

SIFIR SLUMP BETON ÜRÜNLERİ İÇİN KİMYASAL KATKILAR VE UYGULAMALARI

Osman Onur TEZEL

Ürün Sorumlusu
BASF Yapı Kim.
San. A.Ş.
İstanbul, Türkiye

Okan DUYAR

Ürün Müdürü
BASF Yapı Kim.
San. A.Ş.
İstanbul, Türkiye

Gülnehal AYKAN

Ar-Ge Müdürü
BASF Yapı Kim.
San. A.Ş.
İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada sıfır slump beton endüstrisi için nano teknoloji kullanılarak geliştirilmiş kimyasal beton katkılarının sıfır slump beton ürünlerine etkisi anlatılmıştır. Yeni geliştirilen bu katkıların çalışma mekanizması, sıfır slump betonun üretimine ve elde edilen nihai üründe yaptığı iyileştirmelerden bahsedilmiştir. Ayrıca yeni katkılar geliştirilirken kullanılan, sıfır slump beton ürünleri üretim prosesini yansıtabilen laboratuvar test metodu hakkında bilgi verilmiş, taze ve sertleşmiş beton özellikleri, ürünün/üretim iyileştirilmesinde kullanılacak değerlerin elde edilmesi ve yorumlanması anlatılmıştır. Son olarak bu katkılar endüstriyel ortamda denenmiş, sıfır slump beton ürünlerin yüzeylerinde iyileştirmeler, erken ve nihai dayanımlarında (yarmada çekme dayanım) artışlar elde edilmiştir.

GİRİŞ

Beton; dünyada en çok kullanılan inşaat malzemesidir. Betonun inşaat sektöründe kullanımını ön üretimli ve sahada üretilmiş olarak ikiye ayrılabilir. Parke, kilit taşı, briket, bordür ve boşluklu döşeme gibi ürünlerin üretiminin en önemli ortak yanı ürünlerin üretildikten hemen sonra şekillendirilmesi ve/veya sıkıştırılmasıdır. Sıfır slump beton ile yapılan üretimler, ön üretim ve sahada üretim sektörlerinden çok daha farklı üretimlerdir. Genellikle

üretiminin düşüklüğü, teknolojisinin farklılığı ve ürün değerlendirmesinin sahada üretilen betondakine göre olan güçlüğü nedeni ile genelde ihmal edilmiştir.

Sıfır slump beton ürünlerinin, ön üretim elemanları ve hazır betondan ayıran üç özelliği vardır. Birincisi, üretim sırasında sıkıştırma ve vibrasyon için yüksek miktarda enerjiye ihtiyaç vardır. İkincisi üretim prosesleri otomatik ve çok hızlıdır. Sıfır slump beton ürünlerin en önemli üçüncü özelliği; son ürünün kalitesinde üretim prosesinin etkisinin fazla olmasıdır. Daha etkili bir proses ,yani sıkıştırma ve vibrasyonun daha iyi yapılması, nihai ürünün kalitesinin daha iyi olmasını sağlar.

Beton katkısı üreticileri; önceleri sıfır slump ürünlerin üretimini laboratuvar ortamında yansıtabilecek uygun bir test metodu olmadığı için laboratuvar da yeni ürün geliştirmekte zorlanmaktadırlar.(1)(4)

Ön üretim ve hazır betonda üretimin laboratuvar da yansıtılması çok iyi uygulanırken, sıfır slump'lı ürünlerde bunu yapmak imkansızdır. Bu da bu önemli sektör için yeni bir kimyasal katkı gelişimini engellemektedir. Direkt üretimde yeni katkıların test edilmesinden başka bir alternatif yoktur. Bu amaç için; üreticiler üretim ve verimlilik kaybını kabul ederek; normal üretimlerini kesmek zorunda kalmaktadırlar. Ayrıca bu testler laboratuvar da elde edilmiş ön sonuçlar olmaması nedeni ile çok risklidir. Bu da sıfır-slump'lı betonda neden yenilikten uzak, eski hammadelerden oluşan katkıların yaygınca kullanılmasını açıklamaktadır.(1),(2)

Geliştirilen bu katkılar, sadece son ürünlerin kalitesinin geliştirilmesi için değil, üretim prosesinin iyileştirilmesi amacına yönelik bir hedef belirlenerek geliştirilmiştir. (1)

AMAÇ

Bu çalışmada Avrupa'da sıfır-slump ürünler için yeni geliştirilen beton kimyasal katkıların çalışma mekanizması, laboratuvar denemeleri ve Türkiye'deki üretim teknolojisi ile uyumu incelenerek elde edilen sonuçların yorumlanması yapılacaktır.

