

HAZIR BETONDA SANTRAL ÇIKIŞI VE ŞANTIYE TESLİMİ KALİTELERİN KARŞILAŞTIRMALI İNCELEMESİ

Erbil ÖZTEKİN

Prof.Dr.

Mansur SÜMER

Y.Doç.Dr.

Hayrullah KARAGÜLLE

İnş.Müh. Öğrenci

Sakarya Üniversitesi Müh. Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Çalışmada hazır betonun santral çıkışı ve şantiye teslimi kalitesi incelenmiş, kalite parametreleri taze beton sıcaklığı, kıvam (çökme) ve basınç dayanımı olmuştur. Taşıma süresinin ortalama 50 dakika olduğu çalışmada santralla şantiye arasında taze beton sıcaklığında $\pm 1^{\circ}\text{C}$ gibi ihmal edilebilir bir fark görülmüş, betonları su katılmamış ve katılmış olarak iki grupta toplamak mümkün olmuştur. Su katılmayan betonlarda santralla şantiye arasında ~3 cm çökme kaybına karşılık mukavemet kaybı oluşmamıştır. Su katılan betonlarda santralda ortalama 13 cm olan çökme, şantiyede 18 cm'ye ulaşmış, 28 günlük basınç dayanımında 40 kgf/cm^2 (%16) azalma gözlenmiştir. Hazır betonda santral çıkışı değil santral teslimi kalite esas alınmalı, betonun gerek kıvamı, gerekse de hedef dayanımı şantiye tesliminde istenen düzey tutulacak biçimde ayarlanmalıdır.

1.GİRİŞ

Hazır betonda, özellikle ıslak karışımda, kalite denetimi için numune alımı genellikle santralda yapılmakta, betonun teslim edildiği şantiyede numune alımı bazı özel müşterilere münhasır kalmaktadır. Ciddi hazır beton üreticisi santral çıkışı kalitesini denetlemekte, müşterilerin büyük bir bölümü şantiyede numune almadığı ve hiçbir denetim uygulamadığı için şantiye teslimi beton kalitesi denetim dışında kalmaktadır. Halbuki hazır beton santral çıkışından sonra bir taşıma ve pompalama süreci yaşamakta, bu süreç bir kaç saat sürebilmektedir. Bu süre içinde beton sıcaklığa ve süreye bağlı olarak kıvam kaybetmekte, priz başlayabilmekte, betona bilmeyerek (transmikserde unutulmuş yıkama suyu, santraldan çıkarken aşırı tazyikle yıkama sonucu transmikser içerisine kaçırılan su) veya bilerek (trafikte aşırı bekleme sonunda transmikser şoförünün kıvamı düzenlemek amacıyla eklediği, pompa operatörünün pompayı rahatlatmak ve basma hızını yükseltmek, kalfanın yerleştirmeyi ve mastarlamayı kolaylaştırmak için eklediği) su ilave edilmektedir. Bu unsurlar şantiye teslimi kaliteyi olumsuz yönde etkileyerek santral çıkışı kalitenin altına düşürebilmektedir.

2.AMAÇ

Yukardaki belirlemelerin ışığında çalışmanın amacı santral çıkışı kalite ile şantiye varışı kalitenin karşılaştırmalı incelemesidir. Bu amaç doğrultusunda aynı transmikserden önce santralda örnek alınarak taze beton sıcaklığı ve kıvam (çökme) ölçülmüş, basınç deneyi için numune hazırlanmış, transmikserle şantiyeye gidilerek aynı işlemler tekrarlanmış, iki örnekleme arasında geçen süre kaydedilmiş ve betona su katılıp katılmadığı gözlenerek not edilmiştir. Katılan su miktarı tahmin edilmeye çalışılmış ise de güvenilir veri elde edilememiştir. Çalışma bire bir koşullarda müşteri betonları üzerinde yürütüldüğü için doğal çerçeveyi rahatsız etmemek amacıyla katılan suyun ölçülmesine dönük bir girişimde bulunulmamıştır

3.DENEYSEL ÇALIŞMA

Ekim-Kasım 1993 döneminde İstanbul'da bir hazır beton tesisinde yürütülen çalışma 22 ayrı betonu kapsamıştır. Santralda dolumu yapılan transmikserden örnek alındıktan sonra tesisin laborantı santraldaki deneyleri yaparken üçüncü yazar transmikserle şantiyeye gitmiş, beton pompa veya kovaya verilirken örneğini almış, deneylerini yaparak küp numunelerini hazırlamıştır.

