

ÖZET

BETON GÜÇLENDİRME ELEMANI

- 5 Betonun güçlendirilmesi için kullanıma uygun olan bir güçlendirme elemanı olup özelliği; boyunun eşdeğer çapına oranı 30 ila 300250[BE8] aralığında olan ve dış yüzeyi üzerinde, söz konusu dış yüzeyinden dışarı doğru çıkıntı oluşturacak şekilde uzanan ve derinliği 0,10mm - 0,35mm aralığında olan kabartılar bulunan sentetik lifleri içermesidir.

İSTEMLER

1. Betonun güçlendirilmesi için kullanıma uygun olan bir güçlendirme elemanı olup özelliği; boyunun eşdeğer çapına oranı 30 ila 300_[BE5] aralığında olan ve dış yüzeyi üzerinde, söz konusu dış yüzeyinden dışarı doğru çıkıntı oluşturacak şekilde uzanan ve derinliği 0,10 mm - 0,35 mm aralığında olan kabartılar bulunan sentetik lifleri içermesidir.
2. İstem 1'e uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen sentetik liflerin polipropilenden mamul olmasıdır.
3. İstem 1 veya 2'den herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen kabartıların dörtgen formunda olmasıdır.
4. İstem 1 veya 2'den herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen kabartıların elips formunda olmasıdır.
5. İstem 3'e uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen kabartıların bir kısa kenarının 0.10mm - 0.40mm, bir uzun kenarının ise 0.20mm - 0.90mm aralığında olmasıdır.
6. İstem 4'e uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen kabartıların bir kısa çapının 0.10mm - 0.35mm, bir uzun çapının ise 0.40mm - 0.70mm aralığında olmasıdır.
7. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen kabartıların sentetik lif yüzeyi üzerine, birbirleri ile 0.20 mm ila 0.80 mm'lik bir mesafe bulunacak şekilde aralıklı olarak konumlanmış olmasıdır.
8. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; çapı 0.3 mm'ye eşit veya büyük ve narinlik oranı 30-300₂₅₀_[BE6] aralığında olan bahsedilen sentetik liflerin dış yüzeyi suda eriyebilen bir malzeme ile sarılı olan, silindir formundaki demetler halinde olmasıdır.
9. İstem 8'e uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen silindir formundaki demetlerin çapının 20mm - 80mm aralığında olmasıdır.
10. İstem 2'ye uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği polipropilen ham maddesinin içine Polietilen eklenmesidir.

11. İstem 2'ye uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği polipropilen ham maddesinin içine Polietilenteraftelat eklenmesidir.
12. İstem 2'ye uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği polipropilen ham maddesinin içine Poliamit 6,6 eklenmesidir.
- 5 13. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen güçlendirme elemanının içerdiği sentetik liflerin boyunun 40 mm – 80mm aralığında olmasıdır.
- 10 14. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen güçlendirme elemanının içerdiği sentetik liflerin eşdeğer çapının 1.08 mm - 0.36 mm aralığında olmasıdır.
- 15 15. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen güçlendirme elemanının içerdiği sentetik liflerin eşdeğer çapının 0.76 mm - 0.68 mm aralığında olmasıdır.
16. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanını içeren bir lifle güçlendirilmiş beton olup özelliği; 1m³ beton içerisinde 0.9kg ila 27.3 kg aralığında güçlendirme elemanını içermesidir.
17. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen güçlendirme elemanının içerdiği sentetik liflerin çekme gerilmesi 300[BE7] – 800 Mpa aralığında olmasıdır.
- 20 18. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen güçlendirme elemanının içerdiği sentetik liflerin elastisite modülü 5-15 Gpa aralığında olmasıdır.
- 25 19. Yukarıdaki istemlerden herhangi birine uygun bir güçlendirme elemanı olup özelliği; bahsedilen güçlendirme elemanının içerdiği sentetik liflerin dtex değeri 650-8000 aralığında olmasıdır.

