

FARKLI KÜR KOŞULLARINDAKİ BETONLARA KATKININ ETKİSİ

Osman ÜNAL
Y.Doç.Dr.
AKÜ, Teknik Eğitim Fakültesi
Afyonkarahisar, Türkiye

Tayfun UYGUNOĞLU
Arş.Gör.
AKÜ, Teknik Eğitim Fakültesi
Afyonkarahisar, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, farklı ortamlarda kür edilen betonların özelliklerine kimyasal katkıının etkisi araştırılmıştır. Depremlerde yıkılan betonarme yapıların yıkılma nedenlerinin en başında beton dayanımının projede öngörülen dayanımın çok altında olması gelmektedir. Bunun nedenleri de inşaat sahasında betonun laboratuvar ortamına yakın şartlarda kür edilememesidir. Ayrıca üretilen betonların işlenebilme ve mukavemetlerini kontrol edebilmek amacıyla kimyasal katkıların ortam şartlarına göre seçilmesi de önem arz etmektedir. Dolayısıyla yapıların kısa sürede hasara uğraması nedeniyle günümüzde onarım ve güçlendirme projeleri önem kazanmaktadır.

Yapılan çalışmada Afyon merkezine hizmet veren bir beton santralinde ön çalışmalar sonucunda normal ve kimyasal katkılı beton karışımlar hazırlanarak küp numuneler üretilmiştir. Üretilen katkılı ve katkısız betonlara su içerisinde, laboratuvar ortamında ve açık havada olmak üzere üç tür kür yöntemi uygulanmıştır. Beton karışımlarında MR-50 orta akışkanlaştırıcı (Mid-Range) su azaltıcı özelliği olan beton katkısı çimento ağırlığının % 1 oranında ortam şartları dikkate alınarak seçilmiştir. Beton karışımlarında 0-6mm kum ince

malzeme, 6-12mm kırmataşI ve 12-25mm tane boyutlarında kırmataşII olmak üzere üç agrega sınıfı malzeme ile PKÇ42.5 tipi portland kompoze çimentosu kullanılmıştır. Agregalar üzerinde deneyler tamamlandıktan sonra (Yeni Deprem yönetmeliğine göre min. C20) çimento miktarı 300 kg/m^3 , su/çimento oranı 0,65'e göre uygun beton karışım hesabı yapılarak beton üretilmiştir. Katkılı betonlarda %1 MR-50 katkısı kullanıldığından S/Ç oranı 0,55 alınmıştır. 1 m^3 beton karışımında agregaların karışım oranları 0-6mm ince %48, 6-12mm orta %27 ve 6-25mm iri %25 olarak sabit granulometri alınmıştır. Karışım hesaplarında malzemelerin yüzey kuru suya doymun ağırlıkları esas alınarak, katkılı ve katkısız beton serilerinden her grub için 7 adet 15cm kenarlı küp numunelerinden üç ayrı kür yöntemine göre toplam 42 adet üretilmiştir. Hazırlanan beton karışımları tablalı sarsma vibratörü ile kalıba yerleştirildi ve sıcaklığı $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ve %65 nemli laboratuar ortamında 24 saat bekletildikten sonra kalıplarından çıkarılarak 20°C kirece doymun su içerisinde, laboratuar ortamında (20°C sıcaklık ve %65 nem) ve açık hava şartlarında (gölgede) kür edilmiştir. Deney gününden bir gün önce su içerisinden çıkarılan numuneler üzerinde 7,28 ve 56 günlük beton özelliklerini belirlemek amacıyla birim ağırlık, ultrases geçiş süresi, tek eksenli basınç dayanımı ve beton test çekici deneyleri yapılmıştır

Elde edilen sonuçlar grafik ortamında değerlendirilerek kür şartlarının ve katkının beton özelliklerine etkisinin açıklandığında, C20-C25 beton sınıfına yakın dayanımlar elde edilmiştir. Üretilen betonlarda kimyasal katkının kullanılması ve ilk günlerde uygulanacak kür yöntemi betonun daha uzun ömürlü olmasına ve dayanıklılığın artmasına yarar sağlayacaktır. Hazır beton santrallerinde iklim şartları göz önüne alınarak karışımlarda katkı kullanılmasının yanı sıra beton özelliklerine etki eden kür şartlarının da uygulamada önemli olduğu görülmüştür.

