9081.146

ÖZET

BİR KOMPOZİT MALZEME

Mevcut buluş ile hasar görmüş betonun tamiri için kullanıma uygun, agrega + çimento + lif içeren bir kompozit malzeme geliştirilmekte olup, bahsedilen çimento kalsiyum alüminat bazlı çimento ve bahsedilen lifler naylon 6.6 lifleridir. Buluş ile geliştirilen bu kompozit malzeme sayesinde tamir harcının hasarlı bölge uygulanmasından kısa süre sonra servise açılabilmektedir. Bu sayede, betonda oluşan büzülme azaltılmakta, matriks çatlaması azaltılmakta ve betonun durabilitesi artırılmaktadır. Ayrıca buluş ile geliştirilen kompozit malzemenin uygulandığı betonunun yük altındaki şekil değiştirme yeteneği arttırılmakta ve sünek davranış sergilemesi sağlanmaktadır.

İSTEMLER

1. Su ve çimento içeren betonu ve lifleri içeren bir kompozit bir malzeme olup özelliği; bahsedilen çimentonun kalsiyum alüminat bazlı çimento olması ve bahsedilen liflerin naylon 6.6 olmasıdır.

2. İstem 1'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen kalsiyum alüminat bazlı çimentonun toplam çimento ağırlığına göre ağırlıkça %35-40 oranında CaO, % 15-20 oranında Fe_2O_3, % 35-80 oranında Al_2O_3, % 3-5 oranında SiO_2, %0.5-2 oranında MgO, %1-3 oranında TiO_2, %0.1-3 oranında K_2O içermesidir.

3. İstem 2'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen kalsiyum alüminat bazlı çimentonun toplam çimento ağırlığına göre ağırlıkça % 36.04 oranında CaO, % 17.05 oranında Fe_2O_3, % 40.45 oranında Al_2O_3, % 3.73 oranında SiO_2, %0.7 oranında MgO, %1.86 oranında TiO_2 ve %0.13 oranında K_2O içermesidir.

4. İstem 1'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen betonun su/çimento oranının ağırlıkça 0,440 olan kalsiyum alüminat bazlı çimento olmasıdır.

5. İstem 1'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen naylon 6.6 liflerinin kaplamalı, kaplamasız veya bunların karışımı olmasıdır.

6. İstem 5'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen kaplamasız liflerin 25-75 mm boyunda olmasıdır.

7. İstem 6'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen kaplamasız liflerin 36 mm boyunda olmasıdır.

8. İstem 5'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen kaplamalı liflerin 25-75 mm boyunda olmasıdır.

9. İstem 8'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği; bahsedilen kaplamalı liflerin 54 mm boyunda olmasıdır.

10. İstem 1'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği, 1 m^3 hacmindeki betonun içerdiği naylon 6.6 liflerinin 2.28-22.8 kg ağırlığında olmasıdır.

11. İstem 10'a uygun bir kompozit malzeme olup özelliği, 1 m^3 hacmindeki betonun içerdiği naylon 6.6 liflerinin 5 kg ağırlığında olmasıdır.

12. İstem 5'e uygun bir kompozit malzeme olup özelliği, bahsedilen naylon 6.6 liflerinin toplam lif ağırlığına göre ağırlıkça %50 oranında kaplamasız ve toplam lif ağırlığına göre ağırlıkça %50 oranında kaplamalı naylon 6.6 liflerini içermesidir.

13. İstem 12'ye uygun bir kompozit malzeme olup özelliği, kaplamasız naylon 6.6 liflerinin boyunda 36 mm olmasıdır.

14. İstem 12'ye uygun bir kompozit malzeme olup özelliği, kaplamalı naylon 6.6 liflerinin boyunun 54 mm olmasıdır.

