unsurları da 'f' ve 'V, Reaktif Güç' denetimidir.

•Hidrolik Türbin Governörü frekans kontrolünü, yük değişimlerine göre türbin hızını denetleyerek yapar.

•Sistemi kararlı halde, başka bir deyişle stabil tutmak, Aktif Güç (P) ve Reaktif Güç (Q) kontrolü ile sağlanır ki, Reaktif Güç ihtiyacının kontrolünde ise uyarım sistemi kullanılır.

HES'lerin yıllık enerji üretim miktarı, kaynağa gelen su miktarıyla doğru orantılı olduğundan ve bir yıl boyunca gelen su, tam kapasite çalışmaya yetmeyebileceğinden, genel olarak puant santrali olarak çalıştırılırlar (baraj tipi HES ler). HES'lerin devreye alınışı ve devreden çıkarılışı kolay ve hızlı olduğundan, su rejimine bağlı olarak enerji gereksiniminin çok olduğu puant saatlerde çalıştırılarak enerjiye az gereksinim olduğu zamanlarda da devre dışı bırakılırlar. Tam kapasite çalışmada, türbin kanatlarının önündeki su giriş kapakçıkları tamamen açıktır ve geçen su miktarı en üst düzeydedir. Ancak sistemden çekilen enerji, kullanıcıların devreye girme ve çıkmalarına göre değişir. Sisteme anlık olarak istenilen enerjinin verilmesini, üretim ünitesindeki regülasyon sistemi sağlar^{vi}. Regülasyon sisteminin en önemli parçası governordur.

Su gücünden faydalanarak elektrik enerjisi üretilen hidroelektrik santrallerde generatörden elde edilen elektrik enerjisinin istenilen frekansta ve istenilen güç değerinde elde edilmesi gerektiği kaçınılmaz bir gerçektir. Suyun türbine giriş miktarının kontrolü dolayısıyla elde edilen enerjinin frekans ve güç değerlerinin kontrolü governor mekanizmaları yardımıyla gerçekleştirilir. Governor sisteminin görevi türbine giren suyun miktarını ayarlayarak türbin devir ve gücünün kontrolünü sağlamaktır. Daha fazla güce ihtiyaç duyulduğunda türbin girişine ayar kanatları yardımıyla daha fazla su verilmesi sağlanır. Benzer şekilde daha az güce ihtiyaç duyulduğunda ayar kanatları belirli derecede kapatılarak daha az miktarda suyun türbine geçişine imkân tanır. Bu şekilde frekansta istenilen değerde elde edilir^{vii}.

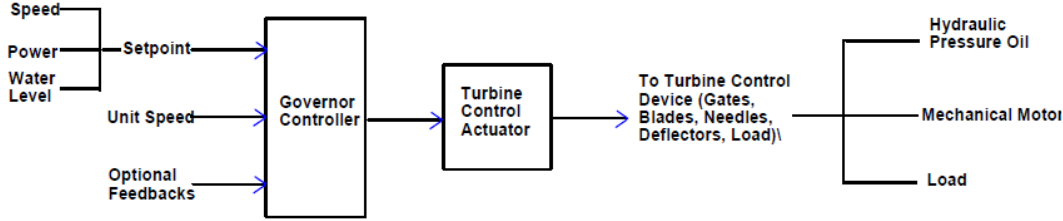
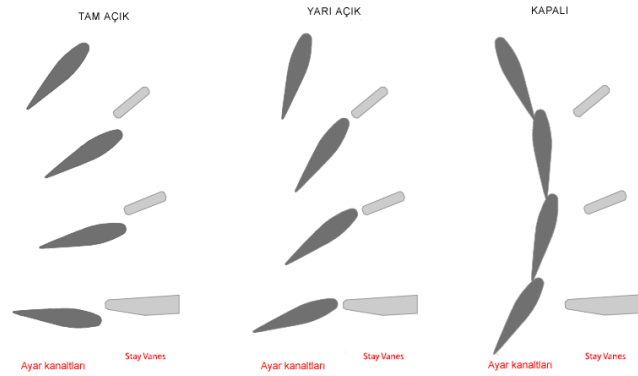


Fig. 8.1 – Basic Governor Control System

Mikro-türbin tesisinden kullanıcı tarafından çekilen gücün zaman zaman değişiklik göstermesi türbinin devrinin, dolayısıyla çıkış geriliminin ve frekansının değişiklik göstermesine sebep olur. Sistemden çekilen güç arttığında alternatördeki zorlanmayı bağlı olarak türbin devri düşer, gerilim ve frekans istenilen değerin altına düşer. Türbini normal devrine getirmek için sisteme daha çok su almak gerekir. Aynı şekilde, sistemden çekilen güç azaldığında, alternatördeki boşalmaya bağlı olarak türbin devri artar, gerilim ve frekans istenilen değerin üstüne çıkar. Bunları normal değerlerine



getirmek için sisteme giren suyu azaltmak gerekir. Bunun için otomatik kontrol sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem türbin devrini ölçen bir sensör ve devri sabit tutmak için sensörden alınan bilgiye göre ayar kanadını açıp kapatarak sisteme giren suyun miktarını ayarlayan bir mekanizmadan oluşur.

Regülâtörler türbin hızını kontrol etmek için kullanılırlar. Son yıllara kadar hidrolik sistemlerde kullanılan bütün regülâtörler, türbine giden suyu ayarlayarak güç değişimi sağlamaktaydı. Regülâtörün görevi ister mekanik ister elektrikselsun türbin milindeki hızı ayarlamaktır. Daha fazla güce ihtiyaç duyulduğunda türbin girişine daha fazla su verilir, benzer olarak daha az güce ihtiyaç duyulduğunda ise türbin girişi kısılarak daha az miktarda suyun türbine girişi sağlanır.