Avrupa'da uzun yıllar çalışma yapılarak sıfır slump'lu beton üretimlerinin bir çok türü için geçerli olabilecek bir deney prosedürü geliştirilmiştir. Bu deney prosedürüne dayanılarak geliştirilen ürünlerin saha denemeleri Türkiye'de de yapılmıştır. Bu çalışmada laboratuvar deney prosedürünün bilgisi verilecek, Türkiye'de elde edilen saha denemelerinin ürün geliştirme hedeflerini sağlayıp sağlamadığının incelenmesi amaçlanmıştır.

Kimyasal Katkının Çalışma Mekanizması

Nano teknoloji sayesinde beton katkı kimyasalları bilimi için yeni ufuklar açılmıştır. Nano teknoloji kullanılarak moleküllerin her parametresini kontrol etmesini sağlayan bir teknoloji geliştirilmiştir. Polimerin yapısını belirleyen bir çok parametre vardır. Polimerin fiziksel ve kimyasal parametreleri kontrol edilebilen özellikler aşağıdadır:

- Zincir Uzunluğu
- Yan zincir uzunluğu
- Elektrik Yükleri
- Yan zincir Yoğunluğu
- Serbest Fonksiyonel gruplar

Polimerin tüm parametreleri sıfır slump betonda kullanılması için optimize edilmiştir.

Bu yeni polimer molekülleri 4 farklı şekilde çalışır:

1. Tane Yayılması: Yeni geliştirilmiş polimer çimento tanelerini çok iyi yayılmasını sağlayarak çimento tanelerine çift etki yapar. Bunlar, elektrostatik ve sterik etkilerdir. Bu polimerlerin güçlü yayılma etkisi sıfır slump betonlarda kullanılmasını sağlamaktadır. Ayrıca bu yayılma etkisi sayesinde ürünlerde bulunan pigment taneciklerin homojen bir yayılarak daha estetik ürünler elde edilebilir.
2. Üçlü Etki: Sıfır Slump betonda katı tanecikleri arasındaki sürtünme ve enerjiyi azaltarak ürünlerin daha iyi sıkışmasını sağlar. Bu da sıkıştırma sırasında daha az enerji ile ürünlerin daha iyi sıkışmasına olanak verir. Ayrıca bu etki sayesinde karışımların suya olan toleransı artar ve bu da ürünlerin sıkışmasına ve yüzeyin görüntüsünün gelişmesine yardımcı olur.
3. Gözenek Dağılım Optimazasyonu: Sıfır Slump betonda oluşan gözeneklerin oluşmasını azaltarak optimize eder ve ürünün dayanımı ve dayanıklılığını arttıran etkiyi sağlar.
4. Gelişmiş Çimento Hidratasyonu: Polimerin bu etkisi sayesinde hidratasyon ürünlerinin çimento taneleri arasında daha derine penetre olmasını sağlayarak hidrate çimento parçası sayısını artırır. Bu da beton dayanımı azaltmaksızın çimento miktarını azaltma imkanı sağlar. (1)

Yeni Laboratuvar Test Metodu

Hazır beton ve ön üretimli beton sektörlerinde üretimin laboratuvarda yansıtılması sayesinde üretim şartlarının iyileştirilmesi/geliştirilmesi daha

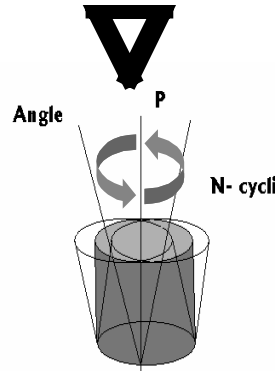
kolay olmaktadır. Sıfır Slump Beton sektörü içinde böyle bir test metodunun olması üretimin iyileştirilmesini ve sektörün yeniliklere daha açık olmasını sağlayacaktır.(1)

Buna göre; endüstriyeldeki üretimi yansıtan ve üretim sonunda elde edilecek sonuçların önceden tahmin edilmesine yardımcı olan bir laboratuvar test metodu geliştirilmiştir. Geliştirilen test metodu ile, beton numuneleri; üretimdeki sıkışma, değişik yönlü basınç ve dönme gibi etkileri laboratuvar ortamında üretebilen bir teknoloji ile sıkıştırmaktadır. (Resim1 ve Resim 2) Bu sayede endüstriyel ortamdaki üretim prosesi laboratuvar ortamında canlandırılmaktadır.