Çalışmadan önce laborant ve yazar deneyleri birlikte yaparak birbirlerine senkronize olmuşlar, deney operatörü farklılığından kaynaklanabilecek bir sistematik sapma önlenmeye çalışılmıştır.

Örnekler üzerinde dalıcı termometre ile taze beton sıcaklığı ölçülmüş, çökme deneyi iki kez yapıp ortalaması alınarak kıvam belirlenmiş, ikisi 7 gün, ikisi 28 gün sonunda kırılmak üzere dörder adet 15 cm'lik küp numune alınmıştır.

Şantiyedeki operatör firma elemanlarıyla müşterinin davranışına, su ilave ediliş edilmemesine hiç karışmamış, beton kullanılmaya başladıktan sonra örneğini alıp deneylerini yapmakla yetinmiştir. Şantiyede alınan küp numuneler bir gün şantiyede kapalı alanda muhafaza edilmiş, ertesi gün tesis laboratuvarına taşınarak su tankına yerleştirilmiştir. Yedinci gün numuneler su tankından çıkarılmış, 7 günlük numunelere 200 tonluk manometreli preste basınç deneyi uygulanmış, 28 günlük numuneler laboratuvar ortamında saklanmıştır. Deneylerde ilgili standartlara uyulmuştur [1,2].

Çizelge 1 deney sonuçlarını özetlemektedir. Çizelgede beton sınıfı, iki örnekleme arasında ölçülen zaman farkı olarak taşıma süresi, betona şantiyede su katılıp katılmadığı-katılmadıysa (-),katıldıysa(+)-, santralda ve şantiyede ölçülen taze beton sıcaklıkları, çökmeler, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları yer almaktadır. Deney sonuçları çizelgeye aktarılırken su katılmayan şantiyeler bir araya toplanmış (ilk onbir beton), diğerleri de gruplanmıştır (ikinci onbir beton). İkinci grupta 8 betona su verildiği fiilen gözlenmiş, 13, 17 ve 20 sıra numaralı betonlara su katılmadığı halde şantiye çökme değerinin santral çökme değerinden yüksek olduğu görülerek nedeni araştırılmış, üç betonun da aynı transmikser ve

DÖNEK NO	BETON SINIFI	TAŞIMA SÜRESİ (DAKİKA)	KATILAN SU	TAZE BETON SICAKLI (°C)		ÇÖKME (CM)		BASINÇ DAYANIMI 7 GÜN (KGF/CM²)		BASINÇ DAYANIMI 28 GÜN(KGF/CM²)	
				SANTİRAL	ŞANTIYE	SANTİRAL	ŞANTIYE	SANTİRAL	ŞANTIYE	SANTİRAL	ŞANTIYE
1	B160	140	-	26	27	14.5	8.5	122	125	218	220
2	B300	39	-	25	26	17.5	14.5	236	260	331	374
3	B160	35	-	24	25	18.5	17.5	111	100	220	185
4	B160	40	-	22	23	15.5	12	120	116	218	225
5	B225	90	-	22	22	16.5	11.5	164	151	289	251
6	B225	35	-	22	22	20	19	152	156	251	240
7	B160	68	-	18	18	25	18	78	87	140	154
8	B225	15	-	21	22	18	17	159	162	260	256
9	B225	50	-	23	23	17.5	15.5	138	145	240	227
10	B225	27	-	24	25	16	13.5	156	145	263	254
11	B300	54	-	18	17	15.5	12.5	234	225	369	376
12	B225	52	+	26	27	12.5	17.5	164	158	289	245
13	B225	30	*	24	26	17	18.5	147	142	271	242
14	B225	27	+	22	22	8.5	28	105	76	189	147
15	B225	32	+	23	24	14	17	169	167	291	252
16	B225	60	+	18	17	13	17	185	149	298	216
17	B520	53	*	19	17	17	18	158	176	243	265
18	B160	79	+	19	18	14	18	80	57	152	114
19	B160	54	+	23	23	14.5	18.5	100	71	198	140
20	B225	50	*	16	14	13	17	229	212	362	318
21	B160	36	+	14	13	9.5	17.5	114	65	194	131
22	B225	13	+	14	14	10.5	11	154	131	265	245

ÇİZELGE 1- DENEY SONUÇLARI

şöförüne ait olduğu, bu şöförün kamyonun temizliğine çok titiz davranarak uzun süre tazyikli su ile yıkadığı ve içine çok su kaçırdığı farkedilmiştir.