9081.146

TARİFNAME

BİR KOMPOZİT MALZEME

İlgili Teknik Alan

Mevcut buluş, betonun tamiri için kullanıma uygun, su ve çimento içeren betonu ve lifleri içeren bir kompozit bir malzeme ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Çimento, ana hammaddeleri kalker ile kil olan ve kum, çakıl, tuğla ve briketten seçilen mineral parçalarını birleştirmede kullanılan bağlayıcı yapı malzemesidir. Çimentonun bu yapıştırma özelliğini yerine getirebilmesi ve bağlayıcı görev görmesi için su ile reaksiyona girerek sertleşmektedir. Çimentonun ana maddeleri olan kırılmış kalker ve kilin demir cevheri ve/ veya kum katılarak öğütülüp toz haline getirilerek, bu malzemenin 1400-1500°C'de döner fırınlarda pişirilmesiyle oluşan ürüne "klinker" denmektedir. Bahsedilen klinker ürününe bir miktar alçı taşı eklenip (%4-5 oranında) çok ince toz halinde öğütülerek çimento çeşitlerinden biri olan portland çimentosu elde edilmektedir. Çimento çeşitlerinden bir diğeri ise kalsiyum alüminat bazlı çimentodur. Kalsiyum alüminat bazlı çimentonun ana hammaddesi alüminyum oksit içeriği yüksek boksit madenidir ve üretim için ayrı bir fırın gerekmektedir. Fırında normal klinkere oranla daha yüksek sıcaklıkta reaksiyonlar meydana gelmektedir. Çimento ve suyun, çakıl, kum gibi "agrega" denilen maddeler ile birleştirilmesinden meydana gelen inşaat yapıtaşına beton denmektedir. Betonu oluşturan bileşenlerin karıştırıldıktan belirli bir süre sonra beton malzemesinin plastik özeliğini kaybedip (yapısındaki suyu kaybederek) sertleşmeye başlamasına priz alma süresi ve/veya katılaşma süresi denmektedir. Priz alma süresi uzun olması bölgenin servise açılma süresini arttırmaktadır. Servise açılan çimentolu sistemler taşıyıcı olarak görev yaptığından zaman

içerisinde betonarmede hasar görülmektedir. Bahsedilen taşıyıcı çimento sistemlerine etkiyen yükler, bu yüklerin homojen olmaması ve negatif veya pozitif momentler sebebiyle betonda hasarlar meydana gelmektedir. Bu hasarların tamiri için teknikte geliştirilmiş ürünler bulunmaktadır. Bu ürünler tamir harcı olup, portland çimentosundan veya portland çimentosu ile kalsiyum alüminat bazlı çimentosunun birlikte kullanılması ile oluşturulmuştur.

Bilinen teknikte çimentolu sistemlerde tamir amaçlı kullanıma uygun olan harçların bir örneği KR100933249 sayılı patent dokümanında yer almakta olup burada, beton tamir harcı ağırlıkça %30-40 portland çimentosu, %2-6 kalsiyum aluminat çimentosu, % 2-5 alumina çimentosu, %2-5 kalsiyum sülfonat, %5-10 silis kumu (ortalama partikül boyutu 0.1-2 mm), %25-35 silis kumu (ortalama partikül boyutu 0.3-0.6 mm), %16-20 silis kumu (ortalama partikül boyutu 0.7-1.2 mm), %5-10 puzzolanik malzeme, %0.4-0.8 alkilalkoksisilan ve %0.1-3 jüt fiberden (ortalama uzunluğu 3-6 mm) içermektedir. Bilinen bir diğer teknikte çimentolu sistemlerde tamir amaçlı kullanıma uygun olan harçların bir örneği JP2006306647 sayılı patent dokümanında yer almakta olup burada, alümina çimento kompozisyonu ve bunları kullanarak onarım metodundan bahsedilmektedir. Söz konusu patentte, alümina çimentosu, puzzolanik malzeme, polimerik fiber (2-15 mm), akışkanlaştırıcı ajan, lityum tuzu, su itici, polimer ve agrega beton karışımının beton tamiri için kullanılmasından bahsedilmektedir.

Tekniğin bilinen durumunda kullanılan portland çimentosunun priz alma süresinin uzun olması, tamir harcının uygulandığı bölgenin servise açılma süresinin uzamasına sebep olmaktadır. Servis süresinin uzaması, işletmelerin zaman kaybı yaşaması, yol güzergahlarının kapalı kalmasına yol açmaktadır. Portland çimentosu kullanımı betonda büzülme sonucu çatlak oluşma riskini arttırmaktadır. Ayrıca bu tamir harçları, çok sayıda katkı maddesi içerdiğinden hasarlı bölgeye uygulanması zor olmaktadır.

Buluşun Kısa Açıklaması

Mevcut buluş ile su ve çimento içeren betonu ve lifleri içeren bir kompozit malzeme geliştirilmekte olup, bahsedilen çimentonun kalsiyum alüminat bazlı çimento olması ve liflerin naylon 6.6 olmasıdır.

Buluş ile geliştirilen bu kompozit malzeme sayesinde tamir harcının uygulanmasından kısa süre (tercihen 2 saat) hasarlı bölge servise açılabilmektedir. Mevcut buluş sayesinde, betonda oluşan büzülme azaltılmakta, matriks çatlaması azaltılmakta ve betonun durabilitesi artırılmaktadır. Geliştirilen kompozit malzeme ile betonun yük altındaki şekil değiştirme yeteneği arttırılmakta ve sünek davranış sergilemesi sağlanmaktadır.

