

İSTANBUL METROSU İNŞAATINDA ARAZİ KALİTE KONTROL ÇALIŞMALARI VE İMKANLARI

İSTANBUL SUBWAY CONSTRUCTION ON-SITE QUALITY CONTROL WORKS AND FACILITIES

Kenan KÖSE (*)

ÖZET

Bu makale, İstanbul Metrosu 1.Aşama 2.Kısım inşaatında yapılan kalite Kontrol çalışmalarını genel anlamda anlatmak amacıyla hazırlanmıştır. Metro inşaatında kullanılacak toplam beton miktarı 162,000 m³ tür. Beton, çağımız inşaatlarında giderek büyüyen bir hacimde kullanımı devam eden yapı malzemesidir. Bu yapı malzemesini oluşturan elemanların üretiminden, betonun yerleştirilmesine kadar geçen süreçte malzemelerin ve betonun üretimi, yerleştirilmesi ve korunması teknik ölçülerde sağlanmalıdır. Burada, bu teknik Ölçülerin neler olduğu ve nasıl sağlandığı detaya inmeden anlatılmıştır.

ABSTRACT

This paper is prepared to serve for the general description of the Quality Control Works carried out within the scope of Istanbul Greater Municipality 1.Stage 2. Phase Subway Construction Project. 162,000 m³ of concrete will be used in this construction project. Concrete is a construction material that is continuously used in day by day increasing amounts in our century, therefore Technical Specifications must be fulfilled during the period of manufacture of the elements forming concrete and concrete itself. Hereby the scope and contents of technical specifications and how they are satisfied are explained generally without going deep into detail.

C*J Jeoloji Mü/i. (Garanti-KOZA/ENKA/DOĞUŞ Ortak Girişimi Kalite
Kontrol Lab. Müdürü)

ARAZİ KALİTE KONTROL ÇALIŞMALARI VE İMKANLARI

1 -GİRİŞ

Beton üretimi, inşaat teknolojisinin vazgeçilmez bir unsuru olması nedeniyle kontrol altında tutularak üretimin sağlıklı yapılması gerekir. Beton üretimi birkaç aşamada gerçekleştirilir bu nedenle kalite kontrol çalışmalarını aşamalara bölerek yapmak her aşamada kalite kontrolünün daha uygun biçimde yürütülmesini sağlar. Kalite kontrolü için arazi test imkanları, beton üretiminin miktar ve programı doğrultusunda gerektiği kadar planlanarak sağlanmalıdır.

Temel olarak, uygun ekipmanlara ve testleri yapabilecek bilgi ve beceriye sahip elemanlardan oluşan arazi Laboratuvarının kurularak fonksiyonel bir şekilde çalışmasının sağlanması şarttır. Sadece testleri yapmak, sonuçlarını kaydetmek genel anlamda çok şey ifade etmez. Aynı zamanda bu sonuçları değerlendirerek uygun önlemlerin alınmasını yürütebilecek deneyimli personelin bulundurulması gereklidir.

Önceden hesaplanamayan olumsuzluktan enaza İndirgemek amacıyla her projenin başlangıcında kalite kontrol laboratuvarı kurularak beton üretimine başlamadan birkaç ay önce beton malzemelerinin gerek kaynak gerekse üretim test ve kontrollerinin yapılarak uygun malzeme seçimi ile beton üretimi arasında beton döküm miktarı ve çeşitlerine bağlı olarak enazıkı ay süre beton dizayn çalışmaları için ayrılmalıdır.

1.1 -KALİTE KONTROL İŞLERİ

Betonun kalite kontrolü, beton malzemelerinin kaynaklarının seçimini takiben malzeme üretiminin ve ürünlerin kontrol testleri ile başlar. Malzeme kaynaklarının seçilmesi ve beton dizaynlarının arazi veya bağımsız bir laboratuvarında yapılması işlemler ile aşağıda verilen sıralama doğrultusunda yapılır.

- Agrega kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve petrografik analizleri ve kaynak seçimi
- Agregaların fiziksel, kimyasal ve petrografik analizleri
- Kaşım suyu ve inşaat sahasındaki yeraltı suyu analizleri
- Çimento seçimi ve çimento agrega uyumluluk testlerinin yapılması
- Çimento fiziksel ve kimyasal analizleri
- Kaşım dizayn çalışmaları ve testleri
- Projeye uygun dizaynların seçilmesi ve beton üretimi ile ilgili çalışmalar
- Taze betonun üretimi ve yerleştirme ile biten aşamasındaki testler
- Dökülmüş betonun ilk 28 günlük dönemindeki korunması ile ilgili çalışmalar
- Beton onanım işlerinin uygun şekilde yönlendirilmesi
- Sertleşmiş beton testlerinin yapılması
- Yapılan test ve çalışmaların periyodik olarak rapor edilmesi

1.1.1-BETON MALZEME TESTLERİ

1.1.1.1-Çimento testleri

Çimento kalite kontrol testleri genel olarak çimento fabrikalarında şantiyeye nakledilmeden önce yapılır. Çimento kontrolü en iyi şekilde üretim aşamasında fabrika laboratuvarında yapılır ancak yine de çimentonun şantiye olarak kontrolünü bağımsız laboratuvarlarda periyodik olarak yaptırılacak testlerle izlemek gerekir. Kimyasal analizleri arazi laboratuvarında yapmak gereksizdir. Fiziksel testlerin arazi laboratuvarında yapılması ise gereklidir. Arazi laboratuvarında yapılması gerekli fiziksel analizler şunlardır. *Sıcaklık üçümlen, Kıvam, Yalancı priz, Pnz süreleri. İncelik, Elek analizi. Basınç ve çekme dayanımı* testleri

1.1.1.2-Kanşım suyu testleri

Kanşım suyu testlen için arazi laboratuvarlarında cihazlar bulundurmak gereksizdir, bu testler periyodik olarak alınan su numunelerinin ilgili labratuvarlarda test ettirilerek kontrol edilmesi yeterlidir.

