



**Makale
(Article)**

Betonda Orta Akışkanlaştırıcı Katkıların Performanslarının Araştırılması

Salih Taner YILDIRIM *, Ersin KİRAZ *

* Kocaeli Üniversitesi Müh. Fak. İnşaat Müh. Böl., 41380, Kocaeli/TÜRKİYE

Özet

Beton karışımlarında kullanılan sıradan akışkanlaştırıcı katkıları beton teknolojisinin gelişmesi ile beklentileri karşılayamaz hale gelmiştir. Orta akışkanlaştırıcılar bu beklentileri karşılayarak, düşük çimento miktarlarında ve yüksek su/çimento oranlarında bile betonda süperakışkanlaştırıcıların etkilerine benzer etkiler gösterebilmektedir. Çalışmada beş farklı orta akışkanlaştırıcı katkı; iki farklı çimento dozajında çökme kaybı ve basınç mukavemeti açısından değerlendirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda bazı orta akışkanlaştırıcı katkıların betonun çökme kaybını azaltmakta daha başarılı olduğu görülmüştür. Böylece bu tür katkılarla üretilen betonların şantiyeye gönderildikten sonra yeni bir katkı ile takviyeye ihtiyaç duyulmaksızın dökülebilmemesinin mümkün olabileceği, ama uzun taşıma sürelerinde önceden deneysel olarak test edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Beton, orta akışkanlaştırıcı katkı, taşıma süresi, çökme.

Research on Performance of Mid-Range Water Reducer Admixture in Concrete

Abstract

Common water reducers used in concrete mixture have become unable to meet expectations by developing of concrete technology. Mid-range water reducers give influences as super plasticizers' effects in concrete in low cement contents by meeting this expectations and in even higher water/cement ratio. In the study, the five different mid-range water reducer admixtures evaluated in terms of slump loss and compressive strength in two different cement dosage. After experimental studies, some of the mid-range water reducer admixtures were found to be more successful in reducing the loss of the concrete slump. It is thought that it's casting can be possible without the need for reinforcement with a new admixture when concrete produced by this type of admixtures send the construction site. But it must be pre-tested experimentally for long transport times.

Keywords: Concrete, mid-range water reducer admixture, transportation time, slump.

1. GİRİŞ

Beton üreticileri, gün geçtikçe betondan daha fazla çok yönlülük ve daha yüksek bir performans seviyesi istemektedirler [1]. Bu performans ve çok yönlülüğü sağlayan akışkanlaştırıcılar beton üreticilerinin vazgeçilmez haline gelmişlerdir. Akışkanlaştırıcılar, uygulamada s/ç oranının azaltılması ile aynı işlenebilmeyi elde etmek, daha yüksek dayanım kazandırabilmek ve hidrasyon ısısını düşürmek gibi amaçlarla kullanılabilirler [2-4]. Kimya alanındaki gelişmeler ve polimer teknolojisinin ilerlemesi çok etkili yeni nesil akışkanlaştırıcıların keşfine sebep olmuştur [5]. Bunlardan birisi yeni bir beton katkı sınıfı olan orta akışkanlaştırıcılar ve kendine yüksek su azaltan akışkanlaştırıcılar ile geleneksel akışkanlaştırıcılar gruplarının arasında önemli bir yer edinebilmiştir [1, 6].

Süperakışkanlaştırıcılar %15–30'luk bir su azalmasına izin verirler. 0.25 ve 0.45 arasında su-çimento oranıyla yapılmış betonlarda çimento taneciklerini dağıtmak için çok etkilidirler. 0.45 ve 0.60 arasında su-çimento oranına sahip bir beton için optimum dozaj çok yüksek değildir ve fiziksel kuvvet kaybı yoktur. Endüstriyel uygulamalarda 0.45-0.60 arasında su-çimento oranına sahip betonda süperakışkanlaştırıcı kullanımı (çok az bir doz aşımı) segregasyonla veya (çok az doz altı) hızlı bir kıvam kaybıyla sonuçlanabilmektedir [7]. Bu nedenle uygun dozaj seçimleri de katkıların etkin kullanımı açısından önemlidir [8].

