

# baraj inşaatında uluslararası durum (\*)

Yazan :

**T. W. MERVEL**

Çeviren :

**NURİ AKKURT**  
İnş. Yük. Müh.

(\*) "Water Power, Nisan 1976" dan.

Geçmiş ve halihazır baraj inşaatı, konusunda sınırlı sayıda ülkeler için kısaca bilgi verilecektir. Çin'in dünya barajlar komisyonuna girişi bu ülkenin baraj durumunu yeniden öğrenme fırsatını vermiştir.

Yeryüzünde baraj inşaatı artan tempo ile devam ederek, insanoğlunun temel ihtiyacı olan su talebini karşılamakta ve insana sayısız nimetler sağlamaktadır. Yılda nekadardır baraj yapıldığı hakkında kesin kayıtlar yoktur. Bununla beraber Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (U.B.B.K.)'nin hazırladığı dünya barajları kayıtlarından, günde enaz iki barajın yeryüzüne eklendiği, dolayısıyla yeryüzü kaynaklarının arttırıldığı anlaşılır.

Birazda kayıtlara bakalım. Kayıtlara göre U.B.B.K. ya üye 70 den fazla ülkede 12.000 den fazla baraj vardır. Pek yakında U.B.B.K. ya üye olan Çin Halk Cumhuriyetinde 12.500 barajın bulunduğu belirtilmektedir. Yılda kaç barajın yapıldığı vazihan bilinmeyen Çin Halk Cumhuriyeti bir tarafa bırakılırsa, Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) yıllık baraj inşaatında başta gelir.

## DÜNYANIN BÜYÜK BARAJLARI

| Barajın Adı                          | İnşaat hacmi<br>10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> | Tamamlanma yılı |
|--------------------------------------|--|-----------------|
| A.B.D. - New Cornnelia Tailings      | 209  | 1973            |
| Pakistan - Tarbela                   | 142  | 1975            |
| A.B.D. - Fort Peck                   | 96   | 1940            |
| A.B.D. - Oahe                        | 70   | 1963            |
| Hollanda - Oosterschelde             | 70   | *               |
| S.S.C.B. - Rogunsky                  | 70   | *               |
| Arjantin + Paraguay - Yacyreta-Apipe | 70   | *               |
| Pakistan - Mangla                    | 65   | 1967            |
| Kanada - Gardiner                    | 65   | 1968            |
| Hollanda - Afsluitdijk               | 63   | 1932            |
| A.B.D. - Oroville                    | 59   | 1968            |
| A.B.D. - San Luis                    | 59   | 1967            |
| S.S.C.B. - Nurek                     | 58   | *               |
| A.B.D. - Garrison                    | 51   | 1956            |
| A.B.D. - Cochiti                     | 49   | 1975            |
| Suriye - Tabka                       | 46   | 1975            |
| S.S.C.B. - Kiev                      | 44   | 1964            |
| Kanada - W.A.C. Bennett              | 44   | 1967            |
| Mısır - Assuan                       | 44   | 1970            |
| S.S.C.B. - Saratov                   | 40   | 1967            |
| A.B.D. - Mission Tailings, No. 2     | 40   | 1973            |
| A.B.D. - Fort Randall                | 38   | 1956            |
| S.S.C.B. - Kanev                     | 37   | 1974            |
| Brezilya - Itumbiara                 | 36   | *               |
| S.S.C.B. - Kakhova                   | 35   | 1955            |

\* ... İnşaatı devam eden baraj.

A.B.D. de ikmal edilmiş 5.000 baraj vardır, bu miktara yılda 125 civarında yeni baraj ilâve edilir. Baraj sayısı bakımından Japonya ikinci sırayı işgal eder. Japonya'da tamamlanmış baraj sayısı 1.900 ün üstündedir, bu miktara yılda 30 dan fazla yenisi ekleniyor. Bundan sonra 800 den fazla tamamlanmış baraj ve yılda 30 yeni baraj inşaatıyla Hindistan gelir. İspanya'nın 600 den fazla barajı var. Kanada da, 500, Büyük Britanya'da 500, İtalya'da 400, Brezilya'da 350, Fransa'da 350 baraj vardır. Barajlar her memleket için önemlidirler; barajlardaki inkişaf U.B.B.K. kayıtlarından takip edilebilir. U.B.B.K. 1971 - 1974 arasındaki 3 yıl için dünya baraj inşaatındaki inkişaf için kayıt tanzim etmiştir. Bu kayıtlardan alınan mahdut sayıdaki önemli barajlara ait listeler aşağıya çıkarılmıştır.

