

HAZIR BETONDA
BİR STANDART KALİTE ÇALIŞMASI

Çağatay ODABAŞI
Mühendis
Tesis Müdürü
İzmir, Türkiye

Ahmet KARADAĞ
İnşaat Mühendisi
İzmir, Türkiye

Ö Z E T

Hazır betonun TS 500-84 standartlarında üretilmesi ve üretimin sürekli olarak bu standartlara uygun olarak gerçekleştirilebilmesi için, üretim sürecinde alınması gerekli tedbirlerin tesbiti amacıyla bir dizi çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda beton basınç mukavemetlerinin, model belirsizliği dikkate alınarak asıl varyasyon katsayılarının 0,18'in altında kalması hedeflenmiştir. Bu hedefe, alınan tedbirlerle ulaşıldığı görülmüştür.

HAZIR BETONDA
BİR STANDART KALİTE ÇALIŞMASI

1. GİRİŞ :

Çağdaş bir toplum olmanın en önemli göstergelerinden birisi de çağdaş yapılara sahip olmaktır. Gelişen ve kalkınan bir toplum ve ülke olma gayretlerimizi çoğaltarak sürdürmekte kararlı olduğumuza ve çağdaş yapılarda genellikle betonarme taşıyıcı sistemler kullanıldığına göre, beton üretiminde de çağdaş teknoloji ve standartlara ulaşmak zorunluluğumuz tartışılmaz.

Bilindiği gibi, yapısal bir tasarımda malzeme mukavemetleri, yükler, boyutlar v.s. gibi değişkenler stokastik büyüklüklerdir ve rasgele olgulardır. Yani, bir yapıda her zaman göçme durumu da dahil istenmeyen durumlar meydana gelebilir. Bu durumlar yapının riskini oluşturur. [1]

CEB MC 78'de ve TS 500-84 standartlarında betona ilişkin kısmi güvenlik katsayısının (γ_c) genel olarak 1,5 alınması öngörülmektedir. Bu değer milyondabir göçme riski ($P_f=10^{-6}$) öngörülerek belirlenmiştir. Bir yapı tasarımında $\gamma=1,5$ alınmış ise, yapıda kullanılacak betonun varyasyon katsayısının (V_c) da en fazla 0,15 olması gerekmektedir.

Ülkemizin ve özellikle Ege Bölgemizin önemli çimento üreticilerinden olan şirketimiz 1986 yılı sonlarından itibaren hazır beton üreterek, inşaat sektörüne tamamlayıcı nitelikte bir hizmet sunmaya başlamıştır. Yapılan beton üretiminde esas olarak TS 500-84 standartlarına uyulması hedeflenmiş olup, bu arada bu standartların asıl kaynağı olduğu anlaşılan Avrupa beton standartlarından da faydalanılmıştır.

Şirket, hazır beton üretiminde, kendi ürettiği agregayı ve KPÇ 325 çimentoyu kullanmaktadır. 400 ton/saat kapasiteli kırma-eleme tesisinde kalker taşı kırılmakta ve 4 ayrı gradasyon gurubunda (0-5 mm, 5-15 mm, 15-25 mm, 25-50 mm) nihaî ürün alınmaktadır. Beton santrali İtalyan yapısı olup, $2 \times 90 = 180 \text{ m}^3/\text{saat}$ kapasiteli ve kompitürize proses kontroluna sahiptir. Tartı hassasiyeti $\pm \% 0,2$ dir. Transmikserler kuru sistem olup, betonun suyu inşaatta verilmekte ve 6 dakikada beton yeterli homojenizasyona ulaştırılabilmektedir. Ayrıca yeterli sayı ve kapasitede cihaz-ekipman ihtiva eden bir de laboratuvar mevcuttur.

II. ÖN ÇALIŞMALAR :

Şirketin, beton satışına başladığı 4.11.1986 tarihinden evvel 64 adet beton dizaynı tesbit edilmiş ve bu dizaynlarla yaklaşık birbuçuk aylık bir süre içerisinde 1200 m³ şantiye şartlarında deneme betonu yapılmış ve bunlardan 24 adedi kullanılmaya değer bulunmuştur. Bu dizaynlarda piyasanın da istekleri dikkate alınarak, beton slumpları genel olarak $12 \pm 2 \text{ cm.}$ olarak teşekkül ettirilmiştir. (Halen, gerek laboratuvar ve gerekse şantiye şartlarında denenmiş, irdelenmiş 700'den fazla beton dizaynı mevcuttur.)

III. ÜRETİM KALİTESİNİN SAPTANMASI :

Daha sonra, istisnasız her beton dökümünden beton nümuneleri alınarak basınç mukavemetlerinin ölçümleri yapılmıştır. Basınç mukavemeti tesbit testlerinin ön değerlendirilmesi şu hususları dikkate alınarak yapılmıştır.

