

BETONDA KULLANILAN KİMYASAL AKIŞKANLAŞTIRICI KATKILAR VE ÖZELLİKLERİ

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

Kimyasal akışkanlaştırıcı katkıları genelde normal, süper ve yeni jenerasyon (hiper) akışkanlaştırıcılar olarak adlandırılır. Burada akışkanlaştırıcı katkıların kullanım amaçları, faydaları, türleri ve etki mekanizmaları üzerinde durulmuştur.

1. GİRİŞ

Günümüzde, beton özelliklerinde sağladığı iyileştirmelerden dolayı betonun vazgeçilmez bileşenlerinden biri haline gelen kimyasal katkıları, betonun karıştırma ve yerleştirme sürelerindeki sınırlamalarda, olumsuz hava koşullarında, yerleştirme sırasındaki problemlerde, pompalanabilir, yüksek dayanımlı ve dürabilitesi yüksek beton üretiminde etkin bir rol oynarlar [1,2],.

Kimyasal katkı maddeleri, çimento ile etkileşerek fiziksel, kimyasal, ya da fiziko-kimyasal bir reaksiyona girip betonun özelliklerini değiştirirler.

Genel anlamda harç ve betonun taze veya sertleşmiş haldeki özelliklerini değiştiren maddeler olarak tanımlanan [3] katkı maddeleri, son yıllarda Türkiye’de yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde akışkanlaştırıcı katkıların kullanım amaçları, türleri, etki mekanizması ve akışkanlaştırıcı katkı maddelerinde aranan şartlar incelenmiştir.

2.1. Normal ve Süper Akışkanlaştırıcı Katkı Kullanım Amaçları

Normal akışkanlaştırıcılar uygulamada genelde üç amaçla kullanılmaktadır [4,5,10]:

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

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

3. Ulaşılamayan yerlere kolay yerleşmeyi sağlamak için işlenebilmeyi arttırmak.

Yukarıda normal akışkanlaştırıcı için belirtilen kullanım amaçları süper akışkanlaştırıcıların kullanım amaçlarını da kapsamaktadır. Ancak süper akışkanlaştırıcılar daha çok bunlardan 3. maddedeki amaçla kullanılmakta, yani “akıcı beton” üretiminde özellikle bu katkılardan yararlanılmaktadır. Süper akışkanlaştırıcıların ikinci bir kullanım alanı ise yüksek mukavemetli beton üretiminde olmakta, bu katkıları sayesinde çok düşük su/çimento oranlarında normal işlenebilmeler elde edilebilmektedir.

Süper akışkanlaştırıcıların olumlu etkileri olduğu gibi olumsuz yanları da vardır. Süper akışkanlaştırıcı kullanılarak elde edilen yüksek işlenebilme özelliği, 30 dakika içinde çökme kaybıyla azalmakta ve zamanla devam etmektedir [6]. Bu özellikteki kayıp, oldukça küçük yüzdeler de özel katkı ilavesiyle, iki saate kadar uzatılabilmektedir. Son yıllarda geliştirilen yeni jenerasyon süperakışkanlaştırıcılarda (Ülkemizde hiper olarak anılan) bu işlenebilme kaybı yok edilebildiği gibi, beton bir gün sonra hemen yüksek mukavemete de geçebilmektedir.

Hazır betonda akışkanlaştırıcılar çoğunlukla yukarıda belirtilen 1 ve 3. maddedeki amaçla kullanılmaktadır. Bu durum işlenebilmeyi arttırmakta, mikserde karıştırmayı kolaylaştırmakta, mikser çeperine yapışmayı azaltmakta, daha kolay pompalanabilmeyi sağlamakta, betonun ayrışmasını önlemekte ve yerleşmeyi kolaylaştırmaktadır. Bunların dışında özel amaçlı kendiliğinden yerleşen beton uygulamalarında yeni jenerasyon yüksek oranda su azaltıcı olan hiper akışkanlaştırıcılar kullanılmaktadır. Akışkanlaştırıcıların türleri aşağıda verilmiştir.

2.2. Akışkanlaştırıcıların Türleri ve Etki Mekanizmaları

Çeşitli çalışmalarda katkı maddeleri kullanım amaçlarına göre gruplandırılmaktadır [7,8,9,10]. ACI Committee 212 raporunda [4,10] beton katkı maddelerini hava sürükleyen, priz hızlandırıcı, su azaltıcı ve priz süresini ayarlayan, akıcı beton katkıları ve diğer muhtelif

özel amaç katkıları olmak üzere sınıflandırılmıştır. Normal akışkanlaştırıcılara göre daha yüksek oranda su azaltıcı olan katkılar (high range water reducers) veya süper akışkanlaştırıcı katkılar, su azaltıcı katkılar ve akıcı beton için katkılar grubuna dahil edilmiştir.

