

ATATÜRK BARAJI VE HES İNŞAATINDA BETON KALİTESİ VE DENETİMİ

Sıtkı BURSALI
Teknik Müdür

Hakkı DAĞDEVİREN
Beton Grup Müdürü

Mehmet MUTLU
Kalite Kontrol Baş Müh.

ATA İnşaat Sanayi ve Ticaret Ltd.Şti.
ATATÜRK Barajı ve HES İnşaatı Şantiyesi
Bozova - Şanlıurfa

ÖZET

Bu bildiride,büyük şantiyelerde kalite kontrolu için beton planlarnasının önemi ve önceliği vurgulanmakta,planlama elemanlarından bazıları örnek olarak açıklanmakta,işin cinsine ve miktarlara göre makina ve ekipmanın doğru seçiminin şart olduğu belirtilmektedir.

Daha sonra beton malzemesi temini,katkılar,agrega hazırlanması,laboratuvar çalışmaları ve beton denetiminin kalite kontroluna olan etkilerine değeri - nilmektedir.

Beton Üretimi ve özellikle betonun yerine yerleştirilmesinin büyük önemi Atatürk Barajında kullanılan makina ve ekipman ayrıntıları ile açıklanarak anlatılmakta,taze betonun bakımının,kalitenin ayrılmaz bir parçası olduğu bildirilmektedir.

Ayrıca kalite kontrolunda bilgisayar kullanılması ve -alışılmışın dışında olsa da- yeni yayınları izlemenin vazgeçilmez olduğu hatırlatılmaktadır.

Büyük şantiyelerde zorunlu olan mükemmel beton kalitesinin sağlanmasında kalite için gerekli olan şartların tümünün bir bütün olarak düşünülüp uygulanması bir ilke olarak önerilmekte,aksi takdirde başarıya ulaşma şansının çok zayıf olduğuna işaret edilmektedir.

Yukarıda özeti verilen bu bildiride varılan sonuçlardan biri de beton hacmi kaya dolgu barajlar içinde dünya çapında büyük olan Atatürk Barajı betonlama işlerinin,iyi bir planlama,uygun bir makina-ekipman seçimi ve Türk mühendis ve işçisinin ortak çalışma bilinci ile gerçekleştirilmekte olduğu - dur.

GİRİŞ

Büyük taahhüt işlerinde beton kalite ve denetimi özel bir önem taşımaktadır. Bu özellik, yapının fonksiyonu ile birlikte büyük beton hacımlarının, oldukça kısa sürelerde ve hatasız olarak dökülmeleri zorunluğundan ileri gelmektedir.

Yapının fonksiyonu çoğunlukla birinci sınıf beton dökümünü gerektirmektedir. Atatürk Barajı ve HES İnşaatı -hidroelektrik enerji ve baraj inşası olanakları bakımından- Türkiye'de benzeri mevcut olmayan anıtsal bir yapının kısa sürede gerçekleştirilmesi esasına göre programlanmıştır. Bu proje kapsamındaki 2.530 milyon m³ betonun yaklaşık 48 ay zarfında, Teknik Şartname'de istenilen şartlara uygun olarak dökülebilmesi için önce dikkatli bir beton planlaması yapılması, bu planlamadaki elemanların teker teker ve gerçekçi bir zihniyetle ele alınarak tartışılması, finansman koşullarının müsaadesi nispetinde en yeni teknoloji den yararlanılması, mükemmel bir kalite kontrolü ve denetim ile amaçların gerçekleştirilme oranlarının tesbit edilmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Bu bildiride Atatürk Barajı ve HES İnşaatında, genel iş programı çerçevesinde beton planlaması, beton üretimi, betonun iş yerine taşınması, betonun kalıplara yerleştirilmesi ve bakımı, beton kalitesine etkileri yönünden incelenecek, kalite kontrolü için laboratuvar ve arazi çalışmaları anlatılarak benzer çalışmalar için sonuçların genelleştirilmesine çalışılacaktır.

1.BETON PLANLAMASI

Bir şantiyede beton kalitesini etkileyen ilk ve en önemli faktör beton planlamasıdır. Özellikle büyük şantiyelerde başarı -veya başarısızlığın- her zaman açıkça görülemeyen nedeni, ilk adımda yapılan planlama hatalarıdır. Bu konuya girmeden evvel Atatürk Barajında işin büyüklük mertebesi hakkında bir fikir vermek üzere önce beton miktarları hakkında bilgi vermeyi faydalı bulmaktayız.

1.1. Atatürk Barajı betonları

Atatürk Barajı projesinde toplam beton hacmi 2.530 milyon m³'tür; bu miktarın Ünitelere dağılımı aşağıdaki gibidir (Ek-1):

-Dolusavak eşiği, şüt yapısı ve dinlendirme havuzu	1 075 000 m ³
-Hidroelektrik santral ve ilgili yapılar	364 000 m ³
-Su alma yapısı	530 000 m ³
-Cebri borular	227 000 m ³
-Enjeksiyon galerileri	200 000 m ³
-Cut & Cover	44 000 m ³
-Derivasyon tüneli su alma yapısı	3 000 m ³
-Dipsavak-Vana odaları, memba tıkaçı, memba ve man-sap 2. kademe betonları	67 000 m ³
-Şalt sahası	20 000 m ³
Toplam:	2 530 000 m ³

Şimdiye kadar dökülen beton miktarı 1 800 000 m³'e ulaşmıştır.Bunun 120 000 m³'ü lojman inşaatları,beton santralleri,eleme-yıkama tesisleri,kule vinçler ve benzeri amaçlarla dökülmüş olup baraj projesi bünyesine girmeyen betonlardır.Baraj ve HES İnşaatı kapsamında 1 Marta kadar dökülen beton 1 680 000 m³'tür.Bu da proje betonunun 66%'sına tekabül etmektedir.

Dökülen betonların senelere dağılımı aşağıdaki gibidir:

	Dökülen beton (m ³)
1986	210 000
1987	550 000
1988	785 000
1989(1 Marta kadar)	135 000

1.2.Beton planlaması elemanları

Bu bölümde,Atatürk Barajında şimdiye kadar dökülmüş olan 1.8 milyon m³ betondan elde edilen deneyim öncelikle değerlendirilerek planlamayla ilgili bilgiler verilecektir.Bütün planlama elemanlarının burada teker,teker irdelenmesi mümkün olmadığından,yukarıda iş hacmini belirtmek üzere verilmiş sayısal değerlerin ışığı altında,önemli planlama elemanlarından bazıları,uygulamadaki örnekleri ile ele alınacaktır.

Beton planlamasında gözönünde tutulması gereken elemanları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Beton miktarları ve döküm yerleri
- Beton cinsleri ve taşıma araçları
- Beton teknik şartnamesindeki esaslar
- Beton malzemesi ve karma suyu temini
- Betonların genel iş programında öngörülen süre içinde dökülmesi
- Enerji ve su temini

Bu elemanların dikkatle incelenmesi sonunda:

- Beton santrallerinin yer,kapasite ve tipleri,
- Beton santrallerinde soğuk su,buz ve sıcak su tesislerinin ihtiyacı ve kapasiteleri,
- Eleme-yıkama tesisleri,yer, özellik ve kapasiteleri,
- Beton taşıma araçları tip ve hacimleri,
- Beton dökme makina ve ekipmanı,tip ve kapasiteleri
- Beton dökümünde yararlanılacak kule vinçlerin yerleri ve kapasiteleri tespit edilir.

1.3.Beton santralları konusunda bilgiler

Atatürk Barajında ayrı iş bölümlerindeki beton hacımlarının büyük oluşu,bölümler arası uzaklıklar 20 000 m³'ten 1 milyon m³'e kadar değişen hacımları ile taşıma etkileri ve ana döküm yerlerindeki çalışma özerkliği gözönünde tutularak tek bir beton üretim merkezi yerine,döküm yerlerinde ayrı,ayrı santrallar kurulması daha uygun bulunmuştur.Gerekli çalışmalar yapıldıktan sonra:

2 adet 120 m³/saat

2 adet 80 "

1 adet 75 " kapasiteli beş beton santralına ihtiyaç olduğu tesbit

edilmiştir.Bu santrallar,bilgisayar kontrollu,bir malzeme kategorisi tartışındaki hatayı -eğer olmuşsa- bir sonraki malzeme tartışında otomatik olarak düzelten,yapılan bütün işlemleri bilgisayar çıktısı (print-out) şeklinde veren modern santrallardır.

Bu santralların seçiminde $d_{max} = 100$ mm olan kütle betonu imal edileceği ve karıştırma süresinin küçük olması da önemle gözönünde tutulmuştur.Bu suretle beton malzemeleri miktar bakımından hemen hemen hatasız olarak karıştırıcılara boşaltılmakta,en kısa sürede yeterli şekilde karıştırılmakta,agreganın rutubeti santral tarafından otomatik olarak ölçülmek suretiyle su düzeltmesi yapılmakta, üretilen beton ile ilgili bütün bilgiler derhal bilgisayar çıktısı şeklinde elde edilmektedir.

1.4.Yıkama-eleme tesisleri

Fırat'tan çıkarılan kum-çakıl,Şartname gereği 6 kategoriye ayrılmaktadır. Aynı zamanda yıkanmış olan bu malzemeyle kirlilik problemi söz konusu olmadan beton granülometrisini istenildiği gibi hesaplayabilmek ve hesaplanani büyük bir hassasiyetle gerçekleştirmek mümkün olmaktadır.Böylece işlenebilme özelliği ve beton mukavemetlerini etkileyen ve en önemli faktörlerden biri olan "istenilen özellikte beton imal etme problemi" teknolojinin sağladığı son gelişmelerden faydalanarak kolayca çözüme kavuşturulmuş bulunmaktadır (Ek-2).