## BARAJ İNŞAATI YÖNÜNDEN BAZI ÜLKELERİN DURUMU

### 1 — A.B.D. :

Yılda 125 adet civarında yeni baraj mevcutlara

ekleniyor. Son 6 yılda bu merteye devam etmiştir, ancak tip ve karakteristiklerde değişim olmuştur. Beton baraj yerine toprak baraja daha fazla rağbet olmuştur, yüksekler azdır. Su temini (kullanma), sulama, rekreasyon maksatlı barajlar ekseriyettedir. Hidroelektrik ve pompajlı biriktirme barajları toplamın % 5 i civarındadır. Hemen hemen  $1 \times 10^9$  m<sup>3</sup> toprak ve kaya dolgu işi yapılmış ve halin menfaatine  $35 \times 10^9$  m<sup>3</sup> su hazırlanmıştır.

### 2 — Japonya :

1950 den beri Japonya'da her yıl 30 baraj inşa edilmiştir. Bu barajların 3 te 2 si betondur. Son yıllarda bu oranda değişiklik olmuş ve beton barajlar toprak barajlarla eşit mertebeye erişmiştir. Son 3 yılda 100 metreden yüksek 6 baraj inşa edilmiştir. : 1 — Hoheikyo, kemer baraj 103 metre yükseklik (1972) 2 — Shimokotori 119 metre yüksekliğinde kaya dolgu (1973). 3 — Shintoyone kemer baraj, 117 metre yükseklik (1973). 4 — Kajigawa, ağırlık barajı 107 metre yükseklik (1974). 5 — Ni-

kappy, kaya dolgu baraj 103 metre yükseklik (1974).  
6 — Sameura, ağırlık barajı 106 metre yükseklik (1974). 100 metreden daha yüksek 8 baraj inşa halindedir, bunların en yükseği Tedorigawa kaya dolgu barajı olup, yüksekliği 153 metredir. U.B.B.K. kayıtlarına göre, gelecek için 250 den fazla barajın hazırlığı yapılmaktadır, bunların 16 sı 100 metreden daha yüksektir. Listedeki barajların Japonya için taşıdığı önem vazihan anlaşılır.

### 3 — Hindistan :

Kayıtlardan inşa halindeki baraj sayısının, bir önceki 3 yıllık periyoda göre daha az olduğu anlaşılıyor.

İddikkı kemer barajı 1974 te tamamlandı. Bu barajı takiben 100 metreden yüksek barajlar :

Cheruthoni ağırlık barajı 138 m. yükseklik. Silent Valley kemer barajı 125 m. yükseklik. Kulamayu ağırlık barajı 100 m. yükseklik.

### 4 — İspanya :

Yılda inşa edilen baraj sayısı 15-20 dir. Beton baraj sayısının toprak ve kaya dolgu barajlara oranı 2:1 dir. 1971-1974 arasında 52 baraj ikmal edilmiştir. Bunların 31 tanesi ağırlık barajı, 4 tanesi kemer barajı, 17 tanesi toprak - kaya dolgu barajıdır. Bu işte takriben  $4 \times 10^6$  m<sup>3</sup> beton ve  $6 \times 10^6$  m<sup>3</sup> toprak - kaya kullanılmıştır. Memleket kaynaklarına bu barajlarla  $2,5 \times 10^9$  m<sup>3</sup> su ilâve edilmiş oldu. En yüksek baraj Las Pontas kemer barajıdır, yüksekliği 131 m. dir, 1974 te ikmal edilmiştir.

