

BETONDA KIVAM KAYBININ SÜPERAKIŞKANLAŞTIRICI KATKILARLA İYİLEŞTİRİLMESİ

K. Kenan AYDIN
Jeofizik Müh.
Lafarge Ekmel Beton
İstanbul, Türkiye

Mehmet UYAN
Prof. Dr.
İ.T.Ü. İnşaat Fak.
İstanbul, Türkiye

Seyfettin BAŞ
Makina Müh.
Lafarge Ekmel Beton
İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada hazır betonda karıştırma süresinin uzamasıyla birlikte oluşan kıvam kayıplarının yalnızca süperakışkanlaştırıcı katkıları katılarak iyileştirilmesinin basınç mukavemetlerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Çalışmada KÇ 32.5 türü çimentoyla 300 dozlu betonlar üretilmiştir. Maksimum tane boyutu 32.5 mm tutulmuş ve şahit betonun su çimento oranı 0.65 olmuştur. Şahit beton üretiminde % 0.3 oranında "linyosülfonat" esaslı normal akışkanlaştırıcı, kıvam kayıplarının iyileştirilmesinde ise "melamin formaldehit" ve "naftalin sülfonat+melamin" esaslı süperakışkanlaştırıcı katkılardan yararlanılmıştır. 24-28°C arasındaki çalışılan ortam sıcaklığında, 3 saatlik karıştırma süresi boyunca meydana gelen kıvam kayıplarının yalnızca süperakışkanlaştırıcı katkıları ile iyileştirilmesinin şahit beton mukavemetine göre mukavemetleri artırması bu araştırmadan elde edilen en önemli bulgu olmuştur.

1. GİRİŞ

Hazır beton kullanımında beton santralden taşınarak şantiyede kalıba yerleştirilene kadar geçen süre bazı durumlarda istenen veya beklenen süreden daha fazla zaman almaktadır. Taşıma mesafesinin uzun olması, trafik tıkanıklığı, transmikserlerin arıza yapması veya şantiyeye varıldığında örneğin beton pompa ile basılacak ise pompanın bozulması gibi hallerde betonun yerine yerleştirilmesi uzun zaman almaktadır. Diğer sık karşılaşılan bir durum ise şantiyeden gereğinden fazla miktarda beton istenmesi ve transmikser şantiyeye vardığında betonun mikser içinde kalmasıdır[1]. Bu gibi nedenlerle döküm süresinin uzamasıyla birlikte oluşan kıvam kaybının yalnızca su kullanılmasıyla iyileştirilmesi durumunda -ki bu yöntem hazır beton uygulamalarında sıkça raslanmaktadır - beton mukavemeti düşebilmektedir [1, 2]. Ancak kıvam kaybının iyileştirilmesinde süperakışkanlaştırıcı katkılardan da yararlanılabilir.

Bu çalışmada, betonu kalıbına yerleştirene kadar geçen sürenin uzaması halinde ortaya çıkan kıvam kaybının iyileştirilmesi için süperakışkanlaştırıcı katkı kullanmanın betonun basınç mukavemetini nasıl etkilediği araştırılmıştır.

2 . GENEL BİLGİLER

Betonu oluşturan malzemenin karıştırılmağa başladığı andan itibaren betonu kalıba yerleştirene kadar geçen süre olarak tanımlayabildiğimiz döküm süresi uzadıkça betonun işlenebilmesi de azalmaya başlamaktadır. Zamanla işlenebilmedeki azalma çimentonun başlangıçtaki hidratasyonuna, suyun buharlaşmasına, agreganın su emmesine ve agreganın ufalanmasına bağlı olarak karışımdaki serbest suyun azalmasının sonucudur. Dolayısıyla işlenebilmedeki azalma miktarı betonu oluşturan malzemeye, bunların karışım oranlarına, ortam şartlarına ve hazır beton üretiminde betonun iletim yöntemine bağlı olmaktadır[3].

Döküm süresinin uzamasıyla birlikte, yukarıda belirtilen nedenlerle, işlenebilmenin azalması betonun kalıbına yerleştirilmesini güçleştirecektir. Bu durumda betonu tekrar ilk kıvamına getirebilmek için süperakışkanlaştırıcı katkılardan yararlanılabilir.