0.1-1.5 mm'den 60-100 mm'ye kadar 6 kategoride elde edilen elenmiş-yıkanmış malzemenin kendi içlerindeki granülometrilere de Şartnameye uygun ve sabit bir karakterdedir.Eleme-yıkama tesisleri 750 m³/saat su kullanarak 500 ton/saat malzemeyi yıkayıp,eleyecek kapasitededir.

1.5.Yıkama ve beton karma suyu temini

Yıkama ve karma suyu Fırat nehrinden pompalarla alınmakta,ön çökeltme havuzundan geçirildikten sonra düşük kotlardaki depolarda dinlendirilerek berraklaştırılmaktadır.Daha sonra yüksek kotlardaki 1000 m³'lük çelik depolara basılmaktadır.Bu depolardan alınan ve yerçekimi ile kullanma yerine ulaştırılan su, min 2 bar basınca sahiptir.Depo hacımları 3 saatlik arızaları karşılayacak

şekilde seçilmiştir.Tesisleri besleyen su $1 \text{ m}^3/\text{s}$ gibi büyük bir debi ile verilmektedir.Memba ve mansapta ikişer adet su basma tesisi mevcut olup,membadaki tesisler su seviyesindeki değişimleri karşılayacak şekilde tasarlanmıştır.Ata - türk Barajı inşaatında su yokluğu nedeniyle önemli bir sıkıntı yaşanmadığı gibi beton dökümünde kesinti yaratan üretim duraklamaları ile de karşılaşılmamıştır.

1.6.Taşıma-yerleştirme ekipmanı

Beton dökümlerinde kaliteyi etkileyen en önemli etkenlerden birisi de "dökümde sürekliliği sağlamak" tır.Bu husus önce beton santralının ikmali ve üretimi ile,sonra taşıma ve yerleştirmedeki süreklilikle sağlanır.Bunun için öncelikle beton üretim tesisleri ile taşıma ve yerleştirme ekipmanının doğru seçimi şarttır.Amaçlara uygun olmayan bir seçim -alınan ekipman ne kadar mükemmel olursa olsun- doğru bir seçim sayılamaz.Personelin etkisi ise,tesis ve teçhizatın yanında ikinci derecede önemlidir.Personel,bir süre sonra ve iyi bir eğitimden geçirilerek isteneni verebilir.Halbuki karıştırıcıları kütle betonunu karıştırmakta yetersiz olan bir beton santralında bunları değiştirmekten başka çare yoktur.Bu da hem zaman,hem para kaybına sebep olur.

Atatürk Barajında beton sınıfları,betonun akıcılığı ve döküm yerinin ulaşım güçlüğü gözönüne alınarak taşıma ve yerleştirme ekipmanı seçilmiştir.Sabit ve hareketli beton pompaları,Cretercrane gibi taşıyıcı bandı sür'atle hareket eden güçlü betonlayıcılar,uygun hacimde kovalar Slabmaster gibi taşıyıcı band sistemi kullanan,beton dökücü-yayıcı üniteleri ile yüzey vibratörü bulunan komple sistemler yanında yüksek kotlarda sür'atle beton dökülebilmek için mobil kule vince asılarak hareket edebilen Tower belt sistemi,beton yerleştirme makina ve ekipmanının çeşitliliğini göstermektedir.Böylece hidroelektrik santral binası,dolusavak eşiği ve köprüsü,dolusavak şütü,dinlendirme havuzu,su alma yapısı ve cebri borular gibi beton dökümü yönünden çok farklı özellikteki yerlerde,kaliteden fedakarlık etmeden sür'atli bir betonlama sağlanabilmektedir.

1.7.Sıcak ve soğuk havalarda betonlama

Planlamada gözönünde tutulacak diğer önemli bir husus sıcakta ve soğukta beton dökülürken,kalitenin garantisi olan Şartname esaslarına riayet edebilme olanaklarının gözönünde tutulmasıdır.Aksi takdirde,çevresel şartların baskısı altında beton döküm süreleri kısıtlanacağı gibi,dökülen betonların kalitesini her zaman garanti etmek de mümkün olmaz.

Atatürk Barajı Beton Şartnamesinde C160/100 kütle betonlarında 15°C ; C250/32 + C360/32 yapı betonlarında ise 25°C başlangıç sıcaklığı ön görülmüştür.Kışın soğuk havalarda müsaade edilen min beton sıcaklığı 8°C 'tır.

Bu şartlara uyabilmek için beton santrallerinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'ta soğuk su ile birlikte buz tesisleri kurulmuştur.

Su alma yapısında ayrıca çakılları $+5^{\circ}\text{C}$ 'a kadar soğutabilen bir tesis mevcuttur. Böylece yaz aylarında başlangıç sıcaklıkları Şartnameye uygun olarak üretilen betonlarda, hidratasyon ısısının sebep olduğu sıcaklık yükselmesi ile çevresel sıcaklık arasındaki farkın istenilen limitlerde tutulması mümkün olmaktadır. Diğer taraftan kışın soğuk günlerde betonun min. başlangıç sıcaklığını temin için karıştırma suyunu 45°C 'a kadar ısıtabilen ısıtma tesisleri de kurulmuştur.

1.8. Beton Planlaması-Değerlendirme

Planlama konusundaki sözlerimizi bitirirken, teorik ve deneysel bilgilerden yararlanarak planlamanın beton kalitesine etkisini, en genel ifadesi ile, aşağıdaki gibi özetlemek isteriz:

BETON KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN BÜYÜK ÇOĞUNLUĞU, İYİ BİR BETON PLANLAMASI SONUNDA BAŞLANGIÇTA ÇÖZÜME KAVUŞTURULABİLİR. BU PLANLAMADA AĞIRLIK VERİLECEK HUSUS, İŞİN CİNSİNE VE MİKTARLARA GÖRE, MAKİNE VE EKİPMANIN DOĞRU OLARAK SEÇİMİDİR.

İŞİN BAŞINDA EKSİK OLAN BAZI BİLGİLERE RAĞMEN, ATATÜRK BARAJINDA BU SEÇİMİN YETERLİ BİR DOĞRULUKLA YAPILDIĞINI VE ZAMAN İÇİNDE EKSİKLERİN TAMAMLANDIĞINI BELİRTMEK İSTERİZ. BUGÜNE KADAR DÖKÜLEN BETONLARIN MİKTAR VE KALİTESİ DE SÖZLERİMİZİN EN SOMUT KANITIDIR.

2. BETON ÜRETİMİ

Beton üretimi, beton malzemesi temini, agrega hazırlanması, laboratuvar çalışmaları ve beton santralleri bölümlerinde incelenecek ve kaliteyi etkileyen noktalara ağırlık verilecektir.

2.1. Beton malzemesi temini

2.1.1. Agrega ocakları

Atatürk Barajında beton agregası, Fırat nehri ve Kalburcu kolundan dozer, kepçeli ekskavatör ve büyük kapasiteli Backhoe'larla çıkarılarak memba taraf sağ ve sol sahillerde depo edilmiş, buradan yıkama-eleme tesislerine taşınmıştır; temiz ve granülometrisi uygun olan Fırat malzemesine mukabil, zaman, zaman taşkın yatağının kirli bölgelerinden alınmış olan Kalburcu malzemesi yıkama güçlükleri çıkarmış ve eleklerde randımanı düşürmüştür. Genel olarak kaliteli kum-çakılın bulunması -betonun iskeletini teşkil eden malzeme yönünden- bu konudaki problemi kendiliğinden çözümlemiştir. Aksi takdirde kırma malzeme kullanmanın güçlükleri ile karşı, karşıya kalınacaktı. Fırat ve Kalburcu kolundan çıkarılan toplam agrega miktarı 20 milyon m^3 civarında olup, bunun 4.5 milyon m^3 'ü beton agrega sına ayrılmıştır. Şimdiye kadar dökülen betonlarda kullanılan miktar 3 milyon m^3 e yaklaşmıştır.

2.1.2.Su ve buz

Planlama bölümünde sözü edilen bu konu,beton karma suyu kalitesi bakımından ele alınırsa,Fırat'ın suyu Şartnamelere uygun olduğundan normal su alma,pompaj ve depolama çalışmaları dışında herhangi bir problem getirmemiştir;bu çalışmalar,planlaması dikkatle yapıldığından,kullanım sırasında gerek miktar,gerek kalite bakımından herhangi bir güçlükle karşılaşılmasını önlemiştir.Soğuk su ve buz tesisleri ise deneyimli firmalar tarafından kurulmuş ve genel olarak kapasitelerinin yetersizliği gibi bir problemle -sürekli olarak- karşılaşılmamıştır.

2.1.3.Çimento

Atatürk Barajı kütle betonları için hidratasyon ısısı düşük çimentoya ihtiyaç duyulacağı bilinmekteydi.Bu ihtiyacın puzolanlı çimento ve gerekirse uçucu kül katkısı ile karşılanabileceği düşünülebilmekte idi.Yöresel ihtiyaçlarla birlikte Atatürk Barajının ihtiyacını karşılamak üzere kurulmuş olan Adıyaman ve Şanlıurfa fabrikaları,İskenderun Demir-Çelik fabrikalarından temin edilen cüruflla,katkılı portland çimentosu üretmekte idi.Yapılan incelemelerde bu çimentoların "düşük ısılı çimento" özelliğine sahip olduğu anlaşıldığından,başka araştırmalar yapmağa lüzum kalmadan bu çimentolar doğrudan,doğruya kullanıma alınmıştır.

