

SÜPER VE NORMAL AKIŞKANLAŞTIRICI KATKILARIN ÇİMENTO İLE UYUŞUMU

Dr.Hasan YILDIRIM
İ.T.Ü.İnşaat Fakültesi
İstanbul/Türkiye

İnş.Müh.Vedat YORULMAZEL
ÇİMBETON A.Ş.
İzmir/Türkiye

Emre ARDAÇ
İNKA Kimya Sanayii
İzmir/Türkiye

ÖZET

Türkiyede süper ve normal akışkanlaştırıcı katkıların kullanım alanı hızla artmaktadır. Öte yandan beton üretiminde PÇ çimentosu yerine KÇ, TÇ gibi çimentoların kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Yapılan çalışmada normal ve süper akışkanlaştırıcı katkılarla değişik tür ve dozajda PÇ 42,5, PÇ 32,5, KÇ 32,5 ve TÇ 32,5 çimentolarının kullanımı araştırılmıştır. Bu çalışmada katkı malzemesinin su azaltıcı özellikleri, dayanıma ve karışımındaki çimento miktarına etkileri ele alınmış, olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca dayanım artışı, katkısız çimentolara göre yavaş olan katkılı çimentolarla da birlikte kullanılabilecekleri görülmüştür.

1. GİRİŞ

Katkı maddeleri, harç ve betonun taze veya sertleşmiş haldeki özelliklerini değiştiren, betonun ve inşaatın nihai özelliklerinde zararlı etki oluşturmeyen maddeler olarak tanımlanabilir [1].

Yapılan çalışmalarda beton katkı maddeleri kullanım amaçlarına göre gruplandırılmıştır [2,3]. ACI Committee 212 son raporunda [4] beton katkı maddelerini, hava sürükleyen katkılar, priz hızlandırıcı katkılar, su azaltıcı ve priz süresini ayarlayan katkılar, akıcı beton için katkılar ve diğer muhtelif katkılar olmak üzere beş ana başlıkta toplamıştır. Normal akışkanlaştırıcılara göre daha yüksek oranlarda su indirgeyen süperakışkanlaştırıcılar veya yüksek oranda su azaltıcı katkılar (high range water reducers), su azaltıcı katkılar ve akıcı beton için katkılar gruplarına dahil edilmişlerdir.

Bu çalışmada genel bilgiler bölümünde akışkanlaştırıcılarla ilgili bilgiler verildikten sonra deneysel çalışmalar bölümünde değişik çimentolarla (TÇ 32,5, KÇ 32,5, PÇ 32,5 ve PÇ 42,5) birlikte denenilen normal ve süper akışkanlaştırıcı katkılı betonların su ihtiyacının dayanıma etkileri üzerinde durulmuştur.

2. GENEL BİLGİLER

Akışkanlaştırıcı katkıların işlevi ve kullanım amaçları, türleri, katkı maddelerinde aranan şartlar aşağıda ele alınmıştır.

2.1. Akışkanlaştırıcı Katkıların İşlevi ve Kullanım Amaçları

Akışkanlaştırıcılar hava sürükleyerek ve çimento tanelerinin topaklaşmasını önleyerek ve taneleri beton içinde dağıtarak (dispersiyon etkisi) etkili olurlar [5]. Çimento tanelerinin yüzeyini saran katkı maddelerinin oluşturduğu film negatif elektrik yüklüdür. Bu şekilde negatif yükle yüklenen taneler birbirlerini ittiklerinden bu maddelerin dağıtıcı etkisi ortaya çıkar. Bu nedenle, katkı maddesince yüzeyi sarılan çimento tanelerinin topaklaşmayı önlemeleri ve aynı zamanda tanelerin birbiri üzerinde kaymalarını kolaylaştıran yağlayıcı etki göstermeleri, betonun iç sürtünmesini azaltır ve betonun işlenebilme yeteneğinin artmasına neden olur.

Akışkanlaştırıcılar uygulamada genel olarak üç amaçla kullanılmaktadırlar [4,6].

1- Katkısız betonla aynı işlenebilmede olmak şartıyla su/çimento oranını azaltarak daha yüksek mukavemet kazanmak.

2- Kütle betonlarında hidratasyon ısısını düşürmek için çimento miktarının azaltılması durumunda aynı işlenebilmeyi kazanmak. (Katkının bu şekilde diğer beton türleri içinde kullanılması aynı zamanda daha ekonomik bir beton üretimi sağlaması anlamına gelmektedir).

3- Kolay yerleşmeyi sağlamak için (özellikle ulaşılamayan köşelerde) işlenebilmeyi arttırmak.

