

BİR HAZIR BETON FİRMASINDA KALİTENİN DENETİMİ

Cem BAHADIR

Yük.Müh.

TBS Taşıma Beton Sanayii A.Ş.

İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bildiride Taşıma Beton Sanayii hazır beton firmasının beton üretimi ve kalite denetim sistemi tanıtılmaktadır. Üretim bilgisayar kumandalı tam otomatik bir santralla yapılmakta, sevk irsaliyesi de bilgisayar çıktısı olarak elde edilmektedir. Kalitenin denetimi başlıca dört aşamada gerçekleştirilmektedir: ekipman kontrolleri, hammadde kontrolleri, taze beton kontrolleri, sertleşmiş beton kontrolleri. Gerekli aletlerle donatılmış laboratuvar da elde edilen deney sonuçları istatistik yöntemlerle değerlendirilmekte, sonuçlar kalite kontrol çizelgelerine işlenerek üretim denetim altında tutulmaktadır. Örnek olarak bir beton türüne ait kalite kontrol kartı ve istatistik parametreler verilmektedir.

1. GİRİŞ

Beton çağımızın yaygın kullanışlı, gelişen inşaat malzemesidir. Endüstrileşmiş ülkelerdeki gelişmelerin ardından ülkemizde de büyük kentlerde hazır beton uygulaması başlamış, İstanbul'da kurulu firma sayısı onu aşmıştır.

1986 yılı sonunda kurulan Taşıma Beton Sanayii A.Ş. Batı Alman TBS Betonanlagen - Vermietungs GmbH firması ile Klima İnşaat ve Tesisat A.Ş. inşaat firmasının ortaklığıdır. Batı Alman ortak firma yirmi yıldır Stuttgart, Mannheim ve Ludwigshaffen kentlerinde hazır beton alanında faaliyet göstermektedir.

Taşıma Beton Sanayii A.Ş.'nin Dudullu'da kurulu tesislerinde 2 m³ kapasiteli beton santrali, 3 beton pompası, 100 m³ aşkın taşıma kapasiteli 15 transmikseri mevcuttur. Bilgisayar kontrollu modern beton santralında tüm beton bileşimleri bilgisayara depolanmakta, kod numaraları ile çağrılmakta ve program kilitli tutulmaktadır. Üretim sırasında müşteriye ait bilgiler girilerek sipariş edilen beton kodu verilmekte, geri kalan tüm işlemler otomatik olarak cereyan etmekte, sevk irsaliyesi de bilgisayar çıktısı olarak alınmaktadır. Santralda aqrega, çimento ve su ağırlık olarak, katkı malzemesi hacim cinsinden ölçülmekte, kumanda sisteminde 5 ayrı ekrandan ölçülen miktarlar izlenebilmektedir. Sistem çimentoyu iki silodan ayrı ayrı tartarak, 2 değişik katkı malzemesini 2 ayrı hazneden ölçerek alabilmektedir. Kumun nemi otomatik olarak ölçülmekte ve su düzeltmesi bilgisayar tarafından yapılmaktadır. Tüm tartılar için elektronik sıfır kontrolü bulunmakta, sistemde arıza halinde bilgisayar arıza yerini bildirmektedir.

2. KALİTE KONTROL ÇALIŞMALARI

Modern bir santral kullanılması, beton üretiminde bilgi ve tecrübe sahibi olunması nitelikli beton üretimi için yeterli olmamakta, betonu oluşturan malzemelerin de kaliteli olması gerekmektedir. Hergün sürekli biçimde istenen kalitede beton üretilebilmesi bütün etkenlerin sıkı kontrol altında tutulmasına bağlıdır. Bu amaçla bir laboratuvar kurulmuş, kalite kontrol planı hazırlanarak uygulamaya sokulmuştur. Kalite kontrol çalışmaları hammadde kontrollerini, taze beton kontrollerini, sertleşmiş beton kontrollerini ve ekipman kontrollerini içermektedir.