GİRİŞ

Beton üretiminde kullanılan mineral kökenli, kum, çakıl ve kırmataş gibi taneli yapı malzemelerine agrega adı verilmektedir. Agregalar betonun toplam hacminin %70'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle agregaların kimyasal bileşimi, mineralojik ve petrolgrafik yapısı ile fiziksel özelliklerinin iyi etüd edilmesi gerekmektedir. Bunların başlıca özellikleri granülometri, tane şekli ve boyutu, yüzey şekli, su emmesi, dayanımı, elastisite modülü, kimyasal ve mineral bileşimi, petrografik tanımlama ve özgül ağırlıktır. Bütün bu özellikler, betonun performansını ve durabilitesini etkilediği bilinmektedir [1].

Betonun özellikle ilk günlerinde, yeterince hidrasyon yapabilmesini sağlamak amacıyla, betonun içerisinde yeterli miktarda suyun ve sıcaklığın bulundurulması ve bu ortamın korunması işlemi "betonun kür'ü" veya "betonun bakımı" olarak tanımlanmaktadır. Beton kür'ü için gerekli şartlar hidrasyon için yeterli suyun bulunması yani beton içerisindeki suyun buharlaşarak azalmaması ve beton sıcaklığının(10°C) düşük olmamasıdır [2].

Beton dayanımları ve betonarme hesaplar betonun 28 günlük silindir numunenin dayanımına göre yapılır. Bilindiği gibi, beton yedi günde öngörülen 28 günlük dayanımın yaklaşık %70'ine ulaşmaktadır. Bu durumda betonun 28 günlük dayanımı, özellikle ilk yaşlardaki bulunduğu ortamın nem oranı ve sıcaklığın etkisi altında değişmektedir. Bu süre içerisinde ortamın sıcaklık ve neminin kontrol altında tutulmasına 'taze betonun kıvamı' veya 'kür' denilmektedir [3].

Beton zamanla dayanım kazanan bir yapı malzemesidir. Bileşiminde bulunan suyun bir kısmı belirli bir zaman süresi içinde hidrasyon için kullanılır. Bu suyun zamanından önce kaybolması beton dayanımının zayıflamasına neden olur. Bu sebeple taze betonun bakımı, karışımın hazırlanması ve yerleştirilmesi kadar önemlidir.

Beton yerleştirilip sıkıştırıldıktan sonra fiziksel, kimyasal ve mekanik etkilerden korunmalı ve hava şartlarına göre katılaşmasını hızlandıracak veya yavaşlatacak önlemler alınmalıdır. Bunun için beton, sıcaklık değişimleri, kuruma, don, sel, kimyasal oluşumlar ve beton yapısını bozabilecek titreşim ve sarsıntılardan korunmalıdır. Özellikle taze beton belirli bir süre yaş tutulmalı ve kurumaya karşı korunmalıdır [4].

Betonun normal prizini yapabilmesi için gerekli ortam sıcaklığı 15 ile 5°C'dir. Yüksek sıcaklık betonun prizini hızlandırır. Bu durumda gerekli nem sağlanamazsa betonda büzülme çatlakları oluşur. Beton yüzeyini etkileyen kuru rüzgar büzülme çatlaklarının oluşmasını hızlandırır. Bu durumda taze betonun yüzeyi örtülerek bu tür etkilerden korunmalı, kür yapılırken beton yüzeyleri ıslatılmalı ve buharlaşmayı önlemek için örtülmelidir.