Buluşun Amacı

Mevcut buluşun amacı, çimentolu sistemlerde kolay uygulanabilir tamir amaçlı kompozit ürün geliştirmektir.

Mevcut buluşun diğer amacı, alçı, portland çimentosu ve kalsiyum alüminat bazlı çimento optimizasyonu olmadan kullanılabilen tamir amaçlı kompozit ürün geliştirmektir.

Mevcut buluşun bir diğer amacı, çimentolu sistemlerde önceki tekniğe göre az katkı maddesi içeren kompozit bir ürün geliştirmektir.

Mevcut buluşun bir diğer amacı, yüksek eğilme dayanımlı ve enerji tutma kapasiteli çimentolu sistemler elde etmek için kompozit bir ürün geliştirmektir.

Mevcut buluşun başka bir amacı, yük altında şekil değiştirme yeteneğine sahip çimentolu sistemler elde etmek için kompozit ürün geliştirmektir.

Mevcut buluşun bir başka amacı, çimentolu sistemlerin sünek davranışa sahip olması için kompozit bir ürün geliştirmektir.

Mevcut buluşun başka bir diğer amacı, çimentolu sistemlerin pozitif eğilme momentini arttırmak için kompozit bir ürün geliştirmektir.

Şekillerin Açıklaması

Şekil 1; Yalın beton kullanılarak yapılan 1 numaralı deney çalışmasının Yük-Deplasman grafiği gösterimi.

Şekil 2; 5 kg kaplamasız 36 mm Nylon 6.6 içeren 1 m^3 hacminde beton kullanılarak yapılan 2 numaralı deney çalışmasının Yük-Deplasman grafiği gösterimi.

Şekil 3; 5 kg kaplamalı 54 mm Nylon 6.6 içeren 1 m^3 hacminde beton kullanılarak yapılan 3 numaralı deney çalışmasının Yük-Deplasman grafiği gösterimi.

Şekil 4; Ağırlıkça %50 oranında kaplamalı 54 mm Nylon 6.6 ve yine ağırlıkça %50 oranında kaplamasız 36 mm Nylon 6.6 içeren 5 kg lif içerikli 1 m^3 hacminde beton kullanılarak yapılan 4 numaralı deney çalışmasının Yük-Deplasman grafiği gösterimi.

Şekil 5; Kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan Peak/Üst sınır eğilme dayanımı gerilmesi karşılaştırması grafiği gösterimi.

Şekil 6; Kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan eşdeğer eğilme oranı, Re_3 değerlerinin karşılaştırması grafiği gösterimi.

Şekil 7; Kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan tokluk değerinin karşılaştırması grafiği gösterimi.

Şekil 8; Kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan tasarım momenti karşılaştırması grafiği gösterimi.

Buluşun Açıklaması

İnşaat ve yapı malzemelerinde en sık kullanılan malzemelerden birisi çimentodur. Çimento su ile tepkimeye girip sertleşerek etrafındaki maddeleri birbirine bağlama özelliğine sahiptir ve bu özelliğiyle hidrolik bağlayıcı adını almaktadır. Çimento ve suyun agrega denilen kum ve çakıl bağlayıcı maddeleri ile birleştirilmesiyle beton oluşmaktadır. Taşıyıcı görev gören beton servise açıldıktan sonra yük altında kalmaktadır. Bu yüklerin beton üzerine homojen dağılmaması, negatif veya pozitif momentler oluşturması sebebiyle çatlak, kırılma ve eğilme hasarları oluşur. Bu problemlere çözüm olarak teknikte tamir harcı olarak çimentolu sistemler geliştirilmiştir. Bu çözümler tamir harcının sadece portland çimentosundan veya portland çimentosu ile kalsiyum alüminat bazlı çimentonun birlikte kullanılmasını içermektedir. Tekniğin bilinen durumunda kullanılan portland çimentosunun priz alma süresinin uzun olması, tamir harcının uygulandığı bölgenin servise açılma süresinin uzamasına sebep olmaktadır. Servis süresinin uzaması, işletmelerin zaman kaybı yaşaması, yol güzergahlarının kapalı kalmasına yol açmaktadır. Portland çimentosu kullanımı betonda büzülme sonucu çatlak oluşma riskini arttırmaktadır. Ayrıca bu tamir harçları, çok sayıda katkı maddesi içerdiğinden hasarlı bölgeye uygulanması zor olmaktadır. Mevcut buluş ile hasar görmüş betonun tamiri için kullanıma uygun, çimentolu sistemlerde kullanılmak üzere bir kompozit malzeme geliştirilmektedir.