2.1 Laboratuvar

Laboratuvar üretilen beton ve bileşimine giren malzemeler üzerinde rutin kontrol deneylerinin yapılabilmesini amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda laboratuvarda mevcut başlıca aletler şunlardır: 300 ton kapasiteli, 50 ve 300 tonluk olmak üzere çift manometreli pres; çimento deney başlığı; N tipi beton çekici; çimento norm harç karıştırıcı; etüv; TS 706'ya uygun kare delikli elek takımı; 30 kg kapasite, 20 g duyarlılıklı su içinde tartabilen terazi; 2600 g kapasiteli 0,1 g duyarlılıklı terazi; sıcaklık kontrollu numune havuzu; çökme deneyi setleri; 18 adet 15 cm'lik küp numune kalıbı; 2 adet 4x4x16 cm'lik üçlü çimento harcı kalıbı; masa vibratörü; agrega birim ağırlık kapları; agrega bölgeci; agrega veya taze beton kurutmak için ocak; kumun doygun yüzey kuru halini saptamak için kesik koni; kronometre; termometre; Cam malzemeler.

Laboratuvarda yapılabilen başlıca deneyler şunlar olmaktadır:

- . çimentodan standart numune hazırlanması, kürü, basınç deneyi;
- . agregalar üzerinde birim ağırlık, özgül ağırlık ve su emme, yüzey nemi, ince madde oranı,elek analiz deneyleri;
- . taze beton üzerinde birim ağırlık, çökme hunisi ile kıvam deneyi, küp numune alınması, kürü ve sertleşmiş betonda basınç deneyi, beton çekici ile yüzey sertliği.

Başvuru kitapları ve ilgili Türk Standartları laboratuvarda mevcuttur.

2.2.Hammadde Kontrolları

Beton bileşimine giren üç hammadde çimento, agrega ve kimyasal katkı maddeleridir. Hammadde kaynaklarının seçiminde ve satınalma sözleşmelerinde kaliteye ilişkin unsurlara azami özen gösterilmekte, düzenli, güvenilir satıcılarla çalışmaya önem verilmektedir. Kimyasal katkı malzemeleri üzerinde deneysel kontrol yapılmamakta, teslimatın siparişe uygunluğunun kontrolü ile yetinilmektedir.

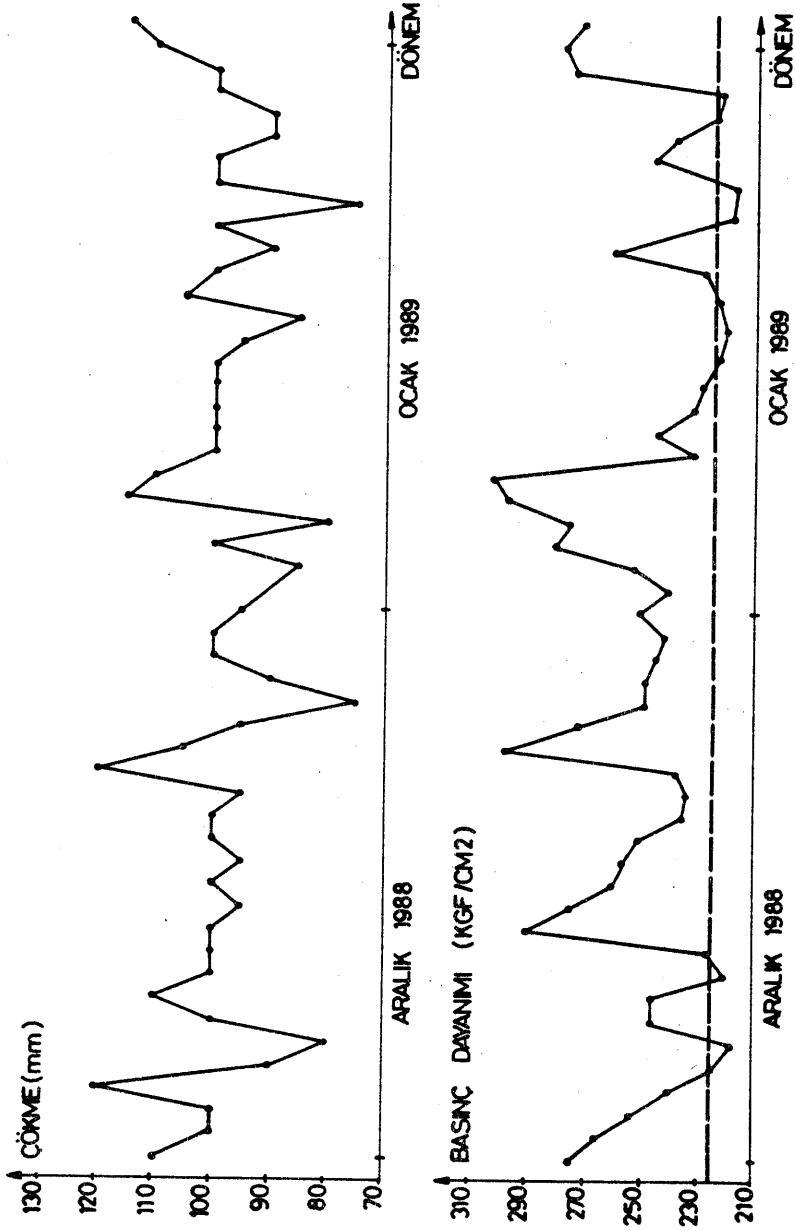
Çimento üzerindeki kontroller fabrikanın haftalık deney raporunun incelenmesi, haftada üç kez rastgele numune alınarak çift naylon torba içinde etiketlenerek saklanması ve sorun çıktığı takdirde analize gönderilmesi, üç ayda bir kez sorun olsun olmasın üniversite veya Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği laboratuvarlarında analiz yaptırılması ve sonuçların üretici fabrika kalite kontrol bölümü ile diyalog içinde izlenmesi yoluyla yapılmaktadır. Çimentonun mekanik mukavemetinin de kontrol edilmesi uygulamasına yakında başlanacaktır.