- TS 500-84'de belirtildiği gibi birbirini takip eden her 10 test bir gurup olarak ele alınmıştır.

- Her gurupda karakteristik mukavemetten daha az mukavemete sahip betonun olup olmadığı, varsa kaç tane olduğuna dikkat edilmiştir.

Bilindiği gibi TS 500-84'de yapılan her 10 test içerisinde 1 adet test sonucunun karakteristik mukavemetten küçük olabileceği kabul edilmiştir. Bu durumda güvenilirlik % 90, risk % 10 olmaktadır. [2]

- Bulunan basınç mukavemetlerinin standart sapmaları hesaplanmıştır:

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - x_{ort})^2 + (x_2 - x_{ort})^2 + \dots + (x_n - x_{ort})^2}{n-1}} \quad (I)$$

Burada;

x = Bulunan basınç mukavemet değeri

n = Deney adedi (10)

- Varyasyon katsayısı hesaplanmıştır.

$$V = \frac{S}{x_{ort.}} \quad (II)$$

- Model belirsizliği dikkate alınarak asıl varyasyon katsayısı bulunmuştur.

$$V'_c = \sqrt{0,10^2 + V^2} \quad (III)$$

Kısmî güvenlik katsayısını 1,5 olarak sağlayacak V'_c değeri 0,18 dir. [4]

Belirtilen bu ön değerlendirme sonuçları, 1988 yılının son iki ayı ve 1989 yılının ilk ayı sonuçlarını da ihtiva edecek şekilde çizelgelerde verilmiştir. Çizelgelerden, model belirsizliği dikkate alınarak hesaplanan ve max. 0,18 olması gereken varyasyon katsayısının değişimi incelenebilir.

IV- SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Çalışmalarda, beton dizaynları önce laboratuvarda denenmiş ve sonuç olumlu bulunduğu takdirde uygulamaya geçilmiştir. Laboratuvarda yapılan deneylerde ise laboratuvar şartları mümkün olduğunca uygulamadaki şantiye şartlarına uydurulmaya çalışılmıştır. Bu konuda, sarfedilen ciddi ve inatçı gayretler fevkalâde olumlu sonuç vermiştir. Başlangıçta, laboratuvarda yapılan betonlarda elde edilen basınç mukavemetleri ile aynı dizaynın şantiyede uygulaması suretiyle elde edilen betonun basınç mukavemetleri arasında % 14'lük sapmalar görülürken, bu oran gittikçe küçülmüş ve 1988 yılı sonlarında % 2'ye kadar düşmüştür.

Bütün bu olumlu gelişmelere rağmen ekli çizelgelerden de anlaşılabilirceği gibi BS 14 (B 160) betonda, model belirsizliği dikkate alınarak max. 0,18 olması gereken 2^o asıl varyasyon katsayısı değerinin 1987 yılı Ağustos ayında 0,20 olması engellenememiştir. Bundan çıkarılabilir en önemli sonuç, beton kalitesinin belli bir standartta süreklilik kazandırılabilmesinin güçlüğüdür ve konunun ne kadar büyük bir ciddiyet arzettiğinin bir kez daha görülmesidir.

Belirtilen dönemde, beton basınç mukavemetleri varyasyon katsayısının 0,20 olarak gerçekleşmesinin tamamen ortam sıcaklığından kaynaklandığı tesbit edilmiştir.

V. STANDART KALİTENİN SÜREKLİLİĞİ İÇİN ALINAN TEDBİRLER :

Asıl varyasyon katsayısının sürekli olarak 0,18'den küçük teşekkül etmesinin sağlanabilmesi için aşağıda açıklanmaya çalışılan tedbirler alınmıştır :

- Şirketin ürettiği KPÇ 325 çimentonun mukavemetleri genellikle 360 - 405 kg/cm² arasında olmaktadır. Bu değişkenlik dikkate alınarak her beton sınıfı için 4'er adet beton dizaynı geliştirilmiştir. Çimento mukavemetine göre bu dizaynlardan uygun olanı tatbik edilmektedir.

- Kırma - eleme tesisinde elde edilen agregadaki ekstrem gradasyon değışikliklerine göre her beton sınıfında olmak üzere toplam olarak 38 adet beton dizaynı geliştirilmiştir. Kullanılan agrega hergün asgarî bir defa elek analizine tabi tutulmakta ve gradasyon durumuna uygun dizaynlar günlük olarak seçilmektedir.

- Ortam sıcaklığının olumsuz olarak etkilendiğı yaz aylarında çok nadir olmakla birlikte piriz geciktirici katkılar kullanılmaktadır.

- Sürekli yeni beton dizayn çalışmaları, programları yapılmakta ve uygulanmaktadır.