Normal akışkanlaştırıcı katkılar (ASTM C 494 Type A, TS EN 934-2) [11,12] aynı işlenebilirlik için daha az su kullanmayı, dolayısıyla daha yüksek dayanım elde etmeyi sağlarlar [13,14]. Normal akışkanlaştırıcı katkılar kimyasal esasları bakımından Ca, Na ve NH₄ tuzlarını içeren linyosülfonik asitler, Na, NH₄ veya trietanolamin tuzlarından meydana gelen hidrokarboksilik asitler, karbonhidratlar ve diğer organik bileşimler olmak üzere dört gruba ayrılırlar[15]. Linyosülfonatlar hidroksil (OH), metoksil (OCH₃), fenil zinciri (C₆H₅) ve sülfonik asit (SO₃H) gruplarının birleşmesinden meydana gelmiş bir polimer gibi düşünülebilir[15].

Bu bileşenlerin haricinde literatürde henüz pek yer almayan, ancak akışkanlaştırıcı katkı hammaddesi olarak kullanılan bir bileşen de melastır.[16] Şekerin fabrikasyonunda, kristal şeker elde edilmesi için muhtelif pişirme ve temizleme işlemleri sonunda (son şeker lapasının santrfüjlenmesi sonunda) içinde % 50 kadar şeker bulunan koyu kahverengi şuruba şeker teknolojisinde melas adı verilir. İşletme hesaplarına göre pancar miktarının % 3,8-%4'ü kadar melas elde edilmektedir. Melasta kalan şekerin bir kısmı serbest ve bir kısmı da su ve organik potas tuzları ile bileşikler halinde bağlıdır. Genel olarak melasın %75-%86 sı kuru madde %14-%75 i sudur[16].

Akışkanlaştırıcı madde çimento taneleri tarafından adsorbe edilmeleri sonucu tane yüzeyine çökeler. Tane yüzeyi çökelen bu maddelerin oluşturduğu film negatif elektrik yüklüdür. Bu şekilde negatif elektrik yüklenen taneler birbirlerini ittiklerinden bu maddelerin dağıtıcı etkisi ortaya çıkar. Bu maddelerin topaklaşmayı önlemeleri ve aynı zamanda tanelerin birbirleri üzerinde kaymalarını kolaylaştırdıklarından yağlayıcı etki göstermeleri, betonun iç sürtünmesini azaltır, bu da betonun işlenebilme yeteneğinin artmasına neden olur.

Süper Akışkanlaştırıcı katkılar yüksek performanslı betonların su/çimento oranlarını, çok yüksek basınç dayanımı sağlayacak şekilde düşürmektedir. Öte yandan akışkanlıkları kendiliğinden yerleşme (self-compacting) oluşturacak mertebede yüksek ve segregasyona yol açmayacak mükemmelliktedir. SA'ları üç ana grupta toplayabiliriz [10,17]: modifiye linyosülfonatlar, sodyum naftalen (veya melamin) sülfonat-formaldehit polikondanseleri (NSF veya MSF) ve karboksilat (veya hidroksi karboksilat) tuzları (HP). Bu üçüncü grup genellikle poliakrilat ana polimer zincirine aşılınmış polieter yan bağları içeren (tarak gibi) polimerik bir katkıdır. HP'ler birinci ve ikinci gruptaki katılardan daha sonra üretilmeye başladılar. Bunlara daha üstün nitelikler göstermelerinden ötürü (daha az miktarla daha

yüksek su azaltma ve akışkanlık sağlama) hiperakışkanlar veya yeni nesil SA'lar adları piyasada verilmektedir [18].

Süper Akışkanlaştırıcı katkıların (SA) en önemli niteliği uzun makromoleküllerinin çimento taneleri üzerinde adsorplanması ve bunun sonunda taneleri dağıtmaları (dispersion), böylece daha kapsamlı bir hidrasyona olanak sağlamaları, ayrıca sıvı ortamdaki viskoziteyi ve kayma eşiğini düşürerek yerleşmeyi kolaylaştırmalarıdır.