Esasen şeker içerikli yüzey aktif maddeler olan geleneksel su azaltıcılar, betonda %5 ve 10 gibi düşük oranlarda su kesebilirler. Üstelik sertleşmede uzun gecikmeler ve aşırı hava girişi olmaksızın dozajları artırılmaz.

0.45 ve 0.60 arasında su-çimento oranında genellikle su azaltıcı ile geciktirici ve geleneksel su azaltıcı ile süper akışkanlaştırıcı karışımıyla sağlanan orta seviye ailesi katkıların kullanımı gereklidir [7]. Orta akışkanlaştırıcılar, normal akışkanlaştırıcılar ile süper akışkanlaştırıcılar arasındaki boşluğu doldurmaktadır [9].

Orta akışkanlaştırıcılar ilk olarak çimento eksiklik problemlerine hitap etmek için geliştirilmiştir. Beton karışımında yüksek oranda su azaltabilirler ve geniş bir alandaki sıcaklığın kontrol edilmesinde kullanılabilirler. Standart su azaltıcılara göre priz süresini daha fazla uzatabilirler [6]. Erken yaş dayanım kazanma özellikleri ve priz süresinden taviz vermeksizin uçucu kül, silis dumanı ve öğütülmüş yüksek fırın cürufu kullanımına izin verebilmekte ve bu yönleriyle tercih edilebilmektedirler [10, 11]. Bu katkıların betona yüksek oranda hava sürüklenme yetenekleri olduğundan, süperakışkanlaştırıcı seviyelerinde su kestikleri de görülmüştür [11].

Orta akışkanlaştırıcılar beton endüstrisi tarafından kabul edilmesine rağmen ASTM C 494'de orta sınıf için herhangi bir sınıflandırma yoktur. Üreticiler ASTM sınıflandırmasının bu eksikliğini ürün sınıflandırmasıyla düşük dozda düşük seviye ürünü olarak (ASTM C 494 Tip A, D veya E) bağdaştırmaktadırlar. Daha yüksek dozajlarda bazı orta akışkanlaştırıcılar süper akışkanlaştırıcıların gereksinimlerini karşılayabilmektedir [9].

Orta akışkanlaştırıcılar kimyasal yönleri ile şu şekilde sınıflandırılabilir;

- Lignosülfat asit türevleri ve tuzları (ör. Ca, Na, NH₄ tuzları)
- Hidroksillenmiş karbosilik asitler ve tuzları
- Hidroksillenmiş karbosilik asitlerin türevleri ve modifikasyonları ve tuzları
- Proses uygulanmış karbonhitratlar

Lignosülfatlı karbosilik asit türevleri ve tuzları su azaltıcı ve priz geciktirici katkıdır. İki saatten dört saate kadar priz geciktirici ve su ihtiyacını % 8'den 15'e kadar düşürücü olarak bilinirler. 2 veya 3 günlük basınç dayanımları katkısız eş betonlarınkinden biraz daha yüksek veya eşittir. 28 günlük veya daha ileriki yaşlardaki dayanımları %10 ile 20 daha yüksek olabilmektedir. Bunlar hızlandırıcı veya geciktirici katkı olarak da kullanılabilir. Ayrıca kalsiyumsülfat (jips), şeker ve karbonhidratlar priz geciktirirler. Karbonhidrat türevleri ve kalsiyum lignosülfat çimento ağırlığının yüzdesi olarak kullanılır. Hidroksillenmiş karbosilik asit türevleri çimento ağırlığı ile yüzde 0.1'den 0.2'ye kadar değişim aralığında yer alır. Bu katkı daha yüksek çimento içeriklerinde (350 kg/m^3 'ten fazla) lignosülfatlardan daha etkilidir. Çimento kompozisyonlarında çeşitlemelere oldukça duyarlıdır. Diğer yandan modifiye edilmiş lignosülfatlar ise göreceli düşük çimento içerikli betonlarda daha etkilidir ve dozaj sodyum lignosülfat için yüzde 0.1'den 0.3'e, kalsiyum sülfat için yüzde 0.3'den 0.5'e değişebilmektedir [12].

