

## ENERJİ ÜRETİMİ

**ITAPU Nasyonal baraj ve santrali, Brezilya ve Paraguay'ın kendi ülkelerine ait elektrik kuruluşları tarafından müşterek kullanılan bir tesistir. Tesis, iki ülkenin sınırlarını teşkil eden "Parana Nehri" üzerinde kurulmuştur.**

Halen işletmede bulunan dünyanın en büyük mühendislik harikasına ait genel bilgileri, meslektaşlarımızla birlikte dünyadaki gelişmeleri izlemek, dünyaya bir pencere açmak amacıyla sunuyoruz.

Yaklaşık 20 yılda, başlangıçtan tam yük işletmeye geçinceye kadar 8 milyar dolar harcanan, 13 milyon m<sup>3</sup> beton dökülen, 70 milyon m<sup>3</sup> kazı yapılan ve giren çıkan yaklaşık 40 bin yapım işçisinin çalıştığı, dünyanın en büyük elektrik santrali ITAPU (Şekil:1) şimdi 18 adet hidro türbin/generatörden 13 bin MW'tan daha fazla güç üretebilecek hale gelmiştir. Her bir ünite, maksimum çıkış gücü daha yüksek olarak garanti edilen, sürekli 700 MW çıkış gücü verilen, şimdiye kadar imal edilen en büyük makinelerdir. Son ünite 1991 yılının ortalarında ikmal edildi. Hidroelektrik enerji üretimini bu ölçülerde realize ettiğinden dolayı ITAPU santrali,

60 Hz frekansta A.C. enerji üretilmekte, diğer dokuzunda Paraguay sistemine uygun 50 Hz. frekansta enerji üretilmekte ve D.C. ile nakledilmektedir. Brezilya'nın payı 1300 km'lik D.C. nakil hatlarıyla 500 Paula'da bulunan Ibiuna Dağıtım İstasyonu'na nakledilmektedir. Yüksek voltajdaki açıp kapama ve AC/DC değiştirme sistemleri, iki frekans ve iki tip akım arasındaki enerji hareketi için en yüksek esnekliği sağlamaktadır.

SF6 gaz izoleli kesicilerin kullanılması: Bu kesicilerin kullanılması, transformatörlerin santral binası içerisine yerleştirilmesine (Şekil 2) ve baraj gövdesi üzerindeki müstakil şalt sahasına ünite transformatörlerinden giden hava hatlarının fazla uzun olmasından sakınılmasına imkân vermiştir. 550 kV'luk GIS tipi kesiciler, generatör, ünite transformatörü, kesici ve nakil hatlarına bağlantılar için optimum bir düzenle-

## "ITAPU-BİNASYONAL (Brezilya/Paraguay) Dünyanın En Büyük Elektrik Santrali Elektriği 1300 km'ye naklediyor

*Electric Power International'dan Çeviren: Nuri CANDEĞER (Elektrik Yüksek Mühendisi)*

"POWER International'ın 1992 enerji santrali ödülünü almıştır.

### **Büyükölçü her şey değildir**

Her ne kadar bu projenin anlamı bütünüyle ölçülerin büyüklüğü üzerinde odaklanıyorsa da, santral birçok olağan dışı ve yenilikçi, teknik ve bilimsel özelliklere sahiptir. ITAPU Nasyonal baraj ve santrali, Brezilya ve Paraguay'ın kendi ülkelerine ait elektrik kuruluşları tarafından müşterek kullanılan bir tesistir. Tesis, iki ülkenin sınırlarını teşkil eden "Parana Nehri" üzerinde kurulmuştur. Türbin/Generatör bileşenleri, Brezilya, Paraguay, Fransa ve Almanya firmalarının kurduğu bir konsorsiyumla sağlanmıştır. (Detaylar aşağıda verilmiştir. Bu nedenle projenin uluslararası dev oranlardaki birlikte çalışma örneği olduğunu dikkate almak gerekir.

Ünitelerin dokuzu, Brezilya'nın şebeke sistemine cevap verecek şekilde,

meye yardımcı olur. Tesisteki tüm yüksek voltaj ekipmanı, topraklanmış metal muhafazalarla (kapalı metal hücreler) korunmuştur. Tüm kontrol ve koruma cihazları, kısa bağlantılı kablolarla, santralin güvenliğine yardımcı olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Şalt (kesiciler) tesisi, enerjiyi 8 enerji nakil hattı üzerinden dağıtmakta ve 18'ü ünite transformatörlerine, ikisi yardımcı servis transformatörlerine, sekizi enerji nakil hatlarına ve dördü bara bölücüleri olmak üzere 52 adet devre kesici ile teçhiz edilmiş bulunmaktadır. Şalt dizaynı, kesici bölümlerinin veya bara bölümlerinin herhangi bir kısmında, komşu bölümlerin veya bitişik bağlantıların çalışmasını durdurmaksızın, hızlar ve kolayca değiştirebilme imkanı sağlamıştır.