Bu test metodunda; hedeflenen birim ağırlık değeri ve ihtiyaç duyulan enerji veya sıkışma elde edilmeye veya taze betonun birim ağırlığını arttırmak için üretim prosesi kontrol edilmeye çalışılmaktadır. Bu yöntem ile sıfır slump betonların reolojisi değerlendirilmektedir.(3)



Resim 1: Laboratuvar Test Aleti



Resim 2: Numuneye uygulanan basınç ve dönme etkisi

Bu test metodu ile üretim ile ilgili çok önemli iki bilgiye ulaşılabilir:

İlk olarak, doldurulabilirlik ölçülebilir. Doldurulabilirlik, betonun kalıplara dolma özelliğini gösteren bir parametredir. Yüksek doldurulabilirlik, kalıpların daha hızlı doldurulabileceğini belirtir. Bu sayede verimlilik artırılabilir veya doldurulabilirlik düşürülerek enerji daha verimli kullanılabilir. Böylece prosesin etkinliği geliştirilir.

İkinci önemli bilgi ise sıkıştırılabilirliktir. Yani; ürünün istenilen birim ağırlığa ulaşabilmesi için betonun sıkıştırılabilirlik kolaylığına sıkıştırılabilirlik denir. Endüstriyelde bunun karşılığı; basınç ve vibrasyona maruz kalan kalıplardaki beton karışımının sıkıştırılabilirliğidir.

Bu test metodu sayesinde; sıkıştırma işleminin maruz kalan betonun reaksiyonu ve katkı ile bu reaksiyonun nasıl geliştirilebileceği değerlendirilebilir. Elde edilen değerler, katkının performansının geliştirilmesinde önemli bir avantaj sağlar.(1,3)

Laboratuvar Uygulaması:

Laboratuvar çalışması için üreticinin kullandığı hammaddeler ve karışım dizaynları alınır. Daha sonra üreticinin isteklerine göre üretim prosesinin iyileştirilmesi veya karışım optimizasyonu ihtiyacına göre uygun karışım ve/veya çevrim sayısı belirlenmeye çalışılır.

Örnek verecek olursak Tablo 1'de çevrim sayısı sabit tutularak hedeflenen birim ağırlıktan daha yüksek bir ürün elde edilmiştir. Bu da bize karışım optimizasyonuna gitmemize olanak sağlamıştır. Ayrıca karışımdan çimento miktarı azaltılmasına rağmen dayanımlarda bir düşüklük gözlenmemiştir. (R esim3,4,5)

Tablo 2'de ise referans karışımında bir değişiklik yapılmadan önce birim ağırlık değerleri sabit tutularak, üretim prosesi hızlandırılma yoluna gidilmiştir. Birde çevrim sayısı referans ile aynı yapıp daha yüksek birim ağırlıklı ürünler üretilmiştir. (3,5)

Tablo:1 Çevrim sayısı sabit tutulup, karışım optimizasyonu yapılan çalışmalar

Katkı	Beton Karışımı	Birim Ağırlık (Kg/m ³)	Su (L/m ³)	Çevrim	Yüzeğe Çıkan Şerbet Mik. (gr.)	Rc 24h 10°C (MPa)	Rc 24h 20°C (MPa)
Referans	Std. Karışım	2198	75,6	50	0,7	10,4	14,4
Katkılı	40 kg çim. azaltılmış	2234	75,6	50	0,8	10,7	16,1