Araştırmalar sonucuna göre, betonun değişik kür şartları altında mukavemetteki azalmalar önlenebilir [5]. Bunlar arasında uygulanan kür yöntemleri,

- Beton yüzeyinin en az 7 gün süreyle yaş çuval veya ıslak kumla nemli tutulmalıdır.
- Beton yüzeyi buharlaşmayı önlemek amacıyla geçirimsiz bir tabaka ile örtülmeli veya koruyucu bir madde fırça ile beton yüzeyine sürülmelidir.
- Rutubetin etkisinden az zarar gören çimento kullanılmalıdır.

- Yapının şekli ve türüne göre yüzey/hacim oranı büyük olan yapılarda rutubet önemlidir.
- Beton en iyi şekilde tamamen su içinde bırakılmakla saklanır.

AMAÇ

Yapılan literatür araştırmasına bağlı olarak yapılan çalışmada özellikle betonun pompa ile iletilmesi durumunda akıcı kıvamın sağlanması için su miktarını azaltıcı akışkanlaştırıcı özelliğine sahip katkıların tercih edilmesi durumunda betonun özelliklerini ne şekilde etkilediğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için karışımlarda aynı işlenebilmeyi sağlayan su miktarı azaltılarak yerine katkı kullanılmıştır.

Agrega Özellikleri

Bu çalışmada beton üretiminde, 0-6mm kum, 6-12mm KT1 ve 12-25mm KTII olmak üzere üç agrega grubu kullanılmıştır. Laboratuarda malzemeler üzerinde standartlarda belirtilen deney yöntemlerine göre agregalar üzerinde fiziksel özellikleri belirlemek amacıyla deneyler yapılarak sonuçlar tablo.1'de verilmiştir [6-7-8].

Agregalar üzerinde yapılan dona dayanıklılık (Na_2SO_4) testinde kırmataş agregada %0,4(max.18) ince agregada %2,3(max.15) oranları bulunmuş olup standart değerler altında kalmaktadır. Ayrıca SO_4 , Cl ve organik madde bulunmamıştır.

Tablo 1. Agregaların Granülometri Değerleri ve Fiziksel Özellikleri

Malzeme Türü	Elekten Geçen (%) Değerler									Su Emme/ Rutubet (%)	Özgül Ağırlık (kg/dm ³)
	0,125 (mm)	0,25 (mm)	0,5 (mm)	1 (mm)	2 (mm)	4 (mm)	8 (mm)	16 (mm)	31,5 (mm)		
0-6mm	8,2	16,5	24,7	38,2	59,8	85,8	100	100	100	1/7,6	2,69
6-12mm	0	0	0	0	2	8	80	100	100	0,34/2	2,7
12-25	0	0	0	0	0	0	0,3	37	100	0,32/0,4	2,7

Beton Katkı Maddesi.

Katkılı beton karışımlarında MR-50 orta akışkanlaştırıcı (mid-Range) su azaltıcı özelliği olan beton katkısı (Ö.A=1,1 kg/lit) çimento ağırlığının % 1 olarak kullanılmıştır.

Çimento

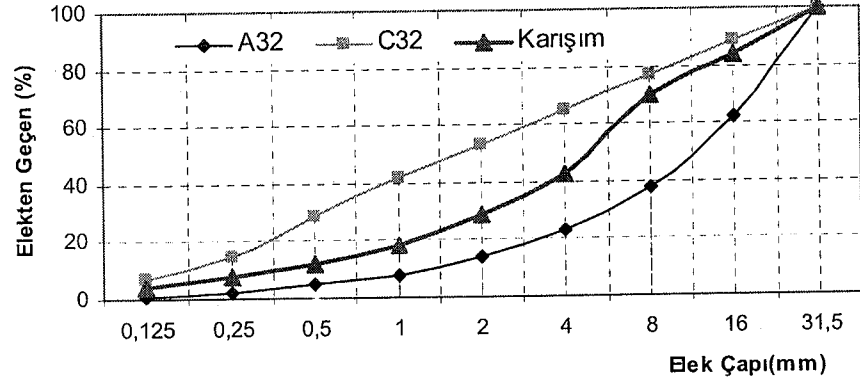
Beton karışımlarında PKÇ42.5 tipi portland kompoze çimentosu kullanılmıştır. TS 24'e göre çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri çimento fabrikası laboratuvarında yapılmış ve sonuçların T.S 19'da belirtilen standart değerlere uygun olduğu görülmüştür. Çimentonun kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 2.'de verilmiştir [9].

