

# İtalyan Baraj İnşaatçılığı ve Vaiont Barajı Üzerine Düşünceler

İtalya'da bir baraj faciası vuku buldu. Tevhit ettiği zararların mahiyeti ve büyüklüğü itibarile bu facia tarihteki baraj facialarının en muazzamlarından biri ve belkide birincisidir. Hiç şüphe yok ki bu hadisenin akisleri muhtelif alanlarda daha çok seneler devam edecektir. Hadisenin teknik yönlerden tetkiki şu anda devam etmektedir. Ümit olunur ki yakın bir gelecekte hadisenin sebepleri üzerinde tenvir edilir, ve hakikaten çok ender vuku bulan bu gibi tabiat hadiselerine karşı istikbalde alınabilecek mühendislik tedbirleri üzerinde temel fikirlerini geliştirmesine şahid oluruz.

Biz bu makalemizde, İtalyada ki baraj inşaatçılığı üzerinde genel olarak durduktan sonra Vaiont barajının maksadını ve vuku bulan facianın muhtemel sebeplerini kısaca tetkike çalışacağız.

## 1 — İtalyan Baraj İnşaatçılığı:

İtalyanın baraj inşa teknolojisinde çok ileri bir memleket olduğu, bu konudaki mütehassısların üzerinde ittifak ettikleri bir husustur. İtalyada geçen 10 yıl zarfında 200 e yakın baraj inşa edilmiş olup bunların 18 tanesinin yüksekliği 100 metreyi aşmaktadır.

Bu barajların hepen hemen hepsi Kuzey İtalyada ve daha çok hidroelektrik enerji istihsalı maksatları ile inşa olunmuşlardır. Çoğu sedimenter (rusubî) Alp jeolojik formasyonlarına isabet eden bu barajların inşa edilmesinde İtalyan mühendislerinin geliştirmiş oldukları bazı usuller bugünün baraj inşaat teknolojisinin mühim ilerlemeleri arasındadır. Bunlar arasında beşik şeklindeki «Pulvino» temeller, içi boş payandalı barajlar, Puzzolan ve demirli puzzolanın inşa malzemesi olarak kullanılması gibi hususlar tamamen İtalyanlarca geliştirilmiş ve ayrıca barajların projelendirilmesinde tecrübî yapı modellerinin kullanılması ve kemer barajların çift kavisli (double curvature) olarak inşası gibi hususların terakkisine de hizmet edilmiştir.

İtalyan hükümetinin Güney İtalyadaki iktisadi geriliği izale

Yazan :  
**Korkut ÖZAL**  
Yük. Müh.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

