



keban:

Yılların Rüyası

Eylül ayı içinde işletmeye açılan, dünyanın sayılı büyük barajlarından olan Keban yurdumuzun enerji ihtiyacını önemli ölçüde karşılamaya başlamıştır. Türkiye'nin en büyük barajı olan Keban'ın bir başka özelliği de, Türkiye topraklarında bulunmasına rağmen Irak ve Suriye'yi de dolaylı olarak etkilemesidir. Bu yazıda Keban Barajı'nın kısa bir tarihi ile teknolojik özelliklerini anlatacağız. (Bakınız Bilim ve Teknik, Sayı 39 ve 41):

Keban Projesi :

Keban Baraj ve Hidroelektrik Santrali, yıllardan beri üzerinde bu ülke insanlarının ve teknisyenlerinin, düşünerek hayal edip görme özlemini çektikleri fiziki bir yapı olarak, ortaya çıkmış bulunuyor.

Anadolu insanı yıllardır bu ülkenin en bereketli ve olanaklar bakımından en büyük nehri olan Fırat'a gem vurmak ve ondan yararlanmak özlemini çekmiştir. Keban boğazında dünyanın en zor temel şartları içinde 211 metre yüksekliğinde bir baraj ve arkasında 125 kilometrelik bir gölün oluşturulmasıyla sağlanan mutlu başarı bu büyük özleynin gerçekleştiğini gösteriyor.

Keban barajı inşaatı fiziki yatırımlara başlama yılı olan 1963 den beri bu yöreye getirdiği hareket ve ekonomik canlılık bakımından ayrı bir önem taşımıştır. Gerçekten bu proje o zamandan bu güne kadar 7 milyar TL. sınırı bulan toplam yatırım miktarı ile tarihimizde bugüne kadar gerçekleştirilmiş en büyük ve tek yatırım projesi olmuştur.

Keban barajı ülkemizin enerji sorunu-na çözüm yolu bulmakta en büyük kaynaklarından biri ve en ekonomik şekilde realize edilebilecek bir proje olarak ortaya çıktığı ve üzerinde en çok konuşulup

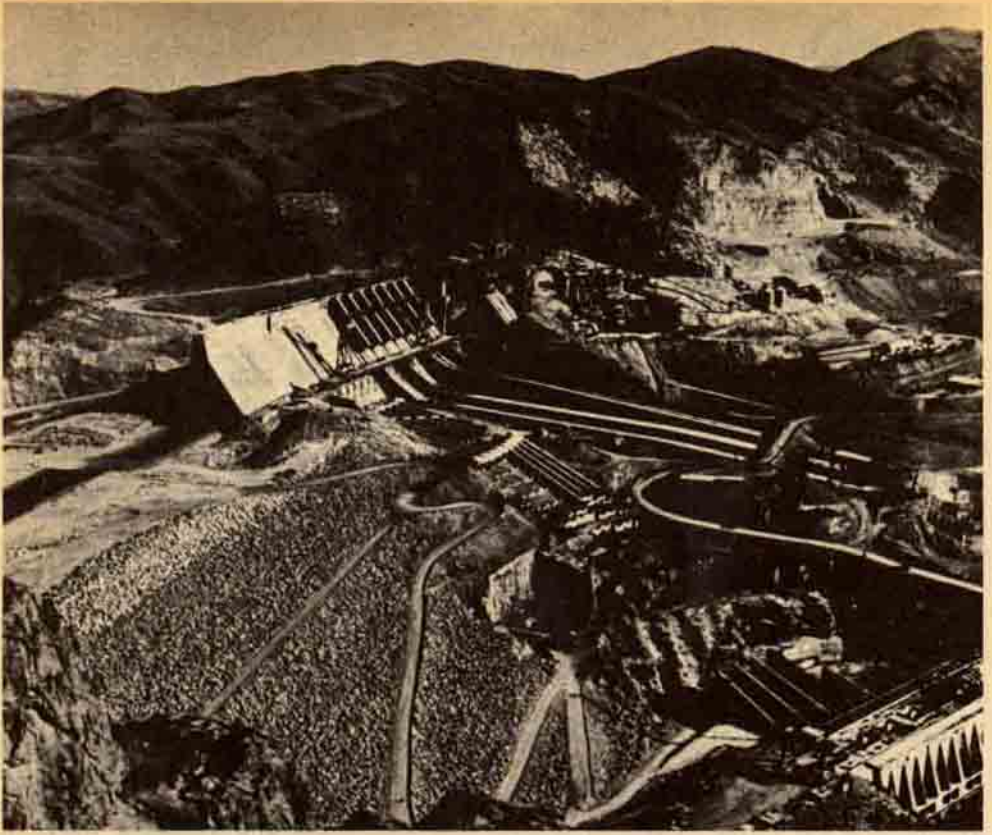
tartışıldığı 1960-1970 yılları arasındaki 10 yıllık dönemin ilk yarısında ülkemizin ilgili bütün kuruluşlarının desteğini kazanmıştır. Bu arada gerekli dış finansman ihtiyacının karşılanmasında yabancı ülkelerle finansman kuruluşları nezdinde el birliğiyle yapılan girişimlerden olumlu sonuçlar alınmış, böylece 150 Milyon dolar civarında toplam dış finansman sağlanmıştır.