Ayda 70 000 m³ civarında beton döküldüğü zaman yalnız beton için çimento ihtiyacı 800 ton/gün'dür;diğer ihtiyaçlarla birlikte her iki çimento fabrikasından temin edilmektedir.

2.1.4.Beton katkıları

Sıcak havalarda prizi geciktirmek,shotcrete uygulamasında prizi çabuklaştırmak,genel olarak betonu fazla su kullanmadan akışkan hale getirerek işlenmesini kolaylaştırmak,dökümden sonra su kaybını önlemek gibi amaçlarla priz çabuklaştırıcı,priz geciktirici,akışkanlaştırıcı,süper akışkanlaştırıcı,priz geciktirici-akışkanlaştırıcı katkıları ve kür maddesi kullanılmaktadır.Bilindiği gibi akışkanlaştırıcılar işlenebilmeyi ve bir ölçüde mukavemetleri artırdığı gibi özellikle pompa betonlarında sürekli çalışma olanağı sağlayarak beton kalitesi üzerinde olumlu etki yapmaktadırlar.Aylık katkı kullanımı 70 ton civarındadır.

2.2.Agrega hazırlanması

Yıkama-eleme tesisleri konusunda 1.4.te ana bilgiler verilmişti.Bilindiği gibi böyle bir tesis ile agreganın temizliği,kategorilere ayrılması,taşıyıcı bandla silolara taşındığından yükleme kolaylığı problemleri çözümlenmiş olmaktadır.Bunların dışında kaliteyi etkileyen iki önemli unsur yazın agregası sıcaklığının düşürülmesi ve her zaman yıkanmış kum içindeki su miktarının azaltılmasıdır.Atatürk barajında sağ sahilde 500 ton/saat kapasiteli bir adet,sol sahilde biri 500 ton/saat diğeri 800 ton/saat kapasiteli iki adet eleme-yıkama

tesisi mevcuttur.Sol sahildeki 500 ton /saat'lik tesis sürekli olarak beton agregası üretmektedir.Yazın agrega sıcaklığını düşürmek için sprinklerle sulama güneş ışınlarının etkisinden gölgelikle korunma gibi yöntemler uygulanmaktadır. Kum içindeki su ise,yerçekimi etkisi ile süzölmeye bırakılmaktadır.

2.3.Laboratuar çalışmaları

Kontrol görevi iş sahibi tarafından yapılmakla beraber büyük şantiyenin ihtiyaçları gözönünde tutularak gerekli beton ve zemin deneylerini yapacak kapasitede eksiksiz bir laboratuar kurulması işin başında kararlaştırılmıştı.Bu kararın ne kadar isabetli olduğu iş ilerledikçe daha iyi anlaşılmıştır.Laboratuar kalitenin ve kontrolün ayrılmaz bir parçası olduğundan,laboratuar kurma olanağı olmayan işlerde bile yöresel olanaklardan yararlanarak deneysel çalışma fikri ön planda tutulmalıdır.Atatürk Barajı laboratuvarı olanakları ile yapılan laboratuar ve arazi çalışmaları,büyük çapta beton dökülen bir tesiste kalite ve kontrol hizmetine ne derece önem verilmesi gerektiğine iyi bir örnek teşkil edecektir.

2.3.1.Suyun PH değeri

Karma suyu için önem taşıyan PH ölçüsü yılda bir,kaç kere yapılmaktadır;PH değeri 7.5-8 arasında değişmektedir.Ayrıca, SO_3^{--} 'ün önemli miktarda bulunmadığı tespit edilmiş olup,bu su içme suyu olarak da kullanılmaktadır.

2.3.2.Agrega kontrolü

3 adet eleme-yıkama tesisinden haftada bir kere alınan numuneler (0.1-1.5; 1.5-5;5-15;15-32;32-63;63-100 mm) üzerinde elek analizi,kirlilik,aşınma,özgül ağırlık,su emme deneyleri yapılmaktadır.Tout-venant allüvyonda kum oranı 33%, kirlilik (200 No.elekten geçen) 5% civarındadır.Kategorilere ayrılmış malzeme ile yapılan deneylerde su emme 0.5-1.5%,kirlilik 0.2-0.5%,aşınma 100 ve 500 devirde sırası ile 5% ve 22% ve özgül ağırlık 2.73 t/m^3 bulunmaktadır (Ek-2).

2.3.3.Çimento kontrolü

Şanlıurfa ve Adıyaman çimento fabrikalarının ürettiği katkıli portland çimentosu,30% oranında,İskenderun Demir-Çelik tesislerinden temin edilen yüksek fırın cürufu ihtiva etmektedir. 2.1.3'te işaret edildiği gibi "düşük ısıli çimento" özelliğini haiz olan bu çimentonun 28 günlük hidratasyon ısısı 70 cal/g dır (DSİ-TAKK).Kütle betonlarında,beton içindeki sıcaklıkla çevresel sıcaklık arasındaki farkın müsaade edilen değeri aşması,beton bünyesinde ve yüzeyinde ince çatlaklara sebep olduğundan düşük hidratasyon ısıli çimento barajlardaki kütle betonlarında son derece önem taşımaktadır.

ATA laboratuvarında çimentoların fiziksel ve mekanik deneyleri yapılarak TS20'ye uygunluğu kontrol edilmektedir.

2.3.4.Katkı kontrolu

Beton katkı maddelerinin kullanımında önce katkı miktarı tayin edilir.Bunun için betonun istenilen akışkanlığa sahip olup,olmadığı;veya prizinin çabuklaşması veya geciktirilmesinin yeterli olup olmadığı gibi incelenmesi gereken hususlar esas alınır.İş sahibi tarafından teknik ve ekonomik yönden uygun olan katkı seçilip kullanıma alındıktan sonra ATA laboratuvarında katkının özellikleri zaman,zaman kontrol edilmektedir.

2.3.5.Beton kontrolu

2.3.5.a Taze beton

Hemen bütün kalıplardan 15/30 veya 25/50'lik standart silindirlere numuneler alınmakta ve bu esnada birim ağırlık,hava miktarı,sıcaklık ölçümleri yapılmaktadır.Beton santralından çıkan ilk taşıma araçlarında slump ve sıcaklık kontrolleri yapılmakta ve zaman,zaman bu kontroller tekrarlanmaktadır.2-3 ayda bir taze betonun değişkenlik analizi yapılmaktadır.Genel olarak iri malzemede 4%,incede 0.5% değerleri bulunmaktadır.

2.3.5.b Sertleşmiş beton

7,28 ve 90 günlük basınç dayanımları dijital preste tayin edilmekte,sonuçlar print-out şeklinde alınmaktadır.Şüpheli durumlarda döküm yerinden karot alınması, nükleer cihaz ile yoğunluk tayini de kullanılan yöntemler arasındadır.Ayrıca,yıkımsız deneylerde ultrasonik yöntem ve beton çekici kullanılmaktadır.

Bundan başka beton karışımı ayarlamaları,beton iç sıcaklığı gelişiminin incelenmesi konusunda da deney ve çalışmalar yapılmaktadır (Ek-3,4).

2.4.Beton santralleri

Beton santrallerine ait ilk bilgiler planlama bölümünde 1.3.'te verilmişti. Burada,bunlar dışındaki noktalara değinilecektir.

Ağırlık esasına göre ve bilgisayar kontrollu olarak çalışan beton santrallerinde 1% ve 2%'lik toleranslar dışındaki hataların önlenmesi için çimento kantarları her ay,diğer malzeme kantarları ise 50 000 m³'te bir kontrol edilerek, sapmalar varsa,yeniden ayarlanmaktadır;şimdiye kadar kayda değer hatalarla karşılaşılmamıştır.

Santrallerin mikserleri çift yatay şaftlı ve cebri karıştırıcıdır.Kütle betonu ve R.C.C. karışımlarını -d_{max} 100 mm için- etkin olarak karıştırılmaktadır.Karıştırma süresi 60 ve 90 saniyedir (yapı/kütle betonları için 90 saniyelik süre, R.C.C.'de 60 s olarak alınmaktadır).Mikserde bir defada 2.5 m³'lük harman yapılmakta,bir transit mikser yol ve döküm hızına bağlı olarak 3 veya 4 harmanlık beton taşımaktadır.

Bilgisayar kontrollu santralin bütün işlemleri basılmış olarak printerden, hemen işlemin sonunda, alınabilmektedir. Bu bilgisayar çıktısı beton döküm yeri, döküm saati, her 2.5 m³'lük karışım için kullanılması gereken ve fiilen kullanılan miktarları, katkı hacimlerini gösterdiğinden hemen, hemen hatasız olarak beton imali mümkün olmaktadır.

Beton santrallerinde pratik yönden karşılaşılan en büyük güçlük agrega sıcaklığında su ihtiva eden kum kullanılmasıdır. Özellikle çok sıcak havalarda bu durum soğuk su ve buzun yeterli miktarda kullanılmasını engellediğinden beton başlangıç sıcaklıklarının istenilen değerin altında tutulmasını zorlaştırmaktadır. Bu sakıncanın önlenmesi için 0.1-1.5 ve 1.5-5 mm'lik ince agreganın içindeki su yerçekimi etkisi altında süzölmeye bırakılmaktadır. Kumun suyunu almak için -şantiye şartlarında- daha sür'atli bir yöntem bulunamamıştır.

