

ÖZET

BETONU GÜÇLENDİRMEK ÜZERE BİR GÜÇLENDİRME ELEMANI VE ÜRETİM YÖNTEMİ

- 5 Buluş, betonun güçlendirilmesi için geri dönüştürülmüş atık fiberler içeren bir güçlendirme elemanı ve söz konusu güçlendirme elemanının üretim yöntemi ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Betonu güçlendirmede kullanılmak üzere; fiber üretiminde dozajlama ve besleme ünitesi üzerinden atık olarak ayrılan ve geri dönüştürülen, %0.1-
5 %30 oranında atık fiberler içermesi ile karakterize edilen bir güçlendirme elemanı.
2. Polipropilenden mamul atık sentetik fiber içermesi ile karakterize edilen
İstem 1'deki gibi bir güçlendirme elemanı.
10
3. Polipropilen ham maddesinin içine ilave edilen polietilen içermesi ile karakterize edilen İstem 2'deki gibi bir güçlendirme elemanı.
4. Polipropilen ham maddesinin içine ilave edilen polietilenteraftelat içermesi
15 ile karakterize edilen İstem 2'deki gibi bir güçlendirme elemanı.
5. Polipropilen ham maddesinin içine ilave edilen poliamit 6,6 içermesiyle karakterize edilen İstem 2'deki gibi bir güçlendirme elemanı.
- 20 6. Boyunun 20 mm – 100 mm aralığında olan sentetik lifler içermesi ile karakterize edilen İstem 1'deki gibi bir güçlendirme elemanı.
7. 1m³ beton içerisinde 0.9 kg ila 27.3 kg aralığında bulunmasıyla karakterize edilen İstem 1'deki gibi bir güçlendirme elemanı.
25
8. Çekme gerilmesi 300 – 1000 Mpa aralığında olan fiberler içermesiyle karakterize edilen İstem 1'deki gibi bir güçlendirme elemanı.
9. Elastisite modülünün 3-15 Gpa aralığında olan fiberler içermesiyle
30 karakterize edilen İstem 1'deki gibi bir güçlendirme elemanı.

10. Dtex değerinin 300-9000 aralığında olan fiberler içermesiyle karakterize edilen İstem 1'deki gibi bir ürün.

11. Betonu güçlendirmede kullanılmak üzere,

- 5
- Dönüşüm hattından atık fiberlerin toplanarak istenilen uzunlukta kesilmesi,
 - Kesilen atık fiberlerin, dönüşüm hattı ekstrüder makinası üzerinde bulunan fiber dozajlama ve besleme ünitesi revize edilerek geri dönüştürülmüş sentetik kısa fiberlerin elde edilmesi adımları ile
- 10
- karakterize edilen bir üretim yöntemi.

12. Geri dönüştürülmüş fiberlerin homojen dağılımı için 5-10 sn aralığında karıştırılması ile karakterize edilen İstem 10'daki gibi bir üretim yöntemi.

TARİFNAME**BETONU GÜÇLENDİRMEK ÜZERE BİR GÜÇLENDİRME ELEMANI
VE ÜRETİM YÖNTEMİ****5 Teknik Alan**

Buluş, betonun güçlendirilmesi için makro liflerin (kırpık) tekrar kullanımı amacıyla geliştirilen ve geri dönüştürülmüş atık fiberler içeren bir güçlendirme elemanı ve söz konusu güçlendirme elemanının üretim yöntemi ile ilgilidir.

10 Önceki Teknik

Polimerler, normal sıcaklıkta genellikle katı halde bulunan, belirli basınç ve sıcaklıkta mekanik olarak veya kimyasal yolla şekillendirilebilen ve kalıplanabilen inorganik maddelerdir. Çimento esaslı bağlayıcıların, bütününe veya bir kısmının polimerle yer değiştirmesiyle beton-polimer kompozit malzemeler elde edilmektedir.

Beton içerisinde kullanılan polimer lifler 2 gruba ayrılmaktadır.

