

Gökçekaya Baraj ve Hidroelektrik Santrali Projesinin Ana Hatları

1 — Yeri :

Gökçekaya baraj yeri ve Sakarya nehri üzerinde, Sarıyar'ın 50 km. kadar mansabındadır. Baraj yerine Eskişehirin bir kaç km. doğusundan ayrılarak Alpu üzerinden yapılan yeni irtibat yolu ile ulaşılmaktadır. Bir de Nallıhan - Yenice yolu üzerinde Kavak köyü hizalarından ayrılan köy yollarından da baraj yerine ulaşmak mümkündür.

2 — Hidroloji :

Hazne İşletmesi : Sakarya'nın Sarıyar baraj yerinde 1938 - 1964 süresinde ortalama akımı $77.3 \text{ m}^3/\text{sn.}$ dir. Sarıyar ile Gökçekaya arasında yağış alanı 1650 km^2 dir. Aradan karışan Nallıhan deresinin akımları kat'i olarak bilinmemekle beraber ortalama $1.5 - 2 \text{ m}^3/\text{sn.}$ tahmin edilmektedir. Buna ek olarak yağış alanının diğer kısmından bir miktar daha su Gökçekaya gölüne girecektir. Gökçekaya gölünün 388 m. rakımında (Sarıyar santral çıkış suyu kotunda) alanı 2000 hektar olup aradan karışan sular Gökçekaya gölünden buharlaşmayı fazlasıyla karşılayacaktır.

Gökçekaya gölü toplam hacmi (388.00 m. kotunda) 920 milyon metreküptür. Su alma kotu 369.15 olup bunun üzerinde 200 milyon metreküp hacim vardır. Bununla beraber bu haznenin bile kullanılması lüzum kalmıyacak ve hazne, büyük feyzan zamanları hariç, daima 388 m. kotunda tutularak düşümden azami istifade sağlanacaktır. Gerçi, Sarıyar aktif haznesi yeter derecede büyük (1.6 milyar m^3) olduğu için nehrin Sarıyar haznesinde tamamen düzenlenmesi mümkündür ve bu çeşit işletme en ekonomiktir. Bu esasa göre yapılan işletme etüdünde 1956 - 1963 en kurak peryodunda Sarıyar Gökçekaya santrallerinin devamlı, toplam güvenilir takatı 92 MW, yani toplam güvenilir enerji 806 milyon kwh hesaplanmıştır. Ortalama toplam ener-

Yazan :

Kemal ARKUN

Yük. Müh.



ji 973 milyon kwh dır. Bunun 411 milyon kwh'ı Sarıyar'a 562 milyon kwh da Gökçekaya'ya aittir. Bu işletme hali için Sarıyar haznesi işletme yönetim eğrisi (rule curve) Gökçekaya fizibilite raporunda verilmiştir. Sarıyar haznesi bu esasa göre işletildiğinde Sarıyar'da savaktan atılan su miktarı asgariye indirilmiş olacak, Sarıyar ve Gökçekaya haznelerinde düşümden azami derecede istifade sağlanmış olacaktır.

Gökçekaya haznesinin 388 kotunda tutulması anlamında ufak bir yaklaşıklık vardır. Sarıyar ve Gökçekaya santrallerinin günlük ve haftalık işletmelerinde, kapasite faktörlerinin farklı oluşu sebebi ile, farklar olduğu için Gökçekaya haznesinde ufak bir miktar düzenlemeye ihtiyaç vardır. Yapılan hesaplar hazne seviyesinin 0.50 m. den daha az bir oynaması ile bu düzenleme rahatlıkla sağlanacağını göstermiştir.

Derivasyon Debisi : Baraj temelini yapımı sırasında temelin kuru ya alınması için sağ yamaçta açılacak derivasyon tünelinin kapasitesi, Sarıyar'dan bırakılacak en büyük su miktarı ile bu sırada Sarıyar ile Gökçekaya arasından gelecek 20 yıllık azami taşkın debisinin toplamına eşit alınmıştır. Derivasyon debisi $500 \text{ m}^3/\text{sn.}$ hesaplanmıştır.