- Laboratuvar deney şartları, ortalama şantiye şartlarına yaklaştırılmaktadır. (Özellikle ortam isıları denkleştirilmeye çalıştırılmaktadır.)

- Hemen her beton dökümünde, müşteri şantiyesinde asgarî teknisyen seviyesinde bir teknik eleman bulundurularak, betonun dökümü sırasında ve sonrasında yapılması gerekenler konusunda uyarıcı, yol gösterici hizmet sunulmaktadır.

- Beton santralı tartı ünitelerinin haftada bir kalibrasyonları kontrol edilmektedir.

- Transmikserlerde bulunan elektronik ve mekanik su sayaçlarının hassasiyeti haftalık olarak kontrol edilmektedir.

VI. KAYNAKLAR :

- 1- GÜNDÜZ, A., "Yapısal tasarımda kısmî güvenlik katsayılarının belirlenmesiyle ilgili bir yaklaşım,,
Yıldız Üniversitesi Dergisi, 1986/1, İSTANBUL
- 2- GÜNDÜZ, A., "Betonarme/Taşıma Gücü ilkesine göre Hesap"
1980, İSTANBUL,

BETON CİNSİ 160								
D Ö N E M	DENEY ADEĐİ	Max Basiñ Mk. x max. kg/cm ²	Min Basiñ Mk. x min. kg/cm ²	Aranılan Ortalama Dayanım kg/cm ²	Ortalama Mukavemet kg/cm ²	Standart Sapma kg/cm ²	Varyasyon Kat Sayısı V _i	DÜŞÜNCELER
OCAK 1987	10	271	165	198,15	199,4	29,81	0,17	
ŞUBAT "	10	315	199	198,51	259,3	30,09	0,15	
MART "	"	315	213	204,22	254	34,55	0,16	
NİSAN "	"	300	193	198,23	233,4	29,87	0,16	
MAYIS "	"	307	188	202,81	239	33,45	0,16	
HAZİRAN "	"	273	210	181,27	234,8	16,62	0,12	
TEMMUZ "	"	250	168	191,25	224,5	24,42	0,14	
AĞUSTOS "	"	288	163	204,8	206,8	37,00	0,20	
EYLÜL "	"	250	171	195,21	209,5	27,51	0,16	
EKİM "	"	225	165	204,8	191,1	32,04	0,18	
KASIM "	"	275	161	202,77	203,6	33,42	0,18	
ARALIK "	"	260	188	190,51	235,2	23,84	0,14	

BETON CİNSİ 225								
D Ö N E M	DENEY ADEİ	Max Basınc Muk. x max. kg/cm ²	Min Basınc Muk. x min. kg/cm ²	Aranılan Ortalama Dayanım kg/cm ²	Ortalama Mukavemet kg/cm ²	Standart Sapma kg/cm ²	Varyasyon Kat Sayısı %	DÜŞÜNCELER
OCAK 1987	10	325	228	266,93	258,5	32,76	0,15	
ŞUBAT "	"	325	245	257	285,5	25,00	0,13	
MART "	"	300	238	254,77	267,6	23,26	0,12	
NİSAN "	"	345	225	273,88	295,3	38,19	0,15	
MAYIS "	"	348	230	274,52	279	38,69	0,16	
HAZİRAN "	"	290	226	249,14	248	18,86	0,12	
TEMMUZ "	"	268	228	243,13	244,7	14,17	0,11	
AĞUSTOS "	"	315	228	258,94	272,8	26,52	0,13	
EYLÜL "	"	310	233	288	275,3	27,72	0,14	
EKİM "	"	338	235	272,75	277,4	38,31	0,16	
KASIM "	"	370	230	288	275,4	37,00	0,16	
ARALIK "	"	348	263	257,34	283,3	25,27	0,12	

D Ö N E M	DENEY ADEDI	Max Basınç Muk. X Max. Kg/cm ²	Min Basınç Muk. X Min. Kg/cm ²	Aranılan Ortalama Dayanım Kg/cm ²	Ortalama Mukavemet Kg/cm ²	Standart Sapma Kg/cm ²	Varyasyon Kat Sayısı Y _g '	DÜŞÜNCELER
BS 14 (B 160)								
KASIM 1988	10	255	178	194,95	214,1	27,31	0,16	
ARALIK 1988	10	258,5	168,48	192,78	218,9	25,61	0,16	
(B 225)								
KASIM 1988	10	300	228	255,54	249,9	23,86	0,13	
ARALIK 1988	10	331	225	264	282	30,44	0,15	
BS 14								
OCAK 1989	10	210	170	155,76	192	12,32	0,12	
BS 18 (B 225)								
OCAK 1989	10	285	195	214,11	235	26,65	0,15	
BS 20								
OCAK 1989	10	335	213	241,36	260	32,32	0,16	