Yapılan çalışmada farklı firma ürünü orta akışkanlaştırıcı katkılarla üretilen betonların çökme kaybı ve zamana bağlı beton basınç mukavemetinin değişimi araştırılmıştır. Kıvam kayıpları 30 dakikalık süre için ölçülmüştür. Bilindiği gibi beton dökümü yapılmadan önce de şantiye ortamında tekrar betonun kıvam kontrolü söz konusudur. Bu açıdan sıcak havada oluşabilecek kıvam kayıpları da önemli olmaktadır. Gerçeği yansıması açısından betonlar laboratuvar dışında güneş almayan bir ortamda (sıcaklık $32 \text{ }^\circ\text{C}$ olarak ölçülmüştür) dökülmüştür. Betonun ilk kıvamı bulunduktan sonra laboratuvar mikseri 30 dakika daha çalıştırılarak, tekrar beton kıvam değerlerine bakılmıştır. Üretilen betonların basınç dayanımları C20/25 sınıfı olacak şekilde 1, 7 ve 28 gün olarak seçilmiştir. Kimyasal katkı tünel kalıp inşaatları gibi erken kalıp alınması istenilen yerler için değerlendirildiğinden, 3 günlük dayanım yerine 1 günlük erken dayanımın bulunması tercih edilmiştir.

Çalışmanın sonucunda bazı orta akışkanlaştırıcı katkıların betonun çökme kaybını azaltmakta daha başarılı olduğu görülmüştür. Böylece bu tür katkılarla üretilen betonların şantiyeye gönderildikten sonra yeni bir katkı ile takviyeye ihtiyaç duyulmaksızın dökülebilmemesinin mümkün olabileceği, ama uzun taşıma sürelerinde önceden deneysel olarak test edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

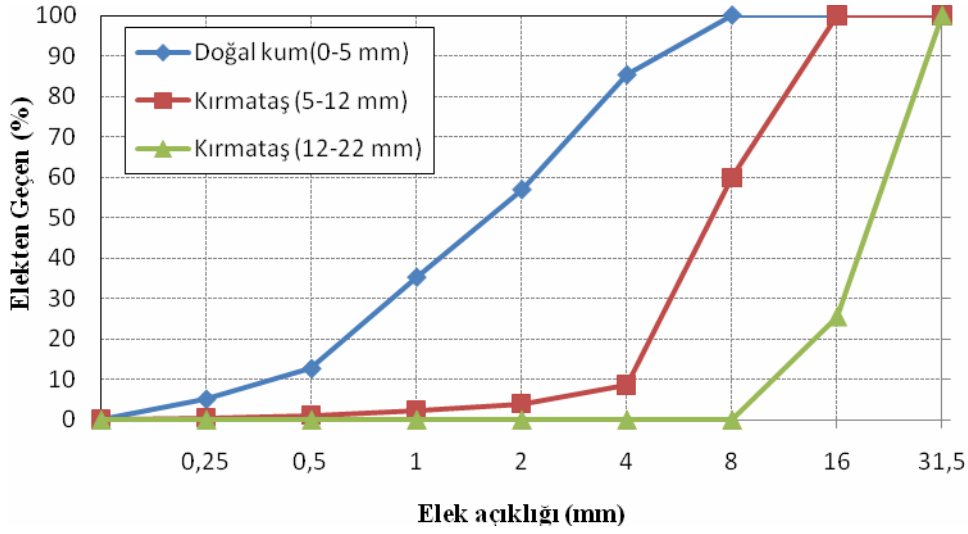
2. MALZEME ve METOT

Yapılan çalışmada TS EN 197-1 (2002)'e uygun CEM I 42.5 R tipi çimento kullanılmıştır. Çimentonun fiziksel ve kimyasal analizi Tablo 1'de verilmektedir.