Süperakışkanlaştırıcının üretim başlangıcında kullanıldığı betonlarda işlenebilmenin zamanla azalması tekrar katkı ilavesiyle önlenebilmektedir (ilave dozaj) [4]. İki ilave dozaj yararlı olurken, dozaj tekrarının daha çok artırılmasının genellikle daha az etkili olduğu belirtilmektedir. Çökme kaybı ve ilave dozaj konusunda yapılan bir çalışmada [5] ; ilk katkı ilavesinde orta ve yüksek oranlarda katkı kullanılmış karışımlarda ikinci katkı ilavesinin nispeten küçük yüzdelerde bile etkili olduğu belirlenmiştir. Yine bu konuda yapılan diğer bir çalışmada [6]; dozaj ilavesi uygulamalarında, çevre sıcaklığı arttıkça daha yüksek miktarlarda katkı kullanılmasına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır.

Literatür [7] de, bir hazır beton uygulaması olarak, süperakışkanlaştırıcının geciktirici içeren türden olup olmasının ve katılmada uygulanan sürecin işlenebilme ve dayanım üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada betonların bir buçuk saati aşkın taşıma süresi sonunda 15 cm'yi aşkın çökme, yüksek işlenebilme ve pompalanabilme özelliğiyle şantiyeye teslim edilebileceği gösterilmiştir.

3 . DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Hazır beton üretiminde zamanla oluşan kıvam kaybının su yerine yalnızca süperakışkanlaştırıcı kullanılarak ıyıştırılmasının betonun basınç mukavemetini ne şekilde etkilediğini araştırmak bu çalışmanın amacını oluşturmuştur. Bu çalışmada kullanılan malzeme özellikleri, beton bileşimleri, üretim yöntemi ve gerçekleştirilen deneyler aşağıda açıklanmıştır.

Malzeme Özellikleri

Betonların üretiminde KÇ 32.5 türü çimento kullanılmıştır. Çimentonun özellikleri aşağıda verilmiştir.

Fiziksel Özellikler

Özgöl Ağırlık : 3.01 g/cm³

incelik

200 μ 'da kalan (%) : 0.3

90 μ 'da Kalan (%) : 4.9

Blaine : 3239cm²/g

Mekanik Özellikler

Basınç Mukavemeti (N/mm²)

7 gün

38.3

28 gün

49.1

Eğilme Mukavemeti (N/mm²)

7 gün

6.2

28 gün

7.7

Kimyasal Bileşimi (%)

SiO₂

25.47

Al₂O₃

6.79

Fe₂O₃

2.87

CaO

57.52

MgO

2.01

SO₃

2.59

Agrega karışımının granülometresi TS-706, B32 eğrisine yakın olacak şekilde tutulmuştur. Kullanılan agreg a türleri dağ kumu , kırma kum , K.Taş1 ve K.Taş2 dir.

Hazır betonların üretiminde genelde akışkanlaştırıcı türü bir katkı kullanıldığından, bu çalışmanın Şahit betonunda da " linyosülfonat" esaslı bir akışkanlaştırıcı % 0.3 oranında kullanılmıştır. Süperakışkanlaştırıcı katkı olarak "melamin formaldehit" ve naftalin sülfonat+melamin" esaslı 2 tür katkıdan yararlanılmıştır.

Üretilen betonların bileşimi aşağıda verilmiştir. Dozaj 300 kg/m³ seçilmiş ve bileşimdeki su miktarı ise şahit betonun çökmesi 18 cm civarında olacak şekilde belirlenmiştir.

1 m³ Beton için Malzeme Miktarları (kg/m³)

ÇİMENTO	SU	SU/ÇİM.	KUM	K.KUM	K.TAŞ 1	K.TAŞ2	AKIŞ.KATKI
300	195	0.65	473	319	465	596	% 0.3

Üretim Yöntemi

Betonlar hazır beton mikserlerinin modeli şeklinde dizayn edilmiş 40lt. kapasiteli karıştırıcıda laboratuvar ortamında üretilmiştir. Model karıştırıcının hızı istenen devir / dak ya göre ayarlanabilmektedir. Betonların üretimi sırasında laboratuvar ortamının sıcaklığı 24 - 28 °C arasında değişmiştir.

Laboratuvarda model karıştırıcıda yapılan üretim ile transmikser ölçeğindeki üretimin çökme kayıpları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla 1 karışım için 180 dakika boyunca çökme kayıpları ölçülmüş, sonuçta kayıpların birbirine oldukça yakın değerler verdiği gözlenmiştir.