1.1.1.3-Agregalar

Agregalann sağlanması açısından en ekonomik çözüm, Doğal agrega sahalannın yakınında olan şantiyelerde doğal agrega kullanımınıdır. Ancak doğal agrega kaynaklarının olmadığı ve/veya uygun malzeme bulunmadığı hallerde kaya ocağı işletmesi sonucu kırılarak elde edilen kırma agregalar kullanılır. Agregaya kaynaklarının seçiminde miktar yeterli olduğu tespit edildikten sonra aşağıda verilen testlerin sonuçları alınarak değerlendirilmesi gereklidir. Aynı anda değişik yapıdaki kaynakların test çalışmalanna başlamak, olumsuz sonuç verebilecek kaynakların olabileceğinden dolayı zaman kaybının önlenmesi açısından önemlidir. Petrografik analiz, Alkali silika ve alkali karbonat reaktivite testi, Basınç dayanımı, Elastisite modülü, Özgül ağırlık, Birim ağırlık, Su emme. Sertlik ve aşınma dayanımı, Donma-Çözülme deneyleri, Tane şekli, Organik ve zararlı madde testleri yapılarak uygun kınalar seçilmelidir

Agregalar üzennde İnşaat süresince arazi laboratuvarında periyodik olarak yapılan testler ise, Tane dağılımı(Elek analizi), Özgül ağırlık, Birim ağırlık, Su emme, Serbest su içeriği, 0.073 mm elekten geçen(kirlilik), Organik madde tayini testleridir.

1.1.1.4-Katkılar

Arazi laboratuvarlarında katkıların kalite sürekliliğini ve performanslarını kontrol etmek amacıyla 2 değişik yolla test edilirler

-Ürün kalitesindeki sürekliliği kontrol etmek için yapılan testler *Yoğunluk, Renk, PH ve Sedimentasyon.*

-Katkıların Taze ve sertleşmiş beton üzerindeki etkilerini anlamak için yapılan performans testleri ; *Betonun birim ağırlığı, Hava yüzdesi, Su ihtiyacı, Priz süreleri, Kanama, İşlenebilirlik, Dayanım gelişmesi. Hacim değişikliği.*

1.2-BETON DİZAYN ÇALIŞMALARI

Beton malzemelerinin seçiminden sonra projenin çeşitli aşamalarındaki ihtiyaçlara uygun beton dizaynlarının beton dokum işlemi başlamadan önce yapılarak her beton sınıfına göre bir dizaynın hazırlanması gereklidir. Bu çalışmalarda beton parametresinin değişik oranlarda deneyerek optimum değeri elde edilmesi doğrudan üretim ve proje maliyetlerine yansıtacaktır Burada kalite birinci planda, maliyet ise ikinci planda düşünülmelidir.

Beton dizayn çalışmaları arazi laboratuvarında yapılarak seçilen dizaynların tekrar test çalışmaları yapılarak sonuçların kontrol edilmesi doğru bir yöntem olacaktır.

Beton dizayn çalışmaları esnasında yapılması gerekli testler genel anlamda iki grupta toplanabilir : 1- Taze Beton testleri 2-Sertleşmiş Beton testleri

1-Taze Beton testleri : *Çimento ve Su ihtiyacı, İşlenebilirlik, Birim ağırlık. Hava yüzdesi, Kanama ve Aşınma, Priz süreleri. Zamana bağlı kıvam (slamp) kaybı*

2-Sertleşmiş Beton testleri : *Dayanım, Yoğunluk ve Su emme, Elastisite Modülü.*

1.4 - ARAZİ LABORATUVARI VE DİĞER TEST İMKANLARI

Bütün büyük şantiyelerde işyerine yakın, yeterli ve uygun bir laboratuvar kurulması gerektirir Laboratuvarın yeni agregaya kaynağını, agregaya üretimini, Beton üretimini ve yerleştirilmesini kontrol altında tutabilecek bir noktada ve esas kontrol işlemlerini yürütecek merkez laboratuvarı ile arazi kontrol biriminden oluşmalıdır

1.3.1 - Arazi merkez Laboratuvar

Yukarıda belirtilen Beton malzeme kaynaklarının seçiminden, yerleştirilmesine kadar olan tüm aşamalarda testlerin yapılması ve yaptırılması işlerini organize edecek alet ve personele sahip bir birimdir.

1.3.2-Arazi kontrol birimleri

Arazi merkez laboratuvarının denetimi ve organizasyonu altında gerekli testleri yaparak rapor edilmesi işlerini yürütürler Bu birimler dört ayrı binim olarak oluşturulabilirler

1- Agregaya kaynağında kontrol birimi

2- Agregaya üretim tesisinde kontrol binimi

Bu iki binim işlev olarak bir birim gibi düşünülerek çalıştırılabilirler Tane dağılımı, 0.073 mm elekten geçen (kirlilik), Özgül ağırlık ve su emme, Birim ağırlık testlerini yapar.