Mevcut buluş ile hasar görmüş betonun tamiri için kullanıma uygun, su ve çimento içeren betonu ve lifleri içeren bir kompozit malzeme geliştirilmekte olup, bahsedilen çimentonun kalsiyum alüminat bazlı çimento (tercihen su/çimento oranının ağırlıkça 0,440) olması ve bahsedilen liflerin naylon 6.6 olmasıdır. Mevcut

buluşta yer alan kalsiyum alüminat bazlı çimento sahip olduğu hidratasyon ürünleri olan $2CA_8$, $3CAH_6$ ve CAH_{10} sayesinde betonun priz alma süresini azaltmakta, betona yapışma oranını arttırmakta, betonla yüksek uyum içinde olarak betona kararlılık sağlamakta ve darbe dayanımı özelliği kazandırmaktadır.

Mevcut buluşun tercih edilen başka bir uygulamasında bahsedilen kompozit malzeme akışkanlaştırıcı ve/veya priz alma süresi hızlandırıcı içermektedir.

Mevcut buluşun tercih edilen başka bir uygulamasında, bahsedilen naylon 6.6 kaplanmış, kaplanmamış veya bunların karışımı olan naylon 6.6 lifleridir. Ayrıca, su ve çimento içeren betonun 1 m^3 hacmi içerisindeki naylon 6.6 lif miktarı 2.28-22.8 kg (tercihen 5kg) olmaktadır. Yüzdesel olarak, su ve çimento içeren 1 m^3 hacmindeki beton içerisinde naylon 6.6 lifinin toplam ağırlığa göre ağırlıkça oranının 0,2%- 2% olmaktadır. Bahsedilen lif miktarının bu aralıkta olması önemli olmakta, bu aralıkta kullanılmadığında topaklanma oluşturmaktadır. Topaklanmanın oluşması malzeme içerisinde homojenizasyonu bozmaktadır.

Mevcut buluşun tercih edilen bir uygulamasında bahsedilen naylon 6.6 liflerinin toplam lif ağırlığına (tercihen 2.28-22.8 kg/m^3, daha tercihen 5 kg/m^3) göre ağırlıkça %50 oranında kaplamasız (tercihen 25-75 mm, daha tercihen 36-54 mm, en çok tercih edilen 36mm boyunda), toplam lif ağırlığına (tercihen 2.28-22.8 kg/m^3, daha tercihen 5 kg/m^3) göre ağırlıkça %50 oranında kaplamalı (tercihen 25-75, daha tercihen 36-54 mm boyunda, en çok tercih edilen 54mm boyunda) naylon 6.6 liflerini içermesidir.

Mevcut buluşun tercih edilen başka bir uygulamasında, bahsedilen naylon 6.6'nın kaplanmamış olmasıdır. Naylon 6.6 fiberlerin kullanımı ile kompozit malzemeye gevrek yerine sünek davranış kazandırmaktadır. Bu sayede yük altında kalan malzemenin eğilme çatlaması düşmekte, moment kuvveti burkulma kuvvetine karşı malzemenin dayanıklılığı artmaktadır. Naylon 6.6 lifleri tecihen betona kuru haldeyken ilave edilmektedir.

Mevcut buluşun tercih edilen başka bir uygulamasında, bahsedilen kaplamasız naylon 6.6'nın boyu 25-75 mm (tercihen 36-54mm, daha tercihen 36 mm) olmaktadır.

Mevcut buluşun tercih edilen başka bir uygulamasında, bahsedilen naylon 6.6'nın kaplanmış olmasıdır. Bu sayede yapısal olarak dayanımı arttırılmış kompozit bir ürün oluşturulmaktadır. Ayrıca, bahsedilen kaplamalı naylon 6.6'nın boyu 25-75 mm (tercihen 36-54 mm, daha tercihen 54 mm) boyunda uygulanmış olmasıdır.

Mevcut buluşun alternatif bir uygulamasında, bahsedilen kompozit malzeme refraktör betonu, kendiliğinden yayılan şaplar ve yüksek performanslı yapıştırıcı uygulamalarında kullanılmaktadır.