Tablo 2. PKÇ 42,5 Portland Kompoze Çimentosu Özellikleri

Analiz Grubu	DENEY		Sonuç	TS19
Kimyasal Özellikler	Kükürt tri oksit(%)		2,91	<3,5
	Magnezyum oksit(%)		2,33	<5,0
	Kızdırma kaybı(%)		1,92	<4,0
	Klorür(%)		0,06	<0,1
	Çözünmeyen kalıntı(%)		0,67	<1,5
Fiziksel Özellikler	Kıvamlılık suyu(%)		30	
	Özgül yüzey(cm ² /gr)		3685	>3500
	Priz süresi	Başlama(saat-dak)	2sa.52dak	>1sa
		sonu(saat-dak)	4sa.36dak	<10sa
	İncelik	No.70de kalan(%)	0,13	
		No.200de kalan(%)	3,15	
	Özgül Ağırlık (kg/dm ³)		3,12	
	Basınç Dayanımı (N/mm ²)	2gün	26,5	>20
		7gün	38,7	>31,5
28gün		43	>42,5	

Beton Karışımı ve üretimi

Agregalar üzerinde yukarıda belirtilen deneyler tamamlandıktan sonra (Yeni Deprem yönetmeliğine göre C20) çimento miktarı 300 kg/m³, su/çimento oranı 0,65'e göre uygun beton karışım hesabı yapılarak beton üretilmiştir. Katkılı betonlarda %1 MR-50 katkısı kullanıldığından S/Ç oranı 0,55 alınmıştır. 1m³ beton karışımında agregaların karışım oranları 0-6mm ince %48, 6-12mm orta %27 ve 6-25mm iri %25 olarak hesaplanarak karışım agregasının granülometrisi standart değerler arasında kaldığı görülmüştür. (Şekil.1).



Şekil 1. Standart ve Karışım Agregası Granülometri Eğrileri

Karışım hesaplarında malzemelerin yüzey kuru suya doymun ağırlıkları esas alınarak, katkılı ve katkısız beton serilerinden her grub için 7 adet 15cm kenarlı küp numunelerinden üç ayrı kür yöntemine göre toplam 42 adet üretilmiştir. Hazırlanan beton karışımları tablalı sarsma vibratörü ile kalıba yerleştirildi ve sıcaklığı $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve %65 nemli laboratuvar ortamında 24 saat bekletildikten sonra kalıplarından çıkarılarak 20°C kirece doymun su içerisinde, laboratuvar ortamında (20°C sıcaklık ve %65 nem) ve açık hava şartlarında (gölgede) kür edilmiştir. Deney gününden bir gün önce su içerisinde çıkarılan numuneler normal hava şartlarına bırakılarak 7,28 ve 56.cı günlerdeki beton özellikleri belirlenmiştir.

DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

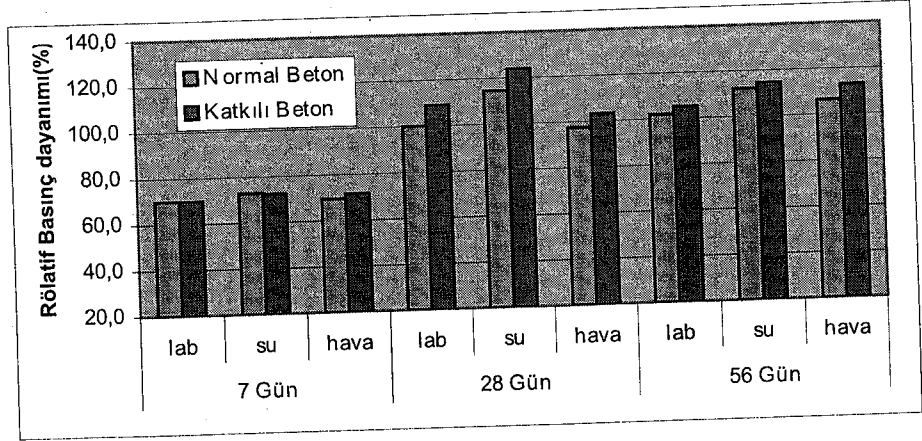
Aynı granulometriye sahip farklı kür şartlarındaki betonlarda kimyasal katkının beton özelliklerine etkisinin araştırıldığı deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar tablo 1'de rölatif değerler olarak verilmiştir. 28 günlük laboratuvar ortamında kür edilen normal beton, şahit beton (ŞB) olarak kabul edilerek, diğer kür şartlarında elde edilen değerler rölatif olarak grafik ortamında değerlendirilmiştir. Buna göre beton özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

Tablo.1 Normal ve Katkılı Betonların Rölatif Sonuçları

Beton Yaşı	Kür Türü	Normal Beton özellikleri (%)				Katkılı Beton Özellikleri (%)			
		Birim Ağırlık	Ultras Hızı	Dayanım	Schmidt Çekiçi	Birim Ağırlık	Ultras Hızı	Dayanım	Schmidt Çekiçi
7 Gün	lab	100,4	93,5	69,9	92,3	99,4	91,30	69,9	90,3
	su	102,6	89,1	72,8	86,5	101,1	93,48	72,4	90,3
	hava	100,0	97,8	69,5	88,6	99,0	91,30	71,5	91,2
28 Gün	lab	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	95,65	108,9	100,7
	su	102,6	106,5	114,6	92,5	101,6	104,35	124,0	103,7
	hava	101,3	102,2	97,6	96,9	99,9	97,83	103,3	96,6
56 Gün	lab	98,0	95,7	102,0	96,9	98,8	98,91	105,3	96,6
	su	101,1	100,0	112,2	102,4	101,2	102,17	114,6	108,8
	hava	97,8	93,5	106,5	101,0	99,8	100,00	113,0	108,6

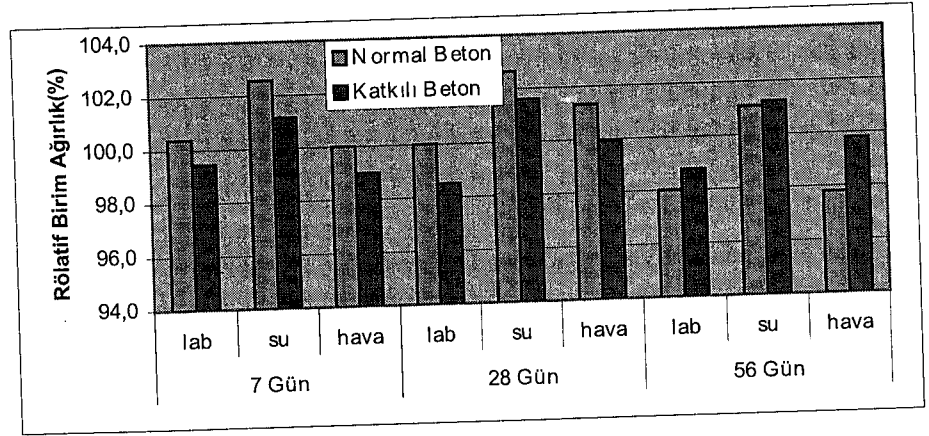
Kalıbına yerleştirilmiş betonun dayanım kazanabilmesi için sertleşme süresi içerisinde uygun yöntemlere göre bakımı(kür'ü) yapılmalıdır. Betona uygulanan pek çok kür yöntemi olmasına rağmen iyi korunamayan betonarme yapılarda zamanla onarılması güç hasarlar meydana geldiği bilinmektedir. Farklı kür şartlarının kimyasal katkı ve normal betonun basınç dayanımına etkisi ile ilgili sonuçlar şekil 1'de incelendiğinde, su içerisinde saklanan numunelerin dayanımları diğer kür şartlarına göre daha iyi çıkmıştır. Buda üretilen betonların hidrasyon olayı nedeniyle bünyeden buharlaşma yoluyla ayrılacak su miktarının daha az olmasını sağladığından dayanım kazanma hızının genel olarak diğer yöntemlerden fazla olduğunu göstermiştir. Genel olarak sonuçlar incelendiğinde C20-C25 beton sınıfına yakın dayanımlar elde edilmiştir.