3-Beton üretim tesisinde kontrol birimi

Bu birim Beton üretim tesisinin kuruluş aşamasında, Beton üretim tesisinin bir parçası gibi düşünülerek planlama aşamasında yeni belirlenmelidir Bu birim tarafından yapılacak kontrol ve testler '

-Agregaya testleri : Tane dağılımı ve Serbest su oranı

-Katkılar . Binim ağırlık

-Çimento Sıcaklık ölçümleri

-Beton Dizaynlarda verilen malzemelerin tam olarak uygulanmasını sağlamak, Çökme (slamp), Beton sıcaklığı, Birim ağırlık, Hava oranı, Taze beton elek analizi testlerini yaparak istendiğinde dayanımlar için numune almak

-Beton döküm yerinde kontrol birimi

Beton dökümü esnasında hava şartlarında dikkate alınarak beton nakli ile ilgili sorunların çözümü doğrultusunda bilgi tabanı oluşturmak, kıvam kayıplarının ölçülmesini ve yerleştirmeyi sağlamak, gerektiğinde numune almak görevlerini yapar. Beton üretim tesisindeki birimle paralel çalışarak uygun üretimin yapılmasını gerçekleştirir

2 - İSTANBUL METROSU İNŞAATINDA KALİTE KONTROL ÇALIŞMALARI

Yukarıda anlatılan genel anlamda kalite kontrolün yapılması gereken çalışmalar İstanbul Metrosu inşaatında da oluşturulan kalite kontrol birimleri ile yürütülmektedir. Okmeydanı şantiyesinde kurulan merkez laboratuvarında beton malzemelerin araştırma testleri yapılarak seçilmiş, Çeşitli beton dizaynları hazırlanarak beton dökümüne başlanmıştır Merkez laboratuvar tarafından yapılamayan testler İstanbul Teknik Üniversitesinin ilgili bölüm laboratuvarlarında yaptırılmıştır

2.1- BETON MALZEMELERİ

2.1.1-ÇİMENTO

Laboratuvarımızda çimento analizi olarak fiziksel testlerden Sıcaklık ölçümü, Priz süreleri. Kıvam, Özgül ağırlık ve yalancı priz testleri yapılmaktadır. Diğer fiziksel testler ve Kimyasal analizler Çimento fabrikası laboratuvarı sonuçları ile alınan numunelerin bağımsız laboratuvarlarda yaptırılan test ve analizlerinin karşılaştırılarak kontrol edilmesi şeklinde yapılmaktadır

İstanbul Metrosu inşaatında Aslan çimento fabrikası tarafından üretilen Tip -1 PÇ-32 5 Normal Portland çimentosu kullanılmaktadır Tünel kazıları sonucu çıkan yeraltı suyunun analiz sonuçlarına göre sülfat tehlikesi olmadığı tespit edilmiş ve bu nedenle Sülfata dayanıklı çimento kullanılmasına gerek olmadığı saptanmıştır Çimento analiz sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir

Numune Cinsi	TS-19 PÇ32.5					
Numune Yeri	ASLAN ÇİMENTO FABRİKASI LABORATUVARINDA 12.07.1994 -					
Numune Tartarı	24.09.1994 TARİHLERİ ARASINDA YAPILAN DENEYLERİN					
Rapor Tarihi	ORTALAMA SONUÇLARIDIR					
Açıklama	ÇİMENTO KALİTE KONTROLÜ AMACIYLA HAZIRLANMIŞTR					
FİZİKSEL DENEYLER			KİMYASAL DENEYLER			
	STANDART*	BULUNAN!		STANDART	BULUNAN	
Lire aflırlıöi	gtfU-	1103	iSi02 fToolam)	%	19-24	21.28
SzgOl aöiriik	g/fcm*	3.07	Erimez kalıntı	%	<1.5	1.39
özgöl yüzey	cmVgr	>2S00	A1203	%	4 - 7	5.79
90 M Elekle kalan	%	10.2	Fe203	%	1 - 4	2.43
200 u Etekte kalan	%	1.4	CaO	%	63 - 66	61.70
Su/Cimento oranı	%	25.2	MgO	%	<5	1.88
Priz Başlangıcı	dakika	>60	S03	%	<3.5	2.61
Priz Sonu	dakika^	<600	Kızdırma Kaybı	%	<4	3.61
Otoklav	%		Na20	%		0.35
Le-Chatenier	mm	<10	K20	%		0.65
Su sıcaklığı	"C	20	(Toplam alkaU	%	0.2 - 0.8	0.91
Ortam sıcaklığı	*C	20	DSerbest CaO	%	<1	0.85
EĞİLME DAYANIMI Nftnm* TS-24/78İMH						2.75
Gün	2	7	28	İMS		2.56
Bulunan	4.0					2.49
Standart				İKS	%	89.09
BASINÇ DAYANIMI N/mm* TS-24/78						C3S
Gün	2	7	28	C2S	%	35-55
Bulunan	19.1			C3A	%	20-40
Standart	>10	>21	>32.5	C4AF	%	5-12
					%	11.2
					%	7.4

* Yukarıda belirtilen bazı standart değerler "FULTON'S CONCRETE TECHNOLOGY" adlı kılavuzdan alınmıştır.

2.1.2- KARIŞIM SUYU

Karışım suyu olarak şehir içme suyu ve derin kuyu suları kullanılmaktadır. Söz konusu suların analizleri yapılarak aşağıda verilmiştir.

PARAMETRE	ANALİZ SONUÇLARI	T.SARTNAME ÜMİTLERİ4MAX.
PH	8.3	
SÜLFAT mg/L	40	1000
KO* ntgfL	9	
KLORİR mgWL	75	500
AMONYAK mgWL	0.18	
NİTRAT mg/L	0.12	
TOPLAMALKALİNİTE mg/L	415	1000

2.1.3-AGREGALAR

Kaba Agregalar

Tüm beton sınıfları için kullanılmakta olan kaba agregalar Cebeciköy bölgesinde üretilmekte olan konkasör malzemeleridir. Bu yörede işletmesi yapılan kayaçlar çok az miktarda kalsit içeren Kireçtaşı olup yüksek dayanımlı beton üretimi için uygun mineralojik yapıdadır.