1. Mikro lifler; eşdeğer çapı 0.3 mm'den küçük veya eşit olan lifler için tanımlanmıştır.
2. Makro lifler; eşdeğer çapı 0.3 mm'den büyük olan lifler için tanımlanmıştır.

- Beton içerisinde kullanılan makro lifler betonun çatlak direnci ve enerji yutma kapasitesini arttırmak için kullanılmaktadır. Geleneksel betonun birim şekil değiştirme yeteneği çok düşüktür. Bu nedenle yük altında şekil değiştiremez ve ani olarak göçme meydana gelir. Betonun içerisine eklenen makro lifler betonun şekil değiştirme yeteneğini artırmaktadır. Böylece dinamik yüklere karşı ani göçme olmadan yapı ayakta durabilmektedir. Beton bünyesi gereği büzülmeye de uğramaktadır. Bu büzülmeler çekme gerilmeleri oluşturmakta ve buna bağlı olarak betonda çatlaklar meydana gelmektedir. Çekme gerilmelerini karşılamak için beton içerisinde polimer makro lif eklenmektedir. Polimer makro lifler sağladığı çekme

kuvveti ile betonu bir arada tutup çatlakların ilerlemesini durdurma etkisine sahiptir. Böylece betona çatlak direnci sağlanmış olur.

5 Çatlaklar beton için durabilite (*zamanla meydana gelen dayanımdaki değişmeler*) açısından çok önemlidir. Çatlaksız bir betonun servis ömrü uzundur. Polimer lifler genel olarak %0.1 - %3 (0.9 kg/m³ 27.3 kg/m³) hacimsel kullanımlarında etkin çatlak kontrolü ve yük taşıma kapasitesi sağlamaktadır. Genel olarak kullanım alanları zemin betonları, kaplama betonları (şap, topping) ve püskürtme (shotcrete) beton uygulamalarıdır.

10

Mevcut teknikte Kratos PP ürünü %100 saf hammadde ile üretilmektedir. Meydana gelen teknolojik telefler hurda olarak satılmaktadır. Bu durum hem ürünün maliyetini artırmakta hem de pazarda rekabet etme durumunu zorlaştırmaktadır. Bahsedilen mevcut teknikteki uygulamada, atıkların depolanması için yer/alan kaybı yaşanmakta, atık malzemeler değerlendirilememektedir.

15

Tekniğin bilinen durumunda yer alan KR101794960 B1 sayılı patent başvurusu, makro-sentetik fiber takviyeli beton bileşimi ile ilgilidir. Ayrıca başvuruda, güçlendirici materyallerin aşınmasını veya kırılmasını önleyebilen bir beton sentetik fiberle güçlendirilmiş beton kompozisyonu açıklanmaktadır.

20

Buluşun Kısa Açıklaması

Buluşun amacı, geri dönüştürülmüş fiber kısa ipliklerin sisteme yüklenmesi sayesinde, betonun güçlendirilmesine yönelik yeni bir güçlendirme elemanı gerçekleştirme.

25

Buluşun amacı, atık malzemelerin değerlendirilmesine imkan sağlayan, buna bağlı olarak toplam ürün verimliliğinin artırılmasına ve ekonomik maliyetin düşürülmesine katkı sunan yeni bir ürün elde etmektir.

30

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen “*Betonu Güçlendirmek Üzere Bir Güçlendirme Elemanı ve Üretim Yöntemi*” ekli şekillerde gösterilmiş olup; bu şekiller:

- 5 **Şekil 1.** Üretilen polimer life göre tokluk değerlerinin grafiksel gösterimidir.

Buluş, betonu güçlendirilmek amacıyla kullanılmak üzere bir güçlendirme elemanı ve söz konusu güçlendirme elemanının üretim yöntemi ile ilgilidir. Söz konusu güçlendirme elemanı, fiber üretiminde atık olarak ayrılan ve geri dönüştürülen
10 %0.1-%30 oranında atık fiberler içermektedir. Güçlendirme elemanı içeriğinde yer alan geri dönüştürülmüş fiber malzemelerin uzunluğu yani hatta yeniden işlem görece fiberlerin uzunluğu 0.1 mm ile 30 mm aralığında ve tercihen 3-10 mm aralığındadır. Nihai ürün olan güçlendirme elemanı içerisinde yer alan geri dönüştürülmüş fiber malzemelerin uzunluğu ise 20-100 mm aralığındadır.