Birinci ve ikinci grup SA'larda çimento tane yüzeylerinin aynı negatif işaretli elektriksel şarjla yüklenmeleri nedeniyle, tanelerin birbirlerini elektriksel itmeleri (electrical repulsion) sonucu sağlanır. HP'lerde ise moleküllerin büyüklüğü ve steokimometrik yapısı sonucu oluşan sterik engel dispersionun gerçekleşmesinde daha etkin olur. Genellikle piyasadaki HP'ler salt karboksilatlar değildir, içlerine bir miktar NSF veya MSF'de katılmıştır [17,18].

SA'ların yeterliliğinin sadece işlenebilme alanında denetlenmesi elbette yetersizdir. Bunun dışında hidrasyon, sertleşme, dayanım kazanma süreçlerinin de incelenmeleri doğal olarak zorunludur. Zira SA'lar arayer sıvısının birleşimini, hidrasyon ürünlerinin mikro yapılarını ve morfolojilerini de etkilerler. Bu değişimlerde çimento bileşimi ve alkali içeriği önemli yer tutarlar.

2.3. Türkiye'de Kullanılan Normal, Süper ve Hiper Akışkanlaştırıcılar

Ülkemizde bu tür katkıları üreten veya yurt dışından ithal ederek piyasaya süren firma sayısı gittikçe artmaktadır. Bunların piyasaya sundukları akışkanlaştırıcı katkıları aşağıdaki başlıklarda toplanabilir.

- Normal akışkanlaştırıcılar (priz geciktiricili veya hızlandırıcı)
- Uygulamada Orta (Mid-range) akışkanlaştırıcılar olarak adlandırılanlar
- Süper akışkanlaştırıcılar (ayrıca priz geciktiricili)
- Yeni jenerasyon süper (hiper) akışkanlaştırıcılar (işlenebilirliğini erken kaybeden veya işlenebilirliğini uzun süre koruyan)

2.4. Akışkanlaştırıcı Katkı Maddelerinde Aranılan Şartlar

Katkı maddelerinden betonda kullanılması durumunda, eşit beton kıvamında, istenen şartlar aşağıdaki Tablo 1'de görülmektedir [11,12].

Tablo 1. Akışkanlaştırıcı Katkı Maddelerinden Aranılan Şartlar

Standart	Su Azaltıcı/Akışkanlaştırıcı Katkı		Yüksek Oranda Su Azaltıcı/Süper Akışkanlaştırıcı Katkı		Priz Geciktirici/Su Azaltıcı/Akışkanlaştırıcı Katkı		Priz Geciktirici/ Yüksek Oranda Su Azaltıcı - Akışkanlaştırıcı Katkı		Priz Hızlandırıcı/Su Azaltıcı/Akışkanlaştırıcı Katkı		
	ASTM C494/C	TS EN934-2	ASTM C494/C	TS EN934-2	ASTM C494/C	TS EN934-2	ASTM C494/C	TS EN934-2	ASTM C494/C	TS EN934-2	
Çimento Miktarı (kg/m ³)	310	350	310	350	310	350	310	350	310	350	
Su Kesme %	Min.5	Min.5	Min.12	Min.12	Min.5	Min.5	Min.12	Min.12	Min.5	Min.5	
Priz Süresi (Şahit'e Göre)	BAŞ	1 s erken veya 1 s 30dk geç	-	1 s erken veya 1 s 30 dk geç	-	1 s geç max. 3 s 30 dk geç	Min.90 dk geç	1 s geç max. 3 s 30 dk geç	Min.90 dk geç	1 s erken max. 3 s 30dk erken	20C2de min.30dk 5C'de max %60'ı
	SON	1 s erken veya 1 s 30dk geç	-	1 s erken veya 1 s 30 dk geç	-	max. 3 s 30 dk geç	max.360 dk geç	max. 3 s 30 dk geç	max.360 dk geç	1 s erken	-
Basınç Mukavemeti	1g	-	-	140	140	-	-	125	-	-	-
	3g	110	-	125	-	110	-	125	-	125	-
Şahit Betona kıyasla % Min.	7g	110	110	115	-	110	-	115	100	100	-
	28g	110	110	110	115	110	100	110	115	100	100
	90g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6ay	100	-	100	-	100	-	100	-	90	-
	1yıl	100	-	100	-	100	-	100	-	90	-
Eğilme Mukavemeti Şahit Betona kıyasla %	3g	100	-	110	-	100	-	110	-	110	-
	7g	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-
	28g	100	-	100	-	100	-	100	-	90	-
Taze Betondaki Hava Miktarı %	Max.3,0	Şahit betonun max.2 üzerinde	Max.3,0	Şahit betonun max.2 üzerinde	Max.3,0	Şahit betonun max.2 üzerinde	Max.3,0	Şahit betonun max.2 üzerinde	Max.3,0	Şahit betonun max.2 üzerinde	

Sonuç olarak;

- Beton katkısı üreten firmalar Ülkemizde çoğalmıştır, bu durum bu katkıların yüksek oranda kullanıldığının göstergesidir. Ayrıca bu katkıların ihracatı da yapılmakta, ekonomimize katkısı olmaktadır.