Agrega üzerindeki kontroller kapsamlı tutulmaktadır. Her kamyonunda irsaliye ve miktar kontrolü yapıldıktan sonra malzemenin temizliği gözle ve elle incelenmekte, şüpheli durumda ince madde oranı deneyi yapılmakta, kil topağı miktarı belirlenmektedir. Temizliğinden emin olunmayan malzeme stok sahasına döktürülmemektedir. Her agregâ kaynağı ve her sınıf agregâ için (kum, taş tozu, I, II ve III no mıcırılar) iki haftada bir elek analizi yapılmakta, sonuçları belirlenmiş sınırlarla karşılaştırılmaktadır. Uyumsuzluk halinde kaynak uyarılmakta, elek analizleri o kaynak için sıklaştırılmakta, gerektiğinde o parti teslimat(lar) reddedilmektedir. Sürekli, sabırlı ve kararlı bir çaba sonunda agregâ kaynaklarımıza belirli bir kalite anlayışı kazandırılabilmiştir. Agregâlar üzerinde 2 ayda bir birim ağırlık, özgül ağırlık ve su emme deneyleri yapılarak beton bileşim hesaplarında kullanılan değerler izlenmekte, kırmataşın tane şekli incelenmektedir.

2.3 Taze Beton Kontrolleri

Üretilen taze betonun kıvamı santral operatörü tarafından ampermetrede izlenmekte, ayrıca günde en az üç kez, numune alınırken veya onun dışında, çökme deneyi yapılmaktadır. Bu kontroller sonucu, şekil 1'de üstte verilen kalite kontrol kartında izlenebileceği gibi betonun çökmesi genelde hedeflenen 8-12 cm aralığında tutulabilmektedir.

İlke olarak hergün üretilen her ayrı kodlu betondan örnek alınmakta, günde alınan örnek sayısı ortalama 3-4 civarında



Sekil 1- Betonun çökmesi ve basınç dayanımı için kalite kontrol kartı

olmaktadır. Örnek üzerinde taze beton sıcaklığı ölçülüp çökme deneyi yapıldıktan sonra üç adet küp hazırlanmakta, üç kübün ortalaması olarak taze betonun birim ağırlığı hesaplanmaktadır. Ölçülen birim ağırlık teorik değeriyle karşılaştırılıp beton bileşimi çek edilmekte, irsaliye ile karşılaştırılarak metreküp olarak sevk edilen beton miktarında eksiklik-fazlalık bulunup bulunmadığı kontrol edilmektedir. Birim ağırlıkta kalıcı bir kayma özlemediği takdirde beton bileşimi buna göre düzeltilmektedir.

Haftada bir kez taze beton numunesi kurutularak içindeki su miktarı belirlenmekte, çimento miktarı irsaliyeden alınarak su/çimento oranı hesaplanmaktadır.

2.4 Sertleşmiş Beton Kontrolları

Her örneklemede alınan üç küp numunenin biri 7 gün, diğer ikisi 28 gün sonunda basınç deneyine tabi tutulmaktadır. Bu şekilde müşteriye garanti edilen temel özellik denetim altında tutulmuş olmaktadır.