15

Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, 1m³ beton içerisinde 0,9 kg ila 27,3 kg aralığında güçlendirme elemanı bulunmaktadır. Güçlendirme elemanının içerdiği sentetik liflerin çekme gerilmesi 300 – 1000 Mpa aralığında, elastisite modülü ise 3-15 Gpa aralığındadır.

20

Buluşta kullanılan sentetik fiberler tercihen polipropilenden mamuldür. Güçlendirme elemanı, polipropilene ek olarak, polietilen ve/veya polietilenteraftelat ve/veya Poliamit 6,6 içerebilmektedir.

25

Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, bahsedilen güçlendirme elemanının içerdiği sentetik fiberlerin dtex değeri 300-9000 aralığındadır. Ek olarak, kullanılan söz konusu sentetik fiberlerin boyu 0.1 mm – 30 mm aralığındadır.

30

Buluş konusu güçlendirme elemanının üretim yöntemi, fiber üretimindeki atık fiberlerin dozajlama ve besleme ünitesi vasıtasıyla geri dönüştürülerek sisteme geri yüklenmesi prensibine dayanmaktadır. Dönüşüm hattından toplanan atık ürünler,

- bir kesme cihazında istenilen uzunluklarda kesilmektedir. Cihazda kesilen malzeme boyları minimum 0.1 mm boyutundadır. Kesme boyutları 0.5 mm ile 100 mm aralığında ayarlanabilmektedir. Giyotin kesme hızı ve konveyor bant yürüme hızıyla birlikte kesilen atık boyları ayarlanabilmektedir. Bir sonraki işlem
- 5 adımında, dönüşüm hattı ekstrüder makinası üzerinde bulunan Fiber dozajlama ve besleme ünitesi revize edilerek geri dönüştürülmüş (recycle) sentetik kısa fiberler sisteme yüklenmektedir. Geri dönüştürülmüş fiberlerin birbirine karıştırılması için besleme ünitesine ürün alındıktan sonra, homojen dağılım için 5-10 sn aralığında karıştırılmaktadır. Fiber dozajlama sistemi, sonradan eklenen geri dönüştürülmüş
- 10 fiberleri ekstruder öncesi sisteme yükleme yapmak için kullanılmaktadır. Buluş konusu yöntem ile birlikte, sistem 0.1 ile-30 mm boyutlarında fiberi yükleyebilecek hale getirilmektedir. Besleme vidası boyutları revize edilmekte, açama kapama ve besleme süreleri revize edilmektedir.
- 15 Alternatif bir uygulama olarak, geri dönüştürülerek sisteme ilave edilen ürünlerin yerine, kesildikten sonra tekrar ergitilme ve su banyosunda soğutulma işlemlerine tabii tutulan ve sonrasında kesilerek elde edilen ürünler de sisteme yüklenebilmektedir.
- 20 PP üretim hattından toplanan atık ürünler, kesme cihazında istenilen uzunluklarda kesilmektedir. Cihazda kesilen malzeme boyları minimum 0.1 mm boyutundadır. Kesme boyutları 0.1 mm ile 100 mm aralığında ayarlanabilmektedir. Giyotin kesme hızı ve konveyor bant yürüme hızıyla birlikte kesilen atık boyları ayarlanabilmektedir. PP line hattı ekstrüder üzerinde bulunan fiber dozajlama ve
- 25 besleme ünitesi revize edilerek geri dönüştürülmüş fiber kısa iplikler sisteme yüklenir. Konuyla ilgili %5-%10-%15 geri dönüştürülmüş ürün denemeleri buluşun geliştirilmesi sürecinde gerçekleştirilmiştir.
- Sisteme sonradan ilave edilen geri dönüştürülmüş fiber malzemelerin uzunluğu 0.1
- 30 mm ile 30 mm aralığındadır. 30 mm'den uzun fiber malzemeleri sisteme yüklemek ve ekstrüder makinasında ergitmek zorlaşmaktadır. Buluş konusuna ait denemeler

mevcut fiber sisteminin besleme ünitelerinde gerçekleştirilmiştir. Besleme haznesine alınan ürün, 5-10 sn aralığında karıştırılmalıdır.