Dolusavak Kapasitesi : Gökçekaya dolusavak kapasitesini tayin edebilmek için Sarıyar azami taşkın hidrolojisi yeniden incelenmiştir. Sarıyar'da taşkınlar kar erimeleri ve yağışlarla meydana gelir. Vukua gelebilecek en büyük kar erimeleri ve yağışlar en detaylı şekilde değerlendirilmiş, Sarıyar gölüne giren en büyük taşkın debisi $6440 \text{ m}^3/\text{sn.}$ çıkan taşkın debisi ise $5300 \text{ m}^3/\text{sn.}$ Gökçe-

kaya dolusavak kapasitesi ise $5500 \text{ m}^3/\text{sn.}$ hesaplanmıştır.

3 — Topoğrafya : Gökçekaya baraj yerinde vadi genişliği nehir seviyesinde 50 m. baraj tepe seviyesinde 325 m. dir. Nehir kotu 274.00 m. baraj tepe kotu 392.00 m. dir. En derin yerde temel kotu 232 m. dir. Baraj ekseninde giriş boyunca baraj yüksekliğine oranı 2.10 dur. Sol yamaç, sağ yamaça göre daha açıktır. Bu sebeple, baraj projelerendirilirken kemer merkezlerinin uzay eğrisi üzerinde seçilmesi gerekmiştir. Vadi simetrik olsaydı bu eğri düşey bir düzlem içinde kalacaktı.

4 — Jeoloji : Baraj yerinde nehir içindeki alüvyonun kalınlığı 40 - 45 m. dir. Sağ yamaç masif, sert, koyu gri renkli epidot - klorit şisttir. Şistin ortalama yoğunluğu 2.70, basınca direnci $560 - 700 \text{ kg/cm}^2$ dir. Temel sahasında açılan galeriler içinde yapılan elastisite modülü tayini yüklemeleri ile kayanın elastisite modülü ortalama 200.000 kg/cm^2 bulunmuştur. (Deneyler iki adet 200 tonluk hidrolik krikolarla yapılmıştır.)

Temel kayasına, kaba bünyesi ve bandlaşmalar sebebi ile Gnays da denebilir. Vadinin buradaki darlığı, yamaçlardaki kayaların sert ve dayanıklılığındandır. Baraj yerinden bir kaç yüz metre menbada şist daha yumuşak, zayıf ve çözülebilir halde dir, yamaçlar yatık, vadi açıktır.

Sağ yamaçta kaya içinde eklemeler, faylanmalar ve bunlarla ilgili olarak yer yer hafif tahallüller vardır. Şist tabakalarının plandaki istikameti nehire hemen hemen diktir, dalm menbaa doğru $50^\circ - 85^\circ$ dir. Şist tabakaları kalın ve masiftir.

Sol yamaçta yamaç molozu genişlik ve derinlikleri epeyce değişkendir. Ayrıca silt, kum, çakıl ve blokların teşkil ettiği alüvyon sahası oldukça geniş yer kaplar. Fakat baraj temeline isabet eden yerde böyle bir alüvyon saha yoktur. Sol yamaçta da geniş şist sahalar meydana gelir. Şist mansaptan menbaa doğru gittik-

çe ince tabakalı hale gelir. İnce tabakalı şist içinde değişime uğramış iki serpantin (dike) duvarı vardır. Serpantin, faylar ve tabakalaşmalar boyunca alttan yukarıya doğru tazyikle girmiştir. Serpantin ve şistin metamorfizma geçirmesiyle serpantin kırılmış, bresleşmiş ve hidrotermik yoldan değişikliğe uğramıştır.

