

ATATÜRK BARAJI VE HES İNŞAATINDA
BETON ÇALIŞMALARI

Ruhi KARKIN
İnş.Müh.
DSİ
Şanlıurfa-TÜRKİYE

ÖZET

Ülkemizin en önemli yatırım projelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) içerisinde yer alan ve halen inşaatı sürdürülmekte olan ATATÜRK BARAJI ve HES İnşaatında beton miktarlarının büyüklüğü ve bu kapasitedeki beton üretiminin gerçekleştirilmesi için uygun beton ekipmanlarının seçimi, bunların kaliteli bir beton üretimi ve dökümündeki rolü anlatılacaktır. Ayrıca beton çalışmalarında kalite kontrol uygulamaları, karşılaşılan problemler ve alınan önlemlerden bahsedilecektir.

1. GİRİŞ

Aşağı Fırat Projesi içinde yer alan Atatürk Barajı ve Hidroelektrik santrali inşaatı gerek bu projenin gerekse Güneydoğu Anadolu projesinin en önemli ve en büyük kilit tesisidir.

Şanlıurfa iline 62 km. Adıyaman iline ise 50 km. uzaklıktadır. Fırat nehri üzerinde, 169 m yüksekliğinde, 83,5 milyon metreküp gövde ve

2,588,000 m³ beton hacmine sahip olan Atatürk Barajı 2400 Megawatt gücündeki santrali ve 874.000 hektar sulama alanı ile Türkiye'nin en büyük baraj ve hidroelektrik santralidir.

Beton ağırlık tipte inşa olunan Karakaya Barajı'ndaki toplam beton hacminin 2.716.000 m³ olduğu göz önüne alındığında Atatürk Barajı'nın boyutlarının büyüklüğü ortaya çıkmaktadır.

2. ATATÜRK BARAJI BETON ÜNİTELERİNİN TANITILMASI

Derivasyon Tünelleri : 8 m iç çapında atnalı kesitinde, toplam uzunluğu 4.000 m olan 3 adet derivasyon tünelinin beton hacmi 360.000 m³'tür.

Su Alma Yapısı : Beton ağırlık duvarı şeklinde 70 m yüksekliğinde ve 200 m uzunluğundadır. 8 adet cebri boru giriş ağzının bulunduğu bu yapı toplam 570.000 m³ beton hacminde dir.

Santral Binası : 8 adet türbün ve genaratörün yer aldığı santral binası 55 x 50 x 275 m boyutlarında olup toplam 364.000 m³ beton hacmine sahiptir.

Doluvasak Yapısı : 6 adet büyük 2 adet küçük radyal kapaklı, 150 m genişliğinde 1240 m uzunluğunda süt kanalı ve enerji kırıcı havuzu ile bu yapı toplam 1.075.000 m³ beton hacmine sahiptir.

Cebri Borular : 8 adet cebri borunun mesnetleri tesbit kitleleri ve boru güzergahı betonları toplamı 227.000 m³'tür.

Şalt Sahası : 700 adet pilon temeli yeraltı galerileri, servis binaları ve trafo temellerinden oluşan beton yapıların toplam hacmi 32.000 m³'tür.

Galeriler : Toplam 13.000 m uzunluğundaki enjeksiyon, ulaşım ve havalandırma galerilerindeki invert ve kemer kaplama betonları hacmi 135.000 m³'dür.

3. BETON SINIFLARI VE KULLANIM YERLERİ

Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali inşaatında beton yapıların projelerindirilmesindeki çeşitli faktörler farklı beton sınıflarının oluşmasına etken olmuştur. Proje gereği beton dayanımları, betonun yerleştirme sistemleri ve agregaların en elverişli biçimde kullanımı ve ekonomi ana faktörleridir.