Küçük sistemler için daha fazla yük kontrol regülâtörleri kullanılmaya başlanmıştır. Bunların yapısı çok daha basittir. Maliyetin düşük olması istenen bütün mikro hidrolik sistemlerde yük kontrol regülâtörleri tercih edilir. Yük kontrolü bir elektronik cihaz olup kullanıcı yükünün değişmesinde dahi jeneratörde sabit bir elektrik yükü sağlar. Türbinde debi akış kontrol cihazına ve regülâtör sistemine ihtiyaç duymaz. Türbin debisi sürekli aynı sabit değerinde tutulur. Yük kontrolü jeneratörde daima sabit bir elektrik yükünü garanti eder. Türbin çıkış gücü sabittir dolayısıyla hız da sabit olacaktır. Yük kontrolü, ana yük tarafından istenmeyen ikinci bir safa yükü sağlayarak sabit bir jeneratör çıkışı sağlar. Çalışma prensibi ise kısaca şu şekildedir: Daha az yüke ihtiyaç olduğu anda türbin hızı ve frekans düşmeye başlayacaktır, bu durum yük kontrolü tarafından algılanacak ve ilave safa yükünü sağlamak üzere dirençler devreye girecektir, böylece kullanıcı yükünün değişmesi durumunda da jeneratördeki toplam yük sabit kalacaktır. Yük kontrolü normalde frekansı veya voltajı sürekli ölçerek türbin hızını kontrol edecektir. Bu sistemin en büyük avantajı ucuzluğu ve basitliğidir. Tamir ve hareketli parça gerektirmez^{viii}.



turbine çarkı



.Ayar kanatları



turbine çarkı ve ayar kanatları bir arada

HES'ler de aşağıdaki Elektromekanik ekipmanlar bulunur:

- 1.Ana Giriş Vanası
- 2.Türbin
- 3.Generatör
- 4.Kontrol Sistemi
- 5.AG/OG/HV Panoları/Sistemleri
- 6.Koruma Sistemleri
- 7.DC acil durum besleme
- 8.Trafo lar
- 9.vb.

•Ülkemizde, daha çok özel sektör HES yatırımlarında, yatırımı cazip kılmak adına, hem üretim hem de maliyet tahminleri için iyimser yaklaşımlar sergilendiği düşünülebilir. Zira, kapasite faktörü yüksek olan HES'ler, zamanında DSİ planlaması ile gerçekleştirilmiş olup günümüzde işletmeye giren santraller nispeten düşük kapasite faktörü ile çalışabilmektedir.

•Elektrik santralının net kapasite faktörü (KF), santralin belli bir periyotta ürettiği toplam enerjinin, tam kapasitede üretebileceği enerjiye oranıdır:

$$-KF = \frac{\text{Üretim (MWh/yıl)}}{\{8760 \text{ h/yıl} \cdot P(\text{MW})\}}$$

–**HES' lerde Kapasite Faktörü:** Dünya ortalaması %44, Amerika ortalaması %39, Türkiye'de ise uzun yıllar ortalaması %37'dir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED): Gerçekleştirilmesi planlanan projelerin çevreye olabilecek olumlu ya da olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin belirlenerek değerlendirilmesinde ve projelerin uygulanmasının izlenmesi ve kontrolünde sürdürülecek çalışmaların tümü.^{ix}

•HES yatırımlarında, asıl önemli unsur olan Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) sürecidir. ÇED çalışmaları sonunda, yatırımın gerçekleşmesi hususunda herhangi bir kısıt/olumsuzluk yoksa; Üretim öngörüsü ve Yatırım Maliyet Tahminleri değerlendirilerek yatırım kararı verilmektedir.

Gerçekleşecek HES yatırımlarının, öncelikle ÇED ve sonrasında da yapım süreçleri kamu kurumları tarafından yakın takip altında tutulmalıdır. Zira günümüzde DSİ, HES yapım ve işletme sürecinde yeterli denetimi gerçekleştirmekte zorluk yaşamaktadır.

•Lisans verilmesi aşamasından başlayarak, HES'lerin ticari işletmeye girişlerine kadar her aşamada, kurumlar arasında yaşanmakta olan koordinasyon probleminin, çözüme kavuşturulması gerekmektedir.

•Can Suyu, Balık Geçidi yapıları ile doğal yaşama en az zarar verecek şekilde; kamulaştırmalarda hassasiyet ve yöre halkı, Sivil Toplum Kuruluşlarının bilgilendirmelerinde özen göstererek de toplum ile uzlaşa sağlamak suretiyle yatırımlar hayata geçirilmelidir.

•Yenilenebilir ve yerli bir kaynak olan suyun, kamu yararı göz ardı edilmeden, etkin bir şekilde kullanılması zorunludur. Kamu Kuruluşları, Meslek Odaları, STK'lar, yöre halkları ve yatırımcılar, bu ilke ışığında hareket ederek, her bir HES özelinde ayrı değerlendirme yapmalıdırlar.

Can suyu belirleme yöntemleri genel itibariyle 6 gruba ayırabiliriz. Bunlar;

- Tennant (Montana) yöntemi,
- 7Q10 düşük akımı,
- Diğer 7Q düşük akımları,
- Debi süreklilik eğrisi,
- Islak çevre yöntemi,
- Aquatik baz akım yöntemidir^x.

TENNANT(MONTANA) YÖNTEMİ

Kullanımı en yaygın yöntemlerden biridir. Yöntem olarak kullanımı kolay ve uygulanışı basittir. Tennant yönteminde yıl akış olarak 6 aylık iki periyot halinde incelenir ve yıllık ortalama akışın(YOA) bir yüzdesini kullanır. Bunlar Ekim-Mart ve Nisan-Eylül dönemleri olarak tavsiye edilir.

