

SÜLFONE POLİAMİN BİLEŞİKLERİNİN BETON PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Gamze ERZENGİN
Kimya Yüksek Müh.
Karayolları 1.Bl.Md.
İstanbul / Türkiye

Emin ARCA
Prof.Dr.
Marmara Üniv.
İstanbul / Türkiye

Meral ARCA
Prof. Dr
Mavi Kimya A.Ş.
İstanbul / Türkiye

Afife GÜVENÇ
Doç.Dr.
Ankara Üniv.
Ankara / Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada sülfone poliamin (SPA) bileşiklerinin beton performansına etkileri, polinaftalin sülfonat (PNS) ve polimelamin sülfonat (PMS) süperakışkanlaştırıcılarına göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Polimelamin sülfonat ve polinaftalin sülfonat gerek herbiri ayrı olarak, gerekse sülfone poliamin bileşiği ile ağırlıkça farklı oranlarda karıştırılarak beton karışımına eklenmiştir. Süperakışkanlaştırıcı katkıları ile hazırlanan betonlara ait özellikler TS EN 934-2 “Kimyasal Katkılar – Beton, Harç ve Şerbet İçin – Bölüm 2: Beton Katkıları – Tarifler, Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme” standardına uygun olarak belirlenmiş; karışım suyunu azaltma ve basınç dayanımı sonuçları TS EN 480-1 “Kimyasal Katkılar – Beton, Harç ve Şerbet İçin – Deney Metotları – Bölüm 1- Deneyler İçin Şahit Beton ve Şahit Harç” standardına göre kontrol betonları hazırlanarak değerlendirilmiştir.

GİRİŞ

Yapılara dayanım veren ve özelliklerinde olumlu iyileştirmelere neden olan yapı kimyasallarının üretimi son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. İnşaat ve hazır beton sektörünün büyüme eğilimini koruduğu günümüzde,

kaliteli ve yüksek dayanım sınıfındaki betonların kullanım oranlarında olumlu artışlar yaşanmaktadır.

Beton katkı kimyasallarından akışkanlaştırıcılar, karışım suyunu yüksek oranda azaltarak betonun çökme (slump) kayıplarını minimum tutan, erken yüksek mukavemet almasını sağlayan, yüksek dayanıklılığa ve yüzey kalitesine sahip, beton yapımı için geliştirilmiş malzemelerdir. Kimyasal katkılarda yüksek oranda su azaltıcı özelliklerin 1970'li yıllarda bulunmasıyla birlikte bu katkılar, yüksek dayanımlı beton teknolojisinde beklenen yerlerini almışlardır.

Süperakışkanlaştırıcılar, sülfonat bazlı (SO_3^-) ve karboksilat (COO^-) bazlı olanlar olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Polinaftalin sülfonat (PNS), bu alanda üretilen ilk süperakışkanlaştırıcıdır [1]. Sülfonat grubuna sahip olan diğer önemli süperakışkanlaştırıcı ise polimelamin sülfonattır (PMS).

Sülfonat bazlı süperakışkanlaştırıcılarda (PNS ve PMS) çimento içindeki elektrostatik etki daha ön plandadır [2,3]. Bu yapılar, çimento tanelerinden alüminat (C_3A) fazına adsorplanarak yüzeyde negatif elektriksel yüklerden oluşan bir potansiyel meydana getirirler. Yüzey potansiyelleri, taneler arasında elektrostatik itme kuvveti oluşturarak dağılımı sağlarlar. Çimento tanelerinde topaklaşma engellendiğinden su ile taneler arasındaki etkileşim artar sonuçta, düşük dozlarda kullanılan süperakışkanlaştırıcılar bile çimento hidrasyon hızını arttırmaktadır [4].

Sülfone poliamin bileşikleri, sülfonat bazlı olup Mavi Kimya A.Ş. tarafından üretilmekte; PMS ve PNS ile birlikte kullanılabilir. Özellikle priz sürelerini hızlandıran bir yapıya sahiptir.