## DÜNYANIN YÜKSEK BARAJLARI

| Barajın Adı             | Tipi     | Yükseklik m. | Tamamlanma yılı |
|-------------------------|----------|--------------|-----------------|
| S.S.C.B. - Rogunsky     | TE       | 325          | UC              |
| S.S.C.B. - Nurek        | TE       | 317          | UC              |
| İsviçre - Grand Dixence | PG       | 285          | 1962            |
| S.S.C.B. - Inguri       | VA       | 272          | UC              |
| İtalya - Vajont         | VA       | 262          | 1961            |
| Kanada - Mica           | ER       | 242          | 1974            |
| S.S.C.B. - Sayanskaya   | VA       | 242          | UC              |
| Meksika - Chicoasen     | ER       | 240          | UC              |
| Kolombiya - Patia       | ER       | 240          | UC              |
| Kolombiya - Chiver      | ER       | 237          | 1975            |
| İsviçre - Mauvoisin     | VA       | 237          | 1957            |
| A.B.D. - Oroville       | TE       | 235          | 1968            |
| S.S.C.B. - Chirkey      | VA       | 233          | 1975            |
| Hindistan - Bhakra      | PG       | 226          | 1963            |
| A.B.D. - Hoover         | VA/PG    | 221          | 1936            |
| İsviçre - Contra        | VA       | 220          | 1965            |
| Yugoslavya - Mratinje   | VA       | 220          | 1975            |
| A.B.D. - Dworshak       | PG       | 219          | 1974            |
| A.B.D. - Glen Canyon    | VA       | 216          | 1964            |
| Kanada - Daniel Johnson | MV       | 214          | 1968            |
| S.S.C.B. - Toktogul     | PG       | 213          | UC              |
| A.B.D. - Auburn         | VA       | 209          | UC              |
| İsviçre - Luzzone       | VA       | 208          | 1963            |
| Türkiye - Keban         | TE/ER/PG | 207          | 1974            |
| İran - Rıza Pehlevi     | VA       | 203          | 1963            |

UC = İnşaat devam ediyor.

TE = Toprak dolgu.

ER = Kaya dolgu.

PG = Ağırlık.

VA = Kemer.

MV = Birden fazla kemer.

## 5 — Meksika :

Baraj inşaatından anlaşıldığına göre meksika su kaynaklarını geliştirme hususunda büyük bir gayret göstermektedir. Toplam olarak 378 baraj vardır. Bunlardan birisi 16 metre yüksekliğindedir, 1730 da inşa edilmiştir, ağırlık barajıdır, halen sulamada faydası devam ediyor. Meksika'da yılda 10 - 15 baraj inşa edilir. Toprak - kaya barajlara büyük temayül vardır. Bununla beraber 1950 den önce barajların çoğu beton olarak inşa edilmiştir. Şu sırada Meksika 100 m. den yüksek 5 barajı tamamlamış durumdadır :

1 — El Infiernillo barajı, yüksekliği 148 m., kaya dolgu 1963 te ikmal edilmiştir. 2 — Santa Rosa, kemer barajdır, yüksekliği 114 m., ikmal tarihi 1964 tür. 3 — Netahvalcoyotl barajı, 138 m. yüksekliğinde kaya dolgu baraj, 1964 te inşa edilmiştir. 4 — Adolfo lopez Mateus barajı, 107 m. yüksekliğinde, kayadolgu, 1964 te ikmal edilmiştir. 5 — El Angostuva kaya dolgu barajı 146 m. yüksekliğindedir. 1974 te tamamlanmıştır. Baraj inşaatındaki teknolojik gi-

dişin sonucu olarak 1971-1974 arasındaki baraj inşaatında sadece 135.000 m<sup>3</sup> beton kullanılmış, buna karşılık 14x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> toprak kaya kullanılmıştır. Bu 3 yıl içinde rezervar kapasitesinde bir milyar metreküpten fazla artış sağlamıştır. Meksika barajlarının, esas maksadı sulama, kullanma suyu ve enerjidir. Şu sırada Bakurato kaya dolgu barajı inşa halindedir, yüksekliği 115 metre olacaktır. Yukarıdaki tablolarada adı geçen Chicoasen barajı ikmal edildiği zaman kuzey Amerika kıtasının ikinci yüksek barajı olacaktır.

## 6 — Çin :

Çin Halk Cumhuriyeti, U.B.B.K. ya, 1974 Atina toplantısında, üyeliğe kabul edildi. Üye ülkeler kuruluş ülkelerindeki barajların listesini verirler. Anlaşıldığına göre bu ülkede 12.500 den fazla baraj yapılmıştır. Bu rakam kuruluştaki diğer baraj listeleri toplamından fazladır ve komisyon şu kanaate vardı ki, Çin tek başına, önemli baraj listesine, hakim durumda girer. Çin 500 büyük baraj hakkında detay vermiştir. Bu listenin tetkikinden Çin'in baraj

