
ESKİŞEHİR'DE YAPILAN BİR ANKET İŐİŐİNDA BETON KATKI MADDELERİNİN KULLANIMI

İlker Bekir TOPÇU
Prof. Dr.
Osmangazi Üniversitesi
Eskişehir, Türkiy

Mehmet CANBAZ
Arő. Gör.
Osmangazi Üniversitesi
Eskişehir, Türkiy

ÖZET

Günümüzde özellikle hazır beton tesislerinde kimyasal katkı kullanılmaksızın beton üretimi yok denecek kadar azdır. Kimyasal katkıları betonun özelliklerini iyileőtirdiđi gibi, bilinçsiz kullanıldığı takdirde olumsuz etkilerde de bulunabilmektedir. Beton firmalarının hangi kimyasal katkıları kullandığı, bilinçli bir katkı kullanımının olup olmadığı ve katkı kullanımına yönelik düşüncelerin belirlenmesi amacı ile Eskişehir İli beton firmalarında bir anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması sonuçlarına göre beton üretiminde daha çok akışkanlaştırıcı katkı maddeleri kullanılmaktadır. Katkı kullanılmadan önce mutlaka ön deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Çalışmanın sonucunda normal akışkanlaştırıcı ve süper akışkanlaştırıcı katkıların taze beton çökmelerine, s/ç oranına, pompalanabilirliğine ve basınç dayanımına ne oranda yararlı olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

GİRİŐ

İnşaat sektöründe yaygın bir şekilde kullanılan beton, ucuzluğu ve kolay üretilebilir olması nedeniyle günümüzde en çok tercih edilen yapı malzemesidir. Beton katkı maddeleri "Betona; üretim sırasında su, agrega ve çimento dışında, küçük

miktarlarda, betonun niteliklerinde istenilen yönde değişiklik sağlamak için katılan kimyasal maddeler” olarak tanımlanabilir [1-4]. Akışkanlaştırıcılar uygulamada s/ç oranını azaltarak daha yüksek dayanıma ulaşmak, kütle betonlarında hidrasyon ısısını düşürmek için çimento miktarının azaltılması veya aynı işlenebilmeyi elde edebilmek ve kolay yerleşmeyi sağlamak amaçlarıyla kullanılmaktadırlar [5, 6]. Firmaların uzak olması veya trafiğın tıkanık olması gibi durumlarda beton şantiyeye vardığında, geçen zamandan dolayı oluşan kıvam kaybının yalnızca su katılarak iyileştirilmesi durumunda betonun özelliklerinde çok zararlı etkiler oluşabilmektedir [7]. Bu nedenle beton üretiminde kullanılması gereken çimento miktarı azaltılmaksızın veya beton dayanımından ödün vermeksizin üretilen betonun, akıcı ve kolay yerleşebilir olmasının sağlanması gerekmektedir.

Bu akıcılığın sağlanabilmesi için akışkanlaştırıcı ve süper akışkanlaştırıcı katkı kullanılmaktadır [8]. Katkı kullanımı, beton karışımında kullanılacak s/ç oranını sabit tutarak, su ve çimento miktarını azaltıp ekonomik yararlar da sağlamaktadır [9]. Kimyasal katkıların kullanılmasına yönelik yapılan araştırmalarda süper akışkanlaştırıcı kullanılan betonlarda uygun katkı miktarı seçilmediğinde işlenebilme ve ayrışma problemleri ortaya çıkmaktadır [10]. Yapılan çalışmalarda geçirimsizlik sağlayan katılara göre süper akışkanlaştırıcı katkıların daha etkin olduğu görülmüştür [11]. Betonun donma çözülme dayanıklılığını arttırmak için kullanılan hava sürükleyici katkıların etkinliği donma çözülme tekrar sayısı arttıkça artmaktadır. Donma çözülme dayanıklılığını eğilme dayanımı deneyleri daha iyi göstermektedir [12]. Donatı korozyonunu önlemek için betona katılan katkıların donatı ömrünü arttırmada oldukça etkili olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür [13]. Özellikle soğuk ve sıcak havalarda priz hızlandırıcı ve geciktirici katkıların betonun priz sürelerini değiştirerek beton dökümünü kolaylaştırmaktadırlar [14]. Renklendirici katkıların ise prizi geciktirme, işlenebilmeyi arttırmakta, rötreyi azaltmakta ve eğilme dayanımlarını artırırken basınç dayanımlarını azaltmaktadırlar [15].