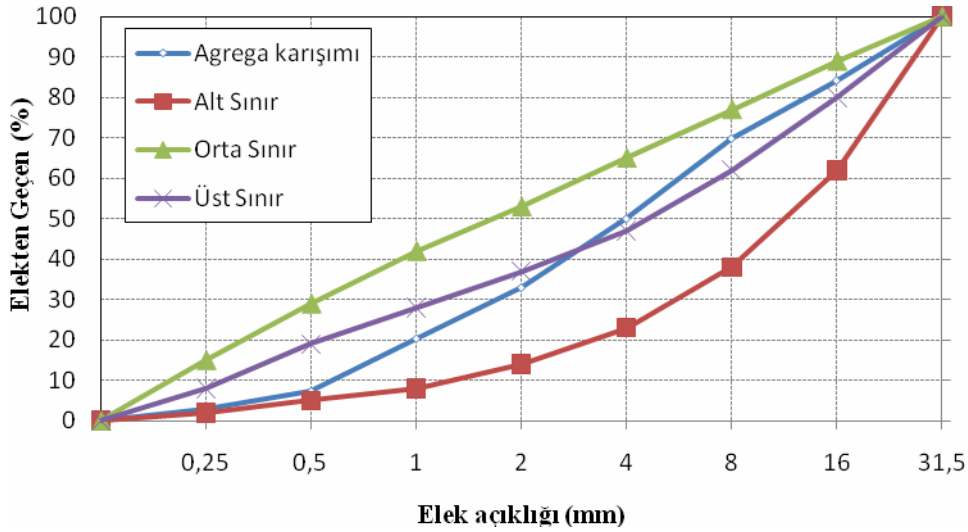
Tablo 1. Çimentonun fiziksel ve kimyasal analizi

Kimyasal Bileşim	Değerler (%)	Fiziksel Özellikler	Değerler
SiO ₂	20.03	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	3.07
Al ₂ O ₃	5.09	Priz Başlangıcı (saat)	02:55
Fe ₂ O ₃	3.44	Priz Sonu (saat)	03:45
CaO	64.52	Özgül Yüzey (cm ² /g)	3413
MgO	1.43	90 m Elek Üstü (%)	0.5
SO ₃	2.26	45 m Elek Üstü (%)	6.6
Na ₂ O	0.19	Hacim Genleşmesi (mm)	5
K ₂ O	0.65		
Toplam Alkali	0.62		
Cl ⁻	0.007		
Çözünmeyen Kalıntı	0.42		
Kızdırma Kaybı	2.31		

Kullanılan doğal kum 2.62 g/cm^3 , her iki sınıf kırma taş 2.55 g/cm^3 özgül ağırlığına sahip olup, en büyük agrega dane çapı 22 mm alınmıştır. şekil 1’de agregaların, şekil 2’de bu agregalarla oluşturulan karışımın (ağırlıkça %50 doğal kum, %25’er kırmataşlar) gradasyon eğrisi görülmektedir. Karışım agregası TS 802 (2009)’ye göre sınır değerleri arasında kalacak şekilde düzenlenmiştir [14].