- Ülkemizde meydana gelen depremlerden dolayı beton sınıfının artmasıyla kimyasal katkılardan en çok süper akışkanlaştırıcı olanlarının kullanımı birinci sıraya yükselmiştir.

- Melez hiperakışkanlaştırıcıların priz geciktirmemesi ve her durumdaki betonda (ince agregası az v.b.) kullanılabilir ve ekonomik olması da bu tür katkıların kullanımını arttırmıştır.

- Genel olarak bakıldığında; gerek Türkiye'de üretilen, gerek ithal edilerek kullanılan katkıların çoğunluğunun bu katkılardan istenen nitelikleri genelde sağladığı görülmektedir.

KAYNAKLAR :

- [1] Akman M.S., Kimyasal Katkıların Betona Uygulanması, 4. Ulusal Beton Kongresi, 30 Ekim-1 Kasım, İstanbul, s. 1-11(1996).
- [2] Pailerre A.M., and Ben Basat M., and Akman M.S., Guide for Admixture in Concrete.,(1992).
- [3] UYAN, M., ÖZKUL, H., “Beton Katkı Maddeleri ve Türkiye’de Durumu”, Akdeniz Üniversitesi Isparta Müh. Fak., III. Mühendislik Haftası Bildirileri, (1985).
- [4] ACI COMMITTEE 212, “Chemical Admixtures for Concrete”, ACI Materials Journal, May-June, p.297, (1987).
- [5] NEVILLE, A.M., BROOKS, J.J., “Concrete Technology”, Longman Scientific and Technical, p.155, (1987).
- [6] UYAN, M., YILDIRIM, H., “Yüksek Dayanımlı Beton Üretiminde Süperakışkanlaştırıcı Beton Katkı Maddelerinin Etkinliği”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 2. Ulusal Beton Kongresi, Yüksek Dayanımlı Beton, 27-30 Mayıs, (1991).
- [7] MALHOTRA, V.M., “Superplasticizers: Their Effect of Fresh and Hardened Concrete”, ACI Concrete International, p.66., (May 1981).
- [8] MITSUI, K., KASAMI, H., “Properties of High-Strength Concrete with Silica Fume Using High-Range Water Reducer of Slump Retaining Type”, ACI Sp. Publication SP-119, p.79.
- [9] RILEM COMMITTEE 11A, “Concrete Admixtures (Final Report)”, RILEM, No.48,p.451 (1975).
- [10] ACI COMMITTEE 212, “Chemical Admixtures for Concrete”, ACI 212.3R-04, (2004).
- [11] ASTM C 494-82 “Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete”, (1982).
- [12] TS EN 934-2 “Kimyasal Katkılar- Beton, Harç ve Şerbet İçin- Bölüm 2: Beton Katkıları- Tarifler ve Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme”, (2002).
- [13] Uyan M., Yıldırım H., Süvari Y., Akışkanlaştırıcı Katkıların Etkinliği, 4. Ulusal Beton Kongresi, 30 Ekim-1 Kasım, İstanbul, s. 13-23, (1996).
- [14] Dodson V. H., (1990). Concrete Admixtures, Structural Engineering, USA.
- [15] Ramachandran V.S.. Concrete Admixtures Handbook, Noyes Publications, New Jersey, (1995).
- [16] H.Yıldırım, B. Altun, "Usage of molasses in concrete as a water reducing and retarding admixture", International Journal of Engineering&Materials Sciences (ISI) , 421-426 pp., 2012.
- [17] ACI COMMITTEE 212, “ Guide for the Use of High-Range Water-Reducing Admixtures (Superplasticizers) in Concrete “, ACI 212,4R-04, (2004).
- [18] Yıldırım, H., Akman, M., S., Pekmezci, B., Y.,” Çimento Serbest Alkali İçeriğinin Yüksek Performanslı Beton Niteliklerine Etkisi ” İNTAG 649: TÜBİTAK, (2003).