AMAÇ

Kimyasal katkıların son yıllarda betondan istenen özellikler arttığından vazgeçilemez bir beton bileşeni olarak kullanılmaya başlanmıştır. Beton performansı ve ekonomi üzerinde olumlu etkileri olduğu söylenerek piyasaya sürülen bu katkıların tüketici tarafından ne derecede tanındığı ve kullanımında istenilen sonuçların elde edilip edilemediği araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmada beton üretiminde kullanılan kimyasal katkı çeşitleri ile kullanıcıların katkı kullanımında karşılaştığı

problemleri ve gözlemleri belirlemek için bir anket araştırması yapılmıştır. Yine firmaların kendi özel laboratuvarında yaptıkları deneysel çalışmaların sonuçları da değerlendirilerek kullanılan katkıların beton özelliklerine olan etkileri irdelenmeye çalışılmıştır.

KAPSAM

Bu çalışmada Eskişehir’de bulunan beton firmalarında kimyasal katkı kullanımı ve kullanılan katkıya göre beton özelliklerinin değişimi araştırılmıştır. Bu kapsamda beş hazır beton firması ve bir prefabrik beton eleman üreten firmada anket çalışması yapılmıştır. Ankette firmaların kullandıkları kimyasal katkı türleri, kullanım oranları, neden katkı kullandıkları araştırılmıştır. Yine katkı kullanımının beton işlenebilirliğine, dayanım, dayanıklılığına, maliyetine etkileri, katkı veya katkıları kullanmadan önce yapılan çalışmalar, katkı kullanımının betona, insan sağlığına veya maliyete etkileri, tüketicilerin katkı kullanımı konusunda talepleri, katkı kullanımının yaygınlaşması ve önerileri sorulmuş ve alınan cevaplar değerlendirilmiştir.

SONUÇLAR

Betonda kimyasal katkı kullanımı ile ilgili yapılan çalışma, anket sonuçlarının değerlendirilmesi, taze beton deney sonuçlarının değerlendirilmesi, sertleşmiş beton deney sonuçların değerlendirilmesi olarak üç kısımda irdelenecektir.

Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Anket sonuçlarının değerlendirilmesi Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmiştir. Yapılan ankete göre beton firmalarının daha çok normal akışkanlaştırıcı, süper akışkanlaştırıcı, antifriz katkılarını kullandığı, bunun yanı sıra priz geciktirici, priz hızlandırıcı, hava sürükleyici gibi katkıları ise azda olsa kullandıkları Tablo 1’de görülmektedir. Kimyasal katkıları daha çok işlenebilirliği artırmak, s/ç oranını azaltmak, pompalanabilirliği kolaylaştırmak, yüksek dayanımlı beton üretmek, soğuk ve sıcak hava koşullarında betonun korunması ve iyi bir performans göstermesi amaçlarıyla kullanılmaktadır.

Tablo 1. Yapılan ankete göre kullanılan kimyasal katkı çeşitleri (■ evet, □ hayır)

Kimyasal Katkı	Firmalar						Oran	
	A	B	C	D	E	F		
Akışkanlaştırıcı	Hiper	□	□	■	□	■	□	2/6
	Süper	■	■	■	■	■	■	6/6
	Normal	■	■	■	■	■	■	6/6
Priz hızlandırıcı	□	□	■	□	■	□	2/6	
Priz geciktirici	□	□	□	□	■	□	1/6	
Hava sürtükleyici	□	□	□	□	■	□	1/6	
Antifriz	■	■	□	■	□	□	3/6	