Beton karışımlarında kimyasal katkının kullanılması ile betonun basınç dayanımı üzerine olumlu etkisi üç kür yönteminde ve bütün zaman dilimlerinde normal beton davranışı eğiliminde olup su içerisinde kür yönteminde en fazla dayanım değerine ulaşılmıştır. Dayanımlar arasında sadece 28 günlük numunelerde belirgin bir fark görülmesine rağmen karışıma katılan katkının esas özelliği taze beton özelliklerinden işlenebilmeyi kolaylaştırmasıdır. Bunun sonucunda iyi yerleşen ve sıkıştırılan betonun dayanımının artması da uygulanan kür şekline göre gelişmektedir.



Şekil.1 Betonlarda Kür yöntemlerinin Rölatif Dayanıma Etkisi

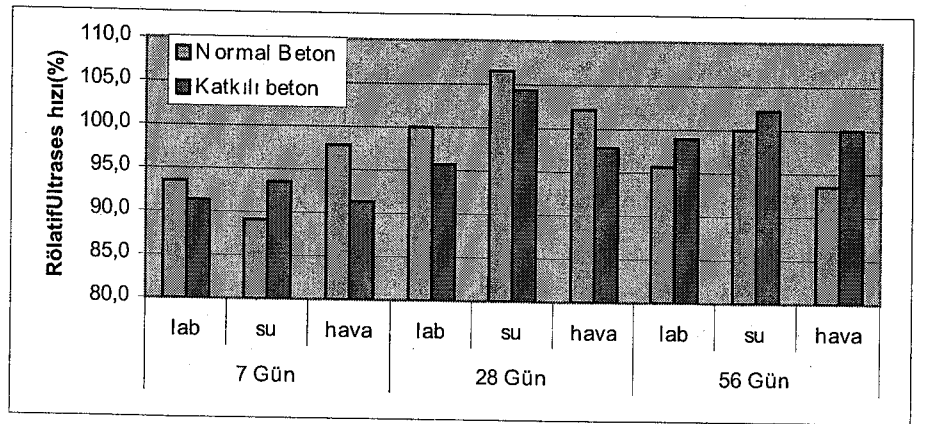
Betonun dayanım kazanma hızı zamana bağlı olarak artmaktadır. 7 günlük dayanım kazanma hızı %70 civarında olup 28 günde %100 değerini geçmiştir. Ancak ileriki yaşlardaki dayanım artış hızında ilk günlerdekine oranla azalma eğilimi görülmektedir.



Şekil 2. Betonlarda Kür Yöntemlerinin Rölatif Birim Ağırlığa Etkisi

Karışımlara katılan kimyasal katkı ve kür şeklinin betonun basınç dayanımını etkilediği gibi birim ağırlık ve ultrases hızına da benzer etki yapmıştır. Şekil 2 ve şekil 3 incelendiğinde, normal ve katkılı betonlarda basınç dayanımına benzer davranış görülmüştür. Dolayısıyla en uygun kür yöntemi numunelerin suda korunması olduğu bilinen vurguyla uyumaktadır. Laboratuvar ortamında saklanan

numunelerin birim ağırlıkları zamanla azalma eğilimi gösterirken basınç dayanımlarında ise artış şeklinde olmuştur. Bu durum erken yaşlardaki numunelerde hidrasyon için gerekli suyun bünyeden zamanla ayrılmasına bağlanabilir. Beton üretiminden sonra, içinde bulunduğu havanın rutubet derecesi düşük ise, buharlaşmayı kolaylaştırdığından suyun beton kütesinden ayrılmasına sebep olur. Buna karşılık betonun rutubetli ortamda tutulması buharlaşmaya engel olduğundan mukavemetin artmasına yardımcı olmaktadır. Yerine yerleştirilmiş taze betonun içerisindeki suyun azalmasının en önemli nedeni buharlaşmadır.