Beton sınıfı mm olarak maksimum agrega tane çapıyla ve kgf/cm^2 olarak 28 günlük silindirik numunelerin basınç dayanımlarıyla tariflenmektedir. Şartnameye göre bir beton sınıfı için nominal basınç mukavemeti bu sınıftan alınmış test numunelerinin en az % 85'indeki mukavemet olarak tarif edilmektedir. Beton sınıfları projelerde belirlenmiştir. Ancak uygulamada şartlar gereği değişikliğe uğramaktadır. Atatürk Barajı beton yapılarında kullanılan muhtelif beton sınıfları tablo 1'de verilmiştir.

TABLO 1

Beton Cinsi	Beton Sınıfı	Proje Mukavemeti kgf/cm^2	Max. Agrega Tane Boyutu (mm)	Dozaj (kg/m^3)
Dolgu Betonları	C.75/-	75	-	150
	C.100/-	100	-	200
Yapı Betonları (Structural Concrete)	C.250/32	250	32	320
	C.250/15	250	15	330
	C.300/15	300	15	350
	C.350/32	350	32	400
	C.360/32	360	32	360
	C.380/32	380	32	375
Kütle Betonları (Mass Concrete)	C.160/100	160	100	200

Bu beton sınıflarının uygulama alanları şöyle özetlenebilir.

3.1. Dolgu Betonları : C-75/- , C-100/-

Dolgu betonları fazla mukavemet aranmayan kaya düzenleme işlerinde, kaya ve toprak dolgu ekipmanlarının ulaşamayacağı beton yapıları ile kazı gevheri arasındaki dolgularda kullanılmaktadır.

3.2. Yapı Betonları (Structural Concrete) : C.250/32, C.250/15, C.300/15, C.350/32, C.360/32, C.380/32

Dolusavak, santral, cebriborular için ankraj blokları ve mesnet blokları, su alma yapısı, galeri kaplama betonları, salt sahası temel blokları, dolusavak köprüstü öngerilmeli giriş betonları gibi do-

natlı betonlarda kullanılmaktadır.

3.3. Kütle Betonları (Mass Concrete) : C.160/100

Dolusavak ve su alma yapısındaki büyük hacimli betonların iç bölümlerinde beton iç sıcaklığını düşük tutmak ve ekonomi sağlamak için kullanılmaktadır.

Yukarıda bahsedilen beton sınıflarına ilaveten Shotcrete, Rollcrete, Gunite, Epoxy betonu, büzülmesiz harç ve öngerilmeli betonlarda kullanılmaktadır.

4. BETON MALZEMELERİ

4.1. Agregalar :

Atatürk Barajı betonlarında kullanılan agregalar Fırat Nehri ve bir yan kolu olan Kalburcu deresinden temin edilmektedir. Oldukça uygun bir granulometriye sahip bu malzemelerin yeterli miktarda bulunması büyük bir şans olup üretilen betonların kaliteli olmasında büyük bir etken olmuştur. Kırma tesisine ihtiyaç olmaksızın bu malzemelerin temin edilmesi beton ekonomisinde olumlu bir katkı sağlamıştır.

Tüvanen agregalar 500 ton/saat kapasiteli 3 adet yıkama ve eleme tesisinde 0,1 - 1,5 mm, 1,5 - 5,0 mm, 5,0 - 15 mm, 15 - 32 mm, 32 - 60 mm, 60 - 100 mm, boyutlarında altı gruba ayrılmaktadır.

Agregaların tüm fiziksel deneyleri ASTM Standartlarına uygun olarak yapılmaktadır. (Elek analizleri, özgül ağırlık, 200 no'lu elekten geçen madde miktarı, kiltoprakları) Ayrıca sodyum sülfat dayanıklılık testi (ASTM-C-88), Los Angeles aşınma testi (ASTM-C-13, C-535) ve betonlar üzerinde donma ve kabarma deneyleri (ASTM-C-290, 291)'de yapılmıştır.