Yüksek oranda su azaltma özellikleri ile, betonun basınç dayanımında artışlara neden olarak performansının iyileşmesini sağlayan süperakışkanlaştırıcı katkıları optimum dozda kullanılmalıdır. Optimum doz, betonda iyi bir işlenebilirlik özelliği sağlayan, uygulama zamanına kadar kıvamını koruyan, geciktirme ve buna bağlı olarak basınç dayanımında azalma oluşturmayan katkı miktarı olarak tanımlanır [5]. Gerek betonun fiziksel özellikleri ve fonksiyonunun tam olarak sağlanması, gerekse üretimde en uygun maliyetin oluşturulabilmesi için katkının optimum dozunun belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

AMAÇ

Sülfone poliamin bileşiği, polinaftalin sülfonat ve polimelamin sülfonat süperakışkanlaştırıcıları ile farklı oranlarda karıştırılarak katkılı beton numuneleri hazırlanmıştır. Çalışmada, bu bileşiğin betonun işlenebilirliği,

dayanımı ve üretim maliyetine nasıl katkıda bulunduğunun araştırılması amaçlanmaktadır.

Deneysel Çalışma

Malzemeler

Deney sisteminde kullanılan agregalar (No.1, No.2, kırma kum) Ayhanlar Gebze Ayaş Taş Ocağından temin edilmiştir. Doğal kum olarak Kemberburgaz dağ kumu ve bağlayıcı olarak CEM I 42.5 Lafarge Aslan çimento kullanılmıştır. Süperakışkanlaştırıcılardan polimelamin sülfonat (PMS) ve sülfone poliamin bileşiği (SPA) Mavi Kimya A.Ş.'de üretilmiş, naftalin sülfonat (PNS) ise piyasadan temin edilmiştir. Agrega özelliklerini içeren tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 1. Agrega Özellikleri

Sınıf	Kaba Agrega		İnce Agrega	
	No.2	No.1	Kırma Kum	Doğal Kum
Özgül Ağırlık	2.861	2.865	2.772	2.488
İncelik Modülü			3.38	1.47
Su Absorpsiyonu (%)	0.53	0.80	0.79	1.39
D _{maks.} (mm)	25	12	5	2

Deney Planı

Deney numuneleri üç grup halinde oluşturulmuştur. İlk olarak PMS üç farklı oranda beton karışımına eklenerek, çalışma için en uygun katkı miktarı belirlenmiştir. İkinci deney setinde; PMS, SPA ve PMS-SPA bileşiği farklı oranlarda karıştırılarak beton karışımında kullanılmıştır.

Son deney setinde ise, PNS, SPA ve PNS-SPA bileşiği karışımları kullanılarak beton numuneleri hazırlanmıştır. Her deney seti için kimyasal katkı içermeyen kontrol betonları dökülmüştür. Beton küp numunelerinin 1, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları, her bir deney seti göz önünde bulundurularak karşılaştırılmıştır. Ayrıca, süperakışkanlaştırıcı tür ve miktarına bağlı olarak beton karışım suyundaki azalmalar belirlenmiştir.

Deney Setlerinin Hazırlanması

Hazırlanan katkılı ve kontrol betonlarda, TS EN 480-1 “Kimyasal Katkılar – Beton, Harç ve Şerbet İçin – Deney Metotları – Bölüm 1- Deneyler İçin Şahit Beton ve Şahit Harç” standardında belirtilen 350 kg/m³ çimento miktarı kullanılmıştır. Beton karışımları kontrol betonları ile eşit kıvamda (çökme=70

mm) hazırlanmış ve katkıdan dolayı ortama giren su miktarı karışım suyuna ilave edilmiştir. Katkılı beton numunelerine ait özellikler Tablo-2 ve Tablo-3'te verilmektedir.