Şahit betondan üretim yapılır yapılmaz numune alınmıştır. 2. Tür üretimde, üretilen şahit beton 60 dakika karıştırılmış ve çökme değeri saptanmıştır. Bundan sonra şahit betonun başlangıçtaki çökme değeri elde edilecek şekilde karışıma yalnızca su ve yalnızca süperakışkanlaştırıcı katkılar katılmıştır. Yani şahit betonun ilk kıvamı 60 dakika sonunda yalnızca su katılarak ve ayrıca yalnızca süperakışkanlaştırıcı

katkılar ilave edilerek tekrar elde edilmiştir. Aynı şekildeki uygulama 120 ve 180 dakikalık karıştırma süreleri sonunda da gerçekleştirilmiştir. Böylece betonlar ilk kıvamlarına getirdikten sonra yine basınç deneyleri için numuneler alınmıştır. Karıştırma süreleri sonunda betonları tekrar ilk kıvama getirmek için karışımlara çimento ağırlığına göre katılan süperakışkanlaştırıcı katkı oranları ve su miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1: Betonları ilk kıvama getiren katkı oranları ve su miktarı

	KATKI ORANLARI (%)		
	60 dakika	120 dakika	180 dakika
Melamin Katkı	0.88	2.14	3.09
Naftalin+Melamin Katkı	0.88	2.53	3.70

İlave Su (kg/m^3)	26	54	63
------------------------------	----	----	----

Deneyler

Şahit betondan ve 60, 120 ve 180 dakikalarda tekrar ilk kıvamına getirilen betonlardan $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$ ' lik küp numuneleri alınmış ve bu numuneler üzerinde 7. ve 28. günlerde basınç deneyi uygulanmıştır. Numuneler deney günlerine kadar $20 \pm 2^\circ \text{C}$ lik su içerisinde saklanmıştır.

4 . DENEY SONUÇLARI

Üretilen şahit betonun karıştırma sürelerine bağlı olarak elde edilen çökme değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2 : Şahit betonun çökme değerlerinin karıştırma süresine bağlı değişimi.

ÇÖKME DEĞERLERİ (cm)

KARIŞTIRMA SÜRESİ (dak.)	0	60	120	180
ŞAHİT BETON	18	9	4.5	2.5

Şahit ile katkı ve su ilave edilmiş betonların mutlak basınç dayanımları Tablo 3'te, şahit betonun mukavemetine oranlanmış basınç dayanımları ise Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3 : Basınç dayanımları (Mutlak)

Karıştırma Süresi	BASINÇ DAYANIMI (N/mm ²)							
	7 GÜN				28 GÜN			
	t ₀	t ₆₀	t ₁₂₀	t ₁₈₀	t ₀	t ₆₀	t ₁₂₀	t ₁₈₀
Şahit Beton	21.8	-	-	-	27.2	-	-	-
Melamin Katkı	-	24.4	26.4	28.6	-	30.8	33.4	33.6
Melamin+Naftalin Katkı	-	23.7	25.5	28.3	-	29.5	31.8	34
Su İlaveli	-	18.7	16.7	16.4	-	23.5	22.1	20.3

Tablo 4 : Basınç Dayanımı (oranlanmış)

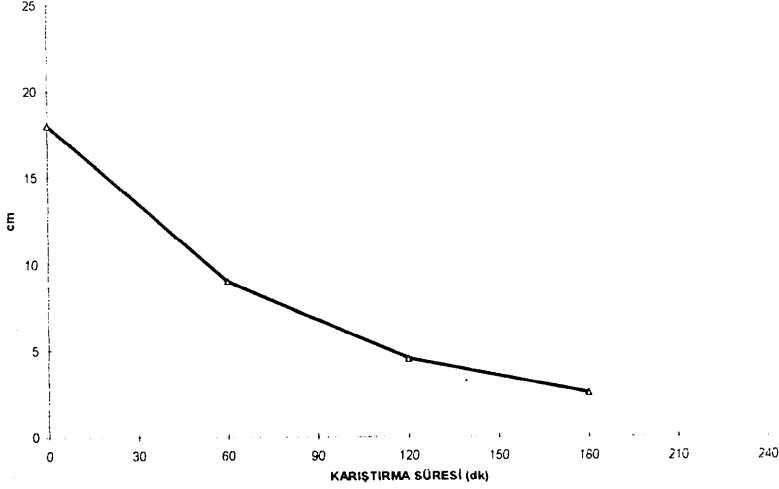
Karıştırma Süresi	BASINÇ DAYANIMI (%)							
	7 GÜN				28 GÜN			
	t ₀	t ₆₀	t ₁₂₀	t ₁₈₀	t ₀	t ₆₀	t ₁₂₀	t ₁₈₀
Şahit Beton	100	-	-	-	100	-	-	-
Melamin Katkı	-	112	121	131	-	113	123	124
Melamin+Naftalin Katkı	-	109	117	130	-	108	117	125
Su İlaveli	-	86	77	75	-	86	81	75

5 . DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRMESİ

Bu çalışmada hazır betonda karıştırma süresinin uzamasıyla birlikte meydana gelen kıvam kaybının süperakışkanlaştırıcı katkılarla iyileştirilmesinin basınç mukavemetini nasıl etkilediği incelenmiştir.