şekil 1. Karışımda kullanılan agregaların gradasyon eğrisi



şekil 2. Üretilen agrega karışımının gradasyon eğrisi

Hazırlanan karışımlarda Marmara bölgesinde faaliyet gösteren üç farklı kimyasal katkı firmasından temin edilen lignoslfanat esaslı orta akışkanlaştırıcılar kullanılmıştır. Bu üç firmadan temin edilen orta akışkanlaştırıcıların fiziksel ve kimyasal zellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Betonda kullanılan farklı türden kimyasal katkıların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Katkı Kodu	Fiziksel ve Kimyasal Özellikler			
	Kimyasal Köken	Yoğunluk (cm ² /g)	Renk	Klorür İçeriği (%)
X	Lignosülfonat	1.09	Kahverengi	0.1
Y	Lignosülfonat	1.13	Kahverengi	0.1
W	Modifiye lignin sülfonat	1.19	Kahverengi	0.1
U	Modifiye lignin sülfonat	1.09	Kahverengi	0.1
Z	Modifiye polimer	1.13	Koyu kahverengi	0.1

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Numunelerin Hazırlanması

Yapılan deneysel çalışmada A, B, C firmalarından temin edilen X, Y, W, U, Z katkıları kullanılmıştır. Karışımlar iki farklı çimento miktarında hazırlanmış olup, kontrol numuneleri ve katkılı numuneler için karışım miktarları Tablo 3’de verilmiştir. Karışımlarda görüldüğü gibi yüksek miktarda su/çimento oranına sahip (≈ 0.70) numuneler üretilmiştir. Burada orta akışkanlaştırıcının suyu azaltma etkisi yerine kıvam ve mukavemet artırıcı etkisinden faydalanılmıştır.

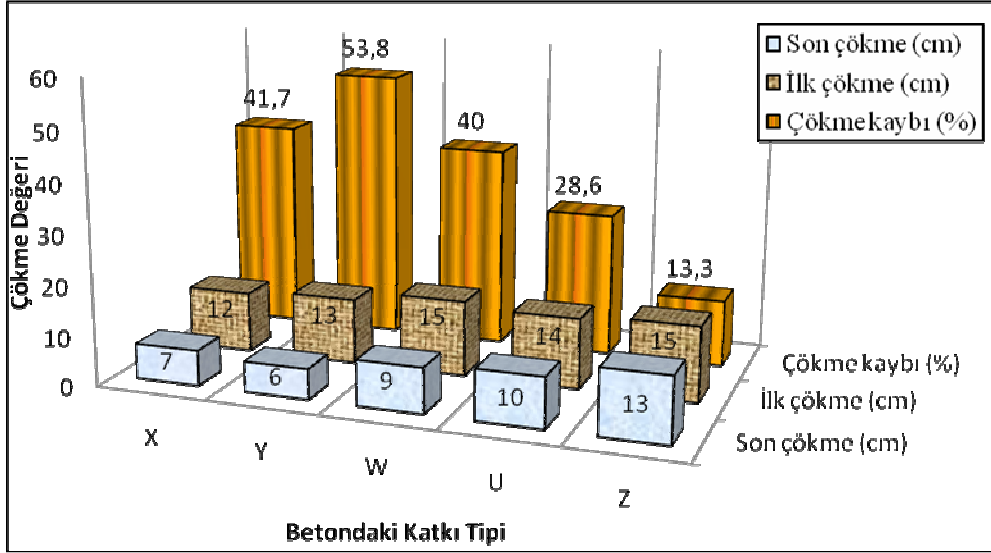
Tablo 3. İki farklı çimento miktarı için hazırlanan katkılı ve katkısız beton karışımları.

Numune Tipi	Malzeme Miktarları (kg)					
	Çimento	Su	Katkı	Doğal Kum (0-5)	Kırma Taş (5-12)	Kırma Taş (12-22)
Kontrol	250	180	-	1040	294	595
	260	185	-	1028	291	588
Katkılı	250	180	2	1040	294	595
	260	185	2.08	1028	291	588