TARİFNAME

BETON GÜÇLENDİRME ELEMANI

İlgili Teknik Alan

5

Mevcut buluş, betonun güçlendirilmesi için kullanıma uygun olan, sentetik lif içeren bir güçlendirme elemanı ile ilgilidir.

Önceki Teknik

10

İnşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesi olan beton, kolay şekil alması uygulama alanının geniş olması ve basınca karşı dayanımlı olması gibi sebeplerle büyük oranda tercih edilmektedir. Ancak söz konusu avantajlarının yanı sıra betonun kırılğan olması, esnek olmaması, kompozit malzeme olması ve dolayısıyla çekme dayanımının çok düşük olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Belirtilen nedenlerle, betonun çekme bölgelerindeki gerilmeleri karşılayabilmesi amacıyla, söz konusu bölgelere çelik çubuklar yerleştirilmesi teknikte yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Ancak betonarme donatı olarak çelik çubukların kullanılması ile beton yapının çekme dayanımı arttırılsa da çeliğin uygun yerleştirilememesi nedeniyle uygulama zorlukları yaşanmakta ve uygulanan çelik çubukların betonda oluşan mikro çatlaklar nedeniyle zamanla paslanması, söz konusu uygulamada uzun vadede servis ömrünü azaltıp, teknik problemlere neden olmaktadır.

25

Tekniğin bilinen durumunda, belirtilen dezavantajların giderilmesi amacıyla geliştirilmiş farklı beton güçlendirme uygulamaları yer almaktadır. Söz konusu uygulamalardan (Saha-Zemin betonları- Püskürtme Betonları- Tünel Kaplama Betonları, Şap (Toppping) betonları, Precast Elamanalar (Beton Boru, Oluk, Dış cephe kaplamaları vb.) biri, çelik çubuklar yerine sentetik liflerin kullanılmasıdır.

30

Beton içerisinde kullanılan sentetik lifler eşdeğer çaplarına göre mikro lifler ve makro lifler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Söz konusu eşdeğer çap, lifin enine kesit

alanına eşit bir alana sahip bir dairenin çapına eşit olup, dairesel lifler için eşdeğer çap, liflerin çapına eşittir. Eşdeğer çapı 0,3mm'ye eşit veya küçük olan lifler mikro lifler, eşdeğer çapı 0,3mm'den büyük olan lifler ise, makro lifler olarak adlandırılmaktadır. Beton içerisinde kullanılan sentetik lifler genel olarak, betonun

5 deplasman altında yük taşımasını, çatlak direncini ve enerji yutma kapasitesini arttırmakta; beton bünyesinde oluşan plastik ve kuruma rötrelerini (büzülme) kısıtlamaktadır.

Betonun makro sentetik liflerle güçlendirilmesi, söz konusu malzemelerin çeliğe

10 kıyasla hafif olması ve korozyona uğramaması itibariyle tercih edilen bir uygulamadır. Söz konusu uygulamada kullanılan lifler genellikle; akrilik, aramid, karbon, naylon, polyester, polipropilen ve polietilen bazlıdır.

Her ne kadar, tekniğin bilinen durumunda, liflerin yük taşıma kapasiteleri hakkında

15 yapılan çalışmalar ön plana çıksa da sadece taşıma kapasiteleri üzerinde durmak yeterli olmayacaktır. Betonun taze haldeki davranışı hem transfer edilebilme hem de istenilen şeklin verilebilmesi açısından önem arz etmektedir. İşlenebilirlik kavramı ile açıklanan bu durum, performansı artırmak amacı ile kullanılan sentetik liflerin dozajının artırılması ile beraber olumsuz etkilenmektedir; lif miktarı arttıkça

20 betonun işlenebilirliği azalmakta, yapı olarak topaklanma eğiliminde olmaktadır.