## KURULU GÜÇ BAKIMINDAN BÜYÜK BARAJLAR

| Barajın Adı                 | Kapasite |              | İstihsalin başlangıcı |
|-----------------------------|----------|--------------|-----------------------|
|                             | Şimdiki  | MW Gelecekte |                       |
| Brezilya + Paragua - Itaipu | —        | 12600        | *                     |
| A.B.D. - Grand Coulee       | 2761     | 9780         | 1941                  |
| Brezilya - Paulo Afonso     | 1299     | 6774         | 1955                  |
| Venezuela - Guri            | 524      | 6500         | 1967                  |
| Brezilya - Tucuruı          | —        | 6480         | *                     |
| S.S.C.B. - Sayanskaya       | —        | 6400         | *                     |
| S.S.C.B. - Krasnoyarsk      | 6096     | 6096         | 1968                  |
| Kanada - La Grande          | —        | 5416         | * (1979)              |
| Kanada - Churchill Falls    | 5225     | 5225         | 1971                  |
| S.S.C.B. - Bratsk           | 4100     | 4600         | 1964                  |
| S.S.C.B. - Sukhovo          | —        | 4500         | *                     |
| S.S.C.B. - Ust-Ipimsk       | 720      | 4320         | 1974                  |
| Brezilya - Ilha Solterıa    | 3200     | 4100         | 1973                  |
| Mozambik - Cabora Bassa     | 2000     | 4000         | 1975                  |
| Zaire - Inga                | 350      | 3700         | *                     |
| S.S.C.B. - Rogunsky         | —        | 3600         | *                     |
| Zaire - Inga                | 350      | 2820         | *                     |
| A.B.D. - John Day           | 2160     | 2700         | 1968                  |
| S.S.C.B. - Nurek            | —        | 2700         | *                     |
| Brezilya - Sao Simao        | —        | 2680         | *                     |
| S.S.C.B. - Volgograd        | 2560     | 2560         | 1958                  |
| Meksika - Chicoasen         | —        | 2400         | * (1978)              |
| S.S.C.B. - Kuibishev        | 2300     | 2300         | 1955                  |
| Kanada - W.A.C. Bennett     | 1816     | 2270         | 1969                  |
| Brezilya - Foz Do Arca      | —        | 2250         | *                     |

\* = İnşaatı devam ediyor.

inşaatına hızlı bir programla devam ettiği anlaşılıyor. Çin'in en eski barajı 27 m. yüksekliğinde bir ağırlık barajıdır 833 te Abang xi nehri üzerinde, Hingho şehri yakınında inşa edilmiştir, halen sulamada kullanılıyor. 500 lük baraj listesinde 5 tanesi 100 metreden yüksektir :

1 — Liujixia Huang He nehri üzerinde, Larizbou yakınında 1968 de ikmal edilmiştir, 147 m. yüksekliğinde ağırlık barajı tipindedir.  $5,7 \times 10^9$  m<sup>3</sup> lük rezervarı vardır, sulama, taşkın koruma ve enerji maksatlıdır. 2 — 107 metre yüksekliğindeki Huanglongtan barajı Du He nehri üzerinde Shiyen yakınında 1974 te tamamlanmıştır. Barajın rezervarı  $1,14 \times 10^9$  m<sup>3</sup> tür, daha ziyade taşkın koruma ve enerji maksatlıdır. 3 — 105 m. yüksekliğindeki x in Anjiang ağırlık barajı 1960 da tamamlanmıştır.  $21,6 \times 10^9$  m<sup>3</sup> lük rezervarı vardır, Çin listesinin en büyük rezervarı; dünyanın sayılı büyük rezervarı. 4 — X infengjiang aynı adı taşıyan ırmak üzerinde inşa edilmiştir. Payandalı beton barajıdır, Huisbou şehri yakınında 1961 de inşa edilmiştir, yüksekliği 105 metredir,  $13,8 \times 10^9$  m<sup>3</sup> rezervarı vardır. 5 — Son olarak Z hexi barajı Zishui nehri üzerinde payandalı olarak 1961 de inşa edilmiştir, rezervarı  $3,5 \times 10^9$  m<sup>3</sup> tür. İnşa hacmi bakımından Çin listesinde başta gelen Gangnan barajı, Shijiazhuang şehri yakınında Hutuo He nehri üzerinde inşa edilmiştir, hacmi  $20 \times 10^6$  m<sup>3</sup> tür, toprak barajıdır, yüksekliği 63 m. dir. 1962 de ikmal edilmiştir. Rezervar hacmi  $1,525 \times 10^9$  m<sup>3</sup> tür. Sulama, taşkın koruma ve enerji maksatlıdır. İnşaat hacmi bakımından 2 nci Çin barajı Sha He nehri üzerinden Baiguishan adile, Pingdingshan yakınında 23 metre yüksekliğinde inşa edilmiştir, hacmi  $15 \times 10^6$  m<sup>3</sup> tür, toprak barajıdır. Esas gayesi taşkın koruma ve sulamadır.