Tablo 2. Farklı Miktarlarda PMS Katkılı Beton Numunelerine Ait Özellikler

	Katkı Türü	Katkı Miktarı (%)	Çimento (kg/m ³)	Su (kg/m ³)	Su/Çimento	Çökme (mm)	İnce Agrega (kg/m ³)	Kaba Agrega (kg/m ³)
Set 1	PMS	1.5	350	195	0.56	70	869	1104
	PMS	1.8	350	191	0.54	70	869	1104
	PMS	2.0	350	178	0.51	70	869	1104

Tablo 3. Ağırlıkça Farklı Oranlarda PMS, PNS ve SPA Katkılı Beton Numunelerine Ait Özellikler

	Katkı Türü	Katkı Bileşenlerinin Ağırlıkça Oranı	Katkı Miktarı (%)	Çimento (kg/m ³)	Su (kg/m ³)	Su/Çimento	Çökme (mm)	İnce Agrega (kg/m ³)	Kaba Agrega (kg/m ³)
Set 2	PMS	-	2.0	350	184	0.52	70	869	1104
	PMS/SPA	3/1	2.0	350	191	0.54	70	869	1104
	PMS/SPA	2/2	2.0	350	192	0.55	70	869	1104
	PMS/SPA	1/3	2.0	350	213	0.61	70	869	1104
	SPA	-	2.0	350	216	0.62	70	869	1104
Set 3	PNS	-	2.0	350	165	0.47	70	869	1104
	PNS/SPA	3/1	2.0	350	179	0.51	70	869	1104
	PNS/SPA	2/2	2.0	350	211	0.60	70	869	1104
	PNS/SPA	1/3	2.0	350	212	0.61	70	869	1104
	SPA	-	2.0	350	216	0.62	70	869	1104

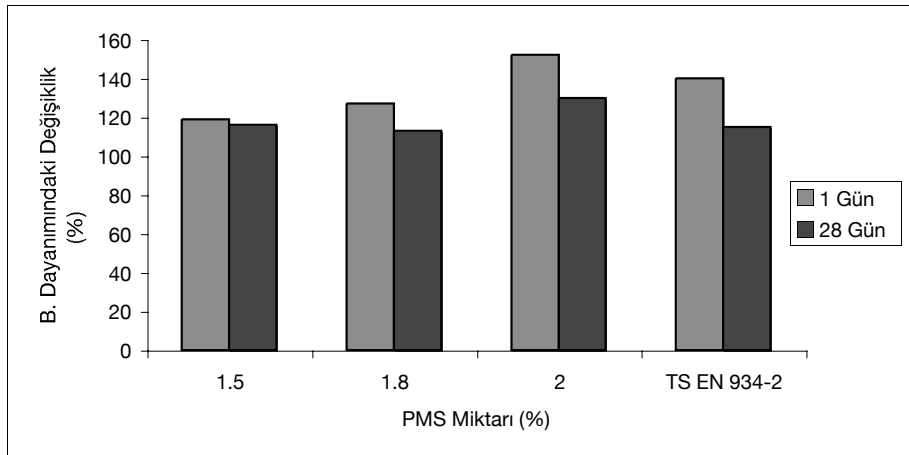
SONUÇ

Farklı tür ve miktarlarda süperakışkanlaştırıcı katkı kullanılarak hazırlanan betonlara ait basınç dayanımı, kontrol numunesine göre basınç dayanımındaki değişiklik ve karışım suyu azaltma yüzdeleri sırasıyla Tablo-4, Tablo-5 ve Tablo-6'da verilmektedir.