Zaman zaman basınç deneyi uygulanan küp üzerinde beton çekici okumaları da yapılarak sıçrama sayısı-basınç dayanımı ilişkisi, yani kalibrasyon eğrisi çıkarılmakta, müşterilere yardımcı olmak amacıyla yapıdaki betonun mukavemeti tahmin edilmek gerektiğinde, bu eğriden yararlanılmaktadır.

1988 yılında basınç deneyi ölçümü için yapılan örnekleme sayısı 663, kırılan küp sayısı 1989 olmuştur. Yaklaşık 100.000 m³ beton üretildiği dikkate alınırsa her 150 m³ betonda örnek alındığı görülmektedir. Beton sınıfının basınç dayanımı ile belirlenmediği grobeton ve benzerinden örnekleme yapılmadığı da göz önünde tutulursa B 160, B 225 ve B 300 tipi taşıyıcı betonlarda örneklemenin biraz daha sık olduğu anlaşılabacaktır.

2.5 Ekipman Kontrolü

Beton santralının bakımına büyük önem verilmekte, bakım çalışmaları talimatları uyarınca periyodik olarak gerçekleştir-

tirilmektedir. Santralin tartılarının ve katkı ölççeklerinin elektronik ayarları hergün kontrol edilerek sınıflanmaktadır. Ayda bir kez tartıların mekanik kontrolları gerçekleştirilmekte, katkı ölççekleri verilen su miktarı tartılarak kontrol edilmektedir.

Laboratuvar aletleri de sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Presin kalibrasyonu yılda bir kez İ.T.Ü. ye yaptırılmakta, yükleme hızı ayarı haftada bir kronometre ile ölçüm sonucu çek edilmektedir. Elekler her kullanımda yırtılma vb. hasarlar açısından gözlenmektedir. Beton çekici 3 ayda bir kalibrasyon örsünde denenmekte, düzeltme katsayısı belirlenmekte, gerekiyorsa bakıma alınmaktadır.

2.6 Raporlar, Kayıtlar

Laboratuvar çalışmalarını, sonuçların işlenmesini ve saklanması, rapor edilmesini kolaylaştırmak üzere formlar hazırlanmıştır. Sonuçlar formlara işlenmekte, ilgili dosyalara geçirilerek saklanmaktadır. Deney formlarına örnek olmak üzere "Agrega Elek Analizi Raporu" Ek 1'de verilmiştir. Üretilen betona ait tüm önemli bilgiler, o betonun künyesi mahiyetindeki tek bir "Beton Numune ve Deney Raporu" formuna işlenmektedir. Bu formun bir örneği Ek 2 dedir.

3. KALİTENİN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Laboratuvarda elde edilen sonuçlar günü gününe laboratuvar personeli tarafından izlenmekte, aykırı durumlarda ilgili kişi veya birimlerle işbirliği içinde önlem alınmaktadır. Bu sürekli izleme ve uyarı sistemi dışında laboratuvar çalışmaları ve sonuçları haftada bir kez teknik uzman tarafından global olarak incelenmekte, kalite gidişatı aylık olarak yönetime rapor edilmektedir. Yönetim de yılda 3-4 kez denetlemelerde bulunarak kalite koşullarının sağlandığından emin olmaktadır.

Müşteriye garanti edilen özellik olarak basınç dayanımının takibinde nitelik denetim kartı uygulaması yapılmakta-

 TİCARİ MİNERAL VE BİRLİKLERİ İSTANBUL VE TİCARET A.Ş.	AGREGA ELEK ANALİZİ RAPORU	Rapor Tarihi : 17.1.1989
---	-----------------------------------	--------------------------

Agreganın Kaynağı : KURTBAL-GEBZE

Cinsi : III NO MİCİR

Numunenin
Kaynağı :

Tarih : 17.1.1989

Saat : 10.00

☐ Silo :☒ Kamyon :

Numune Ağırlığı (kg)	Elek Açıklığı (mm)	Üstte Kalan Yığılsımlı Ağ. (g)	Üstte Kalan (%)	Alta Geçen (%)	Sınırlara Uygunluk		İncelik Modülü Hesabı
					Evet	Hayır	
III No. : 10 ☒	31.5	-	2	98	x		2
	16	9680	97	3	x		97
	8	9910	99	1		x	99
II No. : 8 ☐	4	10000	100				100
I No. : 2 ☐	2						100
Kum	1						100
T. Tozu : 2 ☐	0.5						100
	0.25						100
	0.125						100
	Kap				TOPLAM (T)		698

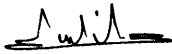
YORUM

İncelik Modülü (T/100) : 6.98

☒ Agreganın granülometrisi belirlenen sınırlara uygundur.☐ Agreganın granülometrisi sınırlar dışına taşmaktadır.