Kullanılmakta olan kaba agregaların boyutları aşağıda verildiği gibidir
No 1 MICIR 4 - 11 mm
No 2 MICIR 11 - 22 mm

İnce Agregalar

İnce agregalar olarak 2 çeşit kum kullanılmaktadır

- İnce Kum (Podima Kumu) : Beton ince agregası olarak kullanılmakta olan tabii Kum, Karadeniz kıyısındaki deniz oluşumlarından temin edilmektedir. 0 - 2 mm boyutlu bu malzeme bünyesinde herhangi bir yabancı madde içermemekte ve Beton üretimi için çevremizde bulunabilen en kaliteli ince kumdur. Ancak, ince bir gradasyona sahip olduğundan tek başına ince agrega olarak kullanılamaz. Bu nedenle Cebeciköy konkasör tesislerinde üretilen 0-5mm boyutlu Kırma Kum ile karıştırılarak kullanılmaktadır.

- Kaba Kum

Bu malzeme kaba agregaların temin edildiği Cebeciköy ocaklarında 1 numaralı Micir'in altındaki malzeme olarak üretilmekte olup 0 - 5 mm boyutundadır. Spiral helizon sistemi ile yıkanarak 0.075 mm den küçük partikül herden alınarak stoklanmaktadır.

Betonun gradasyonunu ayarlayarak, maksimum sıkıştırılabilirliği sağlamak amacıyla kullanılmaktadır

2.1.4 - KATKILAR

Değişik amaçlara yönelik olarak çeşitli beton ve Püskürtme betonlarda 3 çeşit katkı aşağıda belirtilen etkilerinden dolayı kullanılmaktadır.

- Süperakışkanlaştırıcı katkı (Rneobuilt - 1000)

Kanşım suyunu azaltmak, Yüksek erken dayanım elde etmek, Su-çimento oranını artırmadan betonun kıvamını artırmak ve bu kıvamı en az kayıpla 1 saat sürede korumak amaçları ile BS-25 Betonların üretiminde kullanılmaktadır

- Normal Akışkanlaştırıcı katkı (Plastiment BV-40)

Su - çimento oranını azaltmak, İşlenebilirliği ve dayanımı artırmak amaçlarıyla BS-14 ve BS-20 Betonların üretiminde kullanılmaktadır.

- Priz hızlandırıcı katkı (Slqunit toz)

Püskürtme betonların erken (40 - 55 saniyede) priz başlamasını ve erken dayanım elde etmek amacıyla kullanılmaktadır.

2.2 - AGREGALARIN FİZİKSEL VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Tablo 1

FİZİKSEL ÖZELLİKLER	TABİİ KUM POODİMA	KIRMA KUM	MICIR No. 1,2	STAMMRT LİMİTLER
Özgül Ağırlık gr/crrr"	Z62	2.67	2.70	
Sıkışık Birim Ağırlık gr/cm»	1.61	1.9	1.53	
Su Emme %	1.18	1.12	0.57	
Los-Angeles aşınma %	100 devir: 4.7, 500 devir :21.4			10 , 50
OonKaybt %		22	1.9	kum 15, ÇakılıS
200 elekten geçen %	0 ^	3.2	0.7	kum 5, ÇakıM
Organik Madde %	yok	yok	yok	Renksiz
Petrografik Analiz	KİREÇTAŞI			
Elastisite Modülü N/mm*	ortalama			71200
Basınç Dayanım Karot N/mm*	ortalama			09.5

Periyodik olarak her hafta beton santrandan alınan 2 defa alınan agrega numuneleri ile elek analizi, özgül ağırlık, Su emme, 200 elekten geçen malzeme miktarının tayini deneyleri yapılmaktadır

2.2.1- AGREGA KARIŞIMI GRANÜLOMETRİSİ

Bütün teknik şartnamelerde olduğu gibi, İstanbul metrosu teknik şartnamesinde de agrega karışımı granülometrisi sınırlanmış ve sürekli granulometri yöntemi kullanılmıştır. Karışım granülometrisinin sınırlandırılması şu 5 amaca yöneliktir :

- 1) Agregalar arasında kalan boşluğu enaza indirmek (Enfazla kompasiteyi sağlamak)
- 2) Taze betonun fazla olmayan bir su miktardan ile kalıbına kolay yerleştirilebilir bir kıvama sahip olması.
- 3) Taze betonun ayrışmasını önlemek
- 4) Taze betonun kalıplara ve donatılar arasına rahat ve iyi bir şekilde girebilmesini sağlamak
- 5) Kanamayı azaltmak

Yukarıda verilen amaçlara yönelik olarak Projede istenen BS-25, BS-20, BS-14 sınıflardaki betonların ve püskürtme beton granülometrisi değişik agregalar oranları kullanılarak hazırlanmıştır. Bu oranlar Tablo 2 de verildiği gibidir. Betonların granülometrik eğrileri Ek-1 de verilmiştir.

2.3- ÇİMENTO DOZAJI

1m³ betondaki çimentonun kg olarak ağırlığıdır. Su ve çimentonun oluşturduğu çimento hamurunun agregalar taneleri arasında kalan boşluktan yeterince dolduracak miktarda olması gerekir. Uygulamada kullanılan betonlarda, bu miktar işlenebilecek kıvamda beton üretmeye yetmez. Yeterli kıvamı sağlamak için, agregalar tanelerinin arasına bir miktar daha çimento hamuru koyup bunların birbiri üzerinde kaymasını kolaylaştırmak gerekir. Bu ilave çimento miktarını enaza indirmek amacıyla akışkanlığı artırma katkıları kullanılması tercih edilmiştir. Çimento miktarının çok olmasının sakıncaları vardır.