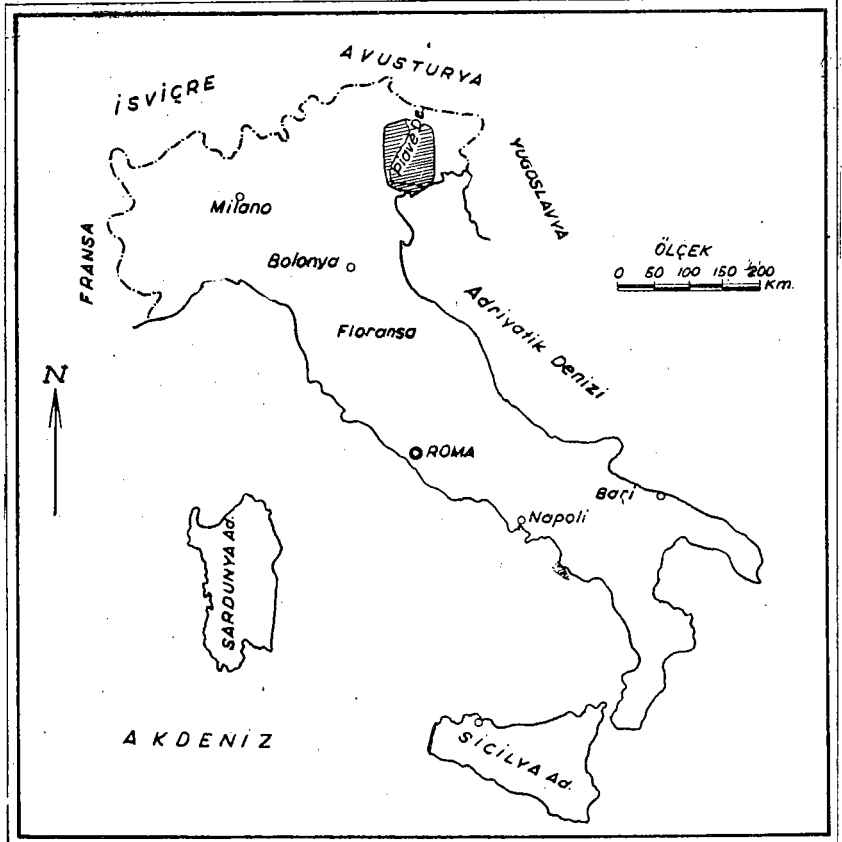


maksadı ile 12 sene kadar önce «Cassa Per il Mezzogiorno» (Güney İtalya Kalkınma Bankası) tesis etmesi ile birlikte baraj inşaat faaliyetleri tedricen güneye kaymakta ve yeni bir şekil almaktadır.

Türkiye için ehemmiyetli olduğuna inandığımız bu banka hakkında da burada kısaca izahat vermek isteriz. Bu banka takriben 2 Milyar dolarlık bir kalkınma programını finanse etmek üzere tesis edilmiştir. Bu rakamın tahminen % 20 si Amerikan yardımı olarak temin olunmuştur. 1938 de çıkarılmış ve halen yürürlükte olan bir kanuna göre, su kaynakları gelişmesi alanında çalışan özel teşebbüs

bu bankaca yardım kredisi verilmektedir.

Bu yardımlar inşaatın muhammen veya hakiki maliyetinin üçte birine ulaşmaktadır. ve eğer özel teşebbüsün ele aldığı proje devletin her halikârda inşa etmeyi tasavvur ettiği bir proje ise bu takdirde yardımlar % 60 a kadar ulaşabilmektedir eğer bu proje sulama, su - toprak muhafazası ve drenaj gibi memleket topraklarının muhafaza ve islahına mütevecih ise bu yardımlar, % 90 a kadar yükselebilmekte ve mühim bir kısmı hibe olarak yapılmaktadır. Bunlara ilâve olarak su kaynakları gelişmesinde çalışan müteahhitlere ve inşaat firmalarına bir takım vergi muafiyetleri de tanınmış bulunmaktadır. Bütün bu teşvik ve yardımların neticesinde bugün güney İtalyada çeşitli büyüklüklerde yüzlerce su projesi inşa halinde ve çok daha büyük adette ki projelerde plân ve proje safhasında



ŞEKİL : 1

bulunmaktadır. Mart 1963 de İtal. yada yapmış olduğumuz bir kaç günlük bir gezide İtalyan su mühendisliğinin ne kadar büyük hamleleri tahakkuk ettirmiş bulunduğunu bizzat müşahade etmek imkânı bulmuştuk. Oldukça kurak bir iklimle sahip olan güney İtalya da su biriktirmesi gittikçe ehemmiyet kazanmakta ve Alplerdeki Kârgir ve Kemer barajların yerini bu bölgede kaya ve toprak dolgu barajlar olmaktadır. Halen bütün İtalyada irtifai 10 metre üstünde 500 e yakın barajın vazife görmek te olduğu ifade edilmektedir.

Hükûmet yapmış olduğu bu yardımların muayyen bir kısmını geri almaktadır. Bu geri ödemenin normal şekli şöyledir: Umumi yetle yapılan yardımın yarısı geri alınmakta ve bu da projenin net kârına bankanın hissedar olması suretile yapılmaktadır. Cârî tatbikata göre banka net kârın % 7 sini aşan kısmının dörtte birine ve % 10 u aşan kısmının ise yarısına ortak olmaktadır.