Beton üretiminde çimento tipi değiştirildiğinde kullanılan kimyasal katkıların oranının ve etkilerinin belirlenmesi için yeniden laboratuvar çalışması yapılmasının gerektiği düşünülmektedir. Hazır beton firmaları olumsuz hava koşullarında kullanacak betonlarda katkı maddesi olarak soğuk havalarda beton antifrizi ve priz hızlandırıcı, çok sıcak havalarda priz geciktirici kullanmaktadırlar. Ayrıca akışkanlaştırıcı olarak soğuk havalarda priz hızlandırıcı özelliği olan akışkanlaştırıcılar kullanılmaktadır. Sıcak havalarda ise priz geciktirici özelliği olan akışkanlaştırıcılar kullanılmaktadır. Tablo 2’de görüldüğü gibi yapılan anket sonuçlarına göre tüketici son yıllarda katkı konusunda bilinçlenmiş ve firmalardan siparişlerinde katkı talep etmeye başlamışlardır. Katkı kullanımında firma ayırt etmeden daha çok ön deneylerle istenen özellikleri sağlayan firmalar tercih etmektedirler.

Tablo 2. Kimyasal katkı anket sonuçlarının değerlendirilmesi (■ evet, □ hayır, ? boş)

Yapılan Anketin Soruları	Firmalar						Oran
	A	B	C	D	E	F	
Katkılarla ilgili herhangi bir bilgilendirme toplantısına katılanlar	■	□	■	■	■	■	5/6
İsteddiği özellikleri sağlayan katkılara kolaylıkla ulaşanlar	■	■	■	■	■	■	6/6
Katkıları kullanmadan önce kimyasal bileşimini dikkate alanlar	■	■	■	■	■	■	6/6
Katkıları betonda üretici firmanın önerdiği oranda kullananlar	■	■	■	■	■	■	6/6
Katkıyı kullanmadan önce performans deneylerini yapanlar	■	■	■	■	■	■	6/6
Birden fazla katkının kullanılması halinde uygunluk testi yapanlar	■	?	□	■	■	■	4/6
Betonda katkı kullanmanın ekonomik olduğunu düşünenler	■	■	■	■	■	■	6/6
YDB üretiminde akışkanlaştırıcı dışında katkı kullananlar	□	■	□	□	■	■	3/6

Katkıların çimento cinsinden etkilendiğini düşünenler	■	■	■	■	■	■	6/6
Kullandığı katkıların yan etkilerini gözlemleyenler	□	■	□	■	■	□	3/6
Katkının performansta olumsuz etkileri olduğunu düşünenler	□	■	■	□	□	□	2/6
Katkıların insan sağlığına olumsuz etkisinin olduğunu düşünenler	□	□	■	■	□	■	3/6
Tüketiciye katkı eklenmesi ile ilgili talep alanlar.	■	■	□	■	■	■	5/6

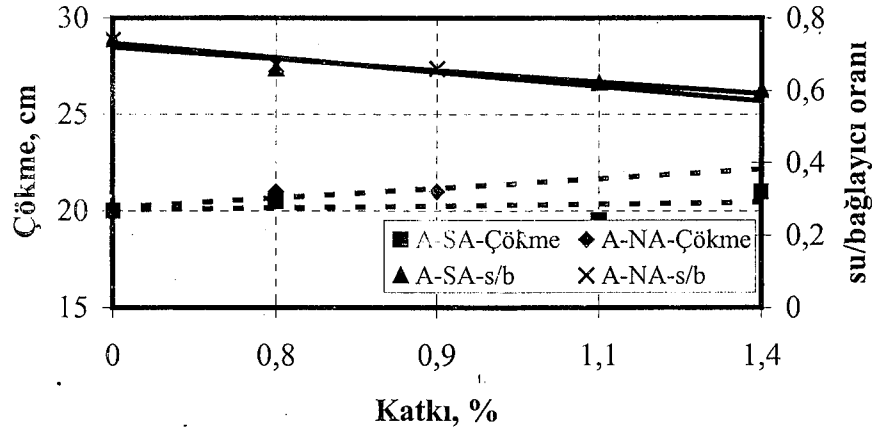
Beton üretiminde kullandıkları katkı miktarı ise çimento miktarının % 0.8 ile % 1'i arasındadır. Yıllık kimyasal katkı tüketimi ise firmalara göre 300 tona kadar ulaşabilmektedir. Yüksek dayanımlı beton üretiminde akışkanlaştırıcı katkı dışında başka bir katkı kullanan firmaların oranı % 50'dir. Kimyasal katkı kullanımının beton üretiminde ek maliyeti % 1-3 arasında değişmektedir. Beton firmaları kimyasal katkı üreticilerinin önerdiği oranlarda katkıları kullanmaktadırlar. Ayrıca firmaların kimyasal katkıları beton üretiminde kullanmadan önce uygunluk deneyleri yaptığı fakat % 60'ının, birden fazla kimyasal katkı kullandığında birbirine olan etkilerini incelemedikleri görülmüştür.