Her yıl için tam kayıt olmamasına rağmen, son bir kaç yılda Çin'de her yıl ortalama 25 barajın inşa edildiği anlaşılmaktadır. Listeye alınmışlardan 13 tanesi inşa halindedir. Bunların en yükseği Wei He nehrinin kolu üzerinde Xinxiang şehri yakınında 85 metredir :  $10.000$  m<sup>3</sup>/sec. ten  $30.700$  m<sup>3</sup>/sec. a kadar. Bu son kapasite Yu Jiang nehri üzerinde Xijin de, 1964 te 41 metre yüksekliğinde inşa edilmiş bir

ağırlık barajı na sağlanmıştır, baraj enerji maksatlıdır.

#### 7 — Fransa :

Fransa'da yıllık baraj inşaatı 8-10 adet arasında değişir. 1962 de 150 m. yüksekliğinde bir baraj ikmal edilmiştir. Kurulustaki kayda göre 63 baraj etüd safhasındadır, bunların arasında birçoğu 100 metreden yüksektir. Birisinin 200 metre yükseklikte inşası düşünülüyor. 23 baraj inşa halindedir, bunların 3 ü 60 metre yükseklik civarındadır.

#### 8 — Avustralya :

Yılda 10 baraj inşa temposu devam ediyor. 1971-1974 arasında 32 baraj inşa edilmiştir, bunlardan Gordon barajı 140 metre yüksekliğindedir. (Tasmania'da). 180 m. yüksekliğindeki Dartmouth barajının inşaatı devam ediyor, Mitta-Mitta nehri üzerindedir. 12 baraj ikmal safhasındadır.

#### 9 — Türkiye :

Baraj inşaatı yılda 5-8 barajın ikmali şeklinde devam ediyor. Bu hızın artırılması heran muhtemeldir. 100 m. den yüksek birkaç baraj inşa halindedir :

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| Aslantaş             | 115 m yükseklik |
| Karakaya             | 180 m "         |
| Oymapınar            | 185 m "         |
| Hasan Uğurlu         | 175 m "         |
| Camlıdere - Bayındır | 106 m "         |

Kemer barajlar istisna teşkil eder, toprak ve kaya dolgu baraj inşaatı programa hakimdir. Suları değerlendirmeye verilen önem baraj inşaatı programlarında kendini gösteriyor.

#### 10 — Güney Kore :

Bu küçük ülkenin baraj inşaatı tetkike değer. Yüksek olmamak üzere bu ülkede 328 baraj vardır. Son 6 yıllık kayıtlara göre yılda 5-10 baraj mertebesinde yeni baraj yapılıyor. 20 baraj inşa halindedir. Barajlarda beton tip % 5 i geçmez. Su kaynaklarının devalpmanı sebebiyle bazı yeni meseleler doğmuştur. Yapılmış eserlerin ilk düşünüşteki gayeyi sürekli olarak sağlaması arzu edilir. Yeni inkişaf baraj ve rezervar için yeni EMNİYET problemlerine götürüyor. Birçok ülke bu konuda yasalara yeni kayıtların ilâvesiyle meşguldür. New Connellia Tailings ( $209 \times 10^6$  m<sup>3</sup>), Tarbela  $142 \times 10^6$  m<sup>3</sup> lük barajların kemer ve ağırlık barajlarından çok farklı olacağı aşikârdır. Tasniflerde bu tip barajları özel bir şekilde tanımlıdır.

#### Cevirenin Notu :

1975 yılı sonu itibariyle

|     |                                       |          |
|-----|---------------------------------------|----------|
| 1 — | Türkiye'de işletmeye açılmış barajlar | 57 adet  |
| 2 — | " inşa halindeki barajlar             | 26 adet  |
| 3 — | " projesi tamamlanmış barajlar        | 8 adet   |
| 4 — | " projesi hazırlanmakta olan barajlar | 12 adet  |
| 5 — | " istikşafî etüdü yapılmış barajlar   | 410 adet |