Mevcut buluşun tercih edilen bir uygulamasında, bahsedilen kalsiyum alüminat bazlı çimento toplam çimento ağırlığına göre ağırlıkça %35-40 (tercihen % 36.04) oranında CaO , % 15-20 (tercihen %17.05) oranında Fe_2O_3, % 35-80 (tercihen %40.45) oranında Al_2O_3, % 3-5 (tercihen %3.73) oranında SiO_2 , %0.5-2 (tercihen %0.7) oranında MgO, %1-3 (tercihen %1.86) oranında TiO_2, %0.1-3 (tercihen %0.13) oranında K_2O içermektedir. Dolayısıyla, kalsiyum alüminat bazlı çimento bilinen portland çimentosuna göre ağırlıkça daha tercihen %30-90 oranında alümina ve ağırlıkça daha düşük miktarda kalsiyum (Portland çimentosunda %63.13 oranında, kalsiyum alüminat bazlı çimento %36.04 oranında) içermektedir. Bu sayede mevcut buluş ile beton karışımı bilinene göre daha az miktarda kireç taşı içererek CO_2 salınımı azaltmaktadır.

Kalsiyum alüminat bazlı çimentonun teknikte bilinen portland çimentosu ile karşılaştırılması tablo 1'de belirtilmektedir.

Oksitler	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	MgO	TiO_2	K_2O

PÇ	63.13	2,5	5.1	19.07	2.23	0.27	0.84
CAC 40	36.04	17,05	40,45	3.73	0.7	1.86	0.13

Tablo 1

Kalsiyum alüminat bazlı çimento yapısal olarak portland çimentosu ile aynı temel fazları içermektedir. Bunlar, kalsiyom oksit, silisyum dioksit, alüminyum oksit ve demir oksittir. Fakat bu oksitlerin yüzdeleri her iki çimento için de farklıdır. Bütün Kalsiyum alüminat bazlı çimentolar temel hidrolik faz olan, kalsiyum alüminata (CA veya $CaAl_2O_4$) sahiptir. Diğer fazlar kalsiyum alüminat çimentosu tipine göre değişmektedir. Fakat Kalsiyum alüminat bazlı çimento, portland çimentosunun aksine C_3A fazı içermemektedir. Bu sayede kalsiyum alüminat bazlı çimento beton ürünlerinin maruz kaldığı sülfat atağına karşı direnç oluşturmaktadır.

Çimentolu sistemlerde, hidratasyonları sırasında hacimsel değişiklik gerçekleşmektedir. Harç içerisinde oluşan boşluklar ilk başta su ile doldurulurlar. Fakat zamanla suyun buharlaşması nedeniyle kapiler direnç göstererek makroskobik büzülmeler ve olası çatlaklar oluşur. Kalsiyum alüminat bazlı çimento sahip olduğu genleşme özelliği ile, harçlarda büzülmeyi önleyerek, boyutsal kararlılık sağlamaktadır.

Mevcut buluşun tercih edilen bir diğer uygulamasında, bahsedilen su ve çimento içeren beton malzemesinin $1m^3$'lük hacminin içerdiği bileşenler tablo 2' de belirtilmektedir. Beton harçlarında çimento olarak sadece kalsiyum alüminat bazlı çimento seçildiğinde hızlı sertleşmekte, yüksek sıcaklıklara ve kimyasallara karşı direnç göstermekte ve betona yüksek darbe direci kazandırmaktadır. Ayrıca başka çimentolu sistemlerde görülen hacimsel değişiklik problemini harcın büzülmesini önleyerek ve beton harcına boyutsal kararlılık sağlayarak çözmektedir.

ISIDAÇ 40 İLE YAPILAN BETON ÇALIŞMALARI (+/- %25)	
	ISIDAÇ 40 betonu (Lityum karbonat Katkılı)
–Bağlayıcı– Kalsiyum Alüminat bazlı Çimento miktarı(kg/m^3)	**400**
Su miktarı (kg/m^3)	**176**
Lityum karbonat (kg/m^3)	**0,064**
Melment F10 (kg/m^3)	**3,2**
Su / Çimento	**0,440**
0-4 Kırma ag.(kg/m^3)	**919**
5-12 Kırma ag. (kg/m^3)	**289**
12-22 Kırma ag. (kg/m^3)	**599**
İlk Çökme (cm)	**18**
Teorik birim ağırlık (kg/m^3)	**2387**

Tablo 2

Mevcut buluş ile hasar görmüş betonun tamiri için kullanıma uygun, su ve çimento içeren betonu ve lifleri içeren bir kompozit bir malzeme büzülmediğinden rötreden oluşan çatlak oluşma riski problemini çözmekte servis ömrünü arttırmaktadır.