Keban Barajı bir mühendislik yapısı olarak ve beklenenden büyük zorluklar ve temel sorunları ile karşılaşarak gerçekleştirilmiştir. Bu gerçekleştirilmenin bu açıdan gerek ülkemiz ve gerekse dünyadaki diğer baraj yapımları için çok yararlı dersler sağladığını söylemek haklı ve yerinde olur.

Keban Projesinin Kısa Tarihi :

Ülkemiz yüzölçümünün yaklaşık olarak 1/7 sini kaplayan ve dağlık Doğu Anadolu'nun büyük bir kısmının sularını toplayıp tarihi Mezopotamya ovalarından geçip Basra körfezine akan Fırat nehri ve havzası Cumhuriyet'imizin kuruluşundan sonra Türk teknisyenlerinin dikkatini çekmiş ve ülke kalkınmasına gerek enerji ve gerek su kaynağı olarak taşıdığı büyük potansiyelle katkıda bulunması için Fırat havzasının ön çalışmalarına geçilmiştir.

İlk olarak 1936 yılında nehir üzerinde Palu, Pertek, Keban Boğazı, Kömürhan, Kemaliye ve Karakaya mevkilerinde akım rasat istasyonları kurularak EİE İdaresince işletilmeye başlanılmıştır. Keban Boğazında kurulacak bir baraj ve santralin yükseklik ve kapasitesi üzerinde EİE ve DSİ'ce 1950 - 1960 yılları arasında avan proje niteliğinde çeşitli çalışmalar yapılmış olup bu çalışmalarda Elâzığ Şeker Fabrikası su basmayacak yükseklikte



bir baraj ve 800.000 kw. takatında santral kurulu gücü öngörülmüştür. Bu çalışmalara paralel olarak 1954 yılından başlayarak Keban boğazında sondajlar ve galeriler vasıtasıyla temel araştırmalarına geçilmiş olup 1959 da bir yabancı firmaya ülkenin artan elektrik ihtiyaçlarının ne şekilde karşılanacağına araştırılması yaptırılmış ve incelenen çeşitli alternatifler ve üretim olanakları arasında Keban-Gökçekaya barajları en uygun görüldüğünden aynı firmaya her iki barajın da katı proeleri EİE İdaresince hazırlanmıştır.

Keban barajının Fırat havzasının ilk ve kilit tesisi olması nedeniyle baraj yüksekliği, göl hacmi ve santral kapasitesinin doğru olarak tespiti için DSİ Genel Müdürlüğünce 1962 yılında merkezi Diyarbakır'da bulunan Fırat Plânlama Amirli-

ği kurularak ön düzeyde bütün havzayı kapsayan etüt ve plânlamalar ve gelecek sulamalar dahil olmak üzere bütün olanaklar ve ana tesis yerleri saptanarak Keban'da kurulacak bir tesisin ilerde yapılacak havzayı kapsayan plânlamalara aykırı düşmemesi için nitelikleri saptanmıştır.

Barajın Yeri ve Barajın Sahası Hidrolojisi :

Keban Barajının yeri Elâzığ'ın 45 km. kuzey-batısında Malatya'nın 65 km. kuzey-doğusunda olup, Karasu ile Murat nehirlerinin birleştiği yerden 10 km. daha aşağıda nehrin aktığı en dar boğazlardan birindedir. Karasu ile Murat nehirlerinin birleşmeleri ile meydana gelen Fırat nehrinin bu birleşme noktasından itibaren ilk uygun baraj yeridir.