Transformatörler, yağ/SF6'lı buşingler vasıtasıyla doğrudan ais kesicilerine bağlanmıştır. Transformatörlerin aşırı voltajdan korunmaları, metal



muhafazalı darbe perofudurları tarafından sağlanmıştır. Hava hatlarına bağlantılar, şalt holünün çatısındaki SF6'lı harici tip buşingler üzerinden yapılmıştır.

### Türbinlerin aşırı yüklenebilme amacı

ITAPU Santrali için seçilen türbin dizaynı, dikey Francis tipi olup (Şekil 3) çok büyük hidro üniteler için tipik bir dizayndır. Bu türbinler orijinal olarak 715 MW çıkış gücü için tayin edilmişti fakat 50 Hz. frekansta 780 MW maksimum kapasiteyle çalışmak kaydıyla 740 MW üst çıkış gücü ile garanti edilmiştir. Ünitelerden birisi, 819 MW maksimum çıkış gücüne varabilecek durumdadır. Her ünitenin devir sayısı, 92 d/dak. olup; frekans,

türbin hızındaki hafif ayarlar ve generatör imalatında sağlanmış olan kutup sayısını ayarlamak suretiyle tanzim edilmiştir.

Francis türbinleri, beş ana bileşenden meydana gelmiştir. Bunlar, rotor, sabit kılavuz kanatları ile destek çemberleri, hareketli (ayarlanabilir) kılavuz kanatlarla birlikte kılavuz kontrol, spiral sandığı (salyangoz) ve başlık kapağıdır.

### ITAPU Hidroelektrik Santrali'ne malzeme sağlayan büyük firmalar

"Hidrotürbinler (48 adedin 12'si), JM volth GmbH Heidenheon, Germany "Generatörler, ünite transformatörleri (18 adedin 9'u), ABB Koswerke AG Manheim, Germany "Generatörler ünite transformatörleri (18 adedin 9'u) Siemens GPower Generation Group, Erlangen, Germany "Elektro-Hidrolik regülatörler: Neyrpic, Grenoble France "Diğer ekipman: GEC/Alstom, Paris, France.

### Dikkat edilecek bazı ayrıntılar

• Rotor: 8,5 m. çapında, 13 kanatlı. Rotor yüzeyleri, kovitasyona karşı aşınmaya dayanıklı 5mm kalınlıktaki malzeme ile kaplanmıştır. Başlık kuşak ve kanatlar gibi değişik kısımlar birbirleriyle kaynaklıdır. Dış çap 8.6m, yükseklik 4,5 m'dir.

• Destek çemberleri: İç çapı yaklaşık 11 m'dir ve 28 adet sabit kılavuz kanadı ihtiva eder. Nakliye sebebiyle destek çemberleri, dört parça olarak imal edilmiş ve montaj yerinde su altı kaynağıyla birbirine kaynatılmıştır. Bu işlem, su akışının etkilemesi sonucu rezonans titreşimlerinden kaçınmak üzere dizaynın amacında bir anahtar oldu.

• Spiral sandığı: Salyangoz iç çapı 9,6m. ve genişliği 27,7 m'dir. Salyangoz, 12 veya daha fazla değişik bölümün atelyede kaynak edilmesi suretiyle imal edilmiştir.

• Kılavuz kontrol donanımı: Bu kısım, her biri 2,2 m yüksekliğinde 24 adet hareketli kılavuz kanattan teşekkül etmektedir. Kapanan kenarlar, krom-çelik bir sızdırmazlık şeridi biçiminde meydana gelmiştir. Yüzeyler 6mm kalınlığında krom-çelik tabaka ile kaplanmış, bağlantı ise delik kaynağı vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir.

Her bir kılavuz donanımı, plastik levha buşinglere haiz üç tane kendinden yağlanan yataklarıyla teşhiz edilmiştir. Değişik yardımcı bileşenler (kesme "emniyet" pimleri, sürtümlü tip frenler, durdurucu pimler ve kilitleme cihazları dahil), yabancı bir maddenin kapanan kenarları arasında kalması sonucu kılavuz kanatlar sıkışmışsa, eğer bir kılavuz kanat gevşeyip sırasındaki görev yapmıyorsa veya bakım yahut muayene sırasındaki servomotorların çalışması kontrol edilemiyorsa, kılavuz donanımını aşırı baskıdan korurlar.

### Baraj dizaynı için model kullanıldı

Baraj ve formel dizayn parametrelerinin düzenlenmesi için Federal Curitiba Üniversitesi'nde imal edilen 1/100 ölçeğindeki bir model, inşaat alanında tesis edildi ve sonuca oldukça yakın olan analizleri elde edildi. Ana baraj, herbiri 34 m genişliğinde 195 m yüksekliğinde 30 adet ön gerilmeli beton bloktan oluşmaktadır. Ana beton barajın her iki yan tarafı, toprak baraj dolgu ile doldurulmuştur. Barajın toplam uzunluğu 7.7 km'dir.