Tablo 4. Farklı Miktarlarda PMS'nin Kullanıldığı Çalışma Sonuçları

	Katkı Türü	Katkı Miktarı (%)	Basınç Dayanımı (MPa)			Kontrol Num. Göre Basınç Dayanımındaki Değişiklik (%)			Su Azaltma (%)
			1 gün	7 gün	28gün	1 gün	7 gün	28gün	
Set I	PMS	1.5	13.5	35.8	43.4	119	118	116	11.4
	PMS	1.8	14.3	38.6	42.2	127	127	113	13.2
	PMS	2.0	17.2	41.9	48.6	152	138	130	19.1
TS EN 934-2						140		115	12

Polimelamin sülfonatin çimento ağırlığının yüzde 1.5 , 1.8 ve 2.0'si oranında kullanıldığı çalışmada, katkı miktarındaki artışa bağlı olarak beton numunelerinin basınç dayanımı ve karışım suyunu azaltma değerlerinde bir yükseliş görülmüştür (Şekil-1). Bu veriler ışığında, sülfone poliamin bileşiğinin, naftalin ve melamin bazlı süperakışkanlaştırıcılar ile karıştırılarak kullanılacağı çalışmalar için katkı miktarı yüzde 2.0 olarak seçilmiştir.



Şekil 1. PMS Miktarı ve Kontrol Numunesine Göre Basınç Dayanımındaki Değişiklik İlişkisi

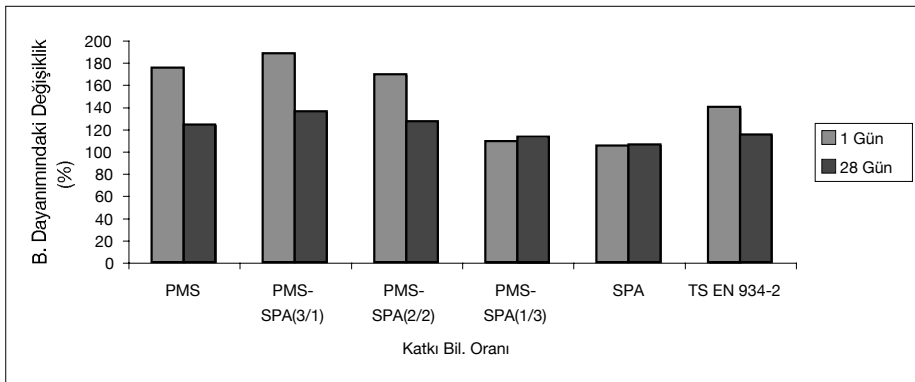
PMS, SPA ve PMS – SPA Karışımı

Sülfone poliamin (SPA) bileşiğinin beton performansına etkilerinin belirlenmesi amacıyla, SPA gerek tek bileşen olarak gerekse polimelamin sülfonat (PMS) ile ağırlıkça 3:1, 2:2 ve 1:3 oranlarında karıştırılarak kullanılmıştır. SPA bileşiğinin katı madde oranı ile PMS katı madde oranı birbirine eşittir, dolayısıyla katkıdan ötürü karışıma katılan su miktarı tek bir bileşenden elde edilene göre aynı olmaktadır.

Tablo-5'e göre, PMS ve PMS/ SPA karışımlarından 3:1 ve 2:2 oranlarında hazırlananlar TS EN 934-2 standardı kriterlerine uymaktadır. Ağırlıkça 2:2 oranında PMS/ SPA karışımının kullanıldığı betonlarda, basınç dayanımı ve karışım suyunu azaltmaya yönelik etkilerin yeterli olması, bu karışımı maliyeti düşürmesi açısından tercih edilebilir kılmaktadır. Katkı karışımları ile ilgili karşılaştırmalı sonuçlar Şekil-2'de verilmektedir.

Tablo 5. Ağırlıkça Farklı Oranlarda PMS ve SPA'nın Kullanıldığı Çalışma Sonuçları

Katkı Türü	Katkı Bil. Ağırlıkça Oranı	Katkı Miktarı (%)	Basınç Dayanımı (MPa)			Kontrol Num. Göre Basınç Dayanımındaki Değişiklik (%)			Su Azaltma (%)	
			1 gün	7 gün	28 gün	1 gün	7 gün	28 gün		
Set 2	PMS	-	2.0	16.5	57.2	61.7	175	144	124	19.5
	PMS/SPA	3/1	2.0	16.2	48.5	50.6	188	150	136	16.2
	PMS/SPA	2/2	2.0	16.4	44.2	52.5	169	127	127	15.8
	PMS/SPA	1/3	2.0	10.5	39.1	46.5	109	112	113	6.6
	SPA	-	2.0	9.9	44.2	52.9	105	112	106	5.4
TS EN 934-2						140		115	12	