Keban barajının göl sahasında toplanacak su, ortalama eni 150 km, boyu ise 425 km. olan 64.100 km²'lik bir sahadan, Fırat nehrinin Karasu ve Murat kolları vasıtası ile sağlanacaktır. Fırat nehri yılın çeşitli zamanlarında çok farklı olan bir akım düzenine sahiptir. Ortalama geçen su miktarı 635 m³/sn.'dir. Nehrin bir yıl içinde geçirdiği suyun % 70'i karların erime mevsiminde, yani Mart ile Haziran ayları arasında geçer. Nisan ve Mayıs ayları ise yılda en fazla su miktarının geçtiği iki aydır. Son 30 yıl içinde en az feyzan 1961 yılında 1 190 m³/sn. en fazla ise 1968 yılında 6800 m³/sn. olarak kaydedilmiştir. (saniyede 6800 m³.lük akım 7 dönüm arazinin bir saniyede 1 metre yükseklikte su ile kaplanması demektir.)

Arazinin Topografya ve Jeolojisi :

Keban barajı mevkiine gelmeden önce Fırat vadisi oldukça geniş ve yayvandır; fakat Keban boğazında bir anda daralır ve yamaçlar dikleşip sarplaşır. Burada sağ ve sol sahil tamamen çıplak ve sarp kayadır. Nehrin ortalama derinliği 7 metredir. Baraj aksında nehir yatağı 45 metre kalınlıkta bir alüvyon tabakasıyla örtülü bulunmaktadır.

Keban barajı, bir çok tektonik olaylara uğramış paleozoik devre ait metamorfik kayalardan oluşmuş, bir temel üzerine oturmuştur. En üstte beyaz ve pembe renkli, karstik, erime boşluklu, mağaralı kalker ve mermerlerin geniş örnek verdiği zeminin altında kalkıştı ve dolomitik siyah kalker tabakaları yer almaktadır. Bu formasyonlar büyük ve küçük çok sayıda fay ve kırık sistemleriyle parçalanmış durumdadır. Bu büyük faylardan biri zeminin düşey olarak 110 metre kadar düşmesine sebep olmuştur. Arazinin jeolojik yapısı DSİ. EİE ve müteahhit firma tarafından yapılan toplam uzunluğunda açılmış bulunan galerilerden öğrenilmiştir.

Keban Barajının Yapısı :

ÜST YAPI : Keban barajı için iki ayrı baraj tipinden meydana gelen karma bir baraj denilebilir. Kaya dolgu baraj ve beton ağırlık barajı olan bu tiplerden birincisi, esas ana barajı teşkil eder. Kaya dolgu baraj sağ sahil kaya sathından sol sahilde en yüksek noktaya kadar 601.38

metre olarak uzanmakta ve bu noktadan sonra 524.34 metre uzunluktaki beton ağırlık barajı başlamaktadır.

Barajın üstten uzunluğu 1125.72 metredir. Kaya dolgu baraj merkezde su geçirmeyen bir tabakayı haiz nehir yatağı üzerinde yer alan sıkıştırılmış kaya dolgudan ibaret bir kütle olacaktır. Bu kısımda kullanılan malzeme Hirfanlı Baraj'ından kullanılan malzemenin 8 misline, Kesikköprü Baraj'ında kullanılan malzemenin ise 18 misline denk gelmektedir. Bu hacimdeki kaya ile Türkiye'nin çevresini 50 cm. eninde ve 5.00 metre yükseklikte bir taş duvar ile çevirmek mümkündür. Kaya dolgu baraj gövdesi yüksekliği nehir tabanı düzeyinden 167 metre, temelden ise 211 metre (70 katlı bir apartman yüksekliği) gövde genişliği tabanda, (685.00 kotunda) 581 metre üstte ise 11 metredir. Ana baraj için gerekli malzeme nehrin sağ tarafındaki büyük taş ocağından, iki kil ariyet sahasından ve nehir yatağından temin edilmektedir

Beton hacmi 1240.000 m³ olan beton ağırlık barajı, dört ana kısımdan 27 blokta ibarettir: bunlar kuzey-güney ağırlık barajları 16 blok, giriş yapısı 4 blok ve dolusavak 7 blok olmak üzere kuzey-güney yönünde yer alırlar. Bu grupta harcanacak beton miktarı ile 1055 adet 40'ar daireli ve 10 katlı apartmanın beton işlerini yapmak mümkündür ki, 42.000 daireden oluşacak bu sitede 210.000 kişi barınabilir. Yine bu miktar beton ile 2 tane Gökçekaya barajı ve 2 tane Sarıyar barajı yapmak mümkündür.

Beton ağırlık barajının kaya dolgu ile birleştiği noktadan güneye doğru uzanan 99.22 metrelik kısmına Kuzey Ağırlık Barajı, yine beton ağırlık barajının güney ucundan itibaren kuzeye doğru uzanan 213.12 metrelik kısmına ise Güney Ağırlık Barajı adları verilmektedir. Bu iki yapının ortasında giriş yapısı ile dolusavak yapısı yer alır.