Süperakışkanlaştırıcılar daha çok bunlardan 3. maddedeki amaçla yani "akıcı beton" üretiminde ve ayrıca yüksek mukavemetli beton üretiminde kullanılmaktadır [7,8].

2.2. Akışkanlaştırıcı Katkıların Türleri

Normal akışkanlaştırıcıların kimyasal bileşimleri bakımından çeşitli türleri vardır. Ancak bu katkıların çoğunluğu Lignosülfonik asit ve bu asitin tuzları ve bunların değişime uğramış türleriyle üretilmektedir.

Süperakışkanlaştırıcılar ise kimyasal bileşimlerine göre esas olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir [4,9].

- a- Melamin formaldahid sülfonatlar
- b- Naftalin formaldahid sülfonatlar
- c- Modifiye edilmiş lignosülfonatlar
- d- Yukarıdakilere çökme kaybını önleyici maddeler (örneğin fonksiyonel sülfonik grup ve karboksil grup ile oluşturulmuş kopolimerler) karıştırılarak üretilenler.

2.3. Akışkanlaştırıcı Katkı Maddelerinde Aranılan Şartlar

Normal akışkanlaştırıcıların ASTM/C 494 standardındaki kodları Tip A, süperakışkanlaştırıcıların ki ise Tip F ve Tip G dir [10]. Çalışmada akışkanlaştırıcı katkıların su azaltıcılığı ve basınç dayanımı üzerinde durulduğundan Tablo 1'de bu özellikleri ile ilgili aranılan şartlar özetlenmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalar Çim Beton Hazır Beton San. ve Tic. A.Ş. İzmir Merkez Beton Laboratuvarında yapılmıştır.

3.1. Üretilen Betonların Karakteristikleri ve Seçilen Parametreler

Çalışmada şahit ve katkılı betonlar üretilmiştir. Katkıların yüksek ve düşük dozlardaki etkilerini belirlemek için her bir çimento türü için üç değişik dozaj düşünülmüştür. Betonların karışım granülometrisi TS 706, A32-B32 eğrileri arasında ve B32 eğrisine yakın olacak şekilde belirlenmiştir. Kullanılan çimentolar, Portland çimentosu (PÇ 42,5) (PÇ 32,5), Katkılı Portland çimentosu (KÇ 32,5) ve Traslı çimento (TÇ 32,5), ÇİMENTAŞ İzmir Çimento Fabrikası üretimidir. Denenen katkılardan normal akışkanlaştırıcı katkı (Lignosülfonat esaslı) ve süperakışkanlaştırıcı katkı (Naftalin formaldehid sülfonat esaslı) İNKA Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti. üretimidir. Şahit ve Katkılı betonların eşit işlenebilmeye sahip olmasına çalışılmıştır. Betonlarda normal akışkanlaştırıcılar çimento ağırlığına göre % 0.4 oranında, süperakışkanlaştırıcılar çimento ağırlığına göre % 1.5 oranında kullanılmış, çalışmada kontrol (katkısız) ve katkılı olmak üzere toplam 32 karışım yapılmıştır.

3.2. Üretilen Betonların Bileşimleri ve Yapılan Deneyler

Üretilen sahit ve katkılı betonların 1 m³'üne giren gerçek malzeme miktarları Tablo 2'de verilmiştir. İşlenebilmelerinin aynı olmasına (çökme 8-12 cm) çalışılan karışımlarda 1., 3., 7. ve 28. günlük basınç deneyleri için 15×15×15 cm'lik küp numuneler kullanılmıştır. Bu numuneler üretimi izleyen 1. gün sonunda kalıplarından çıkarılarak deney gününe kadar 20°C ± 1°C sıcaklıktaki su içinde bekletilmiştir.

4. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Taze beton özellikleri Tablo 2'de beton bileşenleriyle birlikte gösterilmiştir.

Sahit ve katkılı betonların basınç mukavemetleri Tablo 3'de toplanmıştır. Tabloda yalnızca ortalama değerler gösterilmiştir. Bu betonların sahit betonlara göre (katkısız kontrol serileri) mukavemet artışları ve su gereksinimleri oranları parantez içinde verilmiştir.