WO9743502A1 sayılı patent dokümanında, beton içerisinde güçlendirme amacıyla kullanılan sentetik liflerden bahsedilmektedir. Söz konusu dokümanda açıklanan

lifler 50mm ile 75 mm aralığında bir uzunluğa; 0.5mm ile 4mm aralığında bir

25 genişliğe ve 0.1mm ile 2mm aralığında bir kalınlığa sahiptir. Söz konusu liflerin uç kısımları deforme edilmiş olup, lif gövdesinin geri kalan kısmı, üretimden çıktığı gibi pürüzsüz halde bulunmaktadır.

EP2650125A1 sayılı patent dokümanında, bir sentetik fiber, söz konusu fiberin

30 üretim yöntemi ve güçlendirme elemanı olarak kullanımı açıklanmaktadır. Söz konusu fiber, bükülme derecesi 0,9 dönüş/inç'den (yaklaşık 0,36 dönüş/cm) büyük

olacak şekilde bükülmüş, demet halindeki birden fazla monofilament teli içermektedir. Söz konusu dokümanda ayrıca, fibrile halde üretilen polipropilen bazlı makro fiberlerin mekanik özellikleri diğer ürünlerle karşılaştırılmaktadır.

- 5 US5628822A sayılı patent dokümanında, betonun güçlendirilmesi için kullanılan bir fiber katkı malzemesi açıklanmaktadır. Söz konusu fiberin beton içerisindeki denyesi 3 ila 5000 arasında olup, uzunluğu 0.16 ila 7.6 cm aralığındadır.
- EP1070025A1 sayılı patent dokümanında ise, inorganik bir bağlayıcı malzeme ve sentetik fiber liflerden oluşan, güçlendirilmiş yapı malzemesi formülasyonları
- 10 açıklanmaktadır. Söz konusu dokümanda açıklanan fiber malzeme, karıştırmaya bağlı olarak aşamalı fibrilasyona maruz kalabilmekte, böylece yapı malzemesi içerisine daha yüksek oranlarda eklenebilmektedir.

Buluşun Kısa Açıklaması

- 15 Mevcut buluşla, yüzey işlemi uygulanmış; geometrisi ve yüzey biçimleri beton içerisindeki dağılımını iyileştirecek özellikte olan, topaklanma oluşturmayan, sentetik lif içeren bir güçlendirme elemanı geliştirilmektedir.
- 20 Mevcut buluşla geliştirilen, betonun güçlendirilmesi için kullanıma uygun olan güçlendirme elemanı; boyunun eşdeğer çapına oranı 30 ila 300^[BE1] aralığında olan ve dış yüzeyi üzerinde, söz konusu dış yüzeyinden dışarı doğru çıkıntı oluşturacak şekilde uzanan ve derinliği 0,10 mm - 0,35 mm aralığında olan kabartılar bulunan sentetik lifleri içermektedir.
- 25 Buluş konusu güçlendirme elemanı, yüzeyi üzerinde yer alan kabartılarla betona uygun şekilde tutunmakta ve boyutsal özellikleriyle, beton içerisinde homojen olarak dağılmaktadır. Söz konusu uygulama işçilik ve maliyet açısından, mevcut uygulamalar karşısında avantaj sağlamakta, lif miktarının betonun işlenebilirliği
- 30 üzerindeki olumsuz etkisi azaltılmaktadır.

Buluşun Amacı

Mevcut buluşun amacı, betonda kullanıma uygun, sentetik lif içeren bir güçlendirme elemanı ve söz konusu güçlendirme elemanını içeren bir lifle
5 güçlendirilmiş beton geliştirmektir.

Mevcut buluşun diğer bir amacı, beton içerisinde homojen dağılım sağlayan, topaklanma oluşturmeyen, sentetik lif içeren bir güçlendirme elemanı ve söz konusu güçlendirme elemanını içeren bir lifle güçlendirilmiş beton geliştirmektir.

10

Mevcut buluşun bir diğer amacı, yüzey işlemi uygulanmış ve beton içerisine eklendiğinde topaklanma oluşmayan, sentetik lif içeren bir güçlendirme elemanı ve söz konusu güçlendirme elemanını içeren bir lifle güçlendirilmiş beton geliştirmektir.