Tablo:2 Birim ağırlık ve çevrim sayısı sabit tutularak yapılan çalışmalar

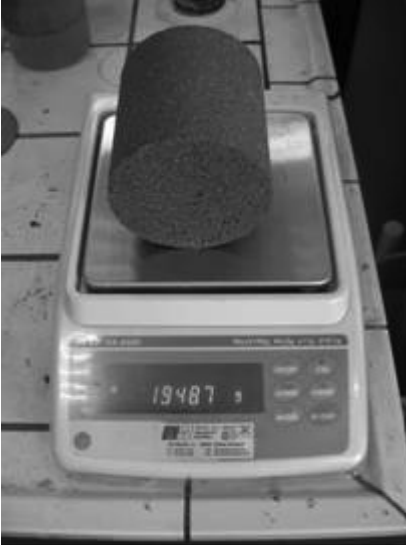
Katkı	Beton Karışımı	Birim Ağırlık [Kg/m ³]	Su (L/m ³)	Çevrim	Yüzeğe Çıkan Şerbet Mik. (gr.)	R 24h 20° C (MPa)
Referans	Std. Karışım	2100	199	43,45	0,6	11,8
Katkı	Std. Karışım	2100	199	19,21	0,8	12,9
Katkı	Std. Karışım	2173,5	199	44	0,9	16,4
Katkı	Std. Karışım	2156,5	199	44	0,7	18,3



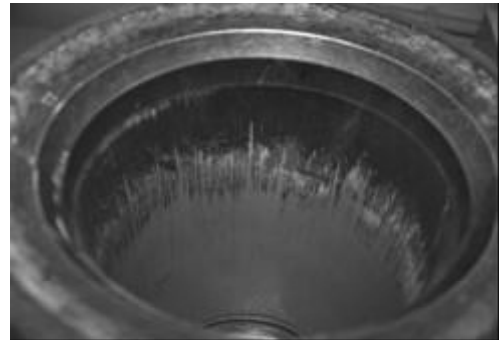
Resim 3: Malzemeler haznede



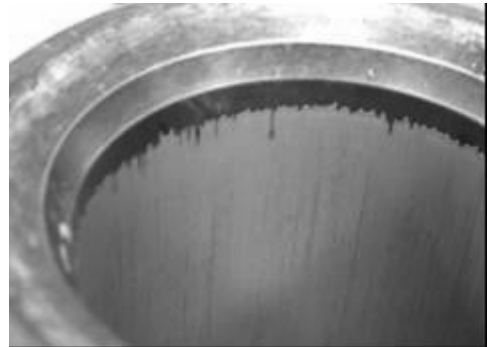
Resim 4: Numune sıkıştırıldıktan sonra



Resim 5: Numunenin ağırlığı



Resim 6: Katkılı Yüzey Şerbeti Miktarı



Resim 7: Katkısız Yüzey Şerbeti Miktarı

Bu çalışmada numune kabının yüzeyine yapışan şerbet miktarı belirlenerek katkının suya olan toleransı ve üretilen ürünlerin yüzey kaliteleri hakkında bilgi sahibi olunmaktadır. Numune kalıbının yüzeyi ne kadar şerbetli ise bu karışım ile üretilen ürünlerin yüzeyleride o kadar kaliteli ve homojen olacağı tahmin edilebilir.(Resim6,7)

Endüstriyel Saha Çalışmaları

Bu yeni ürünün Türkiye koşullarına adaptasyonunu sağlamak ve için seçilen bazı firmalarda bu ürünün kullanılan malzeme, karışım ve üretim prosesine uyumu araştırılmıştır. Yapılan uygulamalarda ürünün taze halde betonun ağırlığına, mekanik dayanımlara, sıkıştırmaya etkisi ve ürünlerin yüzey görüntüsünde yaptığı iyileştirme gözlenmiştir.

1. Saha Çalışması:

Tablo 3 : 1. Saha çalışmasının yarmada çekme sonuçları

	Ürün İsmi	Ort.Kalınlık (mm)	Ort.Ağırlık (gr.)	Yarmada Çekme 2g (MPa)	Yarmada Çekme 7g (MPa)
1	Referans	80,25	5015	1,81	2,47
2	Katkı I %0.5	80,4	5137,5	2,6	2,9
3	Katkı I % 0.5	79,8	5157,5	2,05	3,08
4	Katkı II%1	80	5015	1,94	2,88