Mevcut buluş ile geliştirilen kompozit malzeme ve yalın beton için karşılaştırmalı deneyler yapılmış olup bu deneylerin sonuçları Tablo 3'te belirtilmiştir. Buluşa konu olan kompozit malzemenin testleri ASTM C 1609 olan deney düzeneğinde, 15cm-15cm-50cm boyutlarında numuneleri ile yapılmaktadır. Deney esnasında mesnet aralığı 45 cm olarak belirlenmiştir. Deney sonucunda pik eğilme gerilmesi (MPa), pik yük (N), 3 mm sehime kadar eğri altında kalan alan (Joule), eşdeğer eğilme oranı (Re_3) 0.75 mm- 3 mm sehimlere karşılık gelen artık gerilme dayanımı

(rezidüel dayanım) hesaplanmaktadır. Beton kiriş testleri numuneler üretildikten 6 saat sonra yapılmıştır.

Deney no	Lif İçeriği	Dozaj, kg/m^3	Numune Adeti
1	-	-	3
2	36 mm Kaplamasız Nylon 6.6	5	3
3	54 mm Kaplamalı Nylon 6.6	5	3
4	%50 54 mm (Kaplamalı)- %50 36 mm Kaplamasız Nylon 6.6	5	3

Tablo 3

Beton etkisini yitirdikten sonra eğilme mukavemetine yaptığı yüzdelik katkı Re_3 eşdeğer eğilme oranıdır ve pozitif moment hesabında kullanılmaktadır. Yalın betonun moment kapasitesi tercihen [1] numaralı eşitlik ile belirlenmektedir.

$$M_n = \frac{f_{ctk,l}}{\gamma_c}\left(\frac{h^2}{6}\right) \qquad [1]$$

Burada eşitlikte betonun eğilme dayanımı (fctk,l), plak kalınlığı (h), malzeme güvenlik katsayısı (∂c) olarak belirtilmektedir. Bahsedilen formül ile yalın moment kapasitesi hesaplanmış olup sonuçları aşağıdaki Tablo 4'te belirtilmektedir. Bu sonuçlara göre elde edilen yalın betonun yük-deplasman grafiği Şekil 1'de gösterilmektedir.

Yalın Beton						
	Tepe Yükü(ilk çatlak yükü) Pp	Tepe Yükü Gerilme f1	Tokluk (0-3mm sehim aralığı için) (joule) T^D_{150}	Re3 (Ortalama eşdeğer eğilme dayanımı oranı)	Rezidüel dayanımı (L/600=0.75 mm sehim için) f^D_{600}	Rezidüel dayanımı (L/450=3 mm sehim

						için) f^{D}_{150}
	(N)	**(MPa)**	**Joule**	**%**	**(MPa)**	**(MPa)**
1	29473	3,93	-	-	-	-
2	31914	4,26	-	-	-	-
3	21603	2,88	-	-	-	-
Ortalama	**27663**	**3,69**	-	-	-	-

Tablo 4

Su ve çimento içeren betonu ve lifleri içeren bir kompozit malzemenin moment kapasitesi tercihen [2] numaralı eşitlikle belirlenmektedir. Burada eşitlikte betonun eğilme dayanımı (fctk,l), plak kalınlığı (h), malzeme güvenlik katsayısı (∂c) olarak belirtilmektedir.

$$M_p = \frac{f_{ctk,l}}{\gamma_c}\left(R_{c,3}\right)\left(\frac{h^2}{6}\right) \qquad [2]$$

Mevcut buluşun alternatif bir uygulamasında, bahsedilen kaplamasız naylon 6.6'nın boyu 36-54 mm'dir. Boyu 36-55 mm (tercihen 36mm) arasında olan naylon 6.6 içeren kompozit malzemeden alınan üç adet kardeş numune ile yapılan tepe yükü, tepe yükü gerilme, tokluk, rezidüel dayanımı testleri yapılmış olup bunların sonuçları ve ortalama değeri Tablo 5'te verilmektedir. Bu kompozit malzemelerin ASTM C 1609 deneyinde elde edilen yük-deplasman grafiği Şekil 2'de belirtilmektedir.

5 kg/m^3 36 mm Nylon 6.6 Kaplamasız Fiberleri						
	Tepe Yükü(ilk çatlak yükü) Pp	**Tepe Yükü Gerilme f1**	**Tokluk (0-3mm sehim aralığı için) (joule) T^{D}_{150}**	**Re3 (Ortalama eşdeğer eğilme dayanımı oranı)**	**Rezidüel dayanımı (L/600=0.75 mm sehim için) f^{D}_{600}**	**Rezidüel dayanımı (L/450=3 mm sehim için) f^{D}_{150}**
	(N)	**(MPa)**	**Joule**	**%**	**(MPa)**	**(MPa)**