Doğal hayatın devamlılığını sağlamak için dere yatağına sürekli bırakılacak olan can suyu miktarının belirlenmesinde Tennant Metodu kullanıldığında regülatörlere gelen yıllık akımların ortalamasının %10'u alınmaktadır.

Dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan hidrolojik akım değerlendirme yöntemi Tennant (1976) (Montana) yöntemidir. Tennant yöntemi, son derece basit hidrolojik verilere dayanması nedeni ile dünya genelinde yirmi beşten fazla ülkede, iki yüzden fazla uygulamada, orijinal haliyle ya da geliştirilmiş hali ile kullanılmaktadır.

Tennant (1976) yönteminden sonra dünya genelinde en yaygın olarak kullanılan ikinci hidrolojik yöntem düşük akım yöntemidir. Düşük akım yöntemlerinin tümü temelde uzun dönemler boyunca (25 yıl, 10 yıl, 5 yıl, 2 yıl vb.) gerçekleşen, birbirini takip eden seçili günler boyunca (7gün, 2 gün vb.) ortaya çıkan, en düşük akım süreleri üzerinden istatistiksel hesaplamalar yapılmasına dayanmaktadır. On yıllık periyod boyunca kaydedilen ardışık yedi günlük en düşük akım (7Q10) ve iki yıllık periyod boyunca kaydedilen ardışık iki günlük en düşük akım (7Q2) değerleri sıklıkla kullanılan düşük akım yöntemleridir.

7Q10 yöntemi atık su deşarjından sonra alıcı ortam su kalitesinin düzenlenmesinde, kurak dönemlerde habitat için gereken su ihtiyacı tayininde ve sucul yaşamın kritik su ihtiyacının belirlenmesinde kullanılmaktadır. En basit hali ile yöntemin temel kullanımı kirlilik kontrolü amaçlı olarak su kalitesi hesaplamalarıdır.

7Q10 yöntemine dayalı olarak çevresel su ihtiyacı ya da asgari su miktarının belirlenmesine yönelik olarak literatürde bazı çekinceler yer almaktadır. 7Q10 düşük akım yöntemi ile yatakta yer alması gereken asgari su miktarına dayalı kullanımların daha sonraki dönemlerde olumsuz biyolojik etkilerinin ortaya çıkabileceği belirtilerek akarsu yatağında olması gereken asgari su ihtiyacı hesaplamalarında problem oluşturabileceği belirtilmiştir. ABD Balıkçılık ve Yaban Hayatı Servisi 7Q10 yöntemine dayalı olarak belirlenecek olan asgari su ihtiyacı miktarının sucul sistem üyeleri için yeterli olmayacağını savunmaktadır

Debi: Bir akarsuyun herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen su miktarıdır.

Hidrolik Düşü: hidroelektrik santralde üst su seviyesi ile çıkış su seviyesi arasındaki yükseklik farkıdır. Genellikle h ile temsil edilir.

Brüt Hidrolik Düşü: Birbiri ile bağlantılı olan iki su yüzeyi arasındaki yükseklik (kot) farkıdır.

Net Hidrolik Düşü: Brüt hidrolik düşüden sürtünme kayıplarının çıkartılması ile elde edilir.

Türbin: Bir hidroelektrik santralinde kullanılan türbin tipinin belirlenmesinde, türbini döndürecek olan suyun basıncı ile debisi etkili olur. Bütün türbinlerde duran kısma salyangoz, dönen kısma ise rotor denir. Günümüz hidroelektrik santrallerinde Kaplan, Francis veya Pelton türbininden biri kullanılır. Su, türbinin geniş pervanelerine vurduğunda pervaneler dönmeye başlar. Bu türbinin mili aynı zamanda jeneratöre bağlıdır. En yaygın hidroelektrik türbini Francis türbinidir. Bu türbin büyük bir disk ve eğimli pervanelerden oluşur.

Jeneratör: Herhangi bir enerji türünü elektrik enerjisine çeviren makinedir. Bu cihazlara mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren makineler, kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine çeviren bataryalar, ışık enerjisini elektriğe dönüştüren fotoelektrik hücreleri, ısı enerjisini elektrik enerjisine çeviren termoelektrik jeneratörler dâhildir. Türbin pervaneleri döndüğünde, türbin miline bağlı jeneratörün dev mknatısları da dönmeye başlayacaktır. Dönen bu dev mknatıslar bakır bobinlerde alternatif akım üretilmesini sağlayacaktır. Hidroelektrik santralının kalbi jeneratörüdür. Birçok hidroelektrik santral birden fazla jeneratör barındırır. Jeneratörler üç fazlı bir senkron makine olup OG seviyesinde gerilim üretirler.

Temel fizik bilgilerimizi hatırlayacak olursak 1 kg'lık bir kütlenin 1 m yükseklikten düşürülmeden önce sahip olduğu potansiyel enerjisi;

$$E_p = mgh = (1 \text{ kg})(9,81 \text{ m/s}^2)(1 \text{ m}) = 9,81 \text{ kgm}^2/\text{s}^2 = 9,81 \text{ J}$$

1 kWh = 3.600.000 J olduğuna göre 1.000 kg suyun enerjisini hesaplayacak olursak

$$\frac{981.000 \text{ J}}{3.600.000 \text{ J/kWh}} = 0,27 \text{ kWh}$$

olarak elde ederiz. Olaya bir de tersten bakarsak o zaman "1 kWh enerji için ne

$$\frac{3.600.000}{981.000} = 3,67 \text{ m}^3$$

kadar su harcamalıyız?" sorusuna cevap ararız. Bu sorunun cevabı ise 3,67 m³ olarak bulunur.