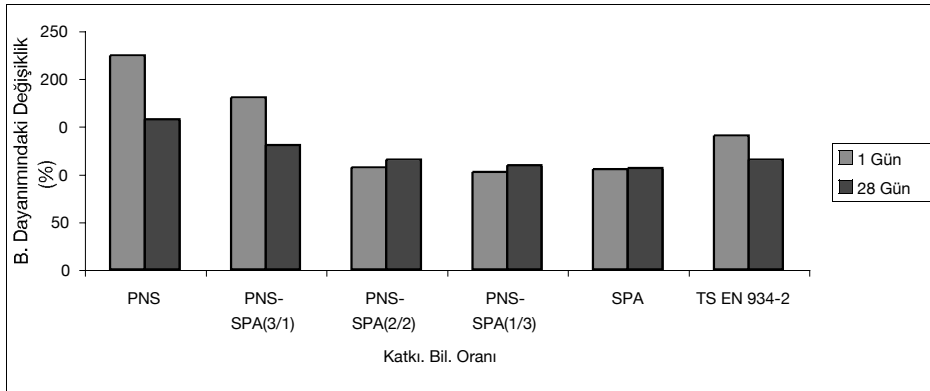
Şekil 2. Ağırlıkça PMS-SPA Oranı ve Kontrol Numunesine Göre Basınç Dayanımındaki Değişiklik İlişkisi

PNS, SPA ve PNS – SPA Karışımı

Ağırlıkça 3:1, 2:2 ve 1:3 oranlarında karıştırılarak kullanılan PNS/ SPA ile, sadece PNS veya SPA kullanılan çalışmalarda betonun mekanik özelliklerindeki değişim Tablo-6 ve Şekil-3'te karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir.

Tablo 6. Ağırlıkça Farklı Oranlarda PNS ve SPA'nın Kullanıldığı Çalışma Sonuçları

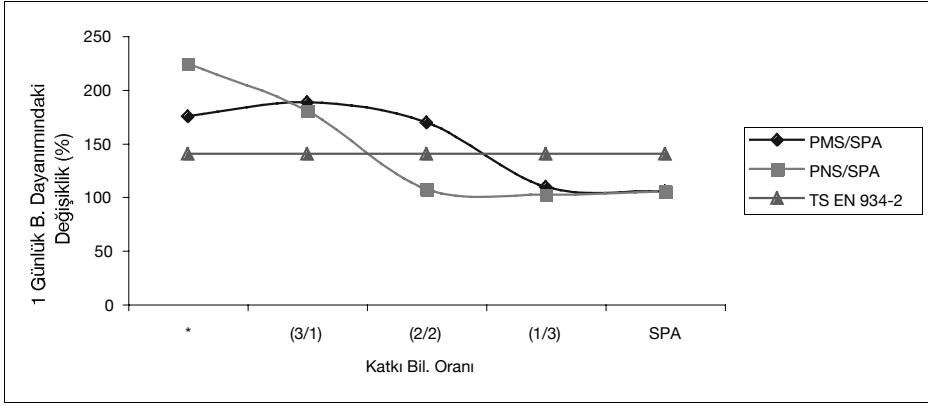
Katkı Türü	Katkı Bil. Ağırlıkça Oranı	Katkı Miktarı (%)	Basınç Dayanımı (MPa)			Kontrol Num. Göre Basınç Dayanımındaki Değişiklik (%)			Su Azaltma (%)	
			1 gün	7 gün	28 gün	1 gün	7 gün	28 gün		
Set 3	PNS	-	2.0	20.9	56.7	72.2	224	142	157	23.3
	PNS/SPA	3/1	2.0	16.8	55.4	59.9	180	139	130	16.8
	PNS/SPA	2/2	2.0	10.0	40.4	46.4	107	112	115	2.0
	PNS/SPA	1/3	2.0	9.7	37.7	43.8	102	114	109	1.60
	SPA	-	2.0	9.9	44.2	52.9	105	112	106	5.4
TS EN 934-2						140		115	12	