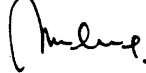
Deneyi yapan :

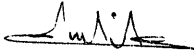
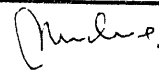
Mehmet YILMAZ



İnceleyip onaylayan (Tarih, imza) :

Uğur MENTEŞ



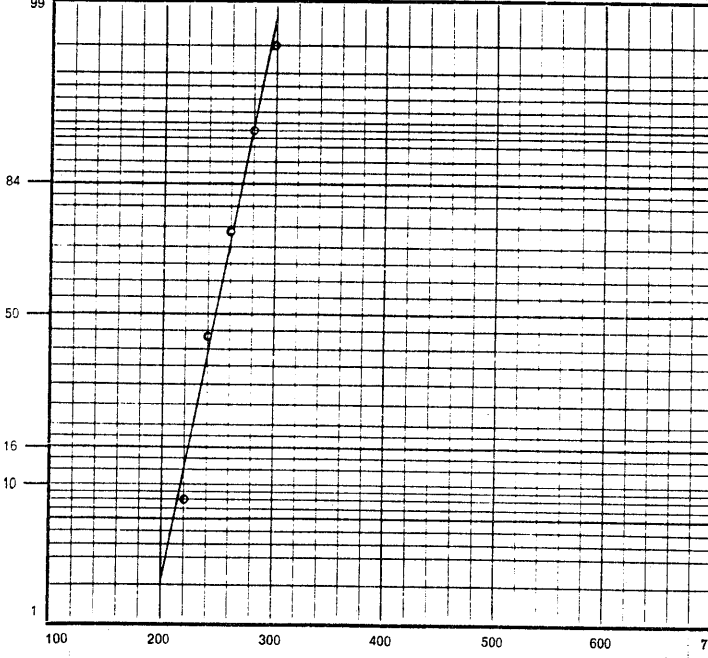
 TBS TİCARET BİTÖN VE İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	BETON NUMUNE VE DENEY RAPORU	Numune Tarihi : 31 Ocak 1989																								
Beton Sınıfı : B 225	Kodu : 2234	Kıvamı : 2																								
Müsteri/İş : Mükerrem SADIKOĞLU/Erenköy Saniyesi		İrsaliye No. : 31031																								
Numune No. : 51		Alındığı Saat : 14.10																								
Hava Sıcaklığı (°C) : 7		Beton Sıcaklığı (°C) : 9																								
Betonun Çökmesi (mm)	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1.</td> <td>2.</td> <td>Ort.</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </table>	1.	2.	Ort.	100	100	100	Betonun Kıvamı K1 ☐ K2 ☒ K3 ☐																		
1.	2.	Ort.																								
100	100	100																								
		Görünüm : NORMAL																								
TAZE BETON BİRİM AĞIRLIĞI	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>Numune No.</th> <th>Kalıp + Beton Ağır. (kg)</th> <th>Kalıp Darası (kg)</th> <th>Beton Ağırlığı (kg)</th> <th>Birim Ağırlığı (kg/dm³)</th> <th>Ortalama (kg/dm³)</th> </tr> <tr> <td>51 .1</td> <td>17.16</td> <td>9.315</td> <td>7.845</td> <td>2.324</td> <td></td> </tr> <tr> <td>51 .2</td> <td>17.1</td> <td>9.320</td> <td>7.880</td> <td>2.335</td> <td>2.328</td> </tr> <tr> <td>51 .3</td> <td>17.16</td> <td>9.315</td> <td>7.845</td> <td>2.324</td> <td></td> </tr> </table>	Numune No.	Kalıp + Beton Ağır. (kg)	Kalıp Darası (kg)	Beton Ağırlığı (kg)	Birim Ağırlığı (kg/dm³)	Ortalama (kg/dm³)	51 .1	17.16	9.315	7.845	2.324		51 .2	17.1	9.320	7.880	2.335	2.328	51 .3	17.16	9.315	7.845	2.324		
Numune No.	Kalıp + Beton Ağır. (kg)	Kalıp Darası (kg)	Beton Ağırlığı (kg)	Birim Ağırlığı (kg/dm³)	Ortalama (kg/dm³)																					
51 .1	17.16	9.315	7.845	2.324																						
51 .2	17.1	9.320	7.880	2.335	2.328																					
51 .3	17.16	9.315	7.845	2.324																						
BİLEŞİM (kg/m³)	Çimento	Su	S/Ç	Agrega	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="2">Katkı</th> </tr> <tr> <th>Oran %</th> <th>Miktar</th> </tr> </table>	Katkı		Oran %	Miktar	TOPLAM																
Katkı																										
Oran %	Miktar																									
TEORİK	320	189	0.59	1823	0.3 0.9	2333																				
İRSALİYE	320	208	0.65	1819	0.3 0.9	2348																				
GERÇEK	317	206	0.65	1804	0.3 0.9	2328																				
SERTLEŞMİŞ BETON (15 cm KÜP) BİRİM AĞIRLIK VE BASINÇ DAYANIMI																										
Numune No.	Deney Tarihi	Yaşı (Gün)	Ağırlığı (g)		Hacim (dm³)	Birim Ağ. (kg/m³)	Kırılma Yüğü (KN)	Dayanım (N/mm²)																		
			Havada	Suda																						
51 .1	7.2.1989	7	7840		3.375	2323	360	16.0																		
51 .2	28.2.1989	28	7750		"	2296	560	24.9																		
51 .3	"	"	7730		"	2290	550	24.4																		
						2293	ORTALAMA	24.7																		
Deneyi yapan :			İnceleyip onaylayan :																							
 Mamil YILMAZ			 Uğur MENTEŞ																							