Baraj gölünde su seviyesi yağış ve yüzeysel akış ile artar. Su seviyesinin artması ile suyun potansiyel enerjisinde artış gözlenir. Suyun belirli bir seviyeden (h) düşmesine izin verilirse suyun potansiyel enerjisi, kinetik enerjiye dönüşür. Herhangi bir kaybın olmadığı kabul edilerek düşen suyun enerji dönüşümü

$$m g h = \frac{1}{2} m v^2$$

şeklinde ifade edilir ve buradan da suyun hızı

$$v = \sqrt{2 g h}$$

olarak bulunur. Bir akarsuyun belli bir kesitinden birim zamanda geçen su miktarına o suyun o andaki debisi (Q) denir ve

$$Q = v A$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada A , akarsuyun m² cinsinden ortalama kesit alanı v , ise akarsuyun m/s cinsinden ortalama hızıdır. Bir akarsudan potansiyel olarak güç geliştirebilmek için gerekli temel elemanlar akım ve düşüdü. Bu iki temel elemanın yardımıyla elde edilecek güç,

$$P = \eta h g Q$$

ifadesi kullanılarak bulunur. Burada η , verimlilik olup bu değer 0,75 ile 0,88 arasında değişmektedir. Küçük ölçekli hidroelektrik uygulamalarda verimlilik değeri yaygın olarak 0,81 alınmaktadır. Bu ifadede h , hidrolik düşüğü, g yer çekimi ivmesini, Q ise m³/s cinsinden tasarım debisini, P de kW cinsinden elektrik güç çıktısını göstermektedir.

Yerçekimi ivmesi, bir cismin [yerçekimi](#) etkisiyle sahip olduğu [ivmedir](#).

Dünya yüzeyinde tüm cisimler bu ivme ile düşerler. İvmenin Paris'teki değeri tam olarak 9,80665 m/s² dir.

M kütleli bir cisme doğru olan yerçekimi ivmesi ile hesaplanır. Bu eşitlikte r cismin merkezinden olan uzaklık, G de çekim sabitidir.^{xi}

$$g = \frac{MG}{r^2}$$

Bir HES' deki potansiyel güç aşağıdaki formülle yaklaşık olarak hesaplanır.

$P=9,8*Q*h$ (kW) veya

$P=9,8*Q*h/1000$ (MW)

S. NO	HES ADI	KURULU GÜÇ (MW)	YILLIK ORT. ENERJİ (GWh)	GÜV. ENERJİ (GWh)	PROJENİN BULUNDUĞU			TİPİ	TAL-VEGD. YÜK. (m)	BRÜT DÜŞÜ (m)	ORT. DEBİ (m³/s)	GÖVDE HACMI (10 ⁶ m³)	KUVVET TUNELİ BOYU (m)	TESİS BEDELİ (10 ³ YTL)	PROJE BEDELİ (10 ³ YTL)	YATIRIM BEDELİ (10 ³ YTL)	RAYİÇ YILI	İNŞ. SÜRESİ (yıl)
					İL	NEHIR	HAVZA											
1	AĞAÇHISAR	20,00	72,06	41,91	BURSA	ORHANELİ	SUSURLUK	RCC	82	74,6	17,22	0,964	-	77053,019	95203,2	104328,9	2005	2,5
2	AĞKOLU	3,81	22,24	6,13	ORDU	MELET IRMAĞI	D.KARADENİZ	NEH.TİP	5	50	7,20	---	3500 (K)	5121,359	5904,6	6465,5	2002	2
3	AKÇAY	2,46	10,66	1,23	DENİZLİ	SUDUŞEĞİ Ç.	B.MENDERES	NEH.TİP	5	125	1,84	---	1750 (K)	2165,474	2640,0	2891,0	2003	2
4	AKÇAY I	15,00	65,00	42,00	DENİZLİ	AKÇAY	B.MENDERES	K.DOL.	85	85	14,0	2,500	500	8695,000	10999,0	12605,0	1999	3
5	AKÇAY II	10,00	42,00	26,00	DENİZLİ	AKÇAY	B.MENDERES	K.DOL.	60	55	15,0	0,800	---	5462,000	7281,0	8345,0	1999	3
6	AKHISAR	1,47	9,25	2,22	TRABZON	AKHISAR DERE	D.KARADENİZ	NEH.TİP	5	105	1,60	---	3500 (K)	2339,043	2704,9	2961,9	2002	2