Agregaların içinde bulunan kil, silt, organik maddeler yıkama ve eleme tesislerinde yeterli yıkama yapılmamışsa beton kalitesinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Şartnamesinde belli oranlarla sınırlandırılmış olan zararlı ve yabancı maddeler ile kil topakları deneyi, 200 no'lu elekten geçen malzeme tesbiti ve organik madde deneyleri devamlı yapılmaktadır.

Teknik Şartnameye göre agregaların betoniyere katılırken ihtiva ettiği zararlı ve yabancı maddelerin maksimum değerleri kaba ve ince agregalar için ayrı ayrı olmak üzere aşağıda verilmiştir.

	İnce agregası	Kaba agregası
	Ağırlık yüzdesi	Ağırlık yüzdesi
No : 200 elekten geçen malzeme		
(ASTM-C-117)	3	1
Shale (ASTM-C-112)	1	1
Diğer zararlı maddelerin toplamı		
(mikaklorit, üzeri kapalı deneyler)	3	1
Kil toprakları ASTM-C-142	-	0,5

Bütün bu zararlı maddelerin yüzdeleri toplamı ağırlık olarak % 5'i geçmemelidir. Aksi takdirde betonların mukavemetlerinde düşmeler olacaktır. Su alma yapısı betonlarında, agregalarda 200 no'lu elekten geçen malzeme miktarları normalde $^{\circ}/00,3$ ile $^{\circ}/00,5$ arasında seyrederken, bir ay gibi kısa süre zarfında, şartname limitleri içinde olmakla beraber, % 1- % 1,5 değerlerine yükselmesi beton mukavemetlerinde gözle görülür bir düşüşe neden olmuştur.

4.2. Çimentolar :

Baraj bünyesindeki betonlarda kullanılan çimentolar inşaat sahasına 50 km uzaklıkta bulunan Adıyaman ve Şanlıurfa Çimento Fabrikalarından temin edilmektedir.

Atatürk Barajı betonlarının % 40'ını kütle betonlarının oluşturması, düşük hidratasyon ısıllı çimentoların kullanılmasını gerektirmiştir. KPÇ-325 olarak adlandırılan % 25-30 oranında yüksek fırın curufu katılan bu çimentolarda hidratasyon ısılları 7 günde 60 cal/gr, 28 günde ise 70 cal/gr değerleri ile sınırlandırılmıştır.

Şartname gereği çimento ısılları işyerinde depolanırken 60°C , betoniyere girerken de 50°C olarak sınırlandırılmıştır.

Çimentoların fiziksel ve kimyasal deneyleri günlük olarak şantiyeye giren çimentolardan alınan numuneler üzerinde yapılmaktadır. Bu husus kalite kontrolü ve çimento ile ilgili herhangi bir probleme karşı acil önlem alınması bakımından avantaj sağlamaktadır.

4.3. Beton Katkı Maddeleri :

Günümüz beton teknolojisinde katkı maddelerinin önemi gözardı edilemez. Değişik amaçlar için baraj betonlarında katkı maddesi kullanımı bir gereksinim olmuştur. Atatürk Barajında genelde katkı maddesi kullanımını aşağıdaki amaçlar için düşünülmüştür.

- 1- Betonlarda akışkanlık vererek işlenebilir bir beton elde etmek, karışım suyunda % 10 - % 20 oranlarında bir azalmaya neden olduklarından çimento dozajlarını artırmadan yüksek mukavemetler elde etmek.
- 2- Özellikle sıcak yaz aylarında betonların erken sertleşmeye başlaması, yerleştirme ve işlenebilme özelliklerini kaybetmesi nedeni ile priz geciktirici özelliğe sahip katkıları kullanılmıştır.
- 3- Püskürtme beton ve gunite'ler için priz hızlandırıcı katkıları kullanılmaktadır.
- 4- 400 - 500 kgf/cm² gibi yüksek mukavemet isteyen betonların üretilmesinde, büzülme olayını (shrinkage) minimuma indirmek daha iyi işlenebilme özelliği elde etmek, su miktarını % 15 - % 25 arasında azaltmak için kullanılmaktadır.