## 2 — Piave Havzası Su Gelişme Sistemi :

Vaiont barajı İtalyanın kuzey doğusunda ve Venediğin hemen kuzeyindeki Piave ırmağı havzasında bulunmaktadır. İtalyan akarsu plânlama tekniğinin hali hazır durumunu göstermesi bakımından bu akarsu sistemi üzerindeki mevcut gelişmeler hakkında biraz izahtan vermediği faydalı mülâhaza ettik. (Şekil. 1) 160 km. uzunluğundaki Piave ırmağı İtalya - Avusturya hududundan doğar 50 km. kadar güneye aktıktan sonra geniş bir kavisle batıya ve sonrada güneye dönerek Venediğin kuzeyinde Adriyatik denizine dökülür İlk jeolojik devirlerde nehrin asıl yatağı halen batıya döndüğü noktadan itibaren güneye doğru inen bir yataktı. Yatağın değişmesi ile birlikte bu eski yatağa en büyüğü Santa Croce olan bir sıra küçük göl teşekkül etmiştir. İrmağın mevcut kavisindeki düşümden faydalanmak için suyunun mühim bir kısmı 1920 de eski yatağına çevrilmiştir. Santa Croce gölünün toprak bir barajla yükseltilip kontrolu suretile de su tanzimi yapılarak ve 300 metre yükseklikteki düşümden faydalanarak 180.000 kW. toplam takatinde 8 adet küçük nehirsantral tesis olunmuştur. Da-

ha sonraki yıllarda da memba tarafta iki küçük baraj (St. Catharina ve Comelco) ve 40.000 kW. lık bir enerji santralı tesis olunmuştur. Suyun rejiminin düzensizliği dolayısı ile feyezan aylarında boşa giden sarfiyattan (su ve enerji olarak) biriktirme suretile faydalanma imkân ve ihtiyacı, plânlayıcıları yeni ve büyük biriktirme hacimleri bulmağa zorlamıştır. İkinci Cihan Harbinin hitamından beri inşa halinde olup çok ünite-leri servise girmiş olan havza plânının ana hatları şunlardır.

## a — Pieve di Cadore Barajı ve Kuvvet Tüneli :

Bu baraj Piave ırmağının Boite kolu ile birleşme yerinin membaında olup göl hacmi 60 milyon m<sup>3</sup> dur. 112 m. yükseklik ve 400 m. kreş uzunluğunda beton kemer baraj olarak teşkil edilmiş ve 1949 da ikmâl olunmuştur. Burada regüle edilen su ortalama 4 atmoster basınç altında ve 26 km. uzunluğundaki bir tazyikli tünel ile Val Gallina daki tahmil havuzuna gelmekte ve buradan Lake Croce çevirmesinin hemen membaında bulunan Soverzene santralına düşürülmektedir. 2,60 çapındaki 4 cebri boru ile beslenen bu santraldaki gross düşüm 285 m. ve takat 220.000 kW dır. Santralı terkeden sular Santa Croce sistemine dahil olmaktadır.

## b — Vaiont Sistemi :

Piave nehrinin sağ (batı) sahilinden gelen Boite ve Mae kolları üzerinde bulunabilen biriktirme imkânları bu kolların akımlarını tanzime kifayet edecek çapta olmadıgından başka yerlerde biriktirme imkânları aranmıştır. Bulunabilen imkân Soverzene santralının 6-7 Km. membaında ve Piavenin sol (doğu) sahilindeki küçük Vaiont yan kolu içinde inşa edilebilecek Vaiont barajı rezervoarıdır. Bu sistemin çalışması şu şekildedir: Boite ve Mae kolları üzerindeki Vodo ve Pontesi baraj biriktirmeleri 8 km. uzunluğundaki bir havuza aktarma temeli ile birbirlerine irtibatlandırılmaktadır. Bu şekilde Pontesi barajına aktarılan bütün sular takriben 10 km. uzunluğundaki bir tünelle ve cazi-be ile Vaiont gölüne nakledilerek burada biriktirilmektedir. Vaiont barajı 186.000.000 m<sup>3</sup> lük biriktir-