7	AKKÖY	6,74	36,14	9,77	GIRESUN	GÖRELE D.	D.KARADENİZ	K.DOL.	55	100	5,86	0,700	1500	22425,525	25864,0	31011,0	2002	3
8	AKÖREN	1,52	5,96	1,29	GIRESUN	MADENİN D.	YEŞİLIRMAK	NEH.TİP	5	175	0,86	---	3750 (K)	2025,000	2469,0	2704,0	2005	2
9	AKSU-ANAKOL	120,00	344,00	237,00	ERZURUM	ÇORUH	ÇORUH	K.DOL.	114	107	48,0	7,510	---	179,321	209,0	274,4	1989	5
10	AKSU-DÜZCE	41,00	144,00	37,00	BOLU	MELEN	B.KARADENİZ	NEH.TİP	5	652	8,00	---	5000	9,412	10,8	13,0	1985	4
11	AKSU-YANKOL	21,00	94,00	44,00	ERZURUM	AKSU	ÇORUH	NEH.TİP	20	290	5,00	---	11650	6266,000	7255,0	9106,0	1998	5
12	ALADAĞ	3,47	11,38	0,00	BOLU	ALADAĞ Ç.	SAKARYA	NEH.TİP	5	115	2,1	---	3100 (K)	3064,000	3663,0	4012,0	2005	2
13	ALAKIR-1	7,29	38,00	4,93	ANTALYA	ALAKIR DERE	B.AKDENİZ	NEH.TİP	5	235	2,9	---	4000 (K)	5737,000	6613,0	7241,0	2003	2
14	ALAKIR-2	7,15	35,64	4,29	ANTALYA	ALAKIR DERE	B.AKDENİZ	NEH.TİP	5	125	4,85	---	3500 (K)	5735,000	6610,0	7238,0	2003	2
15	ALAKÖPRÜ	26,00	116,00	60,00	İÇEL	ANAMUR Ç.	D.AKDENİZ	K.DOL.	88	84	24,00	2,564	---	3326,882	4078,9	4879,4	1996	4
16	ALARA	154,52	454,40	284,84	ANTALYA	ALARA ÇAYI	O.AKDENİZ	K.DOL.	215	173,67	30,80	11,014	---	301162,253	346336,6	454716,5	2005	6
17	ALATA	0,97	3,87	0,49	ANTALYA	KAYADIBİ D.	D.AKDENİZ	NEH.TİP	5	105	0,8	---	1125 (K)	1193,000	1522,0	1666,0	2006	2
18	ALKUMRU	222,00	812,00	350,00	SIIRT	BOTAN	DİCLE	K.DOL.	110	105	129	15,629	---	884,443	1019,0	1278,5	1991	5
19	ALTIPARMAK	50,00	200,00	122,00	ARTVİN	BARHAL	ÇORUH	İN.KEM.	138	390	9,00	0,626	6785	90950,000	106810,0	139517,0	2001	6
20	AMBARCILI	0,65	2,98	0,38	ORDU	AMBARCILI D.	D.KARADENİZ	NEH.TİP	5	67	1,1	---	2500 (K)	1450,475	1683,0	1842,9	2002	2
21	ANGUTLU	14,51	84,94	31,53	GIRESUN	AKSU ÇAYI	D.KARADENİZ	K.DOL.	45	120	14,4	0,350	5000	40095,845	46185,2	55376,1	2002	4
22	ARAN	0,48	2,12	0,46	ORDU	BAĞIRSAK D.	D.KARADENİZ	NEH.TİP	5	155	0,32	---	1250 (K)	1106,117	1287,0	1409,3	2002	2
23	ARDANUÇ	8,30	21,70	4,30	ARTVİN	ARDANUÇ Ç.	ÇORUH	NEH.TİP	10	70	6,10	---	2500	26,090	---	30,0	1990	2
24	ARDIÇLI	6,25	20,08	0,11	ERZURUM	ANURI D.	ÇORUH	NEH.TİP	10	285	1,42	---	4070	2239,000	2625,0	3147,0	1998	4
25	ARKUN	222,00	788,00	610,00	ARTVİN	ÇORUH	ÇORUH	K.DOL.	129	225	57,0	8,935	13534	348,113	401,8	527,5	1989	5
26	ARTVİN	332,00	1026,00	662,00	ARTVİN	ÇORUH	ÇORUH	K.AĞR.	135	120	122,0	0,950	---	364,686	459,6	602,9	1989	7
27	ASARCİK	5,26	15,15	0,49	ANTALYA	ASARCİK D.	D.AKDENİZ	NEH.TİP	5	105	4,35	---	500 (K)	3284,000	3926,0	4299,0	2006	2
28	ASARTEPE	1,24	3,67	0,00	ANTALYA	KARGI Ç.	O.AKDENİZ	NEH.TİP	5	195	0,8	---	1500 (K)	1431,000	1796,0	1967,0	2003	2
29	ASMACA	22,00	72,00	62,00	ADANA	ASMACA	SEYHAN	K.DOL.	75	250	4,0	1,150	6250	11034,000	13690,0	16414,0	1999	4
30	AŞIKLAR	1,24	7,22	3,42	RİZE	POTOMYA ÇAYI	D.KARADENİZ	NEH.TİP	5	145	0,84	---	2600 (K)	1851,504	2144,2	2347,9	2002	2