4.4. Su _____:

Agregaların yıkanmasında, betonun küründe ve beton karışımında nehir suyu kullanılmaktadır. Yapılan testler neticesinde nehir suyunda betona zarar verecek asit, tuz, alkali madde, organik ve diğer zararlı maddeler olmadığı tesbit edilmiştir.

5. BETON ÜRETİM ÇALIŞMALARI

Beton üretiminin temel ekipmanı olan beton santrallerinin seçiminde etken olan faktörlerin başında 2,5 milyon metreküp betonu; programda belirtilen hızlara göre üretebilecek kapasite ile çeşitli tiplerde betonu üretecek niteliklerde olması aranmış ve seçimleri yapılmıştır. Mükemmel teknolojik özelliklere sahip olan bu beton santralleri bilgisayar sistemi ile çalışmakta ve beton üretim tesislerindeki personel sayısını minimum düzeyde tutmaktadır. Bir beton santralinde 2 adet operatör, 2 adet laborant beton üretimini kolay bir şekilde gerçekleştirmektedir.

Beton santrallerinde bilgisayar sistemi büyük kolaylıklar getirmiştir. Bütün beton bileşenleri ağırlık olarak tartılmaktadır. İnce agregaların rutubetleri otomatik olarak her harmanda ölçülmekte iri agregaların rutubet değerleri Laboratuvarında deneylerle tesbit edilerek verilmekte ve buna göre düzeltme işlemi bilgisayarca yapılarak karışım suyu ayarlanmaktadır. Sistem; beton bileşenlerini tayin ve tesbit edilen zaman içerisinde üniform bir şekilde birleştirerek segregasyona meydan vermeden beton haline getirip boşaltabilen bir özelliktedir. Bununla beraber kontrol elemanı gerek göstergelerden gerekse print-outlardan beton karışımına giren bütün malzemelerin ağırlık kontrollerini kolayca yapabilmektedir.

Sıcak bir iklim kuşağında inşa edilmekte olan Atatürk Barajında Mayıs - Ekim aylarında çevre sıcaklığının artması ile beraber beton karışımına giren elemanların sıcaklıkları da artmakta, bu nedenle şartnamede belirtilen sıcaklıklarda (Yapı betonları için 28°C, kütle betonları için 18°C) beton üretilmemektedir. Sıcak havalarda beton üretimini gerçekleştirebilmek için önlem olarak beton santralleri soğuk su ve buz üretim tesisleriyle donatılmıştır. Bunun yanında beton ıslısına etki eden en büyük faktör olan agregalar ile diğer malzemeleri çevre sıcaklığının tesirinden korumak için, ağrega bunkerleri kapatılarak güneşin direk tesirlerinden korunmuş, depo yerindeki iri agregalar ise yağmurlama sistemi ile ıslatılarak, Çimento siloları da beyaza boyanarak ve dış yüzeyleri çuval bezi ile sarılıp ıslatılarak soğutma yoluna gidilmiştir. Bunun neticesinde önemli ölçüde başarı sağlanmıştır. Yeterli olmadığı durumlarda ise buz kullanılmıştır.

Beton üretim tesisleri, her Ünitede dökülecek beton miktarı göz önüne alınarak ve betonun özelliğini kaybetmeden en kısa zamanda döküm yerine ulaştırılabilmesi için en uygun yerlere tesis edilmiştir. Bu üretim tesisleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

a- Dolusavak Beton Tesisleri : $120 \text{ m}^3/\text{saat}$ teorik kapasiteli, soğuk su ve buz tesisi ile donatılmış altı grup ağrega ile kütle ve yapı betonu üretilmektedir.

b- Su Alma Yapısı Beton Tesisi : $120 \text{ m}^3/\text{saat}$ teorik kapasiteli buz, soğuk su ve ağrega soğutma ünitesine sahip, altı grup ağrega ile kütle ve yapı beton üretir.