Giriş yapısı, santral binasına yani elektrik üretim merkezine su götüren 5.20 metre iç çapındaki boruların başlangıç kısımlarının ilk 60 metresinin yerleştirilmiş olduğu beton kütle yapıdır. Giriş ağızlarında su ile beraber kütük v.s. gibi parçaların girmesini önleyecek ızgaralar ve su alma ağız kapakları ile bunların kaldırma ve indirme gereçleri yer almıştır.

Bu kısım beton ağırlık barajının 524.34 metrelik uzunluğunun 88 metresini kapsar. Buradaki yükseklik temelden itibaren 86.60 metredir.

Dolusavak, baraj arkasında meydana gelen gölde fazla olarak biriken suların baraj gövdesi üzerinden taşmasını önlemek maksadı ile bu fazlalığı gövdeye zarar vermeden nehrin kaynağına iletecek beton bir kanaldan ibarettir. 124 metre genişliğinde olan bu kanal, gövdenin üzerinden başlayarak ve aynı genişlikte 400 metre olarak devam etmektedir. Gövde üzerinde mevcut 6 kapak ile saniyede 17.000m³. su boşaltılabilecektir.

ALT YAPI : Barajın oturduğu zeminin büyük bir çoğunluğu çok karstik bir yapıya sahip olduğundan, muhtemel su kaçaklarını önlemek ve temeli güçlendirmek için geniş ölçüde bir yeraltı çalışmasını ve temel islahatını gerektirmektedir. Sızdırmazlık perdesini teşkil için sağ ve sol yamaçta 40 metre kot farkıyla alt alta açılmış bulunan, toplam uzunluğu 11.000 metreye ulaşan 3.0 X 3.0 ve 5.0 X 4.6 m. çapındaki galerilerde, ara mesafeleri 1,5 m. olan iki sıra halinde taban ve tavan da açılmakta olan 5 cm. çapındaki sondaj

deliklerine 10 ilâ 20 Atmosfer basınç altında çimento şerbeti enjekte edilerek, çatlak ve erime boşlukları tıkanmaktadır.

Enjeksiyonla düzeltilmesi mümkün olmayan kısımlarda ise mağaralar, kil ve kalsit dolgululu boşluklar, betonla doldurulmak veya 1,5 metre kalınlığında beton diyafram duvarı inşa edilmek suretiyle perde teşkil edilmektedir. Mağaralara takriben 180.000 m³, diyafram duvarlarına toplam 63.000 m³. beton dökülmüş olacaktır.

YENGEÇ MAĞARASI : Keban barajı temelinde, sol yamaçta, kret seviyesinden 320 metre daha derinde, akstan itibaren kaynağa doğru genişleyen, takriben 100X-120 metre ebadında, maksimum deriği 29 metreye varan içi Fırat nehri suyundan farklı, ona nazaran daha yaşlı bir yeraltı suyuyla dolu olan, Keban barajında rastlanılan en büyük mağaradır. Takribi hacmi 100.000 m³. olan mağaranın perde üzerindeki 60.000 m³. lük kısmı betonla doldurulmaktadır.

Bu yazı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yayınlarından derlenen bilgilerle kaleme alınmıştır.

Derleyen : *Tevfik Dalgıç*

KEBAN BARAJI VE HİDROELEKTRİK SANTRALİNİN ÇEŞİTLİ YÖNDEN NİTELİKLERİ :

GENEL NİTELİKLERİ :

Nehir	: Fırat
Rezervuarın maksimum işletme kotu	: 845.00
Minimum takat için rezervuar kotu	: 813.00
Minimum işletme kotu	: 800.00
Emme borusu çıkışında kuyruk suyu proje kotu	: (4 ünite için) 693.00
Emme borusu çıkışında kuyruk suyu proje kotu	: (8 ünite için) 696.00
Emme borusu çıkışında kuyruk suyu proje kotu	: (maksimum feyzozan hali) 712.40

GÖL VE GELECEKTEKİ NİTELİKLERİ :

Havza alanı	: 64.100 km ²
Havza uzunluğu	: 425 km
Havza ortalama genişliği	: 125 km
Maksimum göl alanı	: 687.318 dönüm
Maksimum göl hacmi	: 30.610.058.375 m ³
780 kotunda göl hacmi	: 5.455.090.500 m ³
810 kotunda göl hacmi	: 12.814.793.375 m ³
65 yıl için birikme hacmi	: 1.355.000.000 m ³

HİDROLOJİK NİTELİKLER :

Ortalama debi	: 635 m ³ /sn.
Maksimum günlük debi	: 6.800 m ³ /sn.
Minimum günlük debi	: 145 m ³ /sn.