- 5 Buluş konusu, betonun güçlendirilmesi için bir ürün ve üretim yönteminin etkinliğini kanıtlamak üzere yapılan deneylere ilişkin veriler aşağıda yer almaktadır. Söz konusu deney ve analiz sonuçları, sadece bilgi vermek amacıyla sunulmakta olup, herhangi bir kısıtlayıcı bir anlam taşımamaktadır.

- 10 Mevcut buluşta betonu güçlendirmek için üretilip kullanılan ürüne ait numuneleri ASTM C1609 (Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete Using Beam with Third-Point Loading) standardına göre eğilme deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneyde prizmalar yan çevrilerek kalıplara değen beton yüzeyleri iki çelik mesnet üzerine serbestçe oturtulmaktadır. Deneyde mesnet açıklığı 450 mm olarak kullanılmış olup, prizmanın üst yüzeyinde, mesnet
- 15 açıklığının 1/3'ü mesafesinde, birbirine eşit iki yük uygulanmıştır. Numunenin orta noktasındaki sehim, bu noktaya yerleştirilen LVDT (Linear Variable Differential Transformer) ile ölçülmüştür. L/900 (0.5 mm) kadar 0.035 mm/dk, L/900-L/150 (0.5 mm- 3 mm) sehim aralığı 0.12 mm/dk oluşacak biçimde uygulanan bir yükleme hızıyla yük-sehim eğrileri elde edilmiştir.

20

Tablo 1. Test Numuneleri

<i>Numune</i>	<i>Dozaj, kg/m³</i>
Kratos PP %100 ham madde	3
Kratos PP %5 recycle, %95 ham madde	3
Kratos PP %10 recycle, %90 ham madde	3
Kratos PP %15 recycle, %85 ham madde	3

9081.169

Tablo 2. Test Numunelerinin Fiziksel Özellikleri

Uygunluk Kriterleri						Test Sonuçları			
Özellik	Birim	Test samples	Hedef değer	Oratalama değerlere göre tolerans limitleri		%5 Geri Dönüştür ülmüş	%10 Geri Dönüştür ülmüş	%15 Geri Dönüştür ülmüş	Uygunluk
				Max	Min				
Uzunluk	mm	30	54	56,7	51,3	54	54	54	OK
Çap	mm	30	0,72	0,76	0,68	0,72	0,72	0,71	OK
l/ d, Narinlik oranı	-	30	75	83	68	0,75	75	76	OK
TS-Çekme Gerilmesi	MPa	30	550	591,25	508,75	554	583	555	OK
Elastik modül (%10- %30 uzamadaki TS'de)	GPa	30	8,5	9,35	7,65	8,30	8,95	9,05	OK

Tablo 3. Numunelere ait kullanım değerleri

Numune	Kg, 1 m³
Su	155
Çimento	310
12 -22 mm Kırma agregası	593,1
4-12 mm Kırma agregası	393,9
0-4 mm kırma agregası	487,0
0-4 mm doğal agregası	476,1
Süper Akışkanlaştırıcı (0.8%)	2,48