Şekil 1'de şahit betona ait çökme değerlerinin karıştırma süresine bağlı olarak değişimi çizilmiştir. Şekil 1'den ve Tablo 2'den görüleceği üzere karıştırma süresi ile birlikte çökme kaybı artmaktadır. Başlangıçtaki 18 cm lik çökme, 3 saatin sonunda 2.5 cm'e düşmektedir. Buna karşılık , çökme kayıplarını telafi etmek için kullanılan katkı oranları ve su miktarları (Tablo1) karıştırma süresinin uzamasıyla birlikte artmıştır. Örneğin, 3 saatin sonunda Melamin esaslı katkıdan % 3.09, Naftalin+Melamin esaslı katkıdan % 3.70 oranında kullanmak gerekmiştir. Bu değerlerin bu katkılar için verilen üst sınırları bir miktar aştığı söylenebilir. Öte yandan başlangıçta 0.65 olan su/çimento oranı, 3 saatin sonunda katılan suyla 0.86 değerine ulaşmıştır.

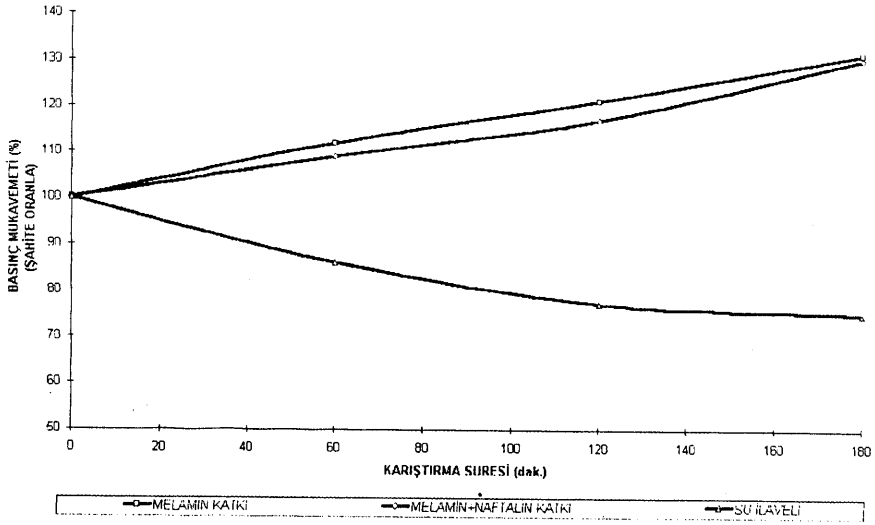
ŞAHİT BETONA AİT ÇÖKME DİYAGRAMI



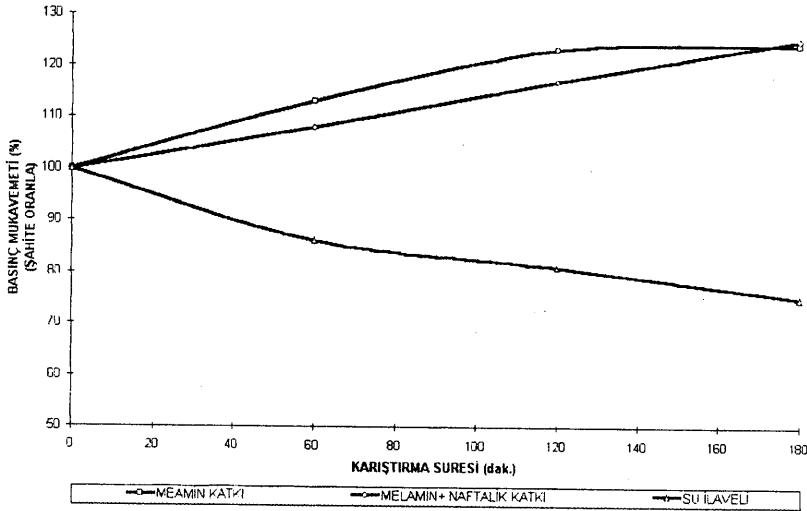
Şekil :1 Şahit betona ait çökmelerin karıştırma süresi ile değişimi.