Böylece 22 betonun ilk onbiri su katılmayarak kıvam kaybına uğramış betonları, son onbiri ise bilerek veya bilmiyerek su katılmış ve çökmeleri artmış betonları toplamaktadır.

4. İRDELEME VE YORUM

4.1 Taşıma Süresi

İki örnekleme arasında geçen süre kabaca taşıma süresini yansıtmaktadır. Taşıma süresi 13 dakika ile 140 dakika arasında değişmiş, tek bir şantiyede standart sınır olan 2 saati aşmıştır. Ortalama taşıma süresi ilk 11 beton için 55, son onbir beton için 45, genelde 50 dakika olmuştur. Bu değerler sektör geneline uygun görünen değerlerdir, iki grup arasında anlamlı bir fark yoktur.

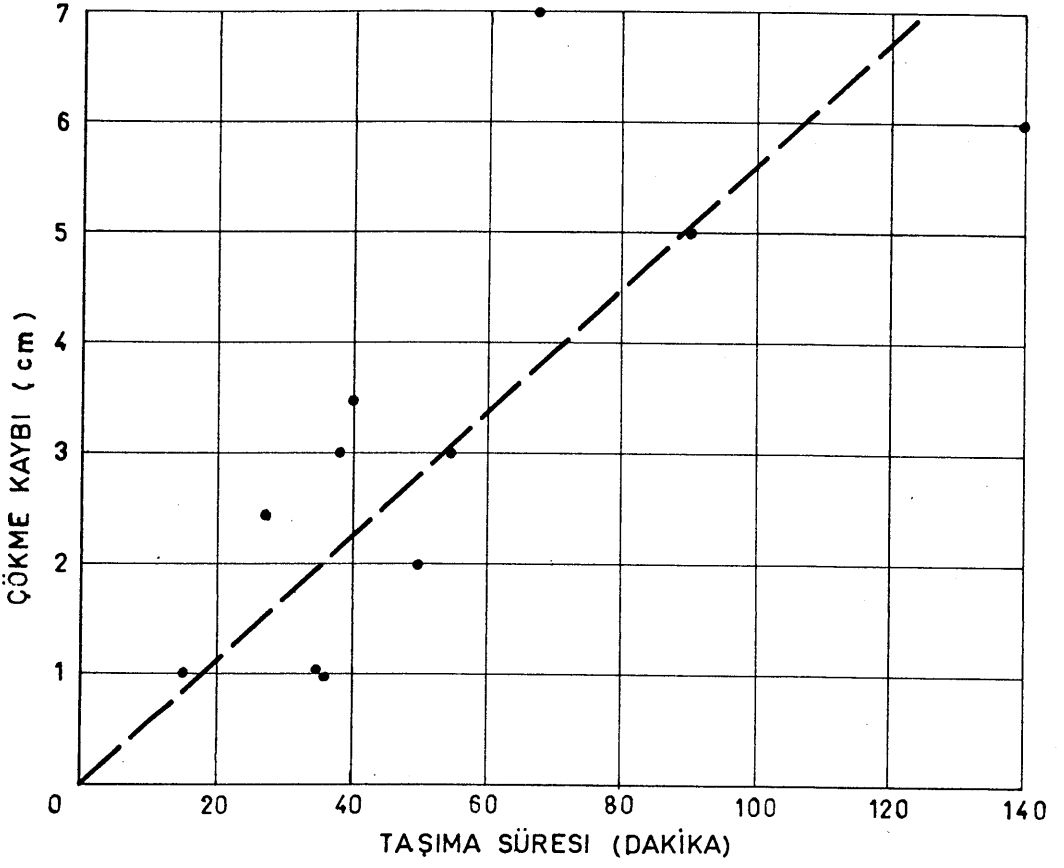
4.2 Taze Beton Sıcaklığı

Çalışmanın yürütüldüğü dönem itibarıyla taze beton sıcaklığı 13-27°C aralığında kalmıştır. Ortalama sıcaklık 1. grupta santralda 22.3, şantiyede 22.7°C, 2. grupta santralda 19.8, şantiyede 19.5°C, genelde santralda 21.0, şantiyede 21.1°C dir. Santralla şantiye arasında anlamlı bir sıcaklık farkı gözlenmemektedir. İki grup arasında 2-3°C'lik fark hava sıcaklıklarına bağlı tesadüfi bir farktır ve su katılan 2. grubun ortalama sıcaklığı daha düşüktür. Dolayısı ile su katma eylemi ile taze beton sıcaklığı arasında bir doğru ilişki söz konusu değildir.