Tablo 2'de verilen taze beton özellikleri değerlerinden ve şekil 1'den görüleceği üzere değişik çimento ve katkılarla üretilmiş betonlarda, aynı işlenebilmenin sağlanabilmesi için farklı su miktarlarına gereksinim duyulacağı ortaya çıkmaktadır. Buna göre süper akışkanlaştırıcı ile üretilmiş, TÇ ve KÇ li betonlarda su gereksinimi farklı çimento olmalarına rağmen aynı olmuştur. Süper akışkanlaştırıcı ile üretilen PÇ 32,5 ve PÇ 42,5 çimentolarda da su gereksinimi açısından benzer özellik görülmüştür. Aynı durum normal akışkanlaştırıcı betonlarda da görülmektedir. Bu durumda normal akışkanlaştırıcı veya süper akışkanlaştırıcı kullanılmış betonlarda en fazla su gereksinimi TÇ ve KÇ li betonlarda olmaktadır. PÇ 42,5 ve PÇ 32,5 kullanılmış betonlarda su gereksinimi katkılı çimentolara göre daha az olmaktadır.

Çalışmada değişik çimentolarla birlikte kullanılan akışkanlaştırıcı katkıların, ilgili standartta [10] istenilen beton karma suyunu azaltma koşulunu yerine getirdiği ortaya çıkmıştır. Tablo 3 ve Şekil 2 den görüleceği üzere değişik çimento, süper ve normal akışkanlaştırıcı kullanılan katkılı betonlardan elde edilen mukavemetlerle ilgili değerler de ilgili standardın istediği nitelikleri sağlamaktadır.

Süper akışkanlaştırıcı ile üretilmiş olan KÇ ve TÇ li betonların kontrol karışımına oranla mukavemet artış yüzdeleri PÇ 42,5 ve PÇ 32,5 ile üretilmiş betonlara göre oldukça yüksektir. Erken yaşlarda mukavemet artışı yavaş olan KÇ ve TÇ gibi çimentolarda süper akışkanlaştırıcı kullanmak bu çimentoların erken ve nihai mukavemetler açısından yararına olmaktadır. Bu çimentolarda süper akışkanlaştırıcı kullanımı nihai mukavemetlerde %146-%165 (katkılı/katkısız oranı) gibi bir artışa neden olmaktadır.

Şekil 3 den görüleceği gibi, değişik tip çimento (TÇ 32,5, KÇ 32,5, PÇ 42,5 ve PÇ 32,5) kullanılarak, değişik katkılarla bu çalışmaya benzer betonlar üretimine gidildiğinde, örneğin bir B225 betonu için Tablo 4 deki çimento dozajları elde edilebilir.

Tablo 4'deki sonuçlar katkısız betonlarda katkı kullanarak daha ekonomik dozajlara gidebileceğimizi, geç dayanım alan katkı çimentoları katkı kullanarak daha yararlı bir hale getirebileceğimizi göstermektedir. Ayrıca PÇ 42,5 ve PÇ 32,5 çimentoların normal ve süper akışkanlaştırıcı uyuşumları hemen hemen aynı olmaktadır.

5. SONUÇLAR

Yukarıdaki yapılan incelemelerin ışığı altında bu çalışmada elde edilen belli başlı sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

1- Normal veya süperakışkanlaştırıcı kullanılarak üretilen TÇ32,5, KÇ32,5, PÇ32,5 ve PÇ42,5 çimentolu betonlarda en fazla su gereksinimi TÇ ve KÇ li betonlarda olmaktadır. Bunları PÇ42,5 ve PÇ32,5 izlemektedir.

2-Normal veya süperakışkanlaştırıcı kullanılarak üretilen TÇ32,5, KÇ32,5, PÇ32,5 ve PÇ42,5 çimentolu betonlarda katkı betonların kontrol karışımına oranla mukavemeti katkı (TÇ32,5, KÇ32,5) betonlarda daha fazla olmaktadır.

3- Erken ve nihai dayanımı yavaş gelişen TÇ ve KÇ li betonların bu olumsuz etkisini akışkanlaştırıcı ve bilhassa süperakışkanlaştırıcı kullanarak azaltmak mümkündür.

4-Katkısız betonla aynı mukavemeti akışkanlaştırıcı kullanarak sağlamak mümkündür. Buda kullanılan çimento miktarını azalttığı için, tasarruf sağlamaktadır.

5- Bu çalışmada kullanılan naftalin formaldehid sülfonat esaslı süperakışkanlaştırıcı ve lignosülfonat esaslı normal akışkanlaştırıcılarla beton üretildiğinde bu katkılar değişik çimentolar için istenen nitelikleri sağlamaktadır.