c- Hidroelektrik Santral Beton Tesisi: $85 \text{ m}^3/\text{saat}$ teorik kapasiteli, buz ve soğuk su tesisine sahip, dört grup malzeme ile yalnız yapı

betonu üretir.

d- Diğer Yapılar İçin : $85 \text{ m}^3/\text{saat}$ teorik kapasiteli buz ve soğuk su tesisine sahip, altı grup malzeme kullanarak kütle ve yapı betonu üreten bir beton tesisi ile yine çeşitli yapılar için $75 \text{ m}^3/\text{saat}$ teorik kapasiteli, dört grup malzeme ile beton üreten toplam 5 adet beton tesisi mevcuttur.

Beton karışım tablolarında belirtilen beton mixleri, DSİ laboratuvarlarındaki araştırma çalışmaları neticesinde her türlü beton ihtiyacını karşılayacak şekilde düzenlenmiştir. Şantiye'de beton talep edildiği zaman idarenin arazi beton laboratuvarına kontrol formu ile müracaat edilir. Bu formdan amaç; betonlanacak yerin hazır olduğu, ilgili arazi kontrollük ünitesince kalıbın teslim alındığını gösterir. Laboratuvar mühendislerince bu formun alınması üzerine hangi beton santralinden beton alınacağı tesbit edilir. Bu aşamada ilgili beton santralinin talep edilen betonu üretecek kapasitede agrega çimento ve katkı maddelerine sahip olup olmadığı kontrol edilir. Çimento agrega ve katkı maddelerinin miktarı gözden geçirilir. Çimento sıcaklık kontrolü ve katkı maddesi yoğunluk kontrolleri yapılır. Bu tesbitlerden sonra gerekli hazırlıklara geçilir. İstenilen beton mix'i beton santralinde bilgisayardan çağırılarak beton üretmesi istenir. Genelde $2,5 \text{ m}^3$ harman kapasitesine sahip sistemde karıştırma süresi ASTM-C 94-69 standardına göre tesbit edilmiş ve 90 saniye ile sınırlandırılmıştır. Betonlar transmixerlerle taşınacaksa $3 \times 2,5 \text{ m}^3$, açık beton kamyonlarıyla taşınacaksa $4 \times 2,5 \text{ m}^3$ olarak üretilirler.

Beton üretimi esnasında beton santrali operatör odasından beton karışım elemanlarının ağırlık kontrolleri bilgisayara daha önceden verilmiş değerlerle kontrol edilir. Bu kontrol gösterge panosundan yapıldığı gibi, tartılan ağırlıkların yazıldığı printer çıktılarından da kolayca yapılabilmektedir. Bilgisayar o kadar büyük kolaylık getirmiştir ki printer çıktılarında $2,5 \text{ m}^3$ 'lük karışım elemanlarının hesaplanan değerleri ile aktif olarak tartılan değerlerini bir arada vermektedir. Aradaki fark kantarın eksik veya fazla tarttığı miktarı ortaya çıkarmaktadır. Otomatik tartı sisteminde bilgisayar kum ve çakıl grupları arasında dengeleme de yapmaktadır. 1 m^3 beton için gerekli malzeme eksiksiz olarak alınmaktadır. Örnek olarak : $0,1-1,5 \text{ mm}$ ince kum grubunda fazla bir tartım varsa bu fazlalık $1,5-5 \text{ mm}$ 'lik orta kumda fazla miktar kadar eksiz alınarak dengelenmektedir.

Bu hatalı tartımlar şu limitler dahilinde kabul edilmektedir.