dır. Her beton türü üzerinde yapılan basınç deneyi ölçme sonuçları o beton türü için hazırlanan grafiğe işlenmekte, basınç dayanımının zamana bağlı olarak gösterdiği iniş çıkışlar görülebilmekte, sınıf dayanımının tutturulup tutturulmadığı izlenebilmektedir. Şekil 1 de alttaki grafik 2231 kodlu B 225 betonu için Aralık 1988-Ocak 1989 dönemine ait 50 sonuç için böyle bir nitelik denetim kartına örnek oluşturmaktadır. Grafikten bu dönemde basınç dayanımının 217 kgf/cm² ile 302 kgf/cm² arasında değiştiği, 225 kgf/cm² sınırının altında 9 sonuç bulunduğu, bunların tümünün 217 kgf/cm² den büyük olduğu, dolayısı ile en düşük değerin bile sınırın en çok 8 kgf/cm² altında bulunduğu, sonucunda üretimin, ihmal edilebilir düzeyde bazı inişler dışında, başarıyla gerçekleştirildiği izlenebilmektedir.

Betonun basınç dayanımı TS 500 "Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları" standardı tarafından ortalama dayanım olarak değil, sonuçların % 90'ı tarafından aşılacak karakteristik dayanım olarak algılanmaktadır. Her ne kadar B 225 tanımlaması eski TS 500'den kalma, aritmetik ortalamaya dayalı bir tanımlama olsa da, yapı güvenliği ve müşteri rahatlığı açısından TBS onu yeni TS 500 çerçevesinde karakteristik dayanım olarak kabul etmekte ve üretimini ona göre sürdürmektedir. Yeni TS 500 çerçevesinde sınıf dayanımının belirlenebilmesi aritmetik ortalama ve standart sapma gibi istatistik parametrelerin hesaplanmasını gerektirmektedir. Bu amaçla Ek 3'de bir örneği sergilenen, olasılık kağıdına dayalı grafik yöntem kullanılmaktadır. Basınç dayanımı sonuçlarının Normal Dağılıma (Gauss Dağılımı) uygun olduğunu varsayan bu yöntemle ortalama dayanım, standart sapma, değişme katsayısı ve sınıf dayanımı (karakteristik dayanım) değerleri çok basit biçimde grafik olarak bulunabilmektedir. Şekil 1 deki grafikte verilen 50 sonuç için bulunan ortalama dayanım 248 kgf/cm², standart sapma 24 kgf/cm², değişme katsayısı % 9.7 sınıf dayanımı 219 kgf/cm² dir. Nitelik denetim kartında 9 sonucun (9/50=% 18) sınırdan düşük olmasının işaret ettiği gibi sınıf dayanımı 6 kgf/cm² farkla 225 yerine 219 kgf/cm² olmuştur. Genelde ülkemizde beton kalitesinin mevcut