Her iki yamaçta bir çok boyuna hendek (trenç) ve galeri kazıları yapılarak kayanın çatlaklı, faylı, eklemli, tahallüllü ve yumuşak yerleri meydana çıkarılmıştır. Ana fayların dahlımları genel olarak menbaa doğru ve büyük bir açı ile dir. Jeolojik bozuklukların en önemlisi sol yamaçtaki yumuşak serpantin sahadır. Ayrıca çeşitli fayların içinde ve civarında zayıf ve killi kısımlar vardır. Her iki yamaçta böyle kısımlardan baraja yakın olanlar içinde genişçe ve temizlenebilecek olanlar açılacak, içindeki zayıf malzeme temizlenecek ve burası betonla doldurulacak, ince çatlaklar ise enjeksiyon şerbeti ile doldurulacaktır.

Baraj ekseni yerleştirilirken jeolojik bozukluklardan mümkün meretebe kaçmak esas alınmıştır. Bununla beraber, baraj temeli sol yamaçta ki yumuşak serpantin sahaya kısmen isabet etmektedir. Serpantin "dike"nin dahlımı menbaa doğru 66° dir. Aşağı indikçe baraj temelinden uzaklaşmaktadır. Baraj eksenini fazla mansaba almak, topoğrafik bakımdan mümkün değildir. Baraj temelinin serpantine isabet eden yerinde mümkün olan yerde serpantin tamamen temizlenecek, mümkün olmayan yerde serpantin baraj genişliğinin iki misli derinliğe kadar kazılacak, burası betonla doldurulacak, sağlam temel bu şekilde yeniden yaratılacaktır. Bu betonlama işi temel sol yamaçta limitli bir bölgesi içindedir. Masrafların ekonomik limitler içinde kalacağı hesaplanmıştır.

Dolusavak sağ yamaçta, nisbeten yumuşak, tahallüllü serizit şist üzerine isabet edecektir. Bu sebeple savağın düşüş kanalının kısmen beton kaplamalı olarak devam etmesi gerekmektedir. Savak kazısında seviyeler ortalamla 1:2-3 eğim verilmiştir. Bu eğim, sahanlıklar ve 1:5 eğimli şevlerle elde edilmektedir. Kazının sol yamacında eğim, tabakalaş-

maya paralel geldiği için sevi daha da yatırmak gerekebilecektir. Bu durum, inşaat resimlerinde gösterilecektir.

Derivasyon tüneli sağ yamaçtan, sert şist içinden ve hemen hemen şistin dahlımına dik olarak geçecektir. Boyu 548 m. dir. 9.25 m. çapında ve atnalı kesitlidir. Sadece gerekli görülecek yerlerde betonla kaplanacaktır. Tünel bazı fayların rastladığı yerlerde kaya blonları kullanılabilir gibi 30 cm. den daha geniş olan kırık ve tahallüllü yerlerde fay malzemesini temizlemek ve beton kaplamak gerekecektir. Bu fay bölgeleri hariç, şist derivasyon süresince kendini tutacaktır.

Hazne sahasında yapılan detaylı jeolojik etütler, hazneden su kaçırmıyacağını göstermiştir. Hazne içinde bir problem Ermelek köyü civarındaki heyelan sahasıdır. Burası Sarıyar ile Gökçekaya'nın hemen hemen ortasına düşer. 2 km. boyunda ve 3.5 km. kadar enindedir. Çok eski bir heyelandır. Nehri bir zamanlar kapatmış ve nehir buradan yeni vadisini açmıştır. Nehir, heyelan kütlelerinin tabanını oymuşsa da yakın zamanlarda bu kütlede yeni oynamalar olmamıştır. Kütle dengeli görülmektedir. Gökçekaya haznesi dolduğu zaman burada nehir seviyesi 50 m. kadar yükselmiş olacaktır. Bu durumda hasıl olacak yüzdürücü kuvvet, heyelan hareketini önleyici kuvvetleri bir miktar azaltacaktır.

Diğer taraftan bu saha içindeki yerli kayaların durumu ve hareket edebilecek kütleler incelenmiş önemli bir tehlike görülmemiştir.

Bununla beraber, bu sahada ni-rengi şebekesi kurularak hareket gözlenecektir.