Şekil 2 ve Şekil 3 'te sırası ile 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarının karıştırma süresine bağlı olarak değişimleri gösterilmiştir. Her iki şeklin incelenmesinden anlaşılacağı üzere su ilave edilerek ilk kıvama getirilen betonların mukavemetleri karıştırma süresinin uzaması ile birlikte azalmaktadır. 3 saatin sonunda şahit mukavemete göre mukavemetteki düşme hem 7 hem de 28 günlüklerde % 25 i bulmaktadır. Mukavemetteki bu azalmaları, ilk kıvamı tekrar sağlamak için karışıma ilave edilen suyun etkin su/çimento oranını arttırmış olmasına bağlanabilir. mümkündür.

Yine şekillerin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, yalnızca süperakışkanlaştırıcı katılarak kıvamı iyileştirilmiş betonların mukavemeti karıştırma süresi ile birlikte sürekli artmaktadır. Artış oranları şahite göre 3 saatin sonunda 7 günlükler için %30, 28 günlükler için % 25 değerlerine varmaktadır. Öte yandan her iki katkıya ait eğriler birbirine oldukça yakın değişim göstermişlerdir. Elde edilen diğer dikkat çekici bir bulgu ise; 3 saatin sonunda, su ilaveli mukavemete göre katkı ilaveli betonların mukavemetlerinin 7 günlüklerde % 73 , 28 günlüklerde ise % 67 oranlarında artış göstermiş olmalarıdır.



Şekil 2 : 7 Günlük basınç mukavemetlerinin karıştırma süresi ile değişimi



Şekil 3 : 28 Günlük basınç mukavemetlerinin karıştırma süresi ile değişimi.

Bölüm 3'te belirtildiği üzere, şahit betonda "linyosülfonat" esaslı normal akışkanlaştırıcı, kıvam iyeleştirmek için ise "melamin" ve "naftalin+melamin" esaslı süperakışkanlaştırıcı katkıları kullanılmıştır. Yukarıda incelendiği gibi mukavemetlerde artış sağlanmıştır. Bu sonuç, aynı zamanda bu çalışmada kullanılan

normal ve süper akışkanlaştırıcı katkıların birbirleriyle iyi bir uyum sağlayarak olumlu sonuç verdiklerini ortaya koymuştur.

6 . SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen kayda değer sonuçların şunlar olduğu söylenebilir.

1. Karıştırma süresinin uzamasıyla oluşan kıvam kayıplarının yalnızca su ilave edilerek iyleştirilmesi mukavemetleri düşürmektedir.
2. Bu duruma karşılık, çalışılan ortam sıcaklığında 3 saatlik karıştırma süresi boyunca meydana gelen kıvam kayıplarının yalnızca süperakışkanlaştırıcı katkılarla iyleştirilmesi mukavemetleri artırmaktadır.

Diğer taraftan, yukarıdaki ikinci sonuç, ilgili standartlarda döküm süresine getirilen 1.5 veya 2 saatlik kısıtlamaların bu günkü mevcut teknoloji ve gelişmişlik düzeyinde pek de anlamlı olmadığını ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

1. Uyan, M. , Gülseren, H. , Diker, B. , "Hazır Betonda Üretim - Yerleştirme Süresinin Beton Mukavemetine Etkisi", 3. Ulusal Beton Kongresi (Hazır Beton) , İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul, 1994, S. 269.
2. Adams, R.F. , Stodola , P.R. and Mitehell, D.R. , "Discussion of concrete Retempering Studies", ACI Journal, Proceedings V 59, No.9, Sept.(1962), P.1249.
3. Munday , J.G.L. , " Transportation Effects on Concrete Workability" ,The First Int. Confer. on Ready - Mixed Concrete Held at Dundee University , 1975
4. ACI Committee 212, "Chemical Admixture for Concrete", ACI Materials Journal, May - June 1989.
5. Ravina, D. , Mor, A. "Effects of superplasticizers" ACI concrete International, July 1986, Vol. 8, No. 7, P.53.
6. Samarai, M.A. , Ramakrishnan, V. , Malhotra, V.H., "Effect of Retempering with süperplasticizer on Properties of Fresh and Hardened Concrete Mixed at Higer Ambient Temperatüres", ACI Sp. Publication SP119, P.273.
7. Akman, S., Öztekin, E., "Yüksek Dayanımlı Hazır Beton Üretiminde Bir Deneme.", 2. Ulusal Beton Kongresi, İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul, 1991, S.368.