 TBS TİCARET SİTEYİ VE HİZMETLERİ SARAYI VE TİCARET A.Ş.	BASINÇ DAYANIMI SONUÇLARI İSTATİSTİK DEĞERLENDİRMESİ	Tarih : 2 Mart 1989
Beton Sınıfı B 225	Kodu 2231	Kıvam K 2-3
Liste No. 3-4		

YIĞISIMLI FREKANS (%)

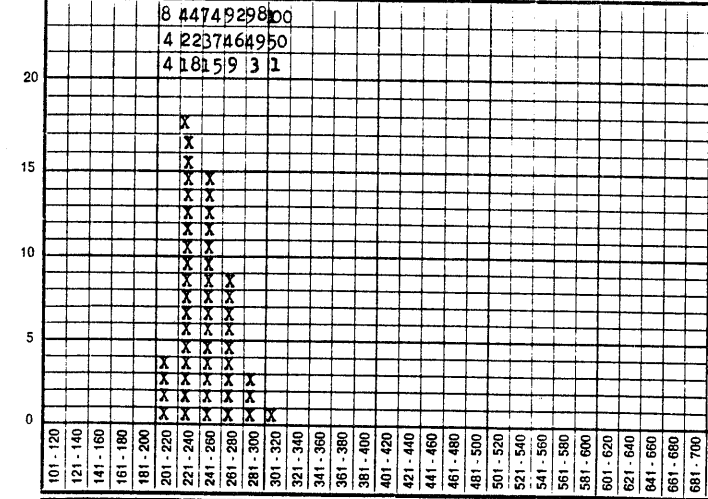


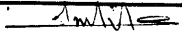
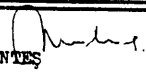
ORTALAMA DAYANIM
(X - % 50)
 $\bar{X} = 248 \text{ kgf/cm}^2$

STANDART SAPMA
 $S = \frac{X \% 84 - X \% 16}{2}$
 $S = \frac{272 - 224}{2}$
 $S = 24 \text{ kgf/cm}^2$

DEĞİŞME KATS.
 $V = 100 \cdot S / \bar{X}$
 $V = 100 \cdot 24 / 248$
 $V = 9.7 \%$

SINIF DAYANIMI
 $X \% 10 = 219 \text{ kgf/cm}^2$

8 4474929800 4 2237464950 4 18159 3 1	Yığ. Frekans (%) Yığımsımlı Frek. Frekans
	
Dilim Sınırları kgf/cm²	

Düzenleyen :  Mamil YILMAZ	İnceleyip onaylayan :  Uğur MENTES
---	---

ortalama konumu içinde bu sonucun çok iyi bir performans olduğu düşünülmekte, tahmin edilmektedir.

Beton üretiminde elde edilen 24 kgf/cm² lik standart sapma TS 500 de önerilen değerlere oranla çok düşük kalmaktadır. Kalite kontrol alanında sarfedilen çabaların karşılığı olarak bu noktaya gelinebilmiş olması kıvanç vericidir. Ancak 1988 başlarında bu değer en az iki katı, hatta daha fazla olduğunu ve incelenen 2 aylık dönemde hammadde kaynaklarında değişiklik olmadığını, kaynak değişikliğinden gelen ek bir dağılma bulunmadığını vurgulamak gerekir.

4. SONUÇ

Nitelikli beton üretimi bilgili insanlar, uygun ekipman ve kaliteli malzemelerle üretilebilmektedir. Üretime giren bu unsurlarla gerekli kalitede beton üretildiğinden emin olabilmek için üretilen betonun kalitesinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu ölçme sonuçlarına göre yetersizlik halinde yetersizliğin hangi unsurdan kaynaklandığını anlayabilmek için bu unsurların da denetim altında tutulması gerekli olmaktadır. Dolayısı ile kalite kontrol çalışmaları bilgi, malzeme, ekipman ve beton unsurları üzerinde kapalı bir halka, zincir biçiminde sürekli uygulanmalı, elde edilen sonuçlar uzman kişiler tarafından istatistik tekniklerle değerlendirilmelidir. Bu şekilde beton üretiminde kalitenin uygun bir maliyetle elde edilmesi mümkün hale gelmektedir. Örnek olarak verilen çökme ve basınç dayanımı sonuçları bunu göstermektedir.