3.BETONUN TAŞINMASI VE YERİNE YERLEŞTİRİLMESİ

3.1.Betonun taşınması

Betonun kalitesini bozan etkenlerden birisi de taşıma sırasındaki hatalardır. Taşıma ve boşaltma, betonda terleme ve çözülme (segregation) gibi olaylar meydana getirmeksizin yapılmalıdır.

Atatürk Barajı Şantiyesinde, değişik amaçlar için üç ayrı tip beton taşıyıcı kullanılmaktadır.

a.Transitmikserler

Kamyon üzerine monte edilmiş, yapı betonlarını taşımada kullanılan, içinde helezon şeklinde sabit kanatlar bulunan, 7.5 m³ kapasiteli döner tamburlu karıştırıcılardan 28 adet mevcuttur. Beton kaplanmış galerilere girebilecek gabariyi haiz olan transitmikserler, galeri içinde dönüş cepleri ve köşe kurları yapılarak, galeride beton kaplama yapılmasında sür'at ve kaliteyi sağlayan önemli bir etken olarak görev yapmaktadırlar. Transitmikserlerin tamburları jütle kaplanmış olup, sıcak havalarda jütler ıslatılarak betonun taşıma sırasındaki ısınması önlenmeye çalışılmaktadır. Transitmikserle karıştırılarak taşınan betonlar en geç 1.5 saat içinde yerine dökülmektedir.

b.Hauser'ler

Kütle betonunu taşımak için kullanılan, 10 m³ kapasiteli ve kamyon üzerine monte edilmiş, karıştırmasız taşıyıcılardır. Özel formu sayesinde, damperi tedricen kaldırarak ve vibrasyondan yararlanarak çözülme olmaksızın betonu sür'atle boşaltabilen hauser'ler genellikle kısa mesafelerde ve inişi, çıkışı olmayan yollarda verimlidirler. Taşıma sırasında betonun kalitesine olumsuz etki yapacak miktarda çökme veya terleme olayı ile karşılaşmamaktadır. Özellikle su alma yapısı, dolusavak ve enerji kırma havuzu gibi kütle betonlarının çok olduğu bölgelerde 20 hauser görev yapmaktadır. Hauser'lerle taşınan betonlar 30 dakika içinde yerine dökülmektedir.

c.Normet mikserler

Vana odaları ve bir kısım galeriler gibi transitmikserlerin -gabarileri nedeniyle- giremediği yerlere beton taşıyan 2.5 m^3 kapasiteli taşıyıcılardır.Hareketleri yavaş ve düşük verimli olan Normet'ler beton döküm hızının $15 \text{ m}^3/\text{saate}$ kadar düşmesine sebep olmaktadır.Küçük gabarileri nedeniyle kullanılmaları zorunlu olan Normet sayısı 5'tir.

3.2.Betonun yerine yerleştirilmesi

Beton kalitesini etkileyen önemli etkenlerden birisi de istenilen özelliklerle ri haiz olan ve taşıma araçlarından boşaltılması dahil,bünyesi bozulmamış olarak döküm yerine ulaştırılan betonun,döküm şartlarına riayet edilerek,priz başlama - dan yerine yerleştirilmiş olmasıdır.Özellikle kütle betonu tabakalarında döküm hızı,vibratörün bir alt tabakaya da ~~etkin~~ olabileceği bir zamanlamaya göre tesbit edilmeli ve bu sırada alt tabaka henüz prize başlamamış olmalıdır.Yerine yerleştirilmesi sırasında beton kalıba dökülürken ve sıkıştırılırken çözülme olmamasına ve boşluk kalmamasına özen gösterilmelidir.Karot alındığı zaman yüksek kaliteli bir betonla karşılaşmak isteniliyorsa döküm yerinin güçlükleri ve beton cins ve akıcılığına göre yüksek standartlı modern döküm ekipmanı kullanılması gerekir;ikinci önemli nokta eğitilmiş ve deneyimli döküm personeli kullanmaktır. Aynı işçilerin daima aynı işleri yapması basit fakat önemli bir kuraldır.

Beton kalitesi,görünen yüzlerin mükemmel olması ile de ölçüldüğünden,kalıp probleminin gerek taşıyıcılık,gerekse yüzeylerin pürüzsüz olması bakımından çözümlenmiş olması gerekir.Atatürk Barajında yerli imalat olan çelik kalıplar (tünellerde) kullanıldığı gibi yüksek standartlı hazır ahşap kalıplar da kullanılmaktadır.Özel hallerde ve güçlük gösteren yerler için özel etüdler yapılarak şantiyede yüksek kaliteli ahşap kalıplar imal edilmektedir.

Atatürk Barajı Şantiyesinde beton dökümünde kalite ve sür'at bakımından başarılı olabilmek için kullanılan makine ve ekipmanın incelenmesi bu konuya ne kadar önem verildiğini açık bir şekilde göstermektedir.Aşağıda beton dökme makine ve ekipmanının listesi bu amaçla verilmiş bulunmaktadır.

3.2.1.Taşıyıcı bandlı sistemler

Pompa kullanımı mümkün olmayan ve büyük hacımlı kütle betonlarının dökümünde çeşitli bandlı sistemler kullanılmaktadır.Bu tip betonlar slump'ı 0-5 cm arasında bulunan ve akıcı olmayan betonlardır.

1.Cretercrane:

Mobil vinç üzerine kurulu,bandlı bir taşıma sistemidir.Betonu yaklaşık olarak 48 m ileriye 23 m yüksekliğe çıkarabilir.Band genişliği 60 cm olup $4 \text{ m}^3/\text{dak.}$ hızla beton iletebilmektedir.Hâlen Şantiyede 3 adet cretercrane kullanılmaktadır.

Baraj inşaatının su alma ve dolusavak yapılarında,arazi topoğrafyasından da fay - dalanılarak ilk 30 m'lik yüksekliklere kadar kütle betonlarının dökümünde temel ekipman olarak cretercrane kullanılmıştır.

2.Swinger:

Sabit ve hareketli olmak üzere iki bölümden oluşan bir iletim ekipmanıdır.Sabit bölüm,normal bir bandlı taşıyıcıdır ve betonu döküleceği yere ulaştırır.İkinci bölüm bir boru mesnet üzerinde 360° dönebilmekte,22 m uzaklığa beton ulaştır - makta ve yatayla -10° ile $+24^{\circ}$ açı ile çalışabilmektedir.Beton iletim hızı $4 \text{ m}^3/\text{dakika}$ dır.Birinci bölümü teşkil eden sabit bandlarla 15%'i geçmeyen eğimlerde çok yüksek kotlara beton ulaştırmak mümkündür.

3.Lower belt:

Beton sabit bandla kule vincin kulesi üzerindeki düşey hareketli bir platfor - ma götürülmektedir.Bu platformdan beton link belt ile distribütör bandlara veril - mektedir.Bu dağıtım bandları iki parçadan meydana gelmekte,ilk parça kule vincin kulesine,uçtaki band ise kule vincin bomuna halatla bağlıdır.Kule vincin yatay hareketi,platformun düşey hareketi,ayrıca dağıtım bandlarının 270° dönebilmeleri bu ekipmanın çok geniş bir alana,önceden bir hazırlık yapılmaksızın,kolaylıkla u - yabilmesine imkan vermektedir.Döküm hızı kolaylıkla $70-80 \text{ m}^3/\text{saat}$ olmaktadır.

4.Slab master:

12% eğimli olan dolusavak şüt döşemelerinin betonlanması için planlanmış olan bu ekipman iki kısımdan oluşmaktadır.100 m uzunluğundaki ana besleyici band sis - temi,hareketli düşülerle betonu,hemen yanındaki slab master'e ulaştırmaktadır. Slab master'in beton dökme kirişi döküm doğrultusunda ileri,geri hareket edebil - mektedir.Bu kiriş üzerinde bir operatör tarafından idare edilen beton dökme hor - tumu vardır.Betonlanan döşemenin enlemesine uzunluğu böylece betonla doldurulduk - tan sonra vibrasyon yapılmakta,daha sonra helezonî yayıcılar ve yüzey vibratörü ile yüzey düzeltilmektedir. 11.75-14.50 m genişlikte,28 m uzunlukta ve 1.00 m ka - lınlıktaki şüt döşeme betonları bu ekipmanla gayet düzgün bir şekilde dökülerek yüzeyin perdahlı bir görünüm alması için son rötuşlar yapılabilmektedir.Üzerinde süper kritik akımın yer alacağı dolusavak şütünde kavitasyon olayının meydana gelmemesi için yüzeyin son derece pürüzsüz olması zorunludur.

5.Auger max:

Band sistemlerinde besleyici olarak kullanılmakta ve betonun bandda sürekli - liği sağlanmaktadır. 5 m^3 hacimli hunkeri,beton helezonları ve kısa bir bandı mevcuttur.

3.2.2.Borulu sistemler

Genel olarak akıcı veya plastik kıvamdaki yapı betonlarının kalıplara iletilmesi ve yerleştirilmesinde kullanılır.Çoğunlukla donatılı olan bu betonların slump'ları 8-10 cm'nin üzerinde bulunmaktadır.

1.Mobil pompaları:

Tanınmış bir firmanın imalatı olan değişik kapasitelerde 8 adet mobil pompa mevcuttur.M32,M38,M43 tipleri ile 32-43 m'ye kadar beton basılabilmektedir.Orta - lama verimleri 25-30 m³/saat tir.Pompa betonlarında slump ve işlenebilme özelliği çok önemlidir.Bu amaçla kullanılan ve akışkanlaştırıcı adı verilen katkıları büyük kolaylık sağlamaktadır.