me hacmi ile bütün Piave sisteminin en mühim tanzim tesisidir. Bu barajdan Soverzene kuvvet tüneline sevkedilen sular mansaptaki bütün santrallarda kullanılmaktadır. Baraj ile kuvvet tüneli arasındaki irtifa farkından bile faydalanmayı ihmal etmeyen İtalyan plâncıları buraya 9000 kW. takatında bir santral tesis etmişlerdir. Variant barajının diğer faydası da buradan Cellina akarsuyuna yapılacak çevirmeler idi. Piavenin dışındaki bu akarsuya çevrilecek sular yardımı ile mansaptaki iki hidrolik santralin çalıştırılması temin olunacaktı.

Şu kısa izahat Akarsu plânlamacılığında İtalyanların ihraz ettiği ileri mevkiiyi ve ulaştıkları modern telâkkileri teşhire kifayet edebilir. Bu gibi derinlemesine plânlamalar sayesinde bugün İtalyan alplerinin bazı yerlerinde teorik enerji potansiyelinin % 80 ine ulaşan değerlerin istisali mümkün kılınabilmiştir. Türkiyede en kesif enerji faydalanması olan havzalarda dahi bu rakam % 10 un altındadır. Türkiyenin aynı karakterdeki Doğu Karadeniz havzasında buna mümasil esasların başarı ile kullanılabilmesi kabil ve sayanı tavsiyedir.

## 3 — Vaiont Barajı :

Dar bir kalker vadisi içinde inşa edilen bu baraj temelden, baraj tepesine 260 metre irtifai ile dünyanın en yüksek beton kemer barajı idi. Tepedeki kalınlığı 3,3 metre temelde ise 22 metredir. Kreşte uzunluğu 191 metre olan baraj çift kavislili bir kemerle vadiyi kapamaktaydı. Beton hacmi 360.000 m<sup>3</sup> kadardı. Barajın projelendirilmesi için iki seri model tecrübeleri yapılmıştı. Bunlardan birincisi İtalyanın meşhur tecrübi yapı modeller Enstitüsü (Istituto Sperimentale Modelli e Strutture - Ismes) laboratuvarlarında 1/35 lik model üzerinde ve Professor Guido Oberti nezaretinde yapılmıştı. İkinci grup tecrübeler ise temel hafriyatının ikmalinden sonra yapılmış ve temel şartlarının çok daha iyi temsil edilmesi sureti ile gerek yüklerin dağılımını gerekse azami gerilmelerin değerlerinin islahını temin etmişti. Bu tecrübelerde temel civarındaki azami tazyik gerilmesinin 65 kg/cm<sup>2</sup> ye kadar çıkabileceği ve cer gerilme-

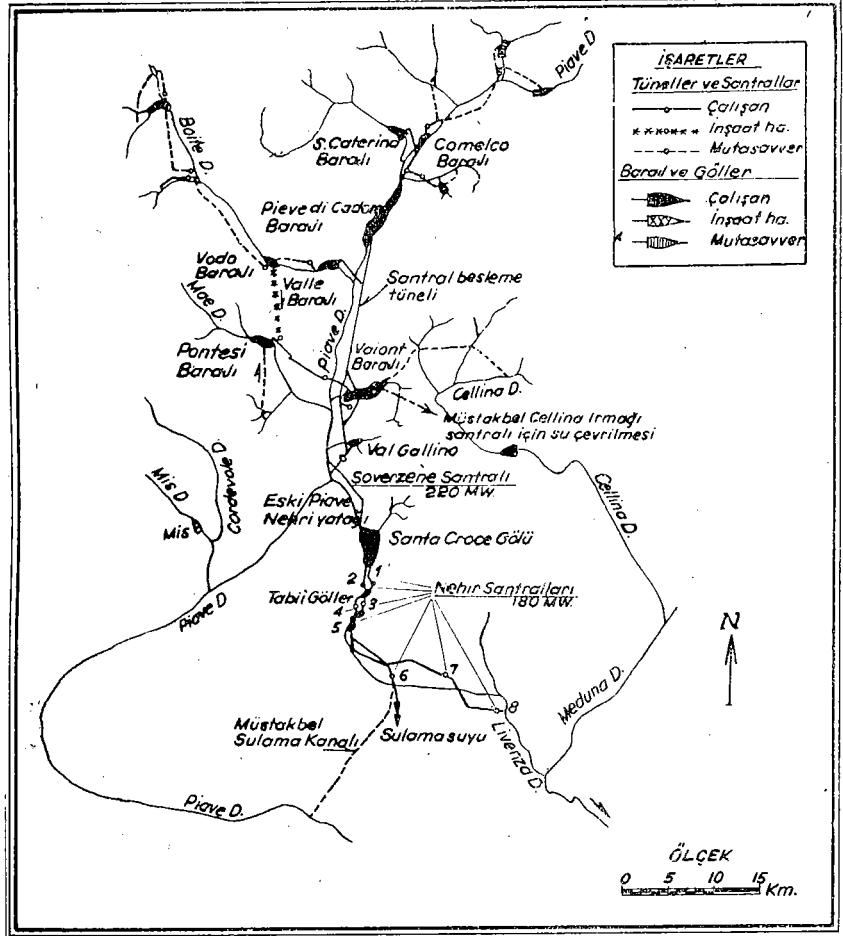
sinin ise kabili ihmal olduğu görülmüştür.