Firmaların % 80'inin kimyasal beton katkıları ile ilgili düzenlenen kurs veya seminerlere katıldıkları belirlenmiştir. Beton firmaları istedikleri zaman istenilen beton özelliklerini sağlayabilecek katkıları ulaşabilmektedirler. Amaca uygun olmayan katkı kullanıldığında beton özelliklerini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Beton üretiminde kullanılan kimyasal katkının betonun uzun süreli performansına olumsuz etkisinin olmadığı, beton dayanımlarını artırarak bir üst sınıf beton kalitesi elde edildiği belirlenmiştir. Kullanılan kimyasal katkıların özelliklerine göre betonun ilk yaşlardaki beton dayanımını % 30-40, ileriki yaşlarda ise % 10-20 oranlarında arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca düşük s/ç oranında beton dayanımını düşürmeden, yüksek işlenebilirlikler de katkılarla sağlanabilmektedir. Beton firmaları uygulamada akışkanlaştırıcılarla betonda s/ç oranını 0.28 değerine kadar düşürebilmişlerdir. Yapı onarım ve güçlendirilmesinde zor koşullarda beton dökümü yapıldığı için işlenebilirliği fazla olan beton kullanımı tercih edilmekte, bu amaçla hiper akışkanlaştırıcılar ve kendiliğinden yerleşen beton kullanılmaktadır.

Taze Beton Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

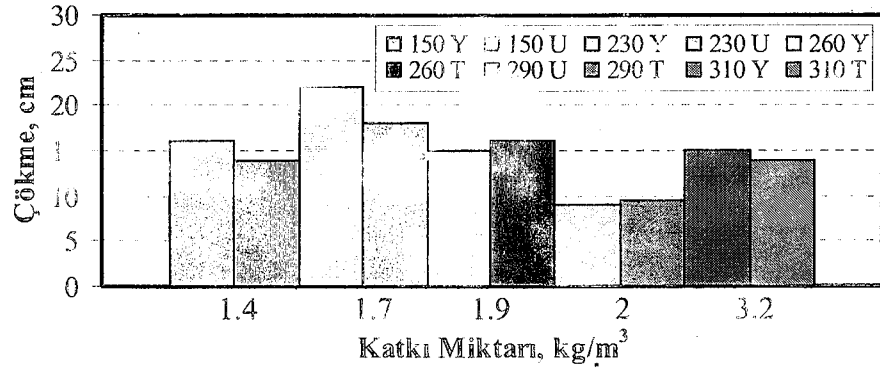
Eskişehir'de bulunan hazır beton firmalarının bazılarında alınan taze beton deney sonuçları Şekil 1 ve 2'de verilmiştir. Şekil 1'de A firmasının ürettiği süper akışkanlaştırıcı ve normal akışkanlaştırıcı kullanılmış betonlarda su/bağlayıcı oranı katkı miktarı arttıkça % 20'ye kadar azalmıştır. Çökmeler ise % 10'a ulaşan oranda artış göstermiştir. Akışkanlaştırıcı kullanımı ile betonların su/bağlayıcı madde oranı azalırken çökmeler artmaktadır. B firmasının ürettiği betonlarda SA

kullanılması durumunda NA'ya göre % 20'ye ulaşan oranlarda daha az su kullanımını sağlamıştır. Şekil 2'den görüldüğü gibi katkı miktarlarına, çeşidine ve çimento dozajına göre karışımların çökmeleri farklı oranlarda değişmiştir. Y, U, T farklı marka NA'dır. Çimentonun 230 kg olarak kullanıldığı ve 1.7 kg



Şekil 1. Katkılı betonların çökme ve s/b oranları.