15

Buluşun Açıklaması

İnşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan bir yapı malzemesi olan betonun çekme dayanımının çok düşük olması nedeniyle, betonun çekme bölgelerine çelik
20 çubuklar yerleştirilmesi teknikte yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Ancak çeliğin ağır bir malzeme olması nedeniyle uygulama zorlukları yaşanmakta ve çelik çubukların betonda oluşan mikro çatlaklar nedeniyle zamanla paslanması sebebiyle söz konusu uygulama uzun vadede teknik problemlere neden olmaktadır. Yapısal donatı olarak sentetik liflerin kullanılmasıyla betonun çekme dayanımının
25 artırılmasına yönelik uygulamalarda ise, belirtilen liflerin betonla uyumluluğu mekanik kuvvetlerle sağlanmakta ve bu sebeple (beton ile lif arasındaki aderansı [yapışmayı] arttırmak için) söz konusu liflere kabartma, kıvrım verme ve dalgalandırma gibi yüzey işlemleri uygulanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, sentetik liflerin dozajının artırılması ile beraber betonun işlenebilirliği olumsuz
30 etkilenmekte; lif miktarı arttıkça betonun işlenebilirliği azalmakta, yapı olarak topaklanma eğiliminde olmaktadır. Bu nedenle mevcut buluşla, yüzey işlemi

uygulanmış; geometrisi ve yüzey biçimleri beton içerisindeki dağılımını iyileştirecek özellikte olan, topaklanma oluşturmayan, sentetik lif içeren bir güçlendirme elemanı geliştirilmektedir.

- 5 Mevcut buluşla geliştirilen, betonun güçlendirilmesi için kullanıma uygun olan güçlendirme elemanı; boyunun eşdeğer çapına oranı (boy/eşdeğer çap) 30 ila 300250[BE2] aralığında olan ve dış yüzeyi üzerinde, söz konusu dış yüzeyinden dışarı doğru çıkıntı oluşturacak şekilde uzanan ve derinliği (çıkıntının bir tepe noktası ile lifin dış yüzeyi arasındaki mesafe) 0,1mm - 0,35mm aralığında olan
- 10 kabartılar bulunan sentetik lifleri içermektedir.

- Söz konusu sentetik lifler, silindirik veya dörtgen bir çubuk formunda olabilmekte olup; lifin boyu, uzun kenarının boyuna; eşdeğer çapı ise, enine kesit (söz konusu uzun kenarın, bahsedilen uzun kenara dik bir açıyla alınan kesiti) alanına eşit bir
- 15 alana sahip bir dairenin çapına eşittir. Buluş konusu lifin boyunun eşdeğer çapına oranının (narinlik oranı) 30 ila 300[BE3] aralığında olmasıyla, lifin çimento içerisinde homojen bir şekilde dağılması sağlanmakta, topaklanma oluşumu engellenmektedir. Lifin dış yüzeyi üzerinde yer alan kabartılar, lifin çimento ile yapışmasını ve dolayısıyla çekme mukavemetinin artırılmasını sağlamaktadır.

20

- Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, bahsedilen liflerin ham maddesi polipropilenden mamuldür. Ham maddenin içine %30 kadar Polietilen, Polietilenteraftelat veya Poliamit 6,6 eklenebilir. Söz konusu lifler tekil halde veya demet halinde bulunabilmekte ve beton içerisine her iki şekilde
- 25 uygulanabilmektedir.

- Buluş konusu güçlendirme elemanının beton içerisindeki dağılımı, uygulanan testlerle değerlendirilmiştir. Söz konusu testlerde kullanılan güçlendirme elemanının özellikleri, Tablo 1’de verilmektedir. Tablo 1’de yer alan narinlik oranı,
- 30 güçlendirme elemanının içerdiği liflerin boyunun eşdeğer çapına oranını

göstermektedir. Belirtilen lifler, beton içerisine demet halinde eklenmiş olup, söz konusu demetler, Tablo 1’de belirtilen demet çapına sahip bir silindir formundadır.