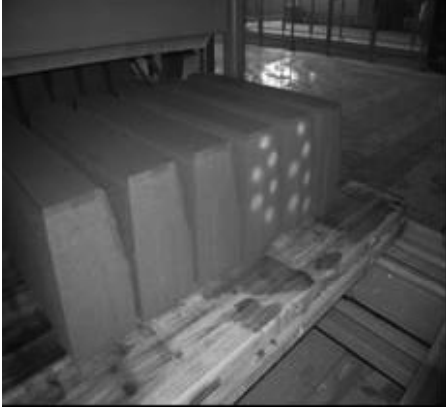
Yapılan endüstriyel çalışmada özellikle referans katkı ile yeni ürün karşılaştırıldığında ürünlerin ortalama ağırlıklarında % 2- % 3 arasında bir artış olduğu gözlenmiştir. Yarmada çekme dayanımlarında ise hem 2 günlük hemde 7 günlük kırınlarında ortalama % 20 oranında artış olduğu gözlenmiştir. Her deneme için 6 adet numune alınmıştır.

2. Saha Çalışması:

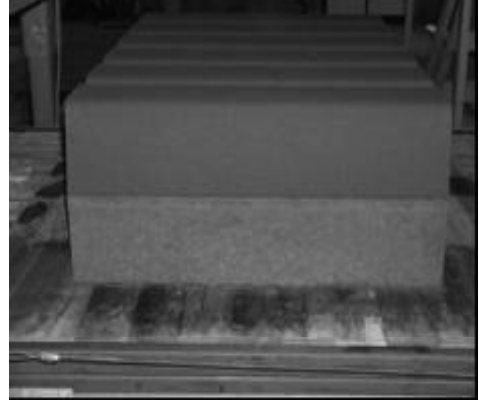
Tablo 4 : 2. Saha çalışmasının yarmada çekme sonuçları

	Ürün İsmi	Yarmada Çekme Dayanımı 2g (MPa)	Yarmada Çekme Dayanımı 7g (MPa)
1	Katkı I %0,4	3,0	3,7
2	Katkı II %1,2	3,4	3,8
3	Katkı III %0,4	2,9	3,1
4	Referans	2,6	2,7

Yapılan ikinci çalışmada özellikle yeni ürün ile üretilen parke taşlarının yarmada çekme dayanımlarında hissedilir oranda bir artış gözlenmektedir. 2 günlük ve 7 günlük dayanımlarında ortalama % 20 ile % 30 oranında artışlar gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmalarda firmaların kullandığı karışımlar esas alınmıştır. Her deneme için 5'er adet numune alınmıştır.



Resim 7: Bordür Taşı Uygulaması



Resim 8: Önden Görünüş

SONUÇ

- Sıfır-Slump Beton sektörüne yeni bir açılım getiren bu katkı teknolojisi sayesinde daha kaliteli, durabilitesi yüksek, daha düşük maliyetli ve daha estetik ürünlerin elde edilmesinin mümkün olduğu görülmüştür.
- Yeni geliştirilen katkıların suya olan toleransını artırarak, karışım içindeki agregaların rutubet değişikliklerinden kaynaklanan üretim hatalarını daha fazla tolere ederek ürünlerin daha yüksek su/çimento oranında sıkışmasını sağlar.
- Geliştirilen laboratuvar metodu ile üretim prosesi laboratuvar ortamına yansıtılarak ürün için doğru karışım dizaynı, doğru katkı ve doğru sıkıştırma süresinin bulunması ürünlerin kalitesinde iyileştirmesi ve üretim sürecinin optimize edilmesi sağlanır.
- Saha denemeleri sonucunda; laboratuvarda elde edilen sonuçların sahada da elde edildiği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

1. Dr. Magaratto R., Dr. Zeminian N., "New Products For The Manufactured Concrete Products Industry" Concrete Technology 05/2006 p.40
2. Berrie I., "RheoFIT for MCP production" Concrete Engineering International, 04 2006 p 26
3. Dr. Zeminian N., "Innovative Lab Testing System" BASF MCP Internal Training Notes 11/2005
4. Dr. Magaratto R., Dr. Corradi M., "Looking at MCP from a New Perspective" BASF MCP Internal Training Notes 11/2005
5. BS EN 1338 : Concrete Paving Blocks Requirements and Test Methods.