2.Sabit beton pompaları:

Değişik kapasitede üç tip sabit pompa kullanılmakta olup toplam sayıları 13' tür.Bunlar galerilerde,eğimli yüzeylerde ve yerleştirme kollarının (placing boom) beslenmelerinde kullanılmaktadır.Beton ileten boru hatlarının bakımı itina ile yapılmalıdır.Dipsavak inşaatında 40 m'lik düzey inişlere,eğik galerilerde 88% eğimli yerlerde ve galerilerde 150 m'den uzun mesafelere borulardan pompa ile beton gönderilmiştir.

3.Placing boom:

Çelik kule veya boru üzerine akupile edilmiş bir kola bağlı boru sistemi ve uçundaki fil hortumu ile beton istenilen yere rahatça gönderilebilmektedir.Sabit beton pompaları ile beslenen ve 360° dönebilen bu sistemden 4 adet mevcuttur;böylece beton 42 m yüksekliğe ve 42 m uzaklığa basılabilmektedir.

3.2.3.Kovalı sistemler:

Kule vinçlere asılı olan 1.5-6 m³ gibi değişik hacimdeki kovalarla beton dökümü az miktarda yapılmıştır.Diğer beton ekipmanın döküm üstünlüğü,kule vinçlerin başka hizmetlere ayrılması gibi sebeplerle kova ile beton dökümü pek fazla denenmemiştir.

3.2.4.İzaz betonun sıkıştırılması:

Havallı,elektrikli ve dizel tipi olmak üzere Baraj Şantiyesinde 200 den fazla vibratör kullanılmaktadır.42 V ile çalışan elektrikli vibratörler için konvektörlerle voltaj ayarlanmaktadır.Kütle betonlarında O & K Back-hoe'ya akupile vibratörler çok etkili olmaktadır.Bunlardan üç adet mevcut olup,vibrasyonun sür'atli ve etkin şekilde yapılmasını sağlamaktadır.Galerilerdeki çelik kalıplarda daha çok yüzey vibratörleri etkili olmaktadır.

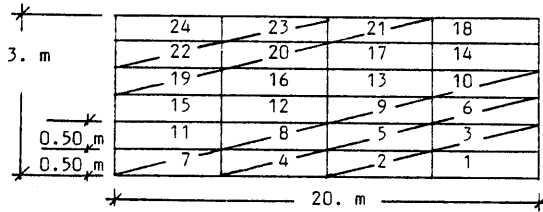
Büyük hacimlerde dolgu betonu olarak kullanılan R.C.C. ise D8 dozerle serilip vibrasyonlu silindirle sıkıştırılmaktadır.

Betonun yerine yerleştirilmesindeki itina kalitenin bir göstergesidir.Bu itinanın en çok beton vibrasyonuna gösterilmesi gerekir.Şantiyede dikkat edilen

başlıca noktalar,önceden tesbit edilen aralıklarla vibrasyon yapılması,vibratör - le betonun kat'iyen yayılmaması ve olduğu yerde sıkıştırma yapılması,vibrasyon süresinin sabit bir değer olmayıp betonun kıvamına göre değişgen olduğunun unu - tulmaması,vibrasyona ne zaman son verileceğinin net olarak bilinmesidir.

Vibrasyona betonun priz süresi içinde devam edilemeyeceğinden büyük hacımdaki anolar dökülürken alt tabaka prizini yapmadan üstündeki betonun dökülmesi gerekir. Bunun için kütle betonu dökümünde-3.2. de de işaret edildiği gibi- döküm hızı,ye- ni dökülen tabakanın vibrasyonu yapılırken,sıkıştırıcı ucun alt tabakaya da bir miktar girmesini sağlayacak şekilde tespit edilir.Sıcak aylarda karşılaşılan güç- lükleri yenmek için akışkanlaştırıcı katkının aynı zamanda priz geciktirici olan tipi kullanılmaktadır.Yukarıdaki şartların sağlanması için,genel olarak büyük hacımlı dökümlerde kademeli döküm sistemi uygulanmaktadır.Örnek olarak 3.00 m yüksekliğinde ve kalıp boyutlarına göre herbiri 0.50 m kalınlıkta 6 adet tabaka şeklinde dökülen $20 \times 14 \times 3 = 840 \text{ m}^3$ hacmindeki bir kalıpta kademeli döküm verileri, "dökümün ortalama hızı $70 \text{ m}^3/\text{saat}$ ve en geç iki saat içinde alttaki dökümün üs- tündeki dökümü yapmak gereklidir" şeklinde verilmişse:

$70/2=35 \text{ m}^3$ 'lük 24 ayrı döküm düşünmek gerekir ($840/35=24$).Aşağıdaki krokide 35 m^3 'lük kısmı dökümlerin sırası sayılara göre verilmiştir.



Kademeli döküme rağmen yaz aylarında taze beton yüzeyinin kurumaması,ıslatıl- mış jüt çuval örtterek sağlanmakta ve jütler daima ıslak tutulmaktadır.

Vibrasyonu yapılmış en üst tabaka üzerine -72 saat sonra- tekrar beton dökü - leceğinden,her iki betonun birbirine iyi kaynaması için,dökümden 2-4 saat sonra, priz tamamlanmadan 500 bar basınçlı su jetleri ile alt tabaka yüzündeki ince mal- zeme kaldırılmaktadır.Nihaî yüzeyin düzeltilmesi ahşap masterlar,perdah makinası (power float),vibratörlü master gibi makinalarla yapılmaktadır.

3.2.5.Taze betonun bakımı

Betonun üretimi ve yerleştirilmesi kadar önemli bir işlem de bakımıdır.Zama - nında gerekli bakım yapılmazsa betonun beklenen özelliklere sahip olamayacağı bi- linmektedir.Bakımı yapılmayan bir betonda kuruma nedeniyle büzülme çatlakları daha çok oluşmaktadır.Sıcak mevsimdeki bakıma karşı kış aylarının da kendine özgü bir bakımı vardır.

Sıcak mevsim bakımı -veya kür- dökümden sonra betonun suyunu kaybetmesini önlemek için yapılan bakımdır ve çok önemlidir. Atatürk Barajında taze betonun bakımı, örtülen yüzeyi sprinkler -veya başka araçlar- ile 15 gün ıslak tutmak şeklinde yapılmaktadır. Bu bakım özellikle dolusavak şüt kanalında büzülme derzlerinin beklenenden fazla açılmasını önlemek yönünden önem kazanmaktadır. Su ile kür yapılması güç olan yüzeylerde (galeriler, tavanlar, düşey yüzeyler) ince bir koruma tabakası (film) teşkil ederek anı su kaybını önleyen kür maddeleri kullanılmaktadır.

Kış aylarındaki bakım ise daha çok, taze betonun sıcaklık kaybetmesini önlemek amacıyla yapılmaktadır. Beton naylon örtülerle örtülmekte, örtü üzerine kum serilmekte, bazı hallerde ise kalıplar ısıtılmaktadır.

4. BETONUN KALİTE KONTROLUNDA BİLGİSAYARIN ROLÜ

Betonun kalite kontrolü denilince ilk akla gelen basınç mukavemetlerinin kontrolüdür. Hernekadar basınç mukavemeti betonun diğer özelliklerinin iyi bir göstergesi ise de bugünkü teknoloji düzeyi büzülme, geçirimsizlik, kimyasal etkiler ve zamana karşı dayanıklılık gibi özelliklere de büyük önem vermektedir. Bu nedenle taze betonda birim ağırlık, hava içeriği, işlenebilme gibi özellikler; sertleşmiş betonda ise basınç mukavemetleri, betonu teşkil eden malzemelerin özellikleri ile birlikte, sürekli olarak izlenmelidir. Böylece alınacak sonuçlara göre -gerekirse- düzeltme veya iyileştirmelere gidilmelidir. Bu amaçla bilgisayardan yararlanılması büyük kolaylıklar ve olanaklar sağlamaktadır. Atatürk Barajı Şantiyesinde dökülen betonların tarih sırası ile döküm yerleri, zamanları, miktarları, cinsleri, karışım No.ları, döküm hızları ve yerleştirme ekipmanları ile birlikte bir program kapsamına alınmış olarak izlenmektedir. Bu program aynı zamanda beton bünyesine giren bütün malzeme miktarlarının hesabını da vermektedir (Ek-5).

İkinci bir program da önemli beton özelliklerinin istatistik yöntemle değerlendirilmesi yer almakta ve Şartname koşullarının sağlanıp, sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Bu program yardımı ile betonların, üretildikleri beton santrallerine, bünyelerine giren çimentoya ve döküm yerlerine göre de karşılaştırılmaları yapılmaktadır (Ek-6).

Ayrıca, haftalık olarak bilgi alındığı gibi sistematik olarak aylık raporlar düzenlenmekte, yıl sonunda o seneye ait kalite ve miktarlarla ilgili bütün bilgiler istenilen esaslara ve formlara göre elde edilebilmektedir (Ek-5).