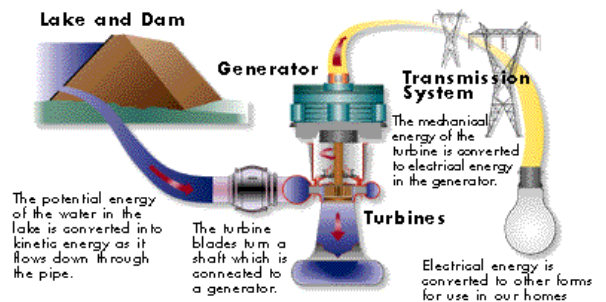
XII

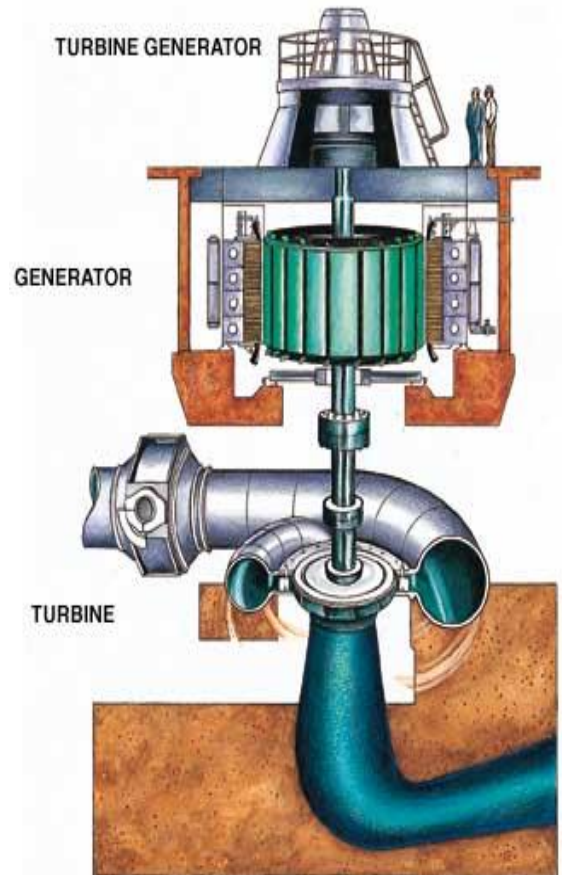
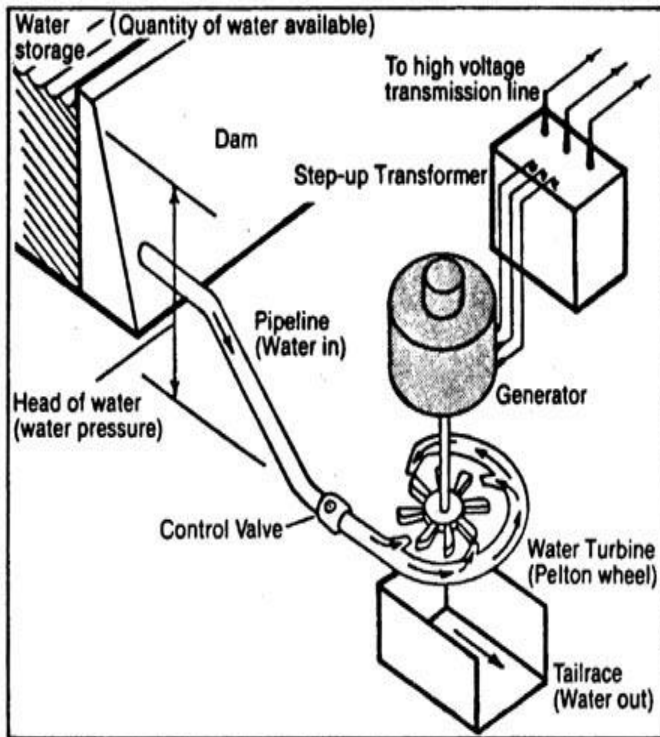
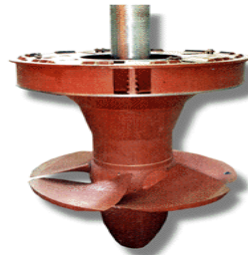
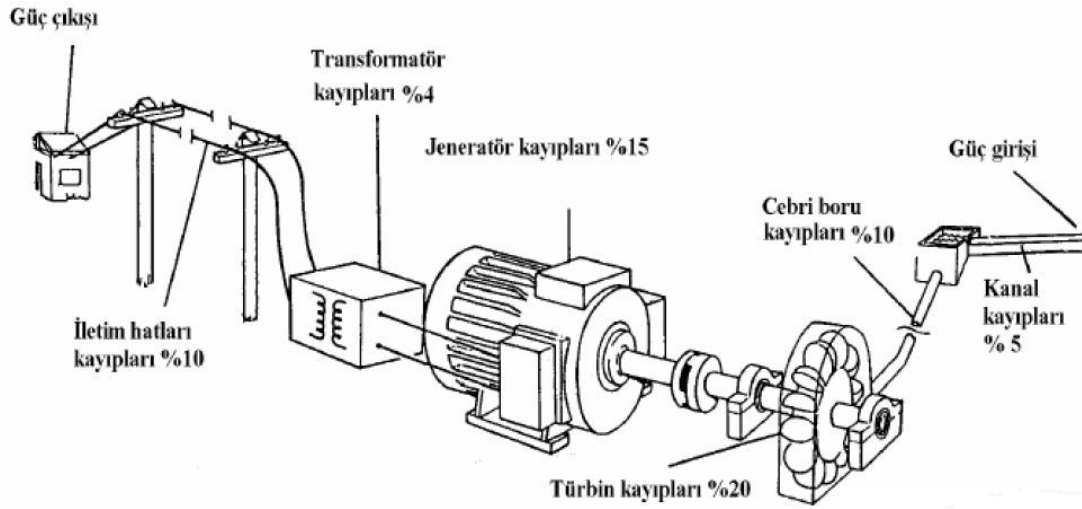
HES'lerde Denge Bacası:

HES Tesislerinde enerji tuneli veya cebri borularda oluşabilecek ani basınç (Su koçu Darbesi) yükselmeleri önlemek için cebri borunun veya enerji tünelinin baş kısmına veya sonuna yakın bir noktaya tesis edilen yapıdır.

Denge bacasını gerektiren şartlar:

- Cebri boruda oluşan su koçu darbesi mertebesinin türbinin net düşüşüne oranının (+h_{max}/H_n);
- 50m düşüye kadar olan HES'de %50
- 150m düşüye kadarki HES'de %25
- 250m düşüye kadarki HES'de %15
- 250m ve yukarı için %5 değerini aşmaması gerekir.