İstanbul metrosu inşaatında kullanılan çimento miktarları projelerde istenen beton sınıflarını üretmek için hesaplanıp, laboratuvar testten sonucu bulunan miktarlar şunlardır : BS-25 Tünel kaplama kemer betonu 370 kg, BS-25 Tünel radye betonu ve istasyon betonları 350 kg, BS-20 kazı destekleme perde betonları 330 kg, BS-14 dolgu betonu 250 kg, Püskürtme betonu 400 kg.

2.4- SU / ÇİMENTO ORANI

Su/çimento oranı betonun dayanıklılığını belirleyen en önemli etkidir. Beton karışım hesabı standartlarında su/çimento oranı çeşitli iklim ve çevre şartlarına maruz kalan betonların dayanıklılığını sağlamak amacıyla sınırlanır. Bu sınırlamalar temelinde beton çimento jelindeki kılcal boşlukların enaza indirilme düşüncesi yatar. Ortam şarttan şiddetlendikçe su/çimento oranı küçültülerek kılcal boşlukların süresiz ve enaz olması sağlanmaya çalışılır.

İstanbul metrosu inşaatında kullanılan su/çimento oranları istenen beton sınıflarına göre şu oranlarda kullanılmaktadır. BS-25 Tünel kaplama kemer betonu 0.52, BS-25 Tünel radye betonu ve istasyon betonları 0.48, BS-20 kazı destekleme perde betonları 0.54, BS-14 dolgu betonu 0.70

2.5- BETON KARIŞIM HESAPLARI VE DENEME KARIŞIMI ÇALIŞMALARI

Beton karışım hesapları genelde hazırlanmış olan beton malzemelerinin en ekonomik ve sağlıklı olacak şekilde pratik olarak hangi oranlarda karıştırılarak her inşaatın kendi özelliklerine uygun beton dizaynlarının hesaplanması işidir.

Beton karışım hesapları teorik olarak ne kadar mükemmel olursa olsun laboratuvar çalışmalarını ile desteklenmedikçe uygun kalitede beton üretmek değişken birçok faktör olduğundan dolayı zordur. Laboratuvarda yapılan çalışmalar deneme karışım çalışmalarıdır, bu çalışmalar karışım hesaplarının bir parçasını oluşturur. Karışım hesabı yapılarak birçok değişik oranlar içeren farklı sınıflarda beton üretimini amaçlayan beton hesaplarının laboratuvarda hazırlanarak testlerinin yapılması ve test sonuçlarına göre projede istenilen kalite ve sınıflardaki betonların seçimidir.

İstanbul Metrosu 1 Aşama 2 Kısım inşaatı Garanti-KOZA/ENKA/DOĞUŞ Ortak Gıncımı kalite kontrol ve araştırma laboratuvarında 76 adet deneme karışımı yapılarak bu karışımları içensinden istenen özelliklerde 5 değişik karışım seçilerek beton üretiminde kullanılmaya başlanmıştır Bu karışımlar aşağıdaki tablo 2 de malzeme miktar ve oranları ile verilmiştir Beton dokumları devam ederken periyodik olarak kullanılan karışımları laboratuvarında deneme karışımlarının yapılması en azından dayanım sonuçlarının karşılaştırılması açısından uygun bir yöntem olabilir Bu işlem laboratuvarımızda ayda bir kere uygulanarak ve gerekli düzeltmeler yapılmaktadır

TABLO 2	DİĞER		TÜMSL. KBAm		KAZI DESTEK		DOLGU		PÜSKÜRTME SERO»	
KARŞIM NUMARASI >	72		73		53		25		5	
MALZEME CİNSİ	BS - 25		BS - 25		BS - 20		BS - M		BS - 20	
	AĞIRLIK kg	ORAN %	AĞIRLIK kg	ORAN %	AĞIRLIK kg	ORAN %	AĞIRLIK kg	ORAN %	Ağırlık kg	ORAN %
ÇİMBVTO	350		370		330		250		400	
SUJÇİMOTTO ORAM		0.48		0.52		0.54		0.70		0.35
SU	168		192		178		175		140	
KATKI	3.50	1.0	2.96	0.8	1.65	0.6	1.25	0.5	16.0	4.0
PODİMAKUMU	614	33	587	33	459	25	576	29	446	2 *
KIRMAKUM	284	15	271	15	356	1»	274	14	6 «	35
MICIR No. 1	418	22	400	22	414	22	492	25	782*	41
MICIR No.2	973	30	548	30	643	34	612	31		

BS - 25 Betonları Rhebuft -1000 , BS - 20 v* BS - 14 Betonlarda SİKA BV -40 ,

Püskürtme Betonda S I G U M T katkı olarak kullanılmaktadır

2.6- BETONUN ÜRETİLMESİ VE ÜRETİMİN KONTROLÜ

Deneme karışımları sonucu seçilen beton sınıflarının hazır beton tesislerinde uygun şekilde malzemelerin karıştırılması ve karışım hesaplarındaki değerlerin tam olarak uygulanması üretim aşamasına kadar olan aşamalarda çalışmaları kadar önemlidir Bu nedenle beton üretim tesisinin projedeki beton miktarına bağlı olarak üretim kapasitesi ve sistemleri doğru ve zamanında planlanarak ve test edilerek üretim testleri ve kalibrasyonları yapılmalıdır İstanbul metrosu inşaatında kullanılan BS-25 BS-20 BS-14 betonları Okmeydanı şantiyesinde TBS fimasına tesis ettirilen TEKA marka Alman malı, ERSEM brtgi işlem ünitesi 2 m* kapasiteli karıştırıcısı ile 80 m³/saat teonk üretim kapasiteli (ölçülen gerçek üretim kapasitesi 50 m³/saat) tam otomatik beton üretim tesisinde üretilmektedir Bu tesisin her türlü kalibrasyonları periyodik olarak yapılmakta ve tesiste oluşturulan kalite kontrol birimi elemanları ile üretimle ilgili tüm kontroller yapılmaktadır Ayrıca üretilen her betonun alınan bilgisayar çıktıları sayesinde venten malzeme ağırlıktan anında kontrol edilebilmektedir