Lif Boyu (mm)	Eşdeğer Çap (mm)	Narinlik oranı	Demet çapı (mm)	Hammadde
40	0,36	111	55	Polipropilen,
40	1,08	37	55	Polipropilen,
48	0,36	133	55	Polipropilen,
48	1,08	44	55	Polipropilen,
54	0,36	150	55	Polipropilen,
54	1,08	50	55	Polipropilen,
80	0,36	222	55	Polipropilen,
80	1,08	74	55	Polipropilen,

5

Tablo – 1

Belirtilen testler esnasında sentetik lifler EN 14651 standardına göre test edilmiştir. Yapılan testlere ilişkin sonuçlar tablo 2’de gösterilmektedir.

10

Numune						EN 14651 (Test method for fibre concrete. Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual))	
Lif Boyu (mm)	Eşdeğer Çap (mm)	Narinlik oranı	Demet çapı (mm)	Hammadd e	Lif Doza jı	fr1 (0.5 mm çatlak genişliği Artık dayanımı, Mpa)	fr4(3.5 mm çatlak genişliği Artık dayanımı, Mpa)
40	0,36	111	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,5	1,5
40	1,08	37	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,5	1,6
48	0,36	133	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,5	1,7
48	1,08	44	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,5	1,7
54	0,36	150	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,6	1,7
54	1,08	50	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,6	1,8
80	0,36	222	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,7	1,6
80	1,08	74	55	Polipropilen, %100	3 kg/m ³	1,7	1,8
Lifsiz Beton						0,2	0

Tablo – 2

- 5 Tablo 2’de görüldüğü üzere fr1 (0.5 mm çatlak genişliği artık dayanımı, Mpa) ve fr4 (0.5 mm çatlak genişliği artık dayanımı, Mpa) artık dayanımları kullanılan lifler ile

sağlanmıştır. Dolayısıyla, buluş konusu güçlendirme elemanı beton içerisinde etkin rol alabilmektedir.

Sentetik lifler, beton içerisine genellikle iki farklı yöntemle eklenmektedir. Bu yöntemlerden ilki, beton transmikserlerine belirlenen dozajda lif eklenerek lif beton karışımının yapılmasıdır. Bu yöntemde tercihen, 4 ila 10 kg/dk'lık lif dozajlanıp, mikser dönüşü (kazan) minimum 40 rpm devir olacak şekilde uygulanmaktadır. Diğer uygulama yöntemi ise, liflerin, beton üretim santrallerinde agrega bandına eklenmesi, beton içerisinde yer alan tüm malzemelerin (agrega, su, çimento, kimyasal ve mineral katkılar + sentetik lif) tek bir panmikserde harmanlanması ve tercihen 20-120 saniye aralığında beton üretiminin gerçekleştirilmesidir. Buluş konusu güçlendirme elemanları, her iki yöntemde de beton içerisine homojen olarak dağılmaktadır. Ayrıca, buluş konusu güçlendirme elemanının beton içerisinde %0.1-%3'lik bir orana kadar kullanıma uygun olduğu belirlenmiştir. Buluş konusu lifin hacimsel özgül ağırlığı 910 kg/m³ olup, beton içerisinde %0.1 ile %3'lik bir oranda kullanımı; 1 m³ beton içerisinde 0.9 kg ila 27.3 kg'lık lif kullanımına tekabül etmektedir. Dolayısıyla mevcut buluşla aynı zamanda, söz konusu güçlendirme elemanını, belirtilen oranlarda içeren bir lifle güçlendirilmiş beton geliştirilmektedir.