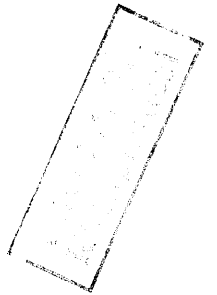
Santralla şantiye sıcaklıklarına daha yakından bakıldığında ve hava sıcaklıkları da dikkate alındığında 20-22°C civarında hava ve taze beton sıcaklıklarının aynı düzeyde olduğu, sonucunda taşıma sürecinde ısınma veya soğuma gözlenmediği, 22°C'nin üstündeki sıcaklıklarda hava sıcaklığının taze betonun santral çıkışı sıcaklığından birkaç derece daha yüksek olduğu, dolayısı ile taşıma sonunda taze betonun 1°C kadar ısındığı, 20°C'nin altındaki sıcaklıklarda ise hava sıcaklığının taze betonun santral çıkışı sıcaklığından birkaç derece daha düşük olduğu, sonucunda taze betonun 1°C kadar soğuduğu görülmektedir. Sonuç olarak taşıma süresinde prize ve mekanik harekete bağlı sistematik bir ısınma söz konusu olmamakta, taze beton sıcaklığı ortam sıcaklığına uyum sağlamaktadır. Bu uyumun mertebesi bu çalışma koşullarında + veya -1°C olmuştur. Olağan çalışma koşullarında taze beton sıcaklığının hazır betonun performansını önemli derecede etkileyecek bir parametre oluşturmadığı söylenebilir.

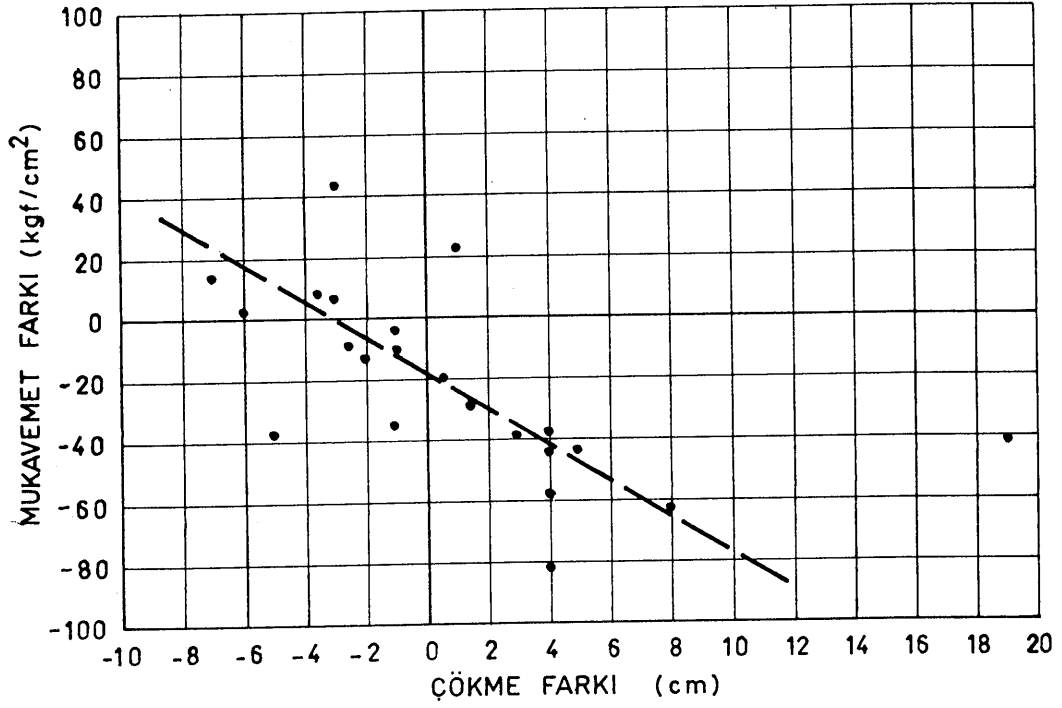
4.3 Kıvam (Çökme)

Şantiyede su verilen veya aşırı yıkama suyu kullanılmış 2. grup betonlarda şantiyedeki çökme santraldaki çıkış çökmesinden daima daha yüksek olmuş ortalaması santralda 13.0, şantiyede 18.0 cm olarak gerçekleşmiş, çökmede 5 cm artış gözlenmiştir.