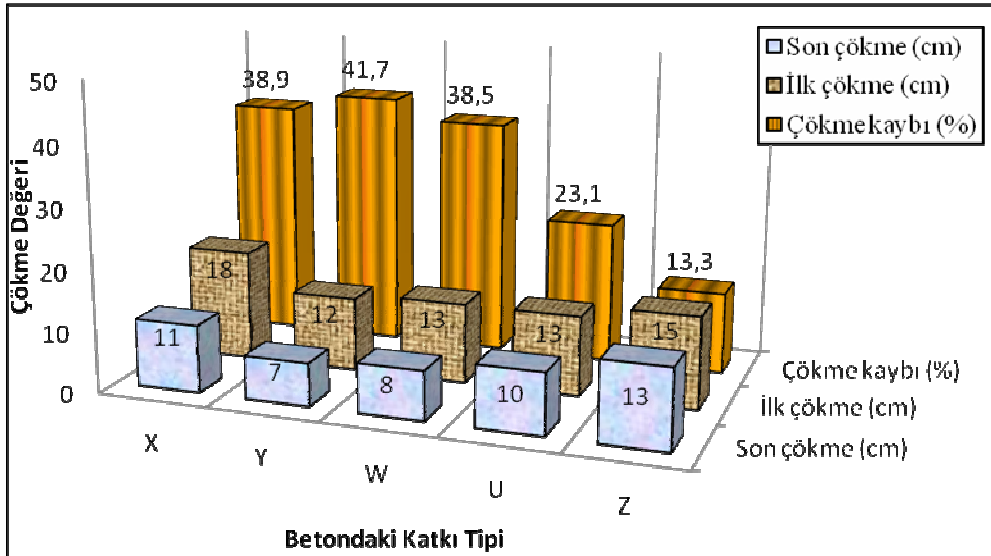
Hazırlanan karışımların katkı katıldıktan üç dakika ve yarım saat sonraki kıvam (slump deneyi ile elde edilen çökme) değerleri kaydedilmiştir. 150x150x150 mm boyutlu kalıplar kullanılarak üretilen küp numunelerin 1, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Katkısız (kontrol) beton numunesi ve beş farklı (X, Y, W, U, Z) kimyasal katkı kullanılarak üretilen beton numunelerin ilk çökme (3 dakika) ve son çökme (30 dakika) değerleri ile çökme kayıpları Şekil 3 ve 4’de verilmiştir.



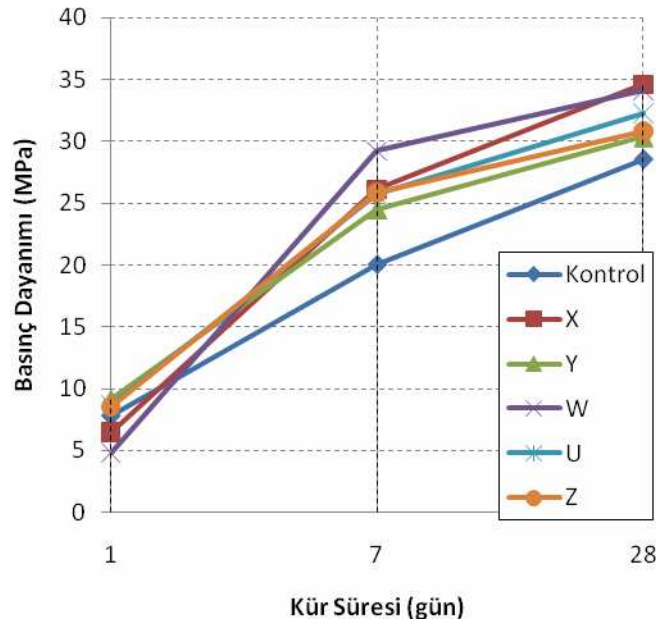
Şekil 3. 250 kg dozajlı beton karışımlarında katkıların beton çökme değerlerine etkisi