20

Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, buluş konusu güçlendirme elemanı ile oluşturulan betonun toplam kaba agrega oranı (agreganın toplam betona oranı) 55'e eşit veya 55'den büyüktür. Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, söz konusu güçlendirme elemanı demet halinde betona karıştırılmakta olup, belirtilen demetin 25 çapı tercihen 20mm'ye eşit veya büyük ve 80mm'ye eşit veya küçüktür (20 mm ≤ demet çapı ≤ 80mm). Söz konusu demetler, polipropilen liflerin yan yana dizilerek bir demet formu verilmesi ve oluşturulan demetin dış etrafının suda eriyebilen bir malzeme ile sarılmasıyla (örneğin PVA) oluşturulmaktadır. Söz konusu lifler tercihen istenen çapta bir silindir formu oluşturulacak şekilde liflerin yan yana 30 getirilmesi ve oluşan silindirin, üst ve alt (dairese) yüzeyleri açık kalacak şekilde dış yüzeyinin belirtilen malzeme ile kaplanmasıyla demet formuna getirilmektedir.

Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, bahsedilen liflerin dış yüzeyi üzerinde yer alan bahsedilen kabartılar, elips formda veya dörtgen formunda olabilmektedir. Söz konusu uygulamada, bahsedilen kabartıların bir kısa kenarı 0.10mm - 0.40 mm aralığında; bir uzun kenarı ise 0.20mm - 0.90 mm aralığındadır. Bahsedilen kısa kenar ve uzun kenar, elips formundaki kabartılar için, elipsin kısa çapına ve uzun çapına tekabül etmektedir. Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, bahsedilen kabartılar, lif yüzeyi üzerine aralıklı olarak konumlanmış olup, kabartılar arasında, 0.20 mm ila 0.80 mm'lik bir mesafe bulunmaktadır. Söz konusu mesafe, bahsedilen lif yüzeyi üzerinde yer alan ve birbirine herhangi bir yönde komşu olan iki kabartı arasındaki mesafedir.

Yapılan testler sonucunda, buluş konusu güçlendirme elemanının içerdiği sentetik lifler üzerinde yer alan kabartıların derinliğinin 0,10mm - 0,35mm aralığında olduğu durumda, en iyi sabitleme değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Derinliğin belirtilen aralığın dışına çıkması durumunda ise, kesitin yetersiz çekme mukavemetine sahip olması ve çimento pastası ile yapışma yapamamasından dolayı, betonun taşıdığı çekme yüklerinde azalma meydana gelmiştir. Tablo 3'de, farklı derinlik değerlerine sahip kabartıları içeren güçlendirme elemanları ile yapılan EN 14651 testine ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Söz konusu tabloda, kabartı derinliği değerinin üç farklı aralıkta olduğu güçlendirme elemanlarını içeren beton ile yapılan test sonucunda elde edilen Fr1 ve Fr4 (artık dayanım değerleri) değerleri gösterilmektedir.

Kabartı Derinliği	Beton Test Sonuçları	
	F_{r1} (0.5 mm çatlak ağzı, Artık Gerilme, Mpa)	F_{r4} (3.5 mm çatlak ağzı, Artık Gerilme, Mpa)
<0.10mm	1.2	1,3
0.10-0.35 mm	1.5	1.8
>0.35 mm	1.1	1.2

5

Tablo – 3

Bu doğrultuda, buluş konusu güçlendirme elemanının içerdiği kabartma derinliği ve narinlik oranı özelliklerine sahip sentetik liflerin kullanımı ile gerçekleştirilen testlerin sonucu Tablo 5’de, söz konusu testlerde kullanılan güçlendirme elemanlarının özellikleri ise Tablo 4’te verilmektedir.