5. BETON KONUSUNDA YENİ YAYINLARIN İZLENMESİ

Değerleri kabul edilmiş ve klasik hale gelmiş beton literatürü ile birlikte konunun yeni yayınlarla da izlenmesi bir çok problemin çözümünde kolaylık sağlar. Unutulmamalıdır ki katılaştırmadan önce çamurdan farksız olan taze beton, katılaştıktan sonra tabii kayalardan farksız hale gelmektedir. Bu basit görünümlü ve herkes tarafından üretililebilen bileşimin kalitesi ve ekonomisi konusunda çalışmalar ve

araştırmalara halâ devam edildiği gibi beton teknolojisi de özellikle üretim ve yerleştirme ekipmanı yönünden hızla gelişmektedir. Atatürk Barajı Şantiyesinde kullanılan beton ekipmanı bu konuda yeterli fikir vermektedir. Bu bakımdan Şantiyede klasik dokümanlarla birlikte yeni yayınlara da büyük önem verilmektedir. Böylece beton kalitesinin, teoriden pratiğe kadar bütün yeni bilgilerden ve deneyimlerden yararlanarak geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

6. SONUÇ-DEĞERLENDİRME-ÖNERİLER

6.1. Betonun kalite ve kontrol problemlerinin büyük ve en önemli bölümü planlama aşamasında çözümlenmelidir.

Planlama yapılırken teknolojinin ulaştığı en yeni olanaklar gözönünde tutulmalıdır.

Beton santralleri, taşıma araçları, betonu yerine yerleştirmede kullanılacak makina ve ekipman amaca uygun olarak seçilmeli, beton santrallerinin doğru yerlerde kurulmaları sağlanmalıdır.

6.2. Betonun teşkil eden malzeme kaynakları incelenirken, tabii karakteristikleri uygun malzemeler bulunmalı, eleme-yıkama tesislerinden yararlanılmalı, baraj kütle betonlarında düşük ısı çimento kullanılmalıdır.

6.3. Gerekli çalışmaları yapabilecek kapasitede bir beton laboratuvarı kurulmalı, ön çalışmalar yapılarak uygun karışımlar tesbit edildikten sonra, özellikle başlangıçta, beton dökümü ve özellikleri sıkı bir denetime tâbi tutulmalıdır.

6.4. Betonun yerine yerleştirilmesi büyük bir dikkatle yapılmalı, taze betonun bakımına gösterilen özen beton üretimi ve dökümü için gösterilenden farksız olmalıdır. Aksi takdirde bütün gayretlere rağmen beklenen sonucun elde edilmesi olanaksızdır.

6.5. Beton kalite kontrol ve denetiminde istatistik hesap yöntemleri ve bilgisayar kullanılması en doğal ilke olarak kabul edilmelidir.

6.6. Beton kalitesini geliştirmek için gerekli olan şartların tümü bir bütün olarak düşünülmeli ve yerine getirilmelidir. Üretimi veya dökümü hatalı olan bir betonun bakımının fevkalade yapılması ne kadar faydasızsa, dökümü kurallara uygun ve kalitesi yüksek bir betonun bakımının ihmal edilmesi de aynı şekilde kötü sonuç alınmasına sebep olacaktır.

EK LİSTESİ

Ek 1-ATATÜRK BARAJI VE HES İNŞAATI

Genel Vaziyet Planı

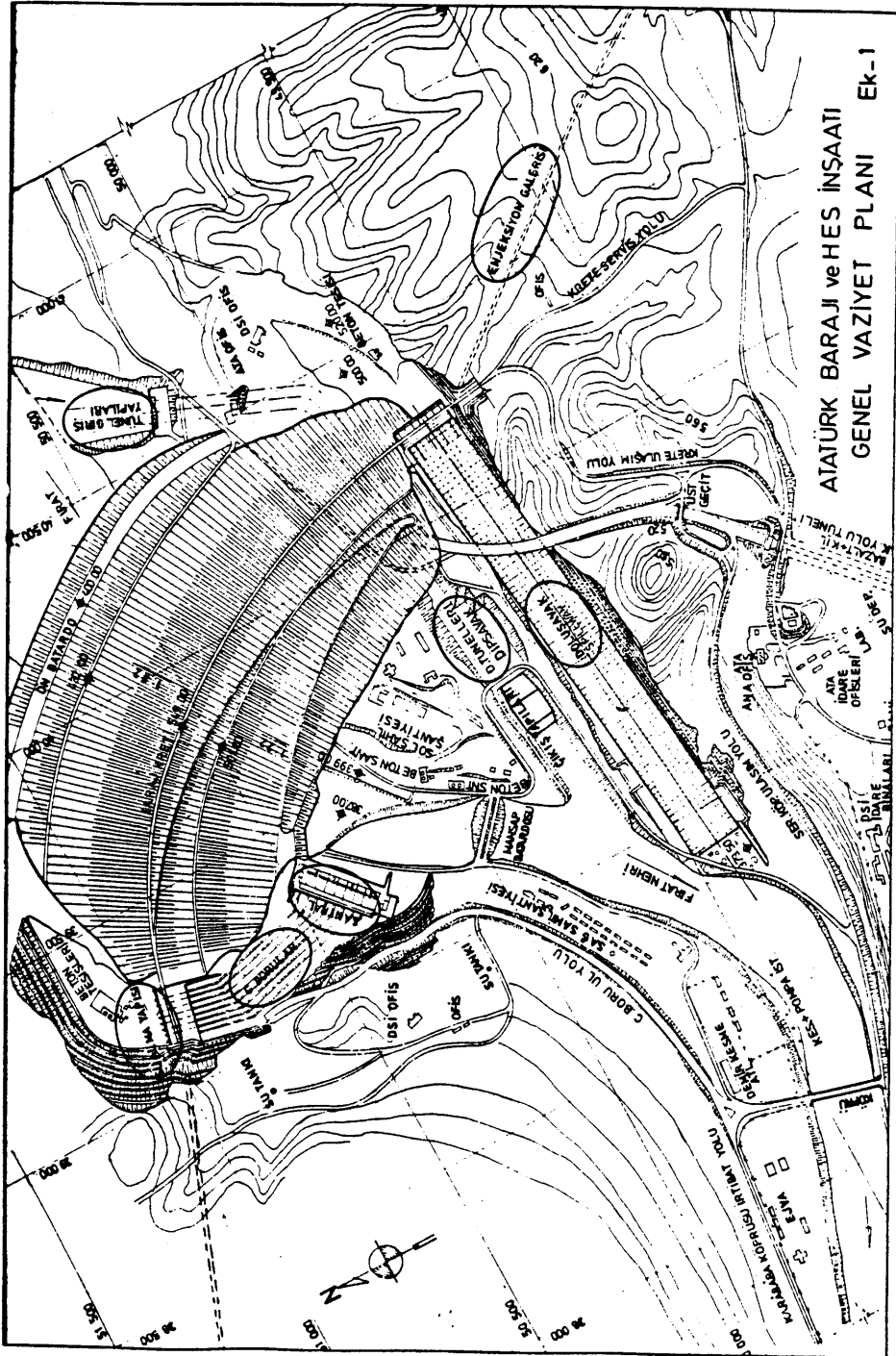
Ek 2-Nehir allüvyonu ve kategorilere ayrılmış agrega granülometrileri

Ek 3-Yapı ve kütle betonu granülometrileri

Ek 4-Beton karışımları listesi

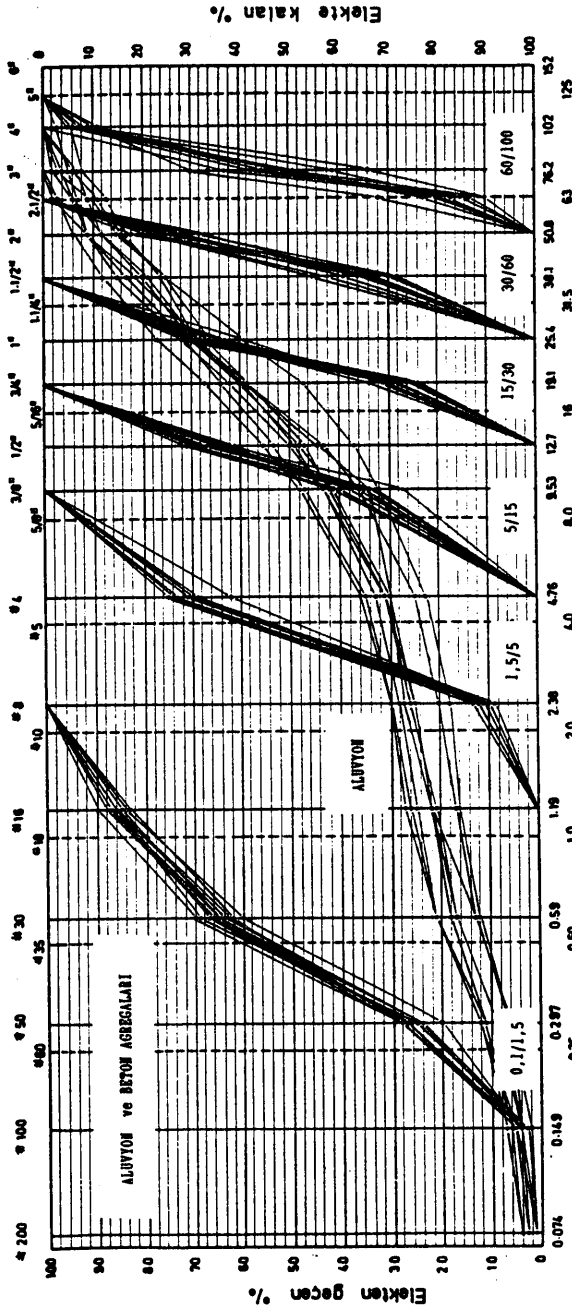
Ek 5-Beton dökümleri ve malzeme miktarlarının bilgisayarla izlenmesi