Tablo 5. Agregası yüzdesine ait değerler

5

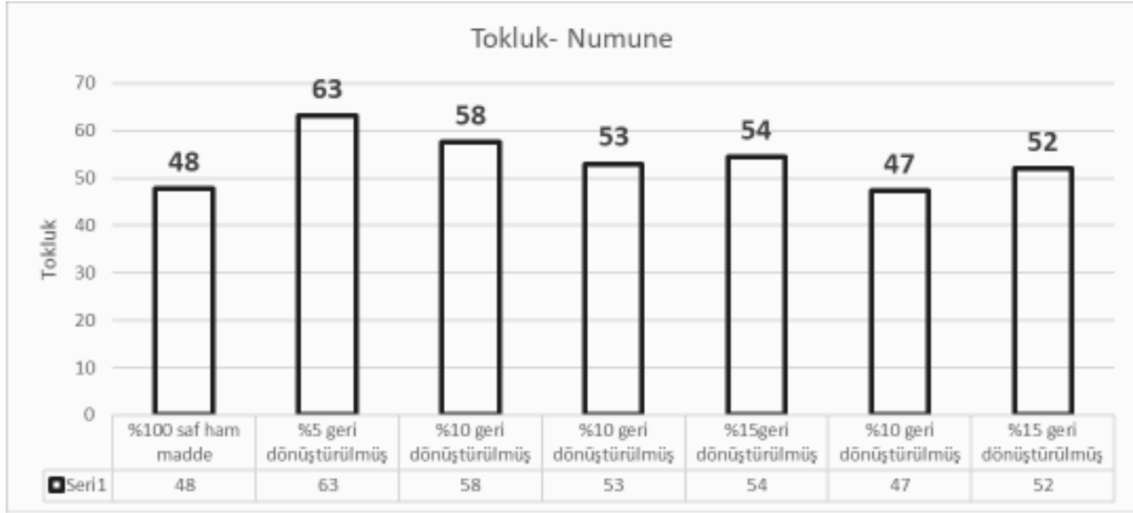
Numune	Agregası Yüzdesi
12-22 mm Kırma agregası	30
4-12 mm Kırma agregası	20
0-4 mm Kırma agregası	25
0-4 mm Doğal agregası	25

9081.169

Tablo 6. Test Sonuçları

Test Günü	Numune	Tepe Yükü (ilk çatlak yükü) Pp (Kn)	Tepe Yükü Gerilme (Mpa) f _l	Tepe Yükü Deplasman (mm) δ	Max- Tepe Yükü Gerilmesi f _p	Rezidüel dayanımı (L/600= δ =0.75 mm sehim için) (Mpa) f ₆₀₀ ^D	Rezidüel Yük (δ =3 mm sehim için) P ₁₅₀ ^D Kn	Rezidüel dayanımı (L/450= δ =3 mm sehim için) (Mpa) f ₁₅₀ ^D	Tokluk (0- 3mm sehim aralığı için) (joule) T ₁₅₀ ^D	Re3 (Ortalama eşdeğer eğilme dayanımı oranı)
28	%100 saf ham madde	36,09	4,81	0,04	4,81	2,06	15,60	2,08	48	44
58	%5 geri dönüştürülmüş	33,48	4,46	0,05	4,46	2,49	23,01	3,07	63	63
58	%10 geri dönüştürülmüş	31,27	4,17	0,05	4,17	2,28	20,17	2,69	58	62
61	%10 geri dönüştürülmüş	35,37	4,72	0,05	4,72	2,17	18,45	2,46	53	50
61	%15geri dönüştürülmüş	37,55	5,01	0,05	5,01	2,10	19,10	2,55	54	49
28	%10 geri dönüştürülmüş	35,61	4,75	0,04	4,75	2,03	15,74	2,10	47	44
28	%15 geri dönüştürülmüş	32,43	4,32	0,04	4,32	2,13	17,79	2,37	52	53

- Sonuçlar incelendiğinde %100 saf ham madde ile üretilen polimer life göre tokluk değerleri olumlu sonuçlar vermiştir. Recycle çalışmalarının beton ASTM C 1609 test sonuçlarında tokluk değerleri değerlendirilmiştir. Artık dayanımlar değerleri (f^D_{600} - f^D_{150}) Grubb' test ISO 5725-2:1994 (Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results) yöntemine göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 7-13).
- 5



Şekil 1