10

Numune				Kabartma Derinliği
Lif Boyu (mm)	Eşdeğer Çap (mm)	Narinlik oranı	Demet çapı (mm)	Kabartma Derinliği
40	0,36	111	55	0.10-0.35 mm
40	1,08	37	55	0.10-0.35 mm
48	0,36	133	55	0.10-0.35 mm
48	1,08	44	55	0.10-0.35 mm
54	0,36	150	55	0.10-0.35 mm
54	1,08	50	55	0.10-0.35 mm
80	0,36	222	55	0.10-0.35 mm
80	1,08	74	55	0.10-0.35 mm

Tablo – 4

- Tablo 4'te yer alan güçlendirme elemanlarını içeren beton ile yapılan testlerde, sentetik liflerin beton içerisine karıştırılması işlemi, büyük hacimli (örneğin 7m³ hacme sahip) beton transmikserlerinde, 3 kg/m³'lük bir dozajla (1m³ beton içerisinde 3 kg güçlendirme elemanı) gerçekleştirilmiştir. Tablo 5'te de görüldüğü üzere, buluş konusu güçlendirme elemanı, farklı tipte betonlara uygulandığında, beton içerisinde homojen bir dağılım göstermektedir. Söz konusu testlerde, demet formunda bir araya getirilmiş sentetik lifler, 3kg'lık paketler halinde transmikser içerisine beslenerek dozajlama yapılmıştır. Bahsedilen paketler, beton içerisinde çözünen kağıt malzeme içerisine konumlanmış, belirtilen miktarda (3kg), demet formundaki güçlendirme elemanını içermektedir.

T e s t	Beto n Sını fı	Sl u m p Sı nı fı c m	Mikser Devir (rpm)	Mikser Dönüş süresi (dk)	Lif Boy (mm)	Lif Eşdeğer Çapı (mm)	Lif Demet çapı (mm)	Homoje n Dağılma testi
								Sonuç
1	C25/ 30	10 _2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
2	C25/ 30	10 _2 1	40-100	10	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
3	C25/ 30	10 _2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
4	C30/ 37	10 _2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
5	C35/ 45	10 _2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma

6	C25/ 30	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
7	C30/ 37	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
8	C25/ 30	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
9	C30/ 37	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
10	C35/ 45	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
11	C25/ 30	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
12	C30/ 37	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
13	C35/ 45	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
14	C30/ 37	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
15	C45/ 55	10 -2 1	40-100	7	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma
15	C45/ 55	10 -2 1	40-100	10	40- 48- 54-80	0.36-1.08	20-80	Homojen Dağılma

Tablo – 5

5

Söz konusu testler 1'den 17'ye kadar numaralandırılmış olup, tablo 5'de yer alan kolonlarda sırasıyla testlerde kullanılan beton sınıfı; betonun akış kabiliyetini gösteren slump sınıfı; güçlendirme elemanının betona eklenmesi ve karıştırılması işlemleri esnasında mikserin dönüş devri ve süresi, deneyler esnasında kullanılan

10

lifin boyu, lif eşdeğer çapı (aralık olarak verilmiştir), oluşturulan lif demetlerinin

apı ve uygulanan homojen dađılma test sonucu gsterilmektedir. Sz konusu testler sonucunda, narinlik oranı 30 ila 300250[BE4] aralıđında olan buluş konusu glendirme elemanlarının, beton ierisinde homojen olarak dađıldıđı grlmektedir.

5

Buluşun tercih edilen bir uygulamasında, bahsedilen glendirme elemanının ierdiđi liflerin boyu 40mm - 80mm aralıđındadır. Buluşun tercih edilen bir diđer uygulamasında, sz konusu liflerin eşdeđer apı 1.08mm - 0.36mm aralıđında ve tercihen 0.76mm - 0.68mm aralıđındadır.

10

Buluş konusu glendirme elemanı, yzeyi zerinde yer alan kabartılarla betona uygun şekilde tutunmakta ve boyutsal zellikleriyle, beton ierisinde homojen olarak dađılmaktadır. Sz konusu uygulama iřçilik ve maliyet aısından, mevcut uygulamalar karřısında avantaj sađlamakta, lif miktarının betonun iřlenebilirliđi

15

zerindeki olumsuz etkisi mevcut buluşla azaltılmaktadır.

20