KAYA DOLGU BARAJ NİTELİKLERİ :

Baraj tipi	:	Merkezli kil ve beton çekirdekli sıkıştırılmış kaya dolgu
Baraj kret kotu	:	849.00 - 852.00 arasında
Maksimum su kotu	:	845.00
Dalga payı	:	4.00 metre
Maksimum yükseklik (temelden)	:	210.36 metre
Maksimum yükseklik (nehir yatağından)	:	187.00 metre
Kret uzunluğu (kaya dolgu kısmı)	:	601.28 metre
Kret uzunluğu (kaya dolgu ve beton kısım)	:	1.125.72 metre
Kree genişliği	:	11.00 metre
Kaya dolgu hacmi	:	12.216.00 m ³
Filtre hacmi	:	970.00 m ³
Kil çekirdek hacmi	:	1.554.00 m ³
Beton çekirdek hacmi	:	89.00 m ³
Sıkıştırılmış kum ve çakıl dolgu (Baraj temelinde)	:	86.00 m ³
Toplam gövde hacmi	:	15.285.50 m ³

ENERJİ SANTRALİ ÖZELLİKLERİ :

Yükseklik	:	38 m.
Genişlik	:	41 m.
Uzunluk	:	171 m.
Beton hacmi	:	113.000 m ³ .

İLK 4 ÜNİTE TESİSLERİ NİTELİKLERİ :

Minimum dürtüde güvenilir toplam güç	:	620.000 KW.
Yıllık ortalama üretim	:	4.8 x 10 ⁹ Kwh.

EN SON DURUMDA ENERJİ KURULUŞLARI NİTELİKLERİ :

Ünite sayısı	:	8
Minimum dürtüde güvenilir toplam güç	:	124 x 10 ⁶ KW.
Yıllık ortalama üretim	:	5.211 x 10 ⁹ Kwh.

ANA DONANIM NİTELİKLERİ :

Türbin tipi	:	Francis - dik millil
Türbin devir sayısı	:	168.67 dev./dak.
Overspeed	:	345 dev./dak.

TÜRBİN NİTELİK DEĞERLERİ :

	(1)	(2)	(3)
Garanti edilmiş HP	: 249.000	244.000	210.000
Verim %	: 95.18	95.30	94.10
Normal debi (m ³ /sn.)	: 135.22	133.00	145.00
Garanti edilmiş hız	: 166.67	166.67	166.67
Net efektif düşüm	: 145	145	118
Kapak açıklık durumu %	: 77	75	100

JENERATÖRLER :

Jeneratör tipi	:	Düsey eksenli
Jeneratör takatı	:	175.000 KVA (80°) 201.50 KVA (80°)
Nominal gerilim	:	14.4 KV
Öğç faktörü	:	0.9
Frekansa	:	50 HZ

TRANSFORMATÖRLER :

Trafo tipi	:	3 adet tek fazlı
Trafo gerilimi	:	14.4 / 380 - % 3 KV.

KEBAN BARAJI İNŞAATINI TUMÜYLE NİTELEYEN DEĞERLER :

Beton	:	2.057.075 m ³ .
Çimento	:	522.098 Ton
B. Demiri	:	18.889.798 Kg
K. Taş	:	1.512.000 m ³
Galeri boyu	:	15.431 m.
Galeri hafri	:	276.930 m ³
Dolgu kaya	:	12.154.394 m ³
Dolgu filtre	:	975.265 m ³
Dolgu kil	:	1.550.412 m ³
Araştırma Del.	:	55.343 m ³
Enjeksiyon (Ton)	:	77.054 Ton
Çelik aksam	:	2.733.718 Kg.
Açık hafriyat	:	4.449.652 m ³
Cebri boru	:	13.054.791 Kg.
Enjeksiyon delgi	:	465.609 m.

KARŞILAŞTIRMA :**a) Türkiye'de :**

Keban Barajı, yükseklik, hacim ve takat bakımından Türkiye'deki mevcut barajların en büyüğüdür.

b) Dünya'da :

- Yükseklik bakımından 18. (Dolgu barajların dördüncüsü)
- Hacim bakımından yapay göller arasında 21.
- Enerji üretim kapasitesi bakımından hidroelektrik kuruluşlar arasında 39.
- Dolgu hacmi bakımından 28. dir.