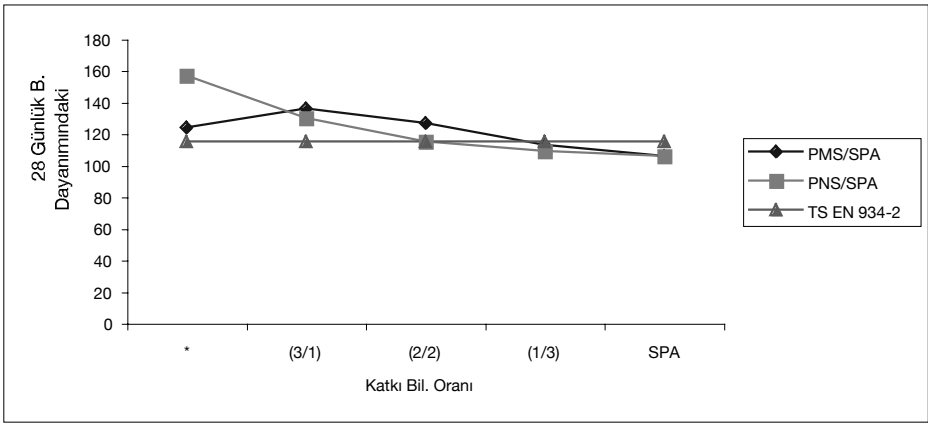
Şekil 3. Ağırlıkça PNS-SPA Oranı ve Kontrol Numunesine Göre Basınç Dayanımındaki Değişiklik İlişkisi

Elde edilen sonuçlar ışığında, sadece PNS ve 3:1 oranında PNS/ SPA karışımı kullanıldığında TSE EN 934-2 standardına uygunluk sağlanmaktadır.

Polimelamin sülfonat ve polinaftalin sülfonat ile karışımları hazırlanan sülfone poliamin bileşiklerinin, Şekil-4'te verilen 1.gün ve Şekil-5'te verilen 28.gün dayanım sonuçlarına bakılarak PNS/ SPA karışımlarının (3:1 ve 2:2) PNS/ SPA karışımlarına göre daha etkin ve standarda uyumlu olduğu görülmektedir.