Tesisteki kalite kontrol bmmi üretilerek Transmikserlere yüklenen betonun sıcaklık Çökme ve bım ağırlık testlerini yaparak üretimin sağlıklı çıkmasını sağlamaktadır

2 7- BETONUN NAKLİ

Okmeydanı şantiyesindeki üretim tesisinde üretilen beton Taksim Tüneline ve istasyonlara Transmikserlerle nakledilmektedir Yoğun trafik nedeniyle 30 - 45 dakikada ancak dokum yerine varabilmesi nedeniyle Hava sıcaklığına bağlı olarak 3 - 8 om lık çökme(slap) kayıpları olmaktadır Bu nedenle çökme kayıplarını azaltmak amacıyla bu amaca uygun katkı kullanılmaktadır

2.8 - BETONUN YERLEŞTİRİLMESİ

Tünel kaplamalarında beton dokumu sabit pompalarla yapılmaktadır Beton dökümü yende oluşturulan kalite kontrol bmmi elemanları taze betonda çökme sıcaklık ölçümleri yaparak basınç dayanımları için her dökümden veya her dökülen 50 mrr¹ beton miktardan içt 9 adetten

oluşan seri Küp numuneleri almaktadır. Ayrıca kemer kalıpların sökülme süresini saptamak amacıyla referans küpleri alınarak tip kesitlere göre hesaplanan katıp alma dayanımlarına erişmedikçe kalıplan sökme işlemine başlanmamaktadır. İstasyonlarda beton dökümü ise mobil pompalarla yapılmakta ve tünellerde uygulanan kontrol ve numune alma sistemi aynı şekilde buralarda da uygulanmaktadır.

2.9 - BETON KÜRÜ

Tünel betonlarında kalıplann sökülmesinden hemen sonra beton yüzeylerine kür maddesi sürülerek betonların su kaybı önlenmekte ve uygun kür sağlanmaktadır. İstasyon betonlarında da aynı sistem uygulanmaktadır.

2.10 - BETONLARIN BASINÇ DAYANIMLARI

30.Eylül.1994 Tarihine kadar İstanbul Metroşu 1 Aşama 2.Kısım şantiyelerinde dökülen beton ve Püskürtme betonlardan aşağıda verilen sayılarda basınç dayanımı için seri numuneler alınmıştır. Her çeşit beton için 1 seri numune 9 adet 15* 15* 15 cm ebatlarındaki Küplerden oluşmaktadır. Püskürtme beton basınç dayanımları için uygulama yerinde önceden hazırlanan kalıplar içerisine püskürtme beton uygulanarak bu numunelerden Okmeydanı laboratuvarında 10 cm çapında 6 adet karot alınarak numuneteme yapılmakta ve test edilmektedir.

-BS-25, BS-20, BS-14 Betonlardan toplam 643 seri küp numune,

Püskürtme betonlardan toplam 376 seri karot silindir numune alınmıştır.

Yukarıda belirtilen numunelerin 3, 7, 28 Günlük Basınç dayanımı test sonuçları ACI-214 standardında istatistik hesaplamalar aylara göre yapılmış ve Tablo 3 te verilmiştir. Bazı şantiye birimlerinde dökülen betonların dayanım grafikleri ekte verilmiştir.

2.11 - BOZUK YÜZEYLİ BETONLARIN ANARIMI

Bozuk yüzeyli betonların onarımı çalışmaları henüz başlatılmamıştır, Zamanı geldiğinde teknik şartname ve tekniğine uygun olarak yapılabilmesi için deneme kanşımına başlanmıştır.

2.12 - DİĞER İNŞAAT MALZEMELERİNİN KALİTE KONTROLÜ

Donatı demirleri, hasır çelikler, Ankraj malzemeleri, Su tutucular ve Paslanmaz çelik levhalarla ilgili testler İstanbul Teknik Üniversitesinin ilgili bölüm I a boratı varlarında testleri yaptırılarak, uygunluk belgeleri alındıktan sonra kullanılmaktadır.