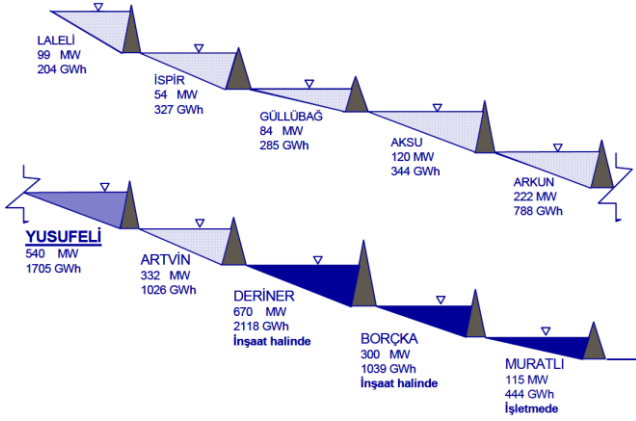


Santralin Adı	Yeri	Kurulu Gücü MW	Üretim / Generation (GWh)										
			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
ATATÜRK	Şanlıurfa	2.405	9.164	7.846	8.881	7.967	6.611	4.525	6.163	6.752	8.174	6.621	4835
KARAKAYA	Diyarbakır	1.800	9.035	7.481	8.598	6.906	6.297	4.557	8.024	7.167	7.142	6.913	4410
KEBAN	Elazığ	1.330	7.905	6.695	7.281	6.105	4.959	3.959	7.959	6.331	5.654	5.975	3296
ALTINKAYA	Samsun	703	890	653	721	466	294	436	1.372	1.403	681	1.081	577
DERİNER	Artvin	670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	592	1137
BERKE	Osmaniye	510	1.708	1.588	1.592	1.027	976	1.500	2.150	1.786	2.243	1.748	804
OYMAPINAR	Antalya	510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128
HASAN UĞURLU	Samsun	500	1.179	1.373	1.201	807	1.180	1.658	1.722	1.407	1.017	1.033	335
ERMENEK	Karaman	302	-	-	-	-	-	-	-	-	280	1.583	481
BORÇKA	Artvin	301	-	-	-	565	921	937	1.129	928	646	701	625
SİR	Kahramanmaraş	284	785	729	687	432	434	691	989	581	995	767	314
GÖKÇEKAYA	Eskişehir	278	472	365	407	241	255	420	505	474	611	378	259
OBRUK	Çorum	211	-	-	-	-	-	182	430	522	532	333	255
BATMAN	Diyarbakır	198	482	355	510	343	140	326	474	380	412	357	104
KARKAMIŞ	Gaziantep	189	444	390	462	430	355	286	461	500	557	450	360
ÖZLÜCE	Elazığ	170	584	490	583	374	320	496	650	380	428	505	128
ÇATALAN	Adana	169	519	340	418	225	358	627	497	563	606	463	261
ALPARSLAN-1	Muş	160	-	-	-	-	-	-	-	-	78	461	215
H. P. SARIYAR	Ankara	160	349	275	291	180	190	313	366	356	441	292	203
GEZENDE	İçel	159	535	361	404	98	234	476	53	-	140	718	227
ASLANTAŞ	Osmaniye	138	629	599	599	405	355	650	763	691	804	632	324
HİRFANLI	Kırşehir	128	100	74	144	134	137	92	274	319	329	225	210
MENZELET	Kahramanmaraş	124	547	512	485	317	321	460	658	541	656	472	267
KILIÇKAYA	Sivas	120	394	379	444	285	339	344	488	308	252	313	95
AKKÖPRÜ	Muğla	115	-	-	-	-	-	-	-	-	207	285	200
MURATLI	Artvin	115	-	252	440	451	424	449	495	424	296	334	307
DİCLE	Diyarbakır	110	229	149	212	192	147	186	270	204	214	246	101
TORUL	Gümüşhane	103	-	-	-	-	18	326	389	272	262	299	109
KRALKIZI	Diyarbakır	95	117	95	119	121	115	78	139	129	107	186	47
KÖKLÜCE	Tokat	90	238	475	418	218	424	615	480	194	421	236	3
KÜRTÜN	Gümüşhane	85	189	200	199	142	155	204	189	146	150	147	84
KEŞİKKÖPRÜ	Ankara	76	64	50	94	93	82	59	171	200	211	140	125
KADINCIK -1	Mersin	70	281	166	208	149	141	288	297	277	341	260	231
DEMİRKÖPRÜ	Manisa	69	109	102	128	55	47	108	138	114	201	159	97
SUAT UĞURLU	Samsun	69	331	359	344	238	307	415	434	370	281	269	97
ADIGÜZEL	Denizli	62	151	143	68	3	11	89	129	145	182	153	118
SEYHAN -1	Adana	60	299	177	247	130	170	339	308	351	362	291	135
DERBENT	Samsun	56	217	155	166	107	72	101	300	298	149	234	120
KADINCIK -2	Mersin	56	215	109	146	106	102	223	235	215	269	199	172
KAPULUKAYA	Kırıkkale	54	68	44	94	93	81	57	150	194	196	139	119
KILAVUZLU	Kahramanmaraş	54	-	-	-	-	-	-	-	-	1	220	134
KEMER	Aydın	48	121	56	69	24	42	88	122	75	187	148	76
MANAVGAT	Antalya	48	162	109	151	115	104	216	164	161	194	142	117
KARACAÖREN -1	Burdur	46	220	152	127	134	103	92	217	129	169	172	116
ÇİNE	Aydın	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
YENİCE	Ankara	38	120	92	91	62	65	97	128	123	148	99	70
ÇAMLIĞÖZE	Sivas	32	112	101	122	79	97	93	139	87	72	89	28
KARACAÖREN -2	Burdur	32	164	105	83	86	62	52	149	77	111	113	71
ALMUS	Tokat	27	76	95	93	62	92	129	117	103	96	67	36
KUZGUN	Erzurum	21	26	21	33	8	-	-	-	-	-	-	-
MANYAS	Balıkesir	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
TERCAN	Erzincan	15	56	52	47	31	-	-	-	-	-	-	-
BERDAN	Mersin	10	-	-	-	-	-	-	-	-	63	15	-
HASANLAR	Düzce	9	-	-	-	-	-	-	-	12	30	9	-
KOÇKÖPRÜ	Van	9	24	20	20	19	9	18	19	15	13	4	-
ATAKÖY	Tokat	6	12	8	9	3	-	-	-	-	-	-	-
ZERNEK (HOŞAP)	Van	3	15	9	8	11	10	8	5	9	5	2	-
BARAJLI SANTRALLAR TOPLAMI		39.336	33.804	37.441	30.041	27.558	27.267	40.311	36.108	37.614	37.614	37.265	22475
GÖL ve AKARSU SANTRALLARI TOPLAMI		1.333	1.241	1.241	1.238	939	865	1.072	1.066	780	697	617	625
TOPLAM		40.669	35.045	38.682	31.279	28.497	28.132	41.383	37.174	38.394	38.311	37.882	23100

**MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ ÇALIŞMALARINDA EİE İDARESİNİN KATKISI BULUNAN ve HALEN
İŞLETİLMEKTE OLAN BARAJLI HİDROELEKTRİK SANTRALLER**

SIRA NO	PROJE ADI	BİTİŞ YILI	YERİ		BARAJ TİPİ	TEMELDEN YÜKSEKLİK (m)	DEPOLAMA HACMI (10 ⁶ m ³)	KURULU GÜÇ (MW)	YILLIK ORT. ENERJİ (GWh)
1	SARIYAR	1956	SAKARYA	ANKARA	BETON AĞIRLIK	108	1900	160	400
2	SEYHAN	1956	SEYHAN	ADANA	TOPRAK DOLGU	77	1200	54	350
3	KEMER	1958	AĞÇAY	AYDIN	BETON AĞIRLIK	113,5	544	48	143
4	HIRFANLI	1959	KIZILIRMAK	ANKARA	KAYA DOLGU	83	5980	128	400
5	DEMİRKÖPRÜ	1960	GEDİZ	MANİSA	TOPRAK DOLGU	77	1320	69	193
6	ALMUS	1966	YEŞİLIRMAK	TOKAT	TOPRAK DOLGU	95	950	27	99
7	KESİKKÖPRÜ	1968	KIZILIRMAK	ANKARA	TOP.+KAYA DOL.	52,8	95	76	250
8	GÖKÇEKAYA	1972	SAKARYA	ESKİŞEHİR	BETON KEMER	158	910	278	562
9	KEBAN	1975	FIRAT	ELAZIĞ	B.AĞ.+K. DOL.	207	30600	1330	6000
10	HASAN UĞURLU	1981	YEŞİLIRMAK	SAMSUN	KAYA DOLGU	175	1074	500	1217
11	SUAT UĞURLU	1981	YEŞİLIRMAK	SAMSUN	KAYA DOLGU	51	182	46	273
12	OYMAPINAR	1984	MANAVGAT	ANTALYA	İNCE KEMER	185	300	540	1620
13	ASLANTAŞ	1984	CEYHAN	ADANA	TOPRAK DOLGU	95	1150	138	569

SIRA NO	PROJE ADI	BİTİŞ YILI	YERİ		BARAJ TİPİ	TEMELDEN YÜKSEKLİK (m)	DEPOLAMA HACMI (10 ⁶ m ³)	KURULU GÜÇ (MW)	YILLIK ORT. ENERJİ (GWh)
14	KARAKAYA	1987	FIRAT	DIYARBAKIR	KEMER AĞIRLIK	173	9580	1800	7354
15	ALTINKAYA	1988	KIZILIRMAK	SAMSUN	KAYA DOLGU	195	5763	700	1632
16	DERBENT	1990	KIZILIRMAK	SAMSUN	KAYA DOLGU	33	213	58	257
17	SİR	1991	CEYHAN	K.MARAŞ	İNCE KEMER	116	1120	284	725
18	ATATÜRK	1993	FIRAT	Ş.URFA	KAYA DOLGU	169	48700	2400	8900
19	KRALKIZI	1998	DICLE	DIYARBAKIR	KAYA DOLGU	126	1919	94	146
20	DİCLE	1999	DICLE	DIYARBAKIR	KAYA DOLGU	87	595	110	298
21	KARKAMİŞ	1999	FIRAT	Ş.URFA	KAYA DOLGU	29	157	189	652
22	BİRECİK	2000	FIRAT	Ş.URFA	B. AĞ.+K. DOL.	62,5	1220	672	2518
23	BERKE	2001	CEYHAN	ADANA	İNCE KEMER	201	427	510	1668
24	MURATLI	2006	ÇORUH	ARTVIN	KAYA DOLGU	44	75	115	444
25	YAMULA	2006	KIZILIRMAK	KAYSERİ	KAYA DOLGU	115	3476	100	422
TOPLAM									37092



xiv

i Mümtaz TURFAN Özetle Baraj Nedir? DSİ 2002

ii Dr. N. Gedik Su Yapıları Ders Notu BAÜ Müh. – Mim. Fak. İnş. Müh. Böl.

iii Aktan Temiz Nehir Tipi Hidroelektrik Enerji Santrali Uygulamaları

iv Doç.Dr. Süleyman DEMİR Elektrik Enerjisi Üretimi AÖF

v Prof. Dr. Hayati Olgun –Hidroelektrik Enerji Sunumu

vi Özbay, E., Gençoğlu, M.T., Hidroelektrik Santrallerin Modellenmesi, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır, 108-115, Haziran 2009.

vii DALCALI A, ÇELİK E., ARSLAN S., Mikro ve mini hidroelektrik santralleri için mikrodenetleyici tabanlı bir elektronik governor sisteminin tasarımı, Kayseri E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28(2):130-135

viii http://download.teknotasarim.com/urun_katalog/HIDROELEKTRİK_ENERJİ_TURBINLER.pdf (erişim tarihi: 14/12/2015)

ix T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED Rehberi – Barajlar ve Hidroelektrik Santraller, 2009

x KARAKOYUN Y., YUMURTACI Z., HİDROELEKTRİK SANTRAL PROJELERİNDE ÇEVRESEL AKIŞ MİKTARININ VE ÇEVRESEL ETKİNİN EĞERLENDİRMESİ

xi https://tr.wikipedia.org/wiki/Yer%C3%A7ekimi_ivmesi (15.12.2015)

xii EİE TARAFINDAN MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ YÜRÜTÜLEN HİDROELEKTRİK SANTRAL PROJELERİ, ŞUBAT – 2007

xiii <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/>, e.t.: (15.12.2015)xiv http://www2.dsi.gov.tr/yusufeli_projesi.pdf

Firat nehri üzerindeki Barajlar