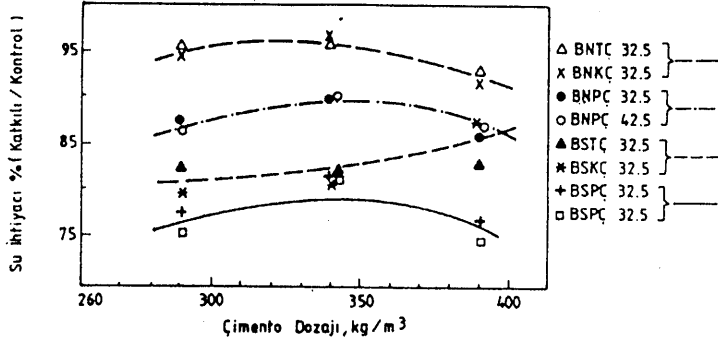
Tablo 1. Tip A ve Tip F Katkı Maddelerinde Aranan Şartlar

Katkı Tipi	Tip A Normalakışkanlaştırıcı	Tip F Süperakışkanlaştırıcı
Katkılı betonun su miktarı (kontrol	95 % (maks.)	88 % (maks.)
karışımı su ihtiyacının %'si olarak)	- (min)	140 (min)
Katkılı betonun basınç	110 (min)	125 (min)
mukavemetinin kontrol	110 (min)	115 (min)
karışımının mukavemetine oranı,	110 (min)	110 (min)
%'de olarak	110 (min)	110 (min)

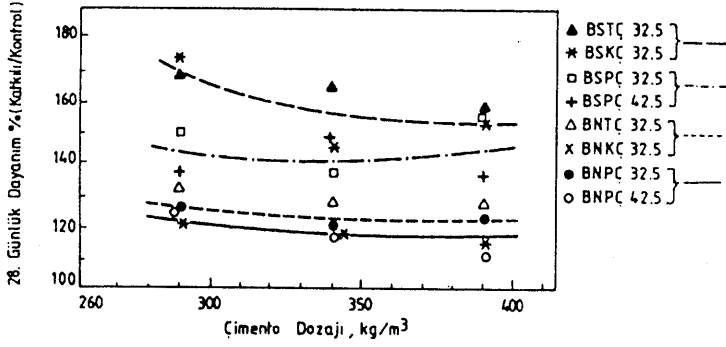
Tablo 2. Kullanılan Malzeme Miktarları ve Taze Beton Özellikleri

Çimento (kg/m ³)	Kontrol betonları (BK)	Normal akışkanlaştırıcı betonlar (BN)	Süperakışkanlaştırıcı betonlar (BS)
Su (kg/m ³)*	290±5, 340±5, 390±7	290±5, 340±6, 390±7	290±7, 340±7, 390±9
TÇ32,5	255, 248, 249	242(95), 236(95), 225(92)	201(79), 202(81), 216(89)
KÇ32,5	247, 243, 249	231(94), 284(96), 226(91)	202(82), 198(81), 205(82)
PÇ32,5	250, 249, 253	218(87), 221(89), 214(85)	187(75), 201(81), 188(74)
PÇ42,5	251, 244, 252	215(86), 218(89), 216(86)	194(77), 197(81), 192(76)
Agrega (kg/m ³)	1793-1620	1792±26, 1725±11, 1683±14	1850±25, 1771±5, 1725±10
Çökme (cm)	9.5-12.0	9.0-11.0	8-12.0
Hava (dm ³)	4-13	5-17	8-20

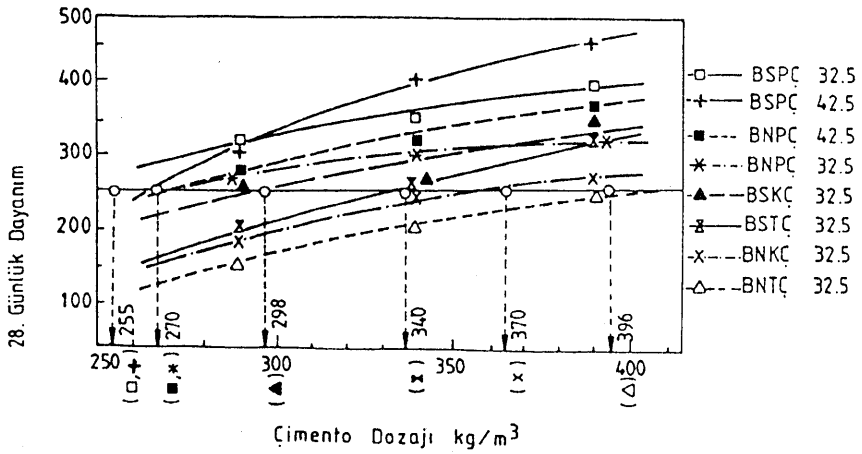
* Parantez içindeki değerler kontrol karışımı su ihtiyacının % si olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Su ihtiyacı yüzdesi çimento dozajı ilişkisi.



Şekil 2. Basınç dayanımı yüzdesi çimento dozajı ilişkisi.