Şekil 3. Betonlarda Kür Yöntemlerinin Rölatif Ultrases Hızına Etkisi

Deney sonuçlarına göre normal ve katkılı betonların ultrases hızları ile basınç dayanımları arasında benzer bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Dolayısıyla kompositesi yüksek bir betonun ultrases geçiş süresi azalacağından ultrases hızı artmakta ve buna bağlı olarak da dayanımlarda belirgin bir artış görülmektedir. Değişik kür şartlarının betonun ultrases hızına etkisi de zamanla birlikte değişimi üç kürde de aynı eğilimi göstermiştir. Erken yaşlardaki artış hızı 28. günden sonra yavaşlayarak her kür şeklinde azalma eğiliminde olmaktadır (Şekil 3). Betonda kapiler boşluklardaki suyun buharlaşması sonucu birbirine bağlı boşlukların boyutları büyümektedir. Buda sonuçlara olumsuz etki yapmaktadır.

Diğer taraftan beton numuneleri üzerinde okunan beton test çekici sonuçları da, diğer özelliklerde olduğu gibi kür şartlarının betonun iç yapısı üzerinde etkili olduğunu doğrulamaktadır. Burada da kimyasal katkı ile üretilen betonların normal beton dayanımlarında olduğu gibi schmidt okumaları sonuçları betonların dayanımlarının mertebesini belirlememize yardımcı olmaktadır.

SONUÇLAR

- Taze beton karışımlarında işlenebilme normal betonlara göre daha kolaylaşmaktadır.
- Yerleştirme esnasında boşluksuz bir yapı oluşması ve karışımdaki su miktarının azalması dayanımı olumlu yönde etkilemektedir.
- Beton kür'ü için gerekli şartlar hidrasyon için yeterli suyun bulunması yani beton içerisindeki suyun buharlaşarak azalmaması ve beton sıcaklığının(10°C) düşük olmaması istenildiğinden en iyi kür yönteminin su içerisinde saklama ile elde edildiği sonuçlardan görülmüştür. Bu sonuç uygulamada yani ilk günlerde betonun sulama işleminin düzenli ve kontrollü yapılmasını gerektirmektedir.
- Açık hava şartlarında hiçbir kür uygulanmayan doğrudan dış etkilere bırakılması beton özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Sonuç olarak, hazır beton santrallerinde üretilen betonların karışımlarında taze ve sertleşmiş beton özelliklerine olumlu yönde etki eden kimyasal katkıların zorunlu olarak kullanılması kaliteyi de beraberinde artıracığı söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın uygulama aşamasında malzeme, laboratuvar ve elamanlarının bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın MALAKLAR İNŞAAT VE TİC.LTD.ŞTİ'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Taşdemir,C., "Agrega Tür ve Boyutunun Beton Performansına Etkisi", THBB Hazır Beton., Mart-Nisan 2001.
2. Erdoğan, T.Y., "Beton", O.D.T.Ü., Ankara, 2003
3. Ersoy, Uğur., "Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı", Cilt1, İstanbul, 1985
4. Beyazit, Ö.L., "Beton ve Deneyleleri", Ankara, 1988
5. Postacıoğlu, B., Beton 1., İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 1986
6. TS706 Beton Agregaları Aralık 1980.
7. TS3526 Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini., Aralık 1980
8. TS 3694 Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık, Aralık 1981
9. SET Çimento deney raporu.06,03,2004