<u>Malzeme</u>	<u>Yüzdesi</u>
Çimento	1
Su	1
30 mm'den küçük agregalar	2
30 mm'den büyük agregalar	3
Katkı maddeleri	3

Beton santrallerinde üretilmiş beton üzerinde bir seri kontroller yapılmaktadır. Başlangıçta slumpın düzenliliğinin kontrolü için arka arkaya beş araçta ASTM-C-143 esaslarına uygun kıvam kontrolleri yapılır. Daha sonra her üç araçta bir bu kontroller sürdürülür. Bu esnada taze beton sıcaklığı ölçümleriyle, birim hacim ağırlık ve hava yüzdesi kontrolleri yapılır. Beton kalitesinin kontrolünde en etken unsur betonun mukavemetidir. Bunun kontrolü için genelde her beton dökümünde 8 adet silindir numuneleri alınarak 7,28 ve 90 günlük basınç dayanımları tesbit edilmektedir. Düşük mukavemet elde edildiği zaman dökülmüş betondan karot numuneler alınarak kontroller yapılmaktadır.

6.BETON İLETİM ÇALIŞMALARI VE BETONUN YERLEŞTİRİLMESİ

6.1. Beton İletim Çalışmaları :

Beton santrallerinde üretilmiş betonun özelliklerini kaybetmeden belirli bir zaman süresi içinde döküm yerine ulaştırılması gerekir. Atatürk Barajında karıştırıcısı olmayan ekipmanlarla sevk edilen betonlar harman tesisinden ayrıldıktan sonra 30 dakika içerisinde karıştırıcılı kamyonlarla sevk edilen betonlarda ise 1 saat 30 dakika içerisinde yerine konmaktadır. Eğer taze beton ısısı 20⁰'yi aşarsa bu süre 45 dakikaya indirilmektedir.

Yapı betonlarının döküm ve yerleştirilmesinde 25-35 m³/saat kapasiteli placing boomerlar, 25-40 m³/saat kapasiteli 32,38,43 m yüksekliğe basabilen, komyan üzerine monte edilmiş mobil pompalar ve 20-70 m³/saat kapasiteye sahip 250 m yatay mesafelere basabilen sabit pompalar kullanılmaktadır. Sabit pompalar diğer ekipmanların ulaşamadığı yerlerde, özellikle galerilerde placing boomerların beslenmesinde kullanılmaktadır.

Kütle betonlarının dökümünde ise beton kovaları ve bant sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bant sistemlerinden crater crane'ler 4,5 m³/dakika beton iletim kapasitesine sahip olup, betonu beslediği noktadan 40 m ileriye ve 20 m yüksekliğe iletebilmektedirler. Betonun döküm lifti içerisinde 360° dönebilen beslediği noktadan 20 m uzağa betonu ulaştıran yine 4,5 m³/dakika iletim kapasitesine sahip bir konveyör sistemi olan Swingerler kütle betonu dökümlerinde büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikle su alma yapısında yüksek kotlara beton ulaştırılabilmesi için, kule vinçlere bağlantı yapılarak bant sistemlerinden oluşan Tower Beltler kütle betonunun iletilmesinde kullanılmaktadır.

6.2. Betonların Yerleştirilmesi :

Betonların yerleştirilmesinde işlenebilme özelliği önemli bir etkidir. Bu da betonun kıvamı ile ölçülmektedir. Atatürk Barajı Teknik Şartnamesinde betonun döküm yerindeki slump değerleri kütle betonları için maksimum 5 cm ve yapı betonları için maksimum 10 cm'dir. Genelde yapı betonlarının yerleştirilmesinde şu problemlerle karşılaşmıştır.

- Özellikle yaz aylarında betonun iletim aşamasındaki slump kayıpları
- 10 cm slump'lı betonu pompaların uzak mesafelere basamaması
- Dar ve kapalı kalıplarda yerleştirme ekipmanının etkili bir şekilde kullanılmaması.

Bu problemlerin çözümü için, betonun kalitesini düşürmeden ve çimento dozajını artırmadan betonun slump'ı artırılmıştır. Bu ise akışkanlaştırıcı katkı maddeleri kullanılarak ve su-çimento (w/c) oranını değiştirmeden sağlanmıştır.