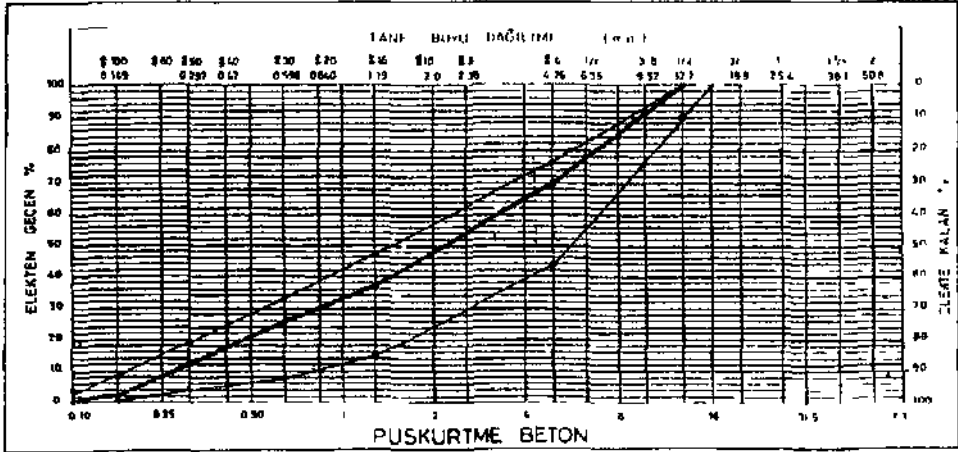
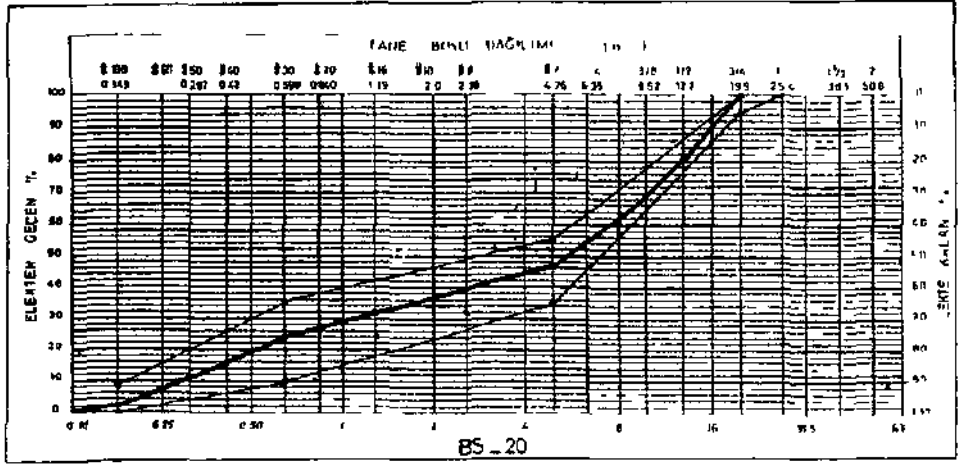
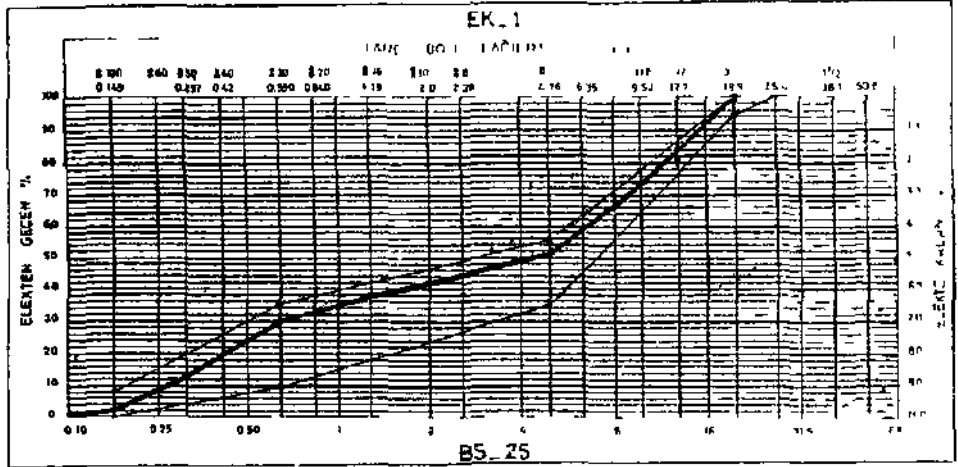
REFERANSLAR

- Fulton's Concrete Technology - Sixth (revised) edition 1986.Portland cement institute-Midrand, South Africa
- ACI Manual of Concrete Practice 1982 - PART 1 & PART 2
- Beton semineri - DSİ Araştırma Geliştirme Dairesi Başkanlığı, 6 -10 Şubat 1984 - Ankara.