Y katkısının kullanıldığı serilerde çökmeler en büyük değeri verirken, dozajı 290 olan ve 1.9 kg U katkısının kullanıldığı serilerde çökmeler en küçük değeri almıştır.



Şekil 2. C firmasının katkı miktarına göre çökmelerdeki değişimleri

Sertleşmiş Beton Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

A, B ve C firmalarında yaygın olarak kullanılan akışkanlaştırıcılar Tablo 3'te gösterilmiştir. Katkılarının özellikleri Tablo 4'te gösterilmiştir. Firmaların hepsinde aynı fabrikanın ürettiği olduğu PÇ 42.5 çimentosu kullanılmıştır. Anketten üç firmadan alınan kullandıkları katkı çeşidi, miktarı, ürettikleri betonların 7 ve 28 günlük basınç dayanımı sonuçları değerlendirmeleri Şekil 3 ve 4'te görülmektedir. Şekil 3 incelendiğinde A firmasının süper akışkanlaştırıcı kullanılarak ürettiği betonlarda; katkı miktarı % 0'dan % 1.5'a ulaştığında, 7 günlük basınç dayanımları % 50 oranında artarken, 28 günlük betonlarda bu artış % 32 olmuştur. Normal akışkanlaştırıcı kullanarak ürettiği betonlarda ise katkı miktarı artışı ile 7 günlük beton basınç dayanımları % 30 oranında artmıştır.

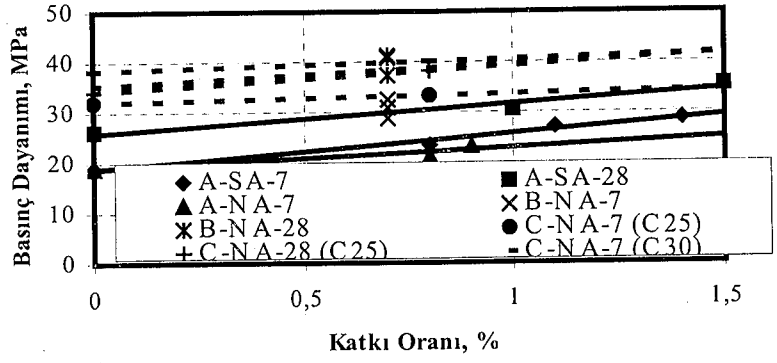
Tablo 3. Firmalarda yaygın olarak kullanılan kimyasal katkıları.

NA _U	Normal Akışkanlaştırıcı (yaz kullanımı için)
NA _Y	Normal Akışkanlaştırıcı (yaz kullanımı için)
NA _T	Normal Akışkanlaştırıcı (kış kullanımı için)
SA _K	Süperakışkanlaştırıcı (yaz kullanımı için)
SA _L	Süperakışkanlaştırıcı (kış kullanımı için)
SA _X	Süperakışkanlaştırıcı (yaz kullanımı için)
SA _H	Süperakışkanlaştırıcı (kış kullanımı için)
SA _G	Süperakışkanlaştırıcı (kış kullanımı için)
OA _M	Orta Akışkanlaştırıcı (yaz kullanımı için)