Ek 6-İstatistik yöntemle beton kalite kontrolünün bilgisayarla izlenmesi



ATATÜRK BARAJI VE H.E.S. Tane büyüklüğü dağılımı grafiği

YIL : 1989 Ocak / Mart
YER : ATATÜRK BARAJI
Sol Sahil Slope-Yüksele Testisi



Göz açıklığı (mm)

iri agrega

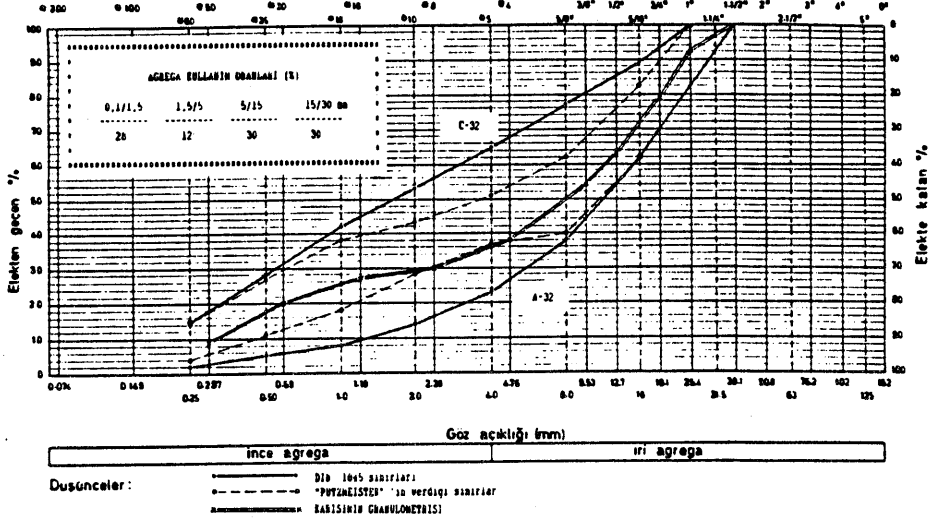
ince agrega

Düşünceler :

Ek-2

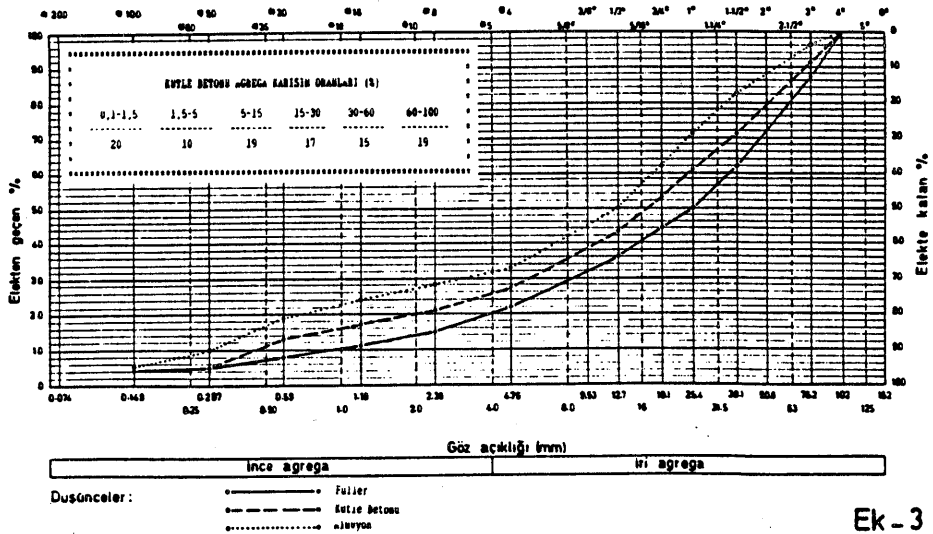
ATATÜRK BARAJI VE H.E.S Tane büyüklüğü dağılımı grafiği

Yıl : 1960
Yer : Atatürk Barajı



ATATÜRK BARAJI VE H.E.S Tane büyüklüğü dağılımı grafiği

Yıl : 1960
Yer : Atatürk Barajı



Ek - 3

ATATÜRK BARAJI VE HES İNŞAATI
BETON KARISIMLARI LİSTESİ

SAYFA : 1

SIRA NO:	MIX NO:	BETON SINIFI	C İ M E N T O FABRİKASI TİPİ DOZU	M/C (SU)	K A T K İ TÜRÜ	ORANI (%)	AGREGA KARISIM ORANLARI (%)	TEORİK DİR.AG.	MAL. SLUMP (CM)	UYGULANDIĞI YERLER
							0.1 1.5 5 15 30 60 100 (KG/M3)			
GEÇERLİ OLDUĞU TARİHLER :							19.02.88	06.07.88		
1	2	C200/032	URFA/ADİY. KPC	275	0.55	3-4	0.4 31 7 30 32	2461	10	GENEL POMPA BETONU
					(151)		(1.1) (631)(142)(610)(651)			
2	3	C250/032	URFA/ADİY. KPC	300	0.52	3-4	0.4 31 7 30 32	2456	9	SUALMA YAPISI
					(156)		(1.2) (620)(140)(600)(640)			
3	4	C250/032	URFA/ADİY. KPC	300	0.53	3-4	0.4 31 7 30 32	2450	13	ERJESİYON GAL.KEMER
					(159)		(1.2) (617)(139)(597)(637)			
4	5	C250/32	URFA/ADİY. KPC	300	0.52	3-4	0.5 31 7 30 32	2456	11	HES.GAL.KRS.DOS
					(156)		(1.5) (620)(140)(600)(640)			
5	6	C160/100	URFA/ADİY. KPC	180	0.60	3-4	0.4 25 5 19 17 15 19	2524	5	KUTLE BETONU
					(108)		(0.7) (559)(112)(425)(380)(335)(425)			
6	7	C250/32	URFA/ADİY. KPC	300	0.49	3-4	0.4 29 10 25 36	2472	5	ROVA BETONU
					(147)		(1.2) (587)(202)(506)(729)			
7	8	C250/015	URFA/ADİY. KPC	330	0.52	3-4	0.4 32 31 37	2428	11	DİS.KST.DOS.DUVAR
					(172)		(1.3) (616)(597)(713)			
8	9	SERBET	URFA/ADİY. KPC	500	0.55		0.0 66 34	2263	0	S E R B E T
					(275)		(0.0) 982 506			
9	10	C160/100	URFA/ADİY. KPC	200	0.60	3-4	0.4 25 5 19 17 15 19	2505	5	KUTLE BETONU
					(120)		(0.8) (546)(109)(415)(371)(328)(415)			
10	11	C250/032	URFA/ADİY. KPC	320	0.50	3-4	0.4 31 7 30 32	2451	9	SUALMA YAPISI
					(160)		(1.3) (611)(138)(591)(631)			
11	12	C250/032	URFA/ADİY. KPC	330	0.50	3-4	0.5 31 7 30 32	2443	19	SUALMA YAPISI
					(165)		(1.7) (604)(136)(584)(623)			
12	13	C360/032	URFA/ADİY. KPC	340	0.42	3-4	0.3 29 10 25 36	2483	5	DOLUSAVAR SUT KANALI
					(143)		(1.0) (580)(200)(500)(720)			
13	14	C360/032	URFA/ADİY. KPC	350	0.42	3-4	0.5 31 7 30 32	2477	10	DOLUSAVAR ESİK YAP.
					(147)		(1.8) (614)(139)(594)(634)			
14	15	C300/015	URFA ADİY. KPC	350	0.49	3-4	0.4 32 31 37	2430	12	DIPSAVAR IZGARA YAP.
					(172)		(1.4) (611)(592)(706)			
15	16	C250/032	URFA/ADİY. KPC	320	0.50	3-4	0.5 31 7 30 32	2451	11	HİDROELEKTRİK SANTR.
					(160)		(1.6) (611)(138)(591)(631)			
16	17	C250/032	URFA/ADİY. KPC	320	0.51	3-4	0.4 31 7 30 32	2445	13	ERJESİYON GAL.KEMER
					(163)		(1.3) (608)(137)(589)(628)			
17	18	C360/032	URFA/ADİY. KPC	350	0.42	3-4	0.4 29 10 25 36	2477	7	DOLUSAVAR DİN.HV.DOS
					(147)		(1.4) (574)(198)(495)(713)			
18	19		URFA/ADİY. KPC	450	0.48	3-4	0.5 40 60	2362	0	AKKRAJ BETONLARI
					(216)		(2.3) 678 1017			
19	20	C250/032	URFA/ADİY. KPC	320	0.50	3-4	0.4 28 12 30 30	2451	9	MIX 11-16-17 KUL.YER
					(160)		(1.3) (552)(237)(591)(591)			
20	21	C360/032	URFA/ADİY. KPC	350	0.42	3-4	0.5 28 12 30 30	2477	10	MIX 14'UN KUL.YER.
					(147)		(1.8) (554)(238)(594)(594)			
21	22	C160/100	URFA/ADİY. KPC	200	0.60	3-4	0.4 20 10 19 17 15 19	2506	5	MIX 10'UN KUL.YER.
					(120)		(0.8) (437)(219)(415)(372)(328)(415)			
22	23	GARAYT	URFA/ADİY. KPC	400	0.48	BKX	2.0 65 35	2394	0	G A R A Y T
					(192)		(8.0) 1171 631			
23	24	C250/032	URFA/ADİY. KPC	320	0.47	3-4	0.4 29 10 25 36	2468	5	DOLUSAVAR DİN.HAVUZU
					(150)		(1.3) (579)(200)(499)(719)			
24	25	C360/032	URFA/ADİY. KPC	350	0.44	3-4	0.6 31 7 30 32	2465	16	Z A R F BETONU
					(154)		(2.1) (608)(137)(588)(627)			
25	26	C160/100	URFA/ADİY. KPC	210	0.60	3-4	0.5 25 5 19 17 15 19	2496	5	MIX 10'UN KUL.YER.
					(126)		(1.0) (540)(108)(410)(367)(324)(410)			
26	27	C360/032	URFA/ADİY. KPC	360	0.43	3-4	0.5 31 7 30 32	2464	10	MIX 14'UN KUL.YER.
					(155)		(1.8) (604)(136)(585)(624)			
27	28	C360/032	URFA/ADİY. KPC	360	0.44	3-4	0.4 29 10 25 36	2459	7	DİN.HAVUZU ÜST DOS.
					(158)		(1.4) (563)(194)(485)(698)			