Bu sahadaki üç köyün başka yere kaldırılması, bütün sahanın ağaçlandırılması ve otların kaplanması, yağışların zemin çatlaklıklarına kolayca ulaşmasını engellemek bakımından mühendislik jeolog tarafından tavsiye edilmektedir.

5 — Baraj tipinin seçilmesi :

Uzun zamandan beri yapılan çok detaylı jeolojik etütler, Gökçekaya mevkiinde bir ince kemer barajın emniyetle inşa edilebileceğini ortaya çıkarmıştır. Beton için agregası, 3 km. mesafedeki kalkerleri kırarak elde

edilecektir. Çimento Eskişehir'den getirilecektir.

Gökçekaya barajının kayadolgulu tipinde yapılması da incelenmiştir. Bu hal için geçirimsiz malzemenin 20 km. kadar mansaptan getirilmesi gerekir.

Baraj tipinin tayini için kemer baraj ve kayadolgulu baraj halleri için bütün tesislere ait projeler çizilmiş, maliyet tahminleri yapılmış ve kemer barajlı proje daha ekonomik bulunmuştur.

6 — Yapıların tertip tarzı :

Baraj, santral ve dolusavak tesisleri ekli proje resimlerinden görülmektedir.

Baraj, değişken kalınlıklı kemerlerle şekillendirilmiştir. Kemer dairelerinin merkezleri uzay eğrileri üzerindedir. Her iki yamaçta dayanma blokları yapılacaktır. Sadece barajın beton hacmi 650.000 m³ dir. Dayanma blokları hacmi toplamı 30.000 m³ tür. Dolusavak sağ yamaçtaki boyun üzerine yerleştirilecektir. Savak 3 tane 16 m. genişlikte 12.5 m. yükseklikte radyal kapaklarla donatılmıştır. Savak, yaklaşım kanalı, eşik ve düşüş kanalından ibarettir. Model deneylerine DSI laboratuvarında devam edilmektedir. Deney sonuçlarına göre bu yapılara en uygun şekil ve boyutlar verilmiş olacak, nerelerin beton kaplanacağı meydana çıkacaktır.

Su alma yapıları barajın sol tarafında, menba yüzünde inşa edilecek kuleler, ızgara, kapak ve kaldırma tertibatıdır. Izgaraların üstü normal hazne kotundan 19 m. aşağıdadır.

Basınçlı borular barajın içinden geçerek dönüp ilk defa düşey bir vaziyette açıkta mesnetsiz olarak 50 m. devam etmekte, sonra beton bloklar üzerinden araziye takiben giderek santrale girmektedir. Çapı 5.25 m. et kalınlığı 10-28 mm. dir. Basınçlı borunun düşey kısmı projenin en ilginç yönlerinden biridir. Düşey kısmın statik hesabı, borunun ve kemer barajın çeşitli sebeplerle yapacakları deplâsmanlara göre yapılmıştır. Boru genişleme derzleri buralarda önemlidir.

Santral yarı açık tiptir. Generatörlerin binanın içinde, gezer köprü açık havadadır. Santrale 3 adet 100 MW lik ünite konacak, transforma-

törler binanın arkasına yerleştirilecektir. Her üniteye 3 adet monofaze transformatör bağlanacaktır. Türbinler maksimum 115 m. minimum 112 m. düşüm altında tam kapak açıklığında 140.000 HP verecek, devir sayısı 187,5 rpm olacaktır. Generatörler 60° C da 103, 100 kVa, 80° C de 119,600 kVa verecektir. Takat faktörü $\cos \varphi = 0,9$ dur. Şalt sahası sol yamaçta baraj tepe kotunun biraz üzerindedir. Keban'dan gelen 380 kV'luk hava hatlarından biri şalt sahasına girecek, Gökçekaya enerjisini de alarak çıkacaktır.