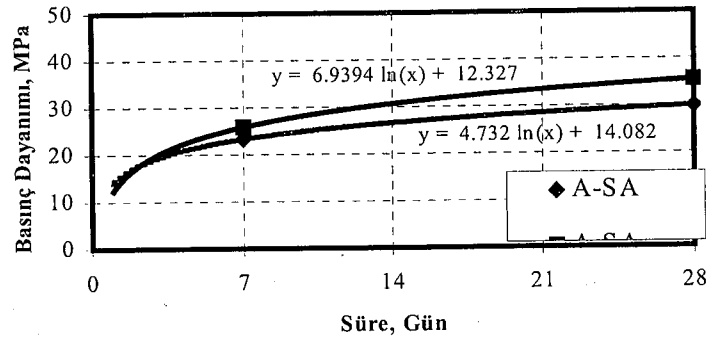
C firmasının ürettiği normal akışkanlaştırıcı kullanılmış betonlarda ise katkı miktarının artması ile 7 günlük basınç dayanımları % 20 oranında artarken 28 günlük basınç dayanımları % 10 oranında artmıştır. Akışkanlaştırıcı katkıları betonda su/bağlayıcı oranını düşürdüğü için basınç dayanımları artmıştır

Tablo 4. Firmalarda kullanılan katkılar ve özellikleri

Özellik	Kimyasal Katkı								
	NA _U	NA _Y	NA _T	SA _K	SA _L	SA _X	SA _H	SA _G	OA _M
Firmalar	AB	AC	ABC	ABC	A	BC	AB	BC	ABC
Sülfat, %	4.5	4	5	3	2.8	3	2.9	3	3.5
Yoğunluk, gr/ml	1.2	1.19	1.18	1.2	1.19	1.25	1.23	1.21	1.17
pH	4.6	5.6	7.2	7.6	7.8	11.1	9.4	9.9	8.2
Katı Madde, %	40	40	41	40.3	40.5	41	40	40.3	40.6



Şekil 3. Katkılı betonların basınç dayanımları.



Şekil 4. Antifriz kullanımının beton basınç dayanımına etkisi.

Şekil 4'te A firmasının yaptığı çalışmada süper akışkanlaştırıcı ile antifriz kullanılan betonların 7 günlük basınç dayanımlarında % 10, 28 günlük basınç dayanımlarında ise % 17'lik artışlar olduğu görülmüştür. Soğuk havalarda betonda kullanılan suyun donmasını engellemek amacı ile kullanılan antifriz aynı zamanda dayanım artışına neden olmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