Örneğin galeriler kemer kaplama betonlarında 14-17 cm ve draf tube betonlarında 19-21 cm'ye kadar slump'lar yükseltilmiştir. Ayrıca taşıma sırasındaki slump kayıplarını önlemek içinde karıştırıcılı taşıyıcılar çuval bezi ile sarılarak devamlı ıslak tutulmuştur.

Yerleştirme sırasında yapı betonları genelde 25 cm'lik tabakalar halinde dökülmekte ve daldırma tip iğne uçlu (havallı veya elektrikli) vibratörlerle sıkıştırılmaktadır. Kütle betonları ise 50 cm'lik tabakalar halinde dökülmekte ve dakikada 6000 titreşimden az olmayan yüksek frekanslı iğne vibratörler ve traktör gibi ekipmanlarla monte edilmiş takım halindeki vibratörlerle sıkıştırılmaktadır.

7. DÖKÜLMÜŞ BETONLARIN MUHAFAZASI VE KÜRÜ

Betonların yerleştirildikten sonra çeşitli olumsuz dış tesirlerden korumak için yeterli dayanımı kazanıncaya kadar kalıpları sökülmemektedir. Kalıpların sökülme süreleri yan kalıplar için 3 gün taşıyıcı kalıplar için 14 gün olarak belirlenmiştir.

Bunlar yerleştirildikten sonra enaz 14 gün süre ile bütün yüzeyler nemli küre bırakılmaktadır. Üzerine beton gelecek liftlerde ise bu süre 72 saatten az olmamaktadır. Kürleme işlemi hortumla sulama veya yağmurlama sistemi ile yapılmaktadır. Yaz aylarında güneş ve rüzgar tesirlerine karşı beton yüzleri çuval bezi ile örtülerek nemli bırakılmakta kışın ise hava sıcaklığının 0°C'nin altına düşmesi durumunda ise plastik örtülerle korumaya alınmaktadır. Bunun yanında normal kürleme sistemi ile ıslatılmayan yüzeyler membran kürü ile korunmaktadır.

8. BETON KALİTESİNİN KONTROLÜNDE İSTATİSTİKİ DEĞERLENDİRMELER

Tüm beton bileşenleri ile ilgili olarak yapılan laboratuvar deney sonuçları istatistiki değerlendirmeye tabii tutulmaktadır. Bu değerlendirmede ACI normları uygulanmaktadır. Örneğin şartnameye göre beton basınç dayanımlarında test neticelerinin % 85'nin nominal basınç dayanımından büyük olması ve hiç bir basınç dayanımında bu dayanım değerinin %80'inden küçük olmaması istenmektedir. Gerekli ortalama basınç dayanımları "Recommended practice for evaluation of strength test results of concrete" (ACI 214-77)'ye göre aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$R_t = N_t + C_t \times k \quad (\text{kg/cm}^2)$$

R_t = t yaşında betonun gerekli ortalama mukavemeti

N_t = t yaşında betonun nominal basınç mukavemeti

C_t = t yaşında betonun standart sapması

k = test neticelerinin kabul edilebilir düşük yüzdelere bağlı

katsayı $k = 1$ (ACI 214-77)

Değerlendirmelerde ACI 214'e göre verilen değerlerden yararlanılmaktadır, Tablo 2'de Atatürk Barajı yapı betonlarına ait istatistiki değerlendirme verilmektedir.