Sekil 1-Tasıma Süresine Bağlı Olarak Çökme Kaybı





Sekil 2- Santral-Şantiye Arası Çökme ve Mukavemet Farkları ilişkisi

Su ilave edilmeyen ve kıvam kaybına uğrayan 1. grupta ise santral çıkışında ortalama 17.7 cm olan çökme şantiyede 14.5 cm'ye düşmüş, fark 3.2 cm olmuştur. Şekil 1 çökme kaybını taşıma süresine bağlı olarak göstermektedir. Şeklin ve çizelgenin incelenmesinden aşağıdaki belirlemeleri yapmak mümkündür.

* Taşıma sürecinde çökme kaybı taşıma süresine bağlı olarak artmaktadır. Çökme kaybı tabii ki santral çıkışı çökmeye ve sıcaklığa da bağlıdır, bu faktörlerle de değişecektir, ancak bu çalışmanın çerçevesi içinde bir saati aşmayan taşıma süreleri için 1-3 cm (ortalama 2.1 cm) civarında kalmış, bir saati aşan süreler için 5-7 cm olarak gerçekleşmiştir.

* Su katılmayan birinci grupta şantiye teslimi çökme 14.5 cm gibi rahat pompalanır, yerleştirilir ve masterlanır bir değer göstermiş, belki de bu nedenle bu grupta şantiyede betona su verme ihtiyacı duyulmamıştır. Su katılan grupta ise santral çıkışı çökme 13 cm'dir, şantiye varışında yaklaşık 3 cm'lik kayıpla 10.0 cm'ye düşmüştür, bu kıvam pompalama, yerleştirme ve masterlamaya uygun görülmemiş, kıvamı düzeltmek amacıyla su verilmiş, bu sırada kantarın topu kaçmış ve ortalama çökme 18 cm olana kadar su ilave edilmiştir.

* Üst paragraftaki yorum çok doğru olmayabilir, belki 1. gruptaki şantiyeler daha bilinçli, bilgili ve organize, 2. gruptakiler ise daha bilinçsiz ve bilgisiz olabilirler. Şantiyeler bu açıdan incelenip değerlendirilmediğinden kesin yargıya varmak mümkün görünmemektedir.

* 1. gruptaki su katılmayan betonların üçü pompasız, 2. gruptakilerin ise yalnızca biri pompasız verilmiştir. Bu fark istatistik bir yargıya varmak için yetersizdir ama yine de pompa operatörlerinin betonu sulandırma eğilimine işaret etmektedir.

4.4 Basınç Dayanımı

Su katılmamış 1. grupta ortalama basınç dayanımı 7 günde santralda 152, şantiyede 152 kgf/cm² (fark sıfır), 28 günde santralda 254, şantiyede 251 kgf/cm² (fark 3 kgf/cm², % 1) dir. Santral ile şantiye arasında anlamlı bir mukavemet kaybı söz konusu değildir.

2. grupta ortalama basınç dayanımı 7 günde santralda 146, şantiyede 128 kgf/cm² (fark 18 kgf/cm², % 12), 28 günde santralda 250, şantiyede 210 kgf/cm² (fark 40 kgf/cm², % 16) dir. Santral ile şantiye arasında ciddi bir mukavemet kaybı söz konusudur. 28 günde maksimum kayıp 82 kgf/cm²'ye veya %32'ye ulaşabilmektedir.

Mukavemet kaybı sonucu santral çıkışında sınıf dayanımını rahatlıkla tutan 3 beton şantiyede sınıf dayanımının altına düşmüştür. Su katılmamış 1. grupta böyle bir olay yaşanmamış, santralda sınıf dayanımını tutan betonların tümü şantiyede de sınıf dayanımını tutmuştur.

Betonlardan üçü sınıf dayanımını ne santralda, ne de şantiyede tutabilmiştir. Bu betonlardan birinin çökmesi 25 cm'dir, diğer ikisinde ise bileşimde bulunan taş tozu bittiği için yerine ince doğal kum ikame edilmiştir.