- Kimyasal katkı kullanımı ile üretilen betonlarda işlenebilirliğin kolaylaştığı, su/çimento oranının düştüğü, pompalanabilirliğin arttığı görülmüştür. Betonlara katılan kimyasal katkı ile % 20 oranında daha az su kullanımı sağlanabilmiştir.
- Firmaların betonları yerine ulaştırırken karıştırma süresinin uzamasıyla oluşan kıvam kayıplarının yalnızca su ilave edilerek iyileştirilmesi beton dayanımlarını düşürmektedir. Bu nedenle kıvam kayıpları akışkanlaştırıcı katkı ile iyileştirilmelidir.
- Ülkemizde kimyasal katkı kullanımı için bir genelleme yapılacak olursa en çok kullanılan kimyasal katkı türünün akışkanlaştırıcılar olduğu sonucuna varılmaktadır. Genellikle C 20 kalitesindeki betonlarda normal akışkanlaştırıcı katkı kullanılırken, C 25 kalitesindeki betonlarda süper akışkanlaştırıcı katkıların kullanılması daha yaygındır.
- Normal ve süper akışkanlaştırıcıların kullanıldığı betonların 28 günlük dayanımları arasında neredeyse fark bulunmamaktadır. Bazı durumlarda Normal akışkanlaştırıcıların betona daha yüksek dayanım kazandırdığı görülmektedir.
- Hava koşullarının oldukça fazla değişim gösterdiği Eskişehir'de betonun priz alması, işlenebilirliği, dayanımı ve dayanıklılığı yönünde sorunlar yaşanması kimyasal katkı kullanımını kaçınılmaz hale getirmektedir. Hava koşulları değiştikçe yıl içerisinde kullanılan katkı çeşidi artmaktadır. Farklı katkı kullanımı daha çok bilgi, deneyim, denetleme ve deney yapılmasını gerektirmekte, bilinçsizce katkı kullanılması durumunda betonun özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu nedenle katkı firmalarının daha çok eğitim seminerleri vermeleri ve bu konuda üniversite özel sektör çalışmalarının artması gerektiği beton firmalarınca önerilmektedir.
- Kimyasal katkı hammaddelerinin büyük bir kısmının yurt dışından alınması sonucunun tüketiciyi maddi olarak etkilediği düşünülmektedir. Özellikle kendiliğinden yerleşen beton için maliyeti daha düşük ve istenilen dayanımlar için uygun katkıların üretilmesi beton firmalarınca önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Erdoğan T. Y., *Beton*, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını, Ankara 2003, 741 s.
2. Erdoğan T. Y., *Admixtures for Concrete*, METU Press, Ankara 1997, 188 s.
3. Topçu, İ. B., Aydın, Ş., "Akışkanlaştırıcı Katkılarının Beton Özelliklerine Etkisi", *Hazır Beton*, Yıl. 5, Sayı. 27, Mayıs-Haziran 1998, ss. 49-53.
4. Topçu, İ. B., "Akışkanlaştırıcı ve Don Dayanım Katkılarının Beton Özelliklerine Etkisi", İMO, 4. Ulusal Beton Kongresi, 1996, İstanbul, Bildiriler Kitabı, ss. 45-54.
5. Uyan, M., Özkul, H., "Beton Katkı Maddeleri ve Türkiye'de Durumu", Akdeniz Üniversitesi, Isparta Müh. Fak., II. Mühendislik Haftası Bildirileri, 1985.
6. Akman, M. S., "Beton Katkı Maddelerinin Ana İşlevleri ve Yan Etkileri", İTÜ İnşaat Fakültesi, Malzeme seminerleri, 1987, İstanbul.
7. Yıldırım, H., Yorulmaz, V., Ardaç, E., "Süper ve Normal Akışkanlaştırıcı Katkılarının Çimento ile Uyuşumu", İMO, 4. Ulusal Beton Kongresi, 1996, İstanbul, ss. 25-33.
8. Aydın, K. K., Uyan, M., Baş, S., "Betonda Kıvam Kaybının Süperakışkanlaştırıcı Katkılarla İyileştirilmesi", İMO, 4. Ulusal Beton Kongresi, 1996, İstanbul, ss. 73-80.
9. Akman, M. S., "Süper Akışkanlaştırıcı Katkılarının Taze Beton İşlenebilmesindeki Sorunları", İMO, 4. Ulusal Beton Kongresi, 1996, İstanbul, ss. 55-71.
10. İnan, G., Köseoğlu O. E., Ramyar K., "Süper Akışkanlaştırıcı Katkının Betonun Su İhtiyacına ve Basınç Dayanımına Etkisi", Beton 2004 Kongresi, İstanbul, ss. 674-681.
11. Yıldırım, H., Gülseren, H., Uyan, M., Kemerli, M. K., "Geçirimsizlik Sağlayan Katkı Türlerinin Beton Geçirimsizlik Özelliklerine Etkisi", İMO, 5. Ulusal Beton Kongresi, 2003, İstanbul, ss. 123-131.
12. Şahin, R., Taşdemir, M. A., Gül, R., Çelik, C., "Betonun Don Hasarlarının Mekanik Deneylerle Analizi", İMO, 5. Ulusal Beton Kongresi, 2003, İstanbul, ss. 333-343.
13. Monticelli, C., Frignani, A., Trabanelli, G., "A Study on Corrosion Inhibitors for Concrete Application", *Cement and Concrete Research*, Vol. 30, 2000, pp. 635-642.
14. Altun, İ. A., Sert, Y., "Utilization of Weathered Phosphogypsum as Set Retarder in Portland Cement", *Cement and Concrete Research*, Vol. 34, 2004, pp. 677-680.
15. Karagüler, M., Terzi, F., Kuloğlu, Ş., "Renklendirici Katkılarının Mimari Beton Özelliklerine Etkisi", Beton 2004 Kongresi, 2004, İstanbul, ss. 532-541.