Santraldan hemen sonra 2,5 km. mesafede içinde 3 m. ye yakın bir düşümden istifade maksadiyle nehir yatağı indirilecek ve sol yamaçta ayrıca kazı yapılarak düzgün bir kanal ve nehir yatağı meydana getirilecektir. Gölün 3,5 aylık dolma süresinde aşağıdaki köylerin ve sulamaların ihtiyacını karşılamak için 10 m³/sn. suyu mansaba verecek bir tip savak vanası baraj gövdesine yerleştirilecektir. Baraj dolarken derivasyon tünelli beton tıkaçla kapatılacaktır. Bunun için tünelin menba yüzüne çelik bir kapak indirilecektir.

7 — Batardolar, temelin kuruya alınması :

Nehir yatağında 40 m. derinlikte geçirimli alivüyon bulunduğu için temelin kuruya alınması önemli bir problemdir. Temelin kuruya alınması müteahhidin teklifine bırakılmakla beraber maliyet tahminlerine esas olmak üzere en uygun çözüm etüdü edilmiştir. Bunlar, alivüyonun kil - çimento veya diğer bir alternatif olarak çimento - puzzolan - Alfesil enjeksiyonu, blanket, derin kuyu ve well - point sistemidir. Temelin kuruya alınması epeyce ilginç bir tatbi- kat olacaktır.

Nehir Sarıyar'dan kontrol edilebildiği için batardo inşaatı ve nehrin kapatılması mevsime bağlı değildir. Batardo yükseklikleri, derivasyon tüneli çapı, tünel portal ebatları, bütün ilgili tesislerin maliyetleri toplamını optimize ederek hesaplanmıştır.

8 — Beton şartnamesinden bazı değerler :

Gökçekaya barajı beton şartnamesi oldukça kalın bir cilt meydana getirmektedir. Buradan sadece kırılma direnci şartı verilecektir :

Betonun sınıfı	28 günlük direnç kg/cm ²	7 günlük direnç kg/cm ²
AA	315	210
A	280	170
B	210	125
C	175	90
D	140	65

Betonun dökülme ısısı, beton blokların temele yakın olup olmadık-

larına göre yükseklikleri, blokların dökülme hızı (üzerine tekrar beton dökülünceye kadar geçecek zaman) ve diğer her türlü detaylar şartnamedeki esaslara göre yürütülecektir.

Çelik kalıplar sadece barajın enine derzlerinde kullanılabilir, soğuk havalarda bunlar gerektiği gibi izale edilecek. Diğer kısımlar kont rplâk ve kereste kalıpla dökülecektir.

(Birinci kısmın sonu Pafta 30 - 32 sahifede)

9 — Maliyet tahmini :

1.000 TL.

No.	Tarif	İç TL.	Dış TL.	Toplam TL.
1	İnşaat makineleri	15.000	32.800	47.800
	Yeni ekipman	1.800	32.800	34.600
	Kemer barajından gelecek ekipman	13.200	—	13.200
2	Daimi teçhizat	10.300	70.200	80.500
	Derivasyon tüneli	500	—	500
	Kemer baraj	1.200	1.000	2.200
	Santral, cebri boru, şalt	6.800	68.400	75.200
	Dolusavak	1.800	800	2.600
	Diğer	—	—	—
3	Esas inşaat mukavelesi	158.800	39.300	198.100
	Çevirme tüneli	5.600	1.500	7.100
	Kemer baraj	94.800	22.300	117.100
	Santral, cebri boru, şalt	28.000	9.100	37.100
	Dolusavak	15.400	3.700	19.100
	Diğer	15.000	2.700	17.700
4	Müşavir Mühendislik Hizmetleri	14.400	18.900	33.300
5	DSİ masrafları	96.100	—	96.100
6	İnşaat makineleri bakiye değeri	(14.000)	—	(14.000)
	Toplam	280.600	161.200	441.800
7	Fiat artışları	7.900	3.200	11.100
8	Gayri melhuz	17.500	5.900	23.400
	Toplam	306.000	170.300	476.300
9	İnşaat süresinde faiz	36.700	2.600	39.300
	Toplam maliyet	342.700	172.900	515.600