Baraj inşaatının en büyük problemini temel inşaatı teşkil etmekte ve temelin yüklerle dayanabilecek tarzda tertiplenmesi ve su sızmalarının da kabil olabilen asgariye indirilmesi gerekmekte idi. Baraj gövde betonu, İtalyanların umumiyetle kullanageldikleri Pulvino adı verilen bir perde ile, Kalker temel ve yanlardan tecrit olunmuştur. Barajın gövdesi beşik şeklinde profili olan bir tertiple temel ve yanlardaki pulvino üzerine istinat etmekte idi.

Derivasyon ve kuvvet tünellerinin hafriyatı için açılan şakuli bacalar yardımı ile çok yakından tetkik olunan temelin, gerek taşıma gerekse sızma şartlarının islahı için, büyük çapta enjeksiyona ihtiyacı olduğu görülmüştür. Her iki yamaçta dört farklı seviyeden açılan yatay tüneller vasıtası ile yapılan enjeksiyon perdesi temelde 140 metre tepede ise 50.60 metre içerilere kadar nüfus etmişti. Bütün bunlarla da iktifa edilmiyerek enjeksiyon, zayıf olma ihtimali görülen sahalara da, teşmil edilmiş ve barajın yanlarının beton bloklarla kuşaklanması ve tahkimi gibi tedbirler de alınmıştır.

Barajın inşaatı devam ederken göl sahasında 1960 yılında büyük bir heyelan vuku bulmuş ve takriben 0.7.1 milyon m<sup>3</sup> hacmindeki moloz müstakbel rezervuar içine inmıştır. Bunun üzerine rezervuar sahasının yukarısındaki seviyelerde yapılan jeolojik etüdler daha geniş mikyasta denge bozukluklarının mevcudiyetini göstermiştir. Heyelanların su alma ağız membaına çok yakın olduğunu gören proje mühendisleri, baraj inşaatçılığında tamamen nevi şahsına münhasır şöyle bir tedbire tevessül etmişlerdir: Baraj gövdesinin hemen menba ile rezervuarın 1.5.2 km. memba tarafındaki bir nokta arasında vadi tabanında açılan 4.5 metre çapında bir tünelle irtibat tesis edilmiş ve böylelikle bu iki nokta arasında herhangi bir heyelan neticesi tıkanıklık vuku bulunması halinde suyun emniyetle alınabilmesi temin edilmiştir.

Temel stabilitesi, su sızmaları ve su alma borularında bu kadar geniş ve detaylı tedbirlere tevessül eden proje mühendisleri barajın



ŞEKİL : 2

feyezanlara karşı emniyetinide baraj krestinde tertipledikleri 16 tane 6,70 metre açıklıklı bir dolu savakla temin etmişlerdir.