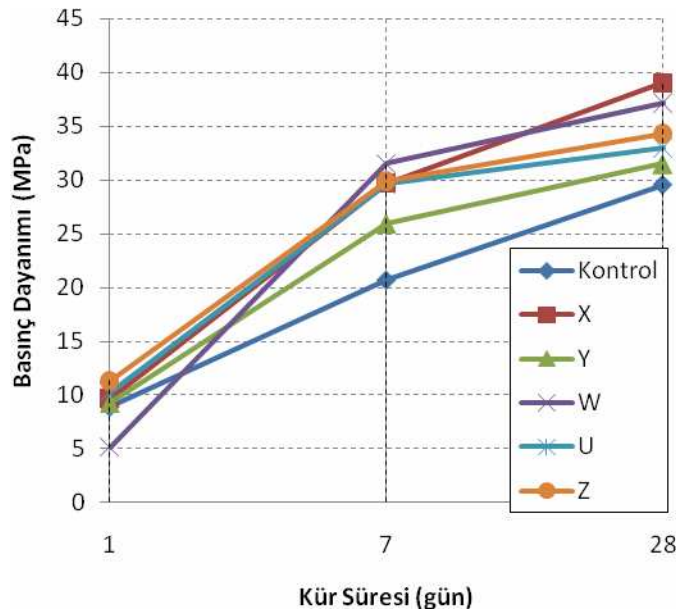
Şekil 4. 260 kg dozajlı beton karışımlarında katkıların beton çökme değerlerine etkisi

Şekil 3 ve 4'te ilk ve son çökme değerleri açıkça gözlenmektedir. Burada X katkısı çimento artışına bağlı bir çökme değeri artışı sağlamıştır, fakat çökme kaybı (%) değeri yaklaşık aynı seviyede kalmıştır. Bunun yanında diğer katkılar çimento miktarındaki 10 kg'lık değişimden etkilenmemiştir. İstenen seviyede çökmeyi ve kaybı her iki çimento miktarında da en iyi Z katkısı sağlamıştır. Bunun yanında B firmasının U katkısı da çökme miktarları ve kaybı yönüyle diğerlerine nazaran daha tercih edilebilir bir diğer katkıdır.

Şekil 5 ve 6'da 250 ve 260 dozajda hazırlanmış aynı su/çimento oranına sahip 150x150x150 mm'lik küp numunelerin 1, 7, 28 günlük basınç dayanımı (5 numune ortalaması) değerleri verilmektedir.



Şekil 5. 250 kg çimento içerikli betonların basınç dayanımları (MPa)



Şekil 6. 260 kg çimento içerikli betonların basınç dayanımları (MPa)

Şekil 5 ve 6'da görüldüğü gibi bütün numunelerin 1, 7, 28 günlük basınç dayanımları çimento içeriğindeki artışa paralel olarak artış göstermiştir. Şekil 5'de görüldüğü gibi; 250 kg çimento içeriğinde 7. ve 28. gün basınç dayanımlarında katkılı numunelerin kontrol numunesinden daha yüksek basınç dayanımına sahiptir. Ancak 1. gün basınç dayanımlarına bakıldığında X ve W katkılı numuneler kontrol numunesine göre daha düşük dayanım performansı sergilemişlerdir. Benzer şekilde (Şekil 6) 260 kg çimento içeriğinde 7. ve 28. gün basınç dayanımlarında katkılı numuneler kontrol numunesinden daha yüksek basınca sahipken, 1. gün basınç dayanımlarında sadece W katkılı numunesi dayanımı kontrol numunesinin altında kalmıştır. En iyi kıvam değerlerini veren U ve Z katkılarının 1. gün dayanımları da olumlu etkilediği görülmüştür. 28 günlük basınç dayanımları göz önüne alındığında 250 ve 260 kg çimento içeriklerinde X katkısı en iyi performansı sergilemiştir. Her iki çimento içeriğinde de 28 günlük dayanımlar hedeflenen C20/25 sınıfını sağlamaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Kıvam yönü ile en kullanışlı katkıların U ve Z katkısı olduğu anlaşılmıştır.
2. U ve Z katkıları 1, 7 ve 28 günlük dayanımlar beraber değerlendirildiğinde en iyi dayanım performanslarını sağlamaktadır. Tüm numunelerde 28 günlük dayanım değerleri tatmin edicidir.
3. Tünel kalıp inşaatı açısından 1 günlük numune dayanımlarının yüksek olması kalıp sökümü açısından önemlidir. Bu dayanımlar kalıbı ısıtma yoluyla daha da yüksek değerlere ulaştırılabilecektir. Bu açıdan değerlendirildiğinde de en uygun katkıları U ve Z katkılarıdır.
4. Deneylerde kullanılan orta akışkanlaştırıcı katkıların genel olarak kıvam ve dayanım performanslarının iyi olduğu görülmüştür. Bu açıdan farklı beton dizaynı ve beton iğine giren çeşitli malzemeler için bu katkıların denenerek ve kontrollü kullanımı firmalara önemli avantajlar kazandıracaktır.
5. Orta akışkanlaştırıcılar düşük imento miktarlarında su azaltıcı yönüyle kullanılabileceği gibi aynı su miktarında kıvam artırıcı olarak da kullanılabılır.