NOT 1) PARANTEZ İÇİNDKİ DEĞERLER MALZEME MİKTARLARINI GÖSTERMEKTEDİR (KG)

Ek-4

TARİH : OCAK - 88

ATATÜRK BARAJI VE HES İNŞAATI BETON DOKÜMLERİ

SAYFA : 1

SIRA NO.	D O K U M Y E R İ V E A N O S U	BAŞLAMA		BİTİŞ		SANT. DOK. HIZI		KARISIM NO. LARI			ÜRETİLEN BETON (m3) SERB. Y A P I KÜTLE			İ P T A L B E T O N L A R I İ P T A L N E D E N L E R İ		
		GÜN	SAAT	GÜN	SAAT	NO.	SB	Y1	Y2	KB	Y1	Y2	KB	Y1	Y2	KB
1	CEB 14-5-6 SAHA BET.	1	13.00	1	15.30	30	4		2				77			
2	SAY 520/006	1	13.00	1	21.55	11	4	9	3	8	3	98	218	3		
3	CEB 5.6.7.8 DOLGU	2	13.45	3	1.00	76	2		11				248			
							4	9	11		6	603				
4	DOS DH SA7/06	2	14.00	2	18.40	27	5	9	11				126			
5	DOS YK A/010	2	13.40	2	20.16	38	3	9	11		1	255				
6	BAL L3 KAYA DÜZ.	2	13.50	2	16.40	18	1		16				53			
7	BOV SOL SAH.0+700	2	14.07	2	14.15	75	3		8				15			
8	GEN SANT. KONTROLSUZ	2	8.15	2	9.25	12	1	9	5		1	15				
9	GEN KONTROLSUZ DENEME	3	10.00	3	10.15	44	4		1				11			
10	SAY 13/E2	3	13.43	3	20.13	46	4	9	11		4	303				
11	DOS DH SA12/002	3	13.15	3	16.13	40	2	9	11		1	120				

TARİH ARALIĞI : 01.01.88 - 31.12.88

BETON ÜRETİMİNDE KULLANILAN MALZEME MİKTARLARI (TON)

BETON CİNSİ	CİMENTO		SU		KATKI		A G R E G A				MİKTARLARI		
	MİKTARI	MİKTARI	MİKTARI	MİKTARI	0.1-1.5	1.5 - 5	5- 15	15-30	30-60	60-100			
SERBET	2426	1334			4765	2455							
YAPI BETONU	181227	89319	797.384	325956	108882	321371	352418						
KÜTLE BETONU	43786	27336	168.355	108661	43476	96047	86063	76661	88514				
GENEL TOP.	227439	117989	965.739	439382	154813	417418	438481	76661	88514				

ATATÜRK BARAJI VE HES İNŞAATI

BETON DOKÜMLERİ

TUM ÜNİTELER GENEL KONTROLU

01.01.88 - 31.12.88 ARASI

Ü N İ T E	Ü R E T İ L E N (M3)			İ P T A L (M3)			C İ M E N T O (T O N)	
	YAPI BET.	KÜTLE BET.	SERBET	YAPI BET.	KÜTLE BET.	KULLANILAN	İ P T A L	
GENEL SANTIYE YERLEŞİM	3405	79	120	15		1086	5	
BOVDE VE BATARDO	1286		100			462		
GALERİLER	67996		981	2188		22297	707	
DİPSAVAK	13607		206	98		4488	32	
SUALMA YAPISI	64971	105010	1257	304	339	42953	165	
CEBRI BORULAR	103908	3113	727	489	5	34116	158	
DOLUSAVAK	227148	120194	915	850	239	96474	325	
HİDROELEKTRİK SANTRALI	78407		518	520		24967	168	
SALT SAHASI	1882		29	1		595		
TOPLAMLAR	562608	228395	4851	4463	583	227439	1560	
GENEL TOPLAMLAR		795854		5045				

ATA LABORATUVARI
BETON KALITE-KONTROL PROGRAMI

SAYFA : 6

BETON SINIFI : C160/100

TARİH ARALIĞI :01.01.88 - 31.12.88

BETON NUMUNE ÖZELLİKLERİ GENEL LİSTESİ

DENEY NO.	KOD NO.	TARİH	SANT. NO.	DOKUM (AND ADI)	YERİ	ALAN KURUM	BETON SINIFI	MIX NO.	CİMENTO FAB.- TIP	TAZE B E T O N				CEVRE	SERTLEŞMİŞ B E T O N		
										SLUMP (cm)	HAVA (%)	BİR.AG. (kg/m3)	SİC. (°C)	SİC. (°C)	NUMUNE (cm)	DAYANIM(kgf/cm2)	7 28 90
226	541	12.12.88	4	SAY 15/L1		ATA	C160/100	22	SURF-KPC	4.0	1.8	2526	15.0	11.0	25/50	103	159 213
227	544	13.12.88	4	SAY 513/L1		ATA	C160/100	22	SURF-KPC	3.0	1.8	2505	14.0	10.0	25/50	120	141 206
228	549	14.12.88	4	SAY 15/K2		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	3.0	1.7	2528	14.0	11.0	25/50	121	221 234
229	552	14.12.88	3	DOS EY SA1/101		ATA	C160/100	22	SURF-KPC	3.0	1.6	2548	12.0	8.0	25/50	140	209 299
230	556	15.12.88	3	DOS SK SA2/R01-62		ATA	C160/100	22	SURF-KPC	3.0	1.7	2539	12.0	7.0	25/50	174	244 327
231	559	16.12.88	4	SAY 501/I1		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	4.0	1.8	2533	14.0	11.0	25/50	103	180 205
232	567	21.12.88	4	SAY 16/L1		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	3.0	1.9	2533	12.0	5.0	25/50	121	172 220
233	566	21.12.88	3	DOS SK SA2/R01-61		ATA	C160/100	22	SURF-KPC	5.0		2551	14.0	7.0	25/50	110	204 278
234	571	22.12.88	2	DOS DH SA3/010		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	3.0	1.8	2548	12.0	5.0	25/50	188	266 306
235	572	22.12.88	4	SAY 16/L2		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	3.0	1.7	2518	13.0	7.0	25/50	143	188 259
236	573	23.12.88	3	DOS SK SA2/R01-62		ATA	C160/100	22	SURF-KPC	3.0	1.7	2528	14.0		25/50	122	181 227
237	576	24.12.88	4	SAY 501/J1		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	4.0	1.7	2536	12.0	4.0	25/50	128	199 237
238	581	26.12.88	3	DOS SK L01/DB06		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	4.0	1.8	2528	9.0	2.0	25/50	120	211
239	583	26.12.88	2	DOS DH SA3/011		ATA	C160/100	22	ADYM-KPC	5.0	1.8	2540	10.0	2.0	25/50	144	227

NOT : ADYM = ADIYAMAN

SURF = SANLIURFA

MRDN = MARDIN

TARİH ARALIĞI :01.01.88 - 31.12.88

DEĞERLENDİRME

BETON SINIFI : C160/100

					TAZE B E T O N				CEVRE	SERTLEŞMİŞ B E T O N		
					SLUMP (cm)	HAVA (%)	BİR.AG. (kg/m3)	SİC. (°C)		SİC. (°C)	BASINÇ DAYANIMI(kgf/cm2)	7 28 90
İSTATİSTİKSEL BÜYÜKLÜKLER	NUMUNE SAYISI	(n):	239		190	228	239	236		238	237	230
	SAYISAL ORTALAMA	(m):	3.3		1.8	2545	13.1	14.7		124	192	241
	STANDART SAPMA	(s):	0.9		0.2	20.8	2.1	9.6		26	31	38
	DEĞİŞİM KATS. COEFİSİYANSI	[Z] (v):	26.4		13.6	0.8	16.4	65.2		21	16	16
	CARPIKLIK	(sk):	1.2		0.4	-0.3	-1.3	0.8		0.1	0.4	0.5
	ENKÜÇÜK DEĞER	(min):	1.0		1.3	2459	6.0	1.0		59	120	167
	ENBÜYÜK "	(max):	6.0		2.8	2595	18.0	36.0		215	289	386
	YAYILMA ARALIĞI	(r):	5.0		1.5	136	12.0	35.0		157	169	219

SARTNAME KOSULLARI
DENETİMİ

R ort >= R nom + s (192) = 160 + 31)
R1 28 > 0.8 * R nom
(SAYI / Z)
R7/R28 - R90/R28

EVET
HAYIR
2 / 1
0.65 - 1.25

LİSTE SONU

Ek-6