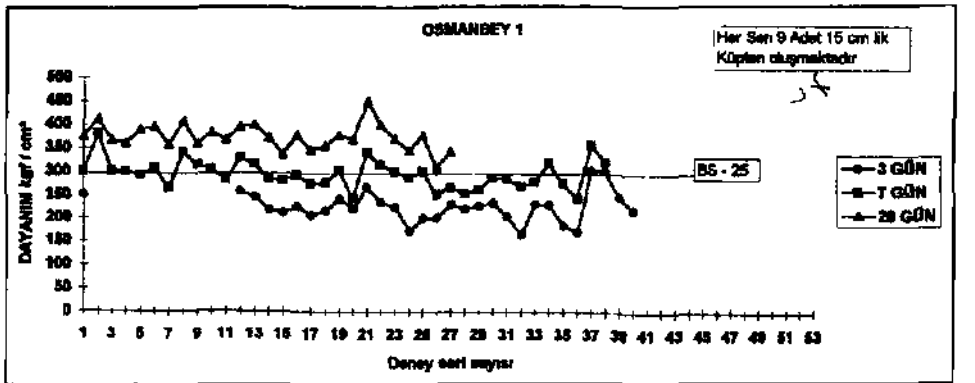
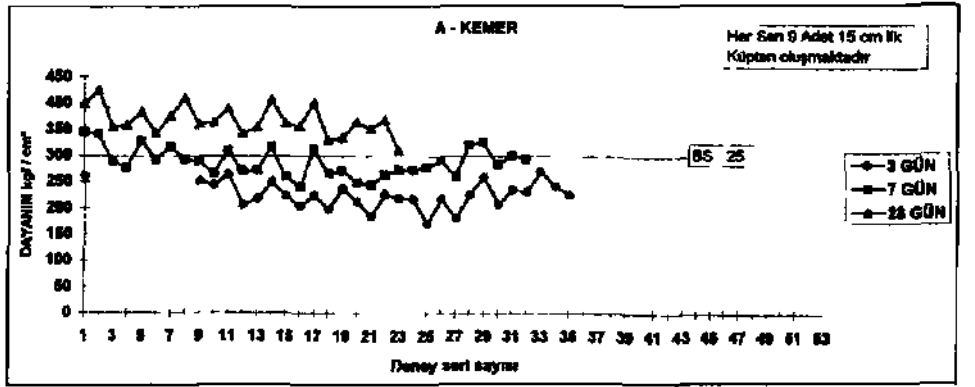
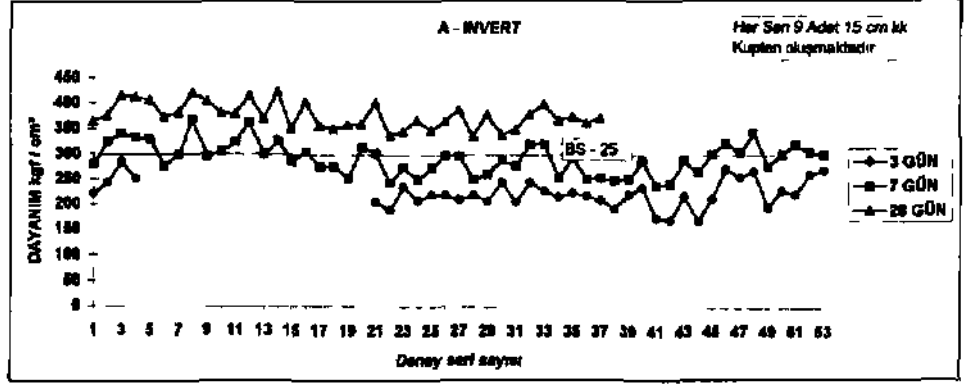
İSTATİSTİK HESAPLAMALAR

Tablo 3

İSTATİSTİK DEĞERLER	BS-25 İSTASYON VE İNVERT BETONU (Mix No 72)												BS-25 KEMER BETONU (Mix No 73)											
	TEMMUZ				AĞUSTOS				EYLÜL				AĞUSTOS				EYLÜL							
	BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²							
	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN						
Deney sayısı	11,0	33,0	33,0	3,0	53,0	53,0	45,0	49,0	49,0	3,0	10,0	10,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0						
Ortalama	240,5	308,0	387,5	238,7	301,3	360,8	226,6	287,6	371,6	251,7	305,1	375,7	223,1	277,1	381,5	223,1	277,1	381,5						
Standart Sapma	25,6	29,9	23,8	29,2	25,2	28,4	19,4	24,8	29,8	9,0	25,4	28,7	21,4	26,2	24,7	21,4	26,2	24,7						
Varyasyon Katsayısı	10,7	9,7	6,1	12,2	8,4	7,5	8,6	8,8	7,2	3,8	8,3	7,6	9,8	9,1	8,6	9,8	9,1	8,6						
ACI-213 Değerlendirme	MUKEMMEL				MUKEMMEL				MUKEMMEL				MUKEMMEL				MUKEMMEL							
İSTATİSTİK DEĞERLER	BS-30 KAZI DESTEKLENE PERDE BETONU (Mix No 83)												BS-14 DOLGU BETONU (Mix No 25)											
	MART				HAZİRAN				TEMMUZ				AĞUSTOS				EYLÜL							
	BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²							
	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN						
Deney sayısı	15,0	15,0	15,0	18,0	18,0	18,0	16,0	19,0	19,0	16,0	19,0	19,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0						
Ortalama	178,2	289,2	370,6	213,1	289,6	381,8	211,2	285,3	388,8	207,9	289,2	359,2	219,5	279,0	358,7	219,5	279,0	358,7						
Standart Sapma	28,9	17,5	22,2	19,3	21,2	26,5	28,7	21,8	36,2	27,1	24,8	24,9	24,9	28,9	24,1	24,9	28,9	24,1						
Varyasyon Katsayısı	16,3	6,0	6,0	8,8	7,3	6,7	13,8	7,7	9,8	9,4	8,9	11,3	10,3	8,7	11,3	10,3	8,7	8,7						
ACI-213 Değerlendirme	MUKEMMEL				MUKEMMEL				MUKEMMEL				MUKEMMEL				MUKEMMEL							
İSTATİSTİK DEĞERLER	PÜSKÜRTME BETONU (Mix No 8)																							
	MART				HAZİRAN				TEMMUZ				AĞUSTOS				EYLÜL							
	BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²				BASINÇ DAYANIMI kgf / cm ²							
	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN	3 GÜN	7 GÜN	28 GÜN						
Deney sayısı	2,0	12,0	12,0	3,0	13,0	13,0	4,0	19,0	19,0	17,0	10,0	28,0	8,0	15,0	22,0	8,0	15,0	22,0						
Ortalama	168,5	235,4	297,1	171,3	213,2	272,9	170,5	192,8	259,4	184,5	199,8	282,1	142,8	159,9	235,9	142,8	159,9	235,9						
Standart Sapma	50,2	24,7	48,5	38,7	55,9	49,6	10,5	19,7	34,4	14,2	11,4	31,3	11,2	17,5	18,8	11,2	17,5	18,8						
Varyasyon Katsayısı	30,2	11,0	16,3	22,6	26,2	18,1	6,1	10,2	13,3	8,8	6,7	12,4	7,9	10,9	8,0	7,9	10,9	8,0						



Ek - 2.1



Ek - 2.2