4.5 Genel

Su katılmamış 1. grup betonlarda santralla şantiye arasında yaklaşık 3 cm çökme kaybı görülmüş, buna karşılık mukavemette fark oluşmamıştır. Çökme kaybı buharlaşma yoluyla su kaybına bağlansa, su/çimento oranı azaldığı için şantiyede mukavemetin daha yüksek çıkması beklenir ki, bu gözlenmemiştir. Çökme kaybı hidratasyon reaksiyonlarının ve prizın başlamasına bağlansa şantiyede mukavemetin daha düşük çıkması beklenir ki bu da gerçekleşmemiştir. Bu çerçevede makul bir açıklama iki olayın birlikte olduğu ve birbirlerini dengelediği doğrultusundadır. Yaklaşık bir saatlik taşıma süresi sonunda beton, hidratasyon reaksiyonları başladığı için çökme ve mukavemet kaybına uğramakta, su kaybettiği için de kıvam kaybetmekte fakat mukavemeti artmaktadır.

Şekil 2 tüm betonlar için şantiye ile santral arasında gözlenen mukavemet farkını çökme farkına bağlı olarak göstermektedir. Noktalar dağınık olmakla birlikte mukavemet farkı ile çökme farkı arasında bir doğrusal ilişki eğilimi görülmektedir. Doğru, çökme farkı eksenini yaklaşık -3 cm'de kesmekte, taşıma süresinde 3 cm çökme kaybeden betonlarda santralla şantiye arasında mukavemet farkı oluşmadığını ortaya koymaktadır. Bu olgu 1. grup su katılmamış betonlarda saptanan durumla (3.2 cm çökme kaybı, sıfır mukavemet kaybı) çakışmaktadır. Doğru, mukavemet eksenini -(15-20) kgf/cm²'de kesmekte, yani beton santraldan şantiyeye taşıma süresinde kıvam kaybetmese bile (bir başka deyişle çökme kaybını dengeleyecek kadar su ilave edilse) mukavemetinde 15-20 kgf/cm²'lik bir düşme oluşacağına işaret etmektedir, ki bu da beklenmesi gereken bir olgudur.

Verilen sayısal değerler yalnız bu çalışma koşulları içinde geçerlidir, başka sıcaklık, süre, ... vb koşullarda farklı değerler alabilirler. Ancak eşit kıvamda şantiye teslimi mukavemetin santral çıkışı mukavemetten daha düşük olacağını dikkate alma ve santral çıkışı mukavemeti aradaki fark kadar arttırma gereğini ortadan kaldırmamaktadır. Fark bu çalışmada 15-20 kgf/cm² mertebesinde görülmüştür, yazın daha çok, kışın daha az olabilir, beton sınıfına bağlı olarak değişebilir.

5.SONUÇ

Hazır betonda hedeflenmesi ve tutulması gereken kalite (başlıca ölçütleri olarak kıvam ve basınç mukavemeti) şantiye teslimi kalitedir. Taşıma sürecinde hazır beton kıvamından kaybetmekte, bu kayıp şantiyede su ilavesiyle dengelenirse mukavemet kaybı oluşmaktadır. Tersine kıvam kaybı dikkate alınarak santraldan yüksek kıvamla çıkılırsa (bu kıvam artışı su arttırılarak sağlanıyorsa) bu sefer santral çıkışı mukavemet, dolayısı ile de şantiye teslimi mukavemet düşmektedir. Her şıkta taşıma süreci gözönünde tutularak santral

çıkışı hedef dayanımın bir miktar (bu çalışmada 15-20 kgf/cm²) artırılması gerekmektedir.

Santraldan 17-18 cm çökmeyle çıkarılıp şantiyeye 14-15 cm çökmeyle teslim edilen betonlara su katma eğilimi gözlenmemiş, santraldan 9-14 cm çökmeyle çıkıp şantiyeye 6-11 cm çökmeyle varan betonlara su katılmıştır. İstanbul'da mevcut ortalama pompalama-yerleştirme- mastarlama kültürü 14-15 cm çökmeli betonlarla uyushabiliyorsa, bu durumu veri olarak kabul edip hazır betonu 14-15 cm çökmeyle teslim etmek gerçekçi bir yaklaşım ve şantiye teslimi mukavemet sorununa kalıcı bir çözüm olabilir.

6.KAYNAKLAR

- 1- Türk Standartları, "Taze Beton Kıvam Deneyi (Çökme Hunisi Metodu ile) (TS 2871)", TSE, Aralık 1977, Ankara.
- 2-Türk Standartları, "Beton Basınç Mukavemeti Tayini (TS 3114)", TSE, Nisan 1990, Ankara.