6. KAYNAKLAR

1. Schaefer, G., E., 1995 “How Mid-range Water Reducers Enhance Concrete Performance”, Concrete Construction, 40, (7), 599-602.
2. Topçu, İ.B., Canbaz, M., Karakurt, C., 2006, “Beton Üretiminde Kimyasal Katkı Kullanımı”, Politeknik Dergisi, 9 (1), 59-63.
3. Uyan, M., Özkul, H., 1985, “Beton Katkı Maddeleri ve Türkiye’de Durumu”, Akdeniz Üniversitesi, Isparta Müh. Fak., II. Mühendislik Haftası Bildirileri.
4. Akman, M. S., 1987, “Beton Katkı Maddelerinin Ana İşlevleri ve Yan Etkileri”, İTÜ İnşaat Fakültesi, Malzeme Seminerleri, İstanbul.
5. Felekoğlu, B., Baradan, B., 2005, “Prefabrikasyonda Kendiliğinden Yerleşen Beton Kullanımı”, Beton Prefabrikasyon, 5-12.
6. Yıldırım, S.T., “Yapı Malzemeleri Notları”, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, s.186, 2009.
7. Saric-Coric M, Dénommé Y, Pagé M, Aıtcin P, 2005, “Performance of a New Co-Polymer Sulfonate-Based Mid-Range Water-Reducing Admixture”, Journal of ASTM International, 2 (6), pp.23.
8. Topu, İ.B., Demir, A., Boğa, A.R., 2004, “Akışkanlaştırıcı ve süperakışkanlaştırıcı katkı kullanımının taze beton özelliklerine etkisi”, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri, 6 (434), 38-40.
9. Holland, T., (1998). “Mid-Range Water Reducers And Air Content”, The Concrete Producer Online, Industry news, www.theconcreteproducer.com, February 1, 1998.
10. Nmai, C., K., Schlagbaum, T., Violetta, B., 1998, “A History Of Mid-Range Water-Reducing Admixtures, Concrete International”, 20 (4), 45-50.
11. Felekoğlu, B., Türkel, S., 2005, “Farklı Dayanım Sınıflarındaki Betonlar için Akışkanlaştırıcı Kimyasal Katkıların Su Azaltma Performansları”, Yapılarda Kimyasal Katkıları Kongresi (Beton ve Harç Katkıları), 191-200, 24-25 Mart, Ankara.
12. Gambhir, M., L., 2004, “Concrete Technology”, Tata McGraw-Hill Publishing Company, 91-92.
13. TS 802, “Beton Karışımı Hesap Esasları”, 1985, Ankara.

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

/Title
()
/Subject
(D:20101231100538)
/ModDate
()
/Keywords
(PDFCreator Version 0.8.0)
/Creator
(D:20101231100538)
/CreationDate
(Administrator)
/Author
-mark-