Bu dolusavağın azamî kapasitesi 140 m<sup>3</sup>/sec dir, ikinci bir 140 m<sup>3</sup>/sec kapasitede barajın sol sahilinde biri tabana yakın diğeri ise ortalarda bulunan iki adet kapakla kontrol edilen tüneller yardımı ile temin olunmuştur. 140 m<sup>3</sup>/sec in küçük bir değer olduğu düşünülebilirse de, bu barajın 30.35 km<sup>2</sup> yi geçmiyen bir yağış havzası manşabında olduğunu ve başka havzaların suyunu biriktirmeye tercih edildiğine işaret etmek isteriz. km<sup>2</sup> ve 4 m<sup>3</sup>/sec olarak isabet eden bu değer, baraj gölünün feyezan piki üzerindeki muazzam düşürücü tesiri de nazariyeye alınırsa, herhalükarda tatminkardır.

Baraj Adriatik Elektrik Şirketi (Societa Adriatica di Elettiricità-Sade) tarafından 4 senede inşa edilmiş ve 1960 sonbaharında tamamlanmıştır.

#### 4 — Yıkılma Sebebi :

Facianın oluş şekli hakkında ki bilgilerimiz sadece ajans ve gazete haberlerine inhisar etmekte dirBu bakımdan hadisenin oluşu hakkında kesin fikirler izharı imkânâsıdır. Ancak bize gelen bilgilerden hadisenin şu şekilde cereyan ettiğini tahmin etmekteyiz:

a — Yukarıda bahsettiğimiz gibi göle doğru büyük çapta bir heyelanın vuku bulunması beklenmekte idi. Ve bu kayma göl hacminin 2/3 ünü doldurduğu ifade edilen muazzam bir vus'atte vuku bulmuştur.

b — Gölün böyle anı bir oluşunun baraj üzerinde tevhit ettiği anormal yükler iki şekilde olabilir. Bunlardan ilki baraj gövdesine tazyik dalgası olarak (aynen zelzele tesirlerinden olduğu gibi) tesir etmiştir. Bundan sonra takriben 40-50 metre yükselmis olan gölün suları baraj üzerinde aşmış ve gövdenin hem hidrosta

ik ve hem de hidrodinamiki yüklerle anormal şekillerde yüklenmesine yol açmıştır. Bu aşırı yükler altında gövdenin üst kısmının stabilitesi bozularak yıkılmış ve baraj içindeki suyun hemen hemen tamamı, başlangıçta 100 metreye ulaştığı ifade edilen muazzam bir u duvarı halinde harekete geçerek bütün Piave vâdisinde korunmuş tahribat yapılmıştır.

##### 5 — Netice :

Oldukça kısa takdimimizden çıkan neticeler şöylece özetlenebilir.

a — İtalya bugün baraj inşaatında dünyanın en ileri memleketleri arasındadır. Kuzey batıda da çok özel teşebbüs tarafından ve enerji istihsalı gayesi ile yürütülenekte olan baraj faaliyeti bugün levletin hakikaten müessir teşvik ve yardımları ile güney İtalya bölgesine de yapılmıştır.

b — Alplerin sert topoğrafyası ve gayrimüsait jeolojik şartlarında yürütülmüş olan baraj inşaatlığı, İtalyan mühendislerini ve plânları başarılı olmak için çeşitli girişimler yapmağa zorlanmıştır. Alplerin bazı bölgelerinde teorik enerji potansiyelinin % 70 - 80 inin istihsal edilmekte oluşu bu hususa güzel bir işaretir.

c — Nisbeten küçük sayılabilecek iriktirmeler ve enerji üretimleri için, hemde özel teşebbüs tarafından tesis edilmiş bulunan su ve enerji tesislerinin eb'atları, Türkiye'nin bu sahada daha ve geniş imkânları ekonomik olarak üretebileceğini göstermektedir.