1	32405	4,32	36	37	1,43	1,07
2	29499	3,93	36	41	1,72	0,70
3	29448	3,93	37	42	1,65	1,34
Ortalama	**30451**	**4,06**	**36**	**40**	**1,60**	**1,04**

Tablo 5

Mevcut buluşun tercih edilen başka bir uygulamasında, bahsedilen kaplamalı naylon 6.6'nın kompozit ürün içerisinde 36-54 mm (tercihen 54 mm) boyunda uygulanmış olmasıdır. Lifler yalın betona kuru halde uygulanmıştır. Bu uygulama ile ilgili yapılmış olan kompozit malzemeden alınan üç kardeş numunenin deney sonucu ve ortalama değer tablo 6'da belirtilmiştir. Bu kompozit malzemelerin ASTM C 1609 deneyinde elde edilen yük-deplasman grafiği Şekil 3'te belirtilmektedir.

5 kg/m^3 54 mm Kaplamalı Nylon 6.6						
	Tepe Yükü(ilk çatlak yükü) Pp	**Tepe Yükü Gerilme f1**	**Tokluk (0-3mm sehim aralığı için) (joule) T^D_{150}**	**Re3 (Ortalama eşdeğer eğilme dayanımı oranı)**	**Rezidüel dayanımı (L/600=0.75 mm sehim için) f^D_{600}**	**Rezidüel dayanımı (L/450=3 mm sehim için) f^D_{150}**
	(N)	**(MPa)**	**Joule**	**%**	**(MPa)**	**(MPa)**
1	28039	3,74	40	47	1,39	1,43
2	28953	3,86	52	60	1,66	1,79
3	31143	4,15	57	61	1,98	1,90
Ortalama	**29378**	**3,92**	**49**	**56**	**1,53**	**1,61**

Tablo 6

Mevcut buluşun tercih edilen başka bir uygulamasında, kompozit malzeme içerisinde toplam lif ağırlığına göre ağırlıkça %50 oranında kaplamalı (tercihen 54 mm boyunda) naylon 6.6 ve toplam lif ağırlığına göre ağırlıkça %50 oranında kaplamasız (tercihen 36 mm boyunda) naylon 6.6 içermektedir. Lifler yalın betona kuru halde uygulanmıştır. Bu uygulama ile ilgili yapılmış olan kompozit

malzemeden alınan üç kardeş numuneden elde edilen deney sonucu ve ortalama değer tablo 7'de belirtilmiştir. Bu kompozit malzemelerin ASTM C 1609 deneyinde elde edilen yük-deplasman grafiği Şekil 4'te belirtilmektedir.

Toplamda 5 kg/m^3; (2,5 kg/m3)54 mm Kaplamalı + (2,5 kg/m3) 36 mm Kaplamasız Nylon 6.6						
	Tepe Yükü(ilk çatlak yükü) Pp	**Tepe Yükü Gerilme f1**	**Tokluk (0-3mm sehim aralığı için) (joule) T^D_{150}**	**Re3 (Ortalama eşdeğer eğilme dayanımı oranı)**	**Rezidüel dayanımı (L/600=0.75 mm sehim için) f^D_{600}**	**Rezidüel dayanımı (L/450=3 mm sehim için) f^D_{150}**
	(N)	**(MPa)**	**Joule**	**%**	**(Mpa)**	**(Mpa)**
1	25763	3,44	38	50	1,48	1,37
2	33468	4,46	42	42	1,72	1,27
3	30893	4,12	47	51	1,78	1,6
Ortalama	**30041**	**4,01**	**43**	**48**	**1,66**	**1,41**

Tablo 7

Buluşa konu olan kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan peak/üst sınır eğilme dayanımı gerilmesi karşılaştırması sonuçları Şekil 5'te verilmektedir. Peak/üst sınır değerlerine bakıldığında numune sonuçlarının birbiri ile uyum içinde ve benzer olduğu gözlenmiştir.

Buluşa konu olan kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan eşdeğer eğilme oranı, Re_3 karşılaştırması sonuçları Şekil 6'da verilmektedir. Tüm naylon 6.6 fiberli katkılı kompozit malzemelerde %30'dan büyük Re_3 değerleri elde edilmiştir. Dolayısıyla bu Re_3 değerleri TR 34 (Concrete Industrial Ground Floors) ve ACI 360 (Guide to Design of Slabs-on-Ground) saha-zemin beton dizayn rehberlerinde belirtilen şekilde %30'dan yüksek olarak çıkmıştır.