Şekil 3. Basınç dayanımı çimento dozajı ilişkisi.

Tablo 3. Basınc Mukavemetleri

	BK PÇ 42,5	BN PÇ 42,5	BS PÇ 42,5	BK PÇ 32,5	BN PÇ 32,5	BS PÇ 32,5	BK KÇ 32,5	BN KÇ 32,5	BS KÇ 32,5	BK TÇ 32,5	BN TÇ 32,5	BS TÇ 32,5
Anna Dozu	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290
1.gün	68	92(135)	126(185)	63	96(152)	132(210)	37	44 (119)	91(246)	31	63	
3.gün	137	195(142)	211(154)	161	201(125)	261(162)	89	106(119)	172(193)	60	85(142)	111(185)
7.gün	164	236(144)	281(171)	192	237(123)	291(152)	120	141(118)	229(191)	89	119(134)	151(175)
28.gün	225	281(123)	307(136)	214	267(125)	322(150)	154	186(121)	267(173)	114	151(132)	193(169)
Anna Dozu	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
1.gün	101	121(120)	150(149)	80	118(148)	150(188)	43	53(123)	98(228)	44	60(136)	72(164)
3.gün	182	194(107)	285(137)	184	207(113)	285(155)	98	135(138)	159(162)	85	121(142)	157(185)
7.gün	240	264(110)	311(130)	231	258(112)	311(135)	139	176(127)	245(176)	121	159(131)	186(154)
28.gün	278	320(115)	408(147)	255	300(118)	346(136)	177	240(136)	256(145)	158	201(127)	260(165)
Anna Dozu	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
1.gün	120	167(139)	203(169)	96	131(136)	203(211)	60	68(113)	105(175)	52	62(119)	100(192)
3.gün	229	252(110)	337(138)	185	257(139)	337(182)	131	163(124)	219(167)	126	138(110)	198(157)
7.gün	270	292(108)	383(142)	235	286(122)	357(152)	164	200(122)	261(159)	159	181(114)	245(154)
28.gün	329	361(110)	445(135)	260	314(121)	394(152)	231	262(113)	349(151)	194	245(126)	303(156)

Not: Parantez içindeki değerler katkılı betonun kontrol katışımına oranı % olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. Katkılı betonlarda çimento dozajları (B225 için kg/m³ olarak)

Beton kodu	BN TÇ 32,5	BN KÇ 32,5	BS TÇ 32,5	BS KÇ 32,5	BN PÇ 42,5	BS PÇ 32,5	BS PÇ 42,5
Dozaj	396	370	340	298	270	255	255

TEŞEKKÜR

Yazarlar beton çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Çimbeton hazır beton'dan Akın ÖZ, Mustafa DEVECİ ve İnka Kimya Sanayi'den Cemil C.ALTUN ve M.Kerem KEMERLİ'ye teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

1. UYAN, M., ÖZKUL, H., "*Beton Katkı Maddeleri ve Türkiye'de Durumu*", Akdeniz Üniversitesi Isparta Müh.Fak., III. Mühendislik Haftası Bildirileri, 1985.
2. RILEM COMMITTEE 11A, "*Concrete Admixtures (Final Report)*", RILEM, No.49, 1975, p.451.
3. ACI COMMITTEE 212, "*Admixtures for Concrete*", ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, 1986.
4. ACI COMMITTEE 212, "*Chemical Admixtures for Concrete*", ACI Materials Journal, May-June 1989, p.297.
5. UYAN, M., "*Isl İşlem Uygulaması ile Birlikte Katkı Kullanımının Beton Özelliklerine Etkisi*", Doçentlik Tezi, İnşaat Fak., Mart 1982.
6. NEVILLE, A.M., BROOKS, J.J., "*Concrete Technology*", Longman Scientific and Technical, 1987, p.155.
7. UYAN, M., YILDIRIM, H., "*Yüksek Dayanımlı Beton Üretiminde Süperakışkanlaştırıcı Beton Katkı Maddelerinin Etkinliği*", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 2. Ulusal Beton Kongresi, Yüksek dayanımlı Beton, 27-28-29-30 Mayıs, 1991.
8. YILDIRIM, H., UYAN, M., "*Normal Akışkanlaştırıcı ve Süperakışkanlaştırıcı Beton Katkı Maddeleri ve Türkiye'de Durum*", Hazır Beton Sempozyumu, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 20 Şubat 1992.
9. MALHOTRA, V.M., "*Süperplasticizers: Their Effect of Fresh and Hardened Concrete*", ACI Concrete International, May 1991, p.66.
10. ASTM C 494-82 "*Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*" 1982.