d — Variont barajının yıkılması bir düşünce hatası değil fakat olsa olsa bir görüş hatası olarak düşünülmelidir. Heyelanlara karşı 1,5 - 2 kilometre uzunluğunda bir tünelin inşasını zaruri gören bir düşünce tarzının, aynı heyelanın göl seviyesini kabartarak yaratacağı tehlikeye karşı tedbir alınmasını (eğer hiç alınmadı ise) sadece görüş hatası ile izah edilebilir. Ancak şu nokta da hatırlanmalıdır ki; eğer ifade edildiği gibi gölün 2/3 ünü dolduran bir heyelanın bulunması ise buna karşı alınabilecek herhangi bir dolusavak tedbiri sadece barajı koruyacak, mansapta cî zararları ise asla mâni olmuyacaktır. Her mühendislik yapısı, hiç şüphe yok ki ancak muayyen tabii etesirlerine karşı ve oda belirli

bir seviyeye kadar dayanmak üzere projelendirilir. Nasıl bir bina gök taşı isabetine karşı mukavim olarak tertiplenmezse aynı şekilde bir barajda bu gibi afetlere karşı koyacak tarza projelendirilemez.

e — Bu hadisenin müstakbel çalışmalara tutması gereken ışık, baraj rezervuar etüdlerinde, göl seviyesi üstündeki sahalarda da, i-

cap eden her halde, yakından jeolojik etüdler yapılması ve bunların diğer etüdlerle birarada değerlendirilmesi lüzumudur.

Yazımıza son verirken mütefık İtalyan milletine ve kıymetli İtalyan meslektaşlarımıza başsağlığı diler, bu gibi afet ve felâketlerden hepimizi korumasını Allah'tan dileriz.

## 3 üncü CIB Kongresi Hakkında Bilgi Azalarımıza Duyurulur

«Milletlerarası Bina Araştırma, Etüd ve Dökümantasyon Konseyi» (CIB) den alınan bir yazıda, Kopenhagda 23 ilâ 29 Ağustos 1965 tarihlerinde yapılacak olan 3 üncü CIB kongresi hakkında bilgi verilmektedir.

Alınan malûmata göre :

Kongrede «Binaada Endüstrileşmeye doğru» alanında, ilişik notta açıklandığı şekilde hazırlanacak raporlar ele alınacak ve tartışılacaktır. Adı geçen nottan görüleceği gibi konular 6 grupta toplanmıştır.

Rapor tevdi edecek olan şahıs veya müesseselerin ilişik Ek I'deki formülleri İngilizce veya Fransızca lisanında doldurması, ele alınan konunun hangi konu gurubuna dahil olduğunu belirterek en geç 21 Ekim 1963 tarihinde Bakanlığımız Yapı Malzemesi Genel Müdürlüğüne ulaşmak üzere üç kopya olarak göndermesi gerekmektedir. Ek I'de, teklif edilen rapor muhtevasının kısa özeti verilecektir. Kongre İcra Komitesinin, teklif edilen raporu kabul edip etmemekte serbest olduğu bildirilmektedir. Komite, kabul edilen raporların kati şeklinin 1.9.1964 tarihinden evvel verilmesini talep etmeyil öngörmektedir. Tevdi edilen raporlara karşılık bir ücret ödenmesinin bahis konusu olmadığı, buna mukabil kongreye iştirak için de ücret talep edilmeyeceği belirtilmektedir. Raporlar, Kongrede yazarları tarafından takdim edilmeyecek, her konu gurubunun bir rapor portörü tartışmayı açacaktır.

Raporların aşağıda belirtilen hususları haiz olması istenmektedir.

- Yaygın olarak bilinen ve tatbik edilen operasyonların değil, ileri bir karakteri haiz, yenilik getiren operasyonların ele alınması,
- Kongrenin çalışma alanına giren konu guruplarının birine veya bir kaçına esaslı surette iştirak etmesi,
- Özel teşebbüsün hususi metodlarının ancak bağımsız yazarlar tarafından ele alınmış olması,
- Özel teşebbüsten gelecek raporların, esas olarak, endüstride gelişmeyi sağlamak amacıyla gerçekleşmesini arzu ettiği şartları belirtmesi,