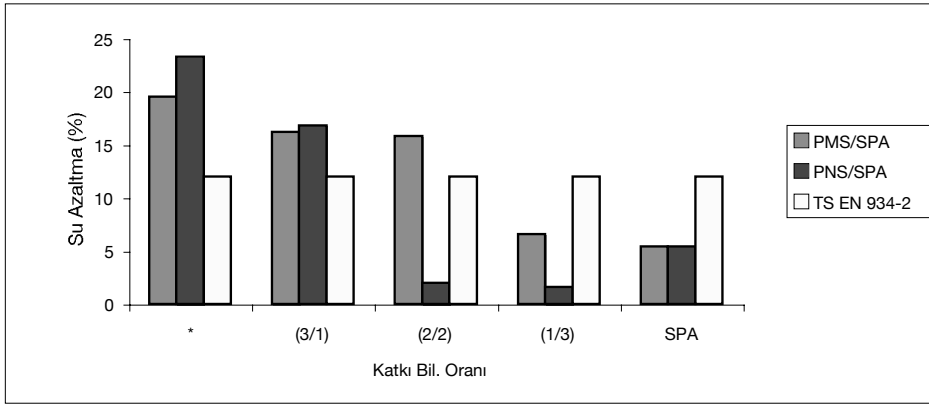


Şekil 4. Ağırlıkça Katkı Bileşen Oranı ve İlk Gündeki Basınç Dayanımı İlişkisi



Şekil 5. Ağırlıkça Katkı Bileşen Oranı ve 28. Gündeki Basınç Dayanımı İlişkisi

PMS, PNS ve SPA karışımlarının betonun karışım suyunu azaltma ilişkisi Şekil-6'da verilmektedir. Şekilden görüleceği üzere, PMS/ SPA karışımlarının PNS/ SPA'ya göre 3:1 oranı için hemen hemen eşit olduğu ancak, SPA miktarının arttığı karışımlarda PMS'nin karışım suyunu azaltma dolayısıyla basınç dayanımındaki yükselme açısından önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Ağırlıkça Katkı Bileşen Oranı ve Karışım Suyundaki Azalma İlişkisi

Sonuçlar özetlenirse;

- Aynı kıvam ve işlenebilirlik özelliğindeki polimelamin sülfonat-sülfone poliamin bileşiği 1:3 oranı hariç, betonun mekaniksel dayanımı baz alındığında TSE EN 934-2 standardı gereklerini sağlamaktadır.
- İlk gün dayanımının PMS/ SPA katkılı betonlarda, PNS/ SPA katkılı olanlara göre yüksek olduğu görülmüştür, burada PMS ve SPA'nın priz süresini hızlandırıcı özelliklerinin etkisi söz konusudur.
- PMS/ SPA karışımının ağırlıkça 3:1 ve 2:2 oranında kullanıldığı durumlarda, sadece PMS veya PNS kullanımına kıyasla maliyet açısından olumlu iyileştirmeler sağlanmaktadır.

Yapılan çalışma, sülfone poliamin bileşiklerinin betonun işlenebilirlik, mekanik dayanım ve üretim maliyeti açısından kullanılabilirliğinin araştırılması ve sonuçta, PMS ile hazırlanan karışımının bir alternatif olması açısından önemlidir.

TEŞEKKÜR

Çalışmaya verdikleri katkılardan dolayı AYHANLAR Yol Asf. A.Ş. ve MAVİ KİMYA A.Ş.'ye çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Spiratos, N., Page, M., Mailvaganam, N., Malhotra, V.M., and Jolicoeur, C., Superplasticizers for Concrete – Fundamentals, Technology, and Practice, Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development Inc., Ottawa, Canada, 2003, pp 28-34.

2. Jolicoeur, C., Nkinamubanzi, P.C., Simard, M.A., and Piotte, M., "Progress in Understanding the Functional Properties of Superplasticizers in Fresh Concrete", Proceedings of the 4th CANMET / ACI International Conference on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, ACI SP-148, Montreal, Canada, 1994, V.M. Malhotra, Editor, pp 63-88.
3. Pierre, A., Mercier, R., Foissy, A., and Lamarche, J.M., "The Adsorption of Cement Superplasticizers on to Mineral Dispersions", Adsorption Science and Technology, Vol. 6, No. 4, 1989, pp 219-231.
4. Simard, M.A., Nkinamubanzi, P.C., Jolicoeur, C., Perraton, D., and Aitcin, P.C., "Calorimetry, Rheology and Compressive Strength of Superplasticized Cement Pastes", Cement and Concrete Research, Vol. 23, No. 4, 1993, pp 939-950.
5. Gagne, R., Boisvert, A., and Pigeon, M., "Effect of Superplasticizer Dosage on Mechanical Properties, Permeability and Freeze-Thaw Durability of High-Strength Concretes With and Without Silica Fume", ACI Materials Journal, Vol. 93, 1996, pp 111-120.
6. TS EN 934-2 "Kimyasal Katkılar – Beton, Harç ve Şerbet İçin – Bölüm 2: Beton Katkıları – Tarifler, Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Mart 2002.
7. TS EN 480-1 "Kimyasal Katkılar – Beton, Harç ve Şerbet İçin – Deney Metotları – Bölüm 1- Deneyler İçin Şahit Beton ve Şahit Harç", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.