C.250/32 SINIFI YAPI BETONLARI İSTATİSTİK DEĞERLENDİRMELERİ (1989) TABLO : 2

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
N 28(kg/cm ²)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
$\bar{X}$.7 (kg/cm ²)	169.7	218.9	210.7	219.8	226.3	235.6	229.7	237.5	240.4	225.6	226.7	231.5
S.7 (kg/cm ²)	41.1	44.7	-	-	-	17.4	19.4	22.8	20.5	22.7	34.9	23.2
V.7 (%)	24.2	20.4	-	-	-	7.4	8.4	9.6	8.5	10.0	15.4	10.0
n	14	13	7	8	9	16	13	13	13	19	15	20
$\bar{X}$.28 (kg/cm ²)	303.5	327.5	327.1	333.2	338.5	329.9	342.0	334.2	338.8	326.2	346.8	339.4
S.28 (kg/cm ²)	34.9	39.8	-	-	-	20.5	17.8	17.5	20.0	26.5	22.6	34.6
V.28 (%)	11.5	12.1	-	-	-	6.2	5.2	5.2	5.9	8.1	6.5	10.2
n	14	13	7	8	8	16	13	13	12	19	15	20
N.28+S.28	284.9	289.8	-	-	-	270.5	267.8	267.5	270.0	276.5	272.6	284.6
$\bar{X}$.28 $\gg$ N.28+S.28	Evet	Evet	-	-	-	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
X1.28 $\leq$ 0.80xN.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\bar{X}$.90 kg/cm2	402.2	411.4	408.5	419.8	412.9	406.7	408.6	396.9	409.2	405.0	418.0	-
S.90 kg/cm2	25.9	27.9	-	-	-	12.5	16.1	28.7	30.1	37.8	28.8	-
V.90 (%)	6.4	6.8	-	-	-	3.1	3.9	7.2	7.4	9.3	6.9	-
n	14	13	7	8	8	16	13	10	13	19	12	-

N.28 (kg/cm²) : Nominal proje, muk., $\bar{X}$ = Aritmetik ortalama, S= Standart sapma, N= Numune sayısı

V = Varyasyon katsayısı

9. SONUÇ

Atatürk Barajında, beton üretimi, dökümü ve yerleştirilmesinde modern teknolojinin en son ve en mükemmel ekipmanları kullanılmakta olup bu güne kadar dökülmüş olan 1.960.000 m³ beton hacmi, baraj yapımında ve beton konusunda Türk Mühendisliğinin geldiği seviyeyi açıkça ortaya koymaktadır.

Yabancı bir müteahhit firma tarafından yapımı gerçekleştirilen beton ağırlık tipindeki Karakaya Barajı ile Türk Mühendis ve Müteahhiti tarafından yapımı sürdürülmekte olan Atatürk Barajının beton dökümleri karşılaştırıldığında aşağıdaki tablo ortaya çıkmaktadır.

	Günlük Beton Dökümü(m ³)		Aylık Beton Dökümü (m ³)	
	<u>Max</u>	<u>Ort.</u>	<u>Max.</u>	<u>Ort.</u>
Atatürk Barajı	3200	2370	83000	66321
Karakaya Barajı	4630	3175	129720	88940

Bunun yanında, sıcak bir iklim kuşağında yer alan Atatürk Barajı inşaatında çevre şartlarının tüm olumsuz etkilerine rağmen bu güne kadar yapılan beton üretimi ve dökümü istenilen kalitenin üzerinde gerçekleşmiştir. Bunun en önemli nedenleri, Türk Mühendis ve İşçisinin gerekli tecrübeye sahip olması, bu konuyla ilgili en modern ekipmanların kullanılmasının yanında uygun nitelik ve kalitede beton malzemelerinin kullanılmasıdır.

KAYNAKLAR

- 1- DSİ Gn.Md. "Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santralleri İnşaat işleri Teknik Şartnamesi"
- 2- Beyazıt Ö.L "Beton ve Deneyleri" DSİ Matbaası, 1975
- 3- Neville A.M. "Properties of Concrete" Great Britain, 1981
- 4- Kocaçıtak S. "Çimento El Kitabı" DSİ Matbaası Ankara, 1968
- 5- DSİ Ar-Ge. Yayınları "Beton Semineri" DSİ Matbaası Ankara, 1948