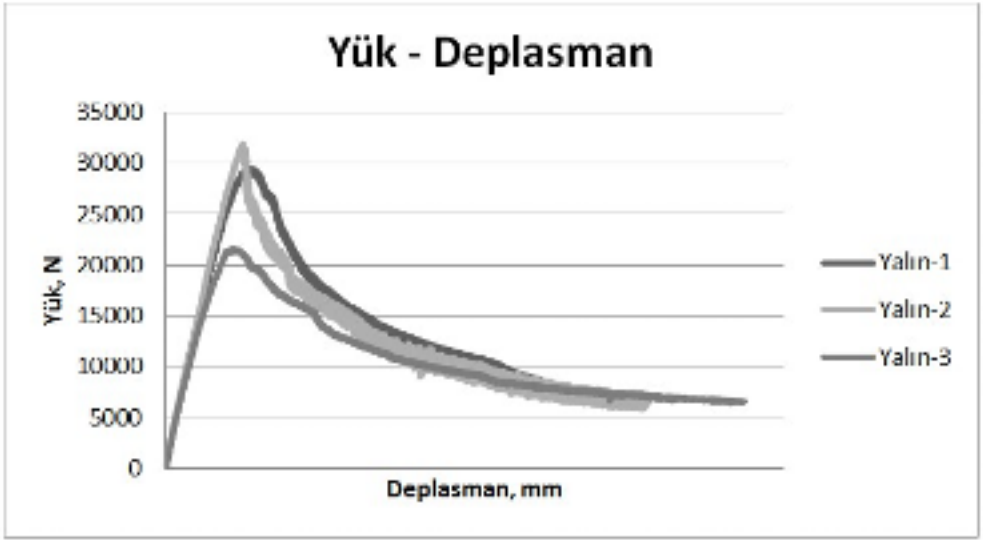
Buluşa konu olan kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan tokluk değerinin karşılaştırması sonuçları Şekil 7'de verilmektedir.

Buluşa konu olan kompozit malzemenin ASTM C 1609 deney düzeneğinde yapılan tasarım momenti karşılaştırması sonuçları Şekil 8'de ve tasarım momenti kapasiteleri karşılaştırma değerleri tablo 8'de gösterilmektedir. Toplam sisteme fiber tarafından yapılan moment katkıları dikkate alındığında, hesaplanan tasarım momentleri (Mn+Mp) 3 farklı fiber seçeneğinde de yaklaşık olarak aynı dozajlar benzer kapasite sonuçlarını vermektedir.

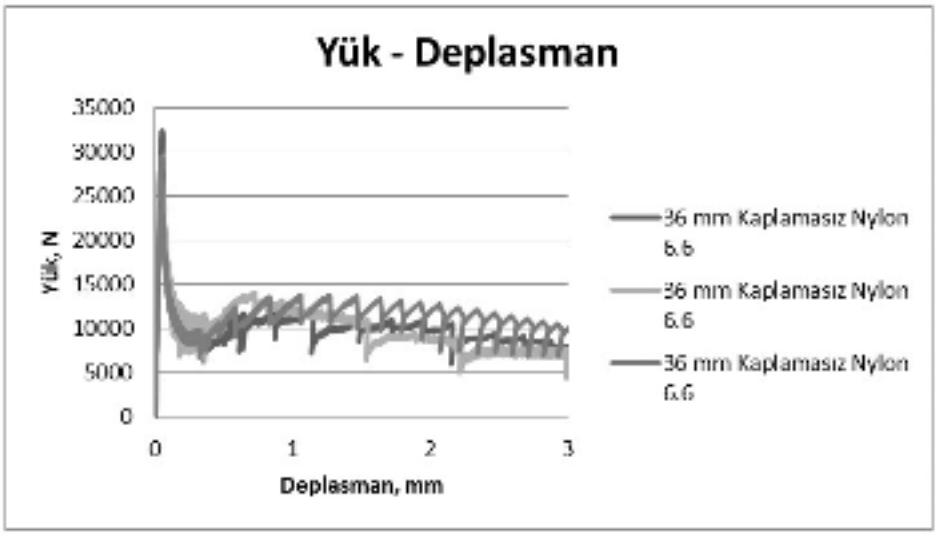
Numune	**Mn (kNm/m) (Negatif Moment)**	**Mp (kNm/m) (Pozitif Moment)**	**Tasarım Momenti (kNm/m)**	**h, mm-beton kalınlığı**
Yalın	16,40	0	18,20	200
36 mm Kaplamasız Nylon 6.6	18,04	7,18	25,22	200
Hİbrid	17,81	8,46	26,27	200
54 mm Kaplamalı Nylon 6.6	17,41	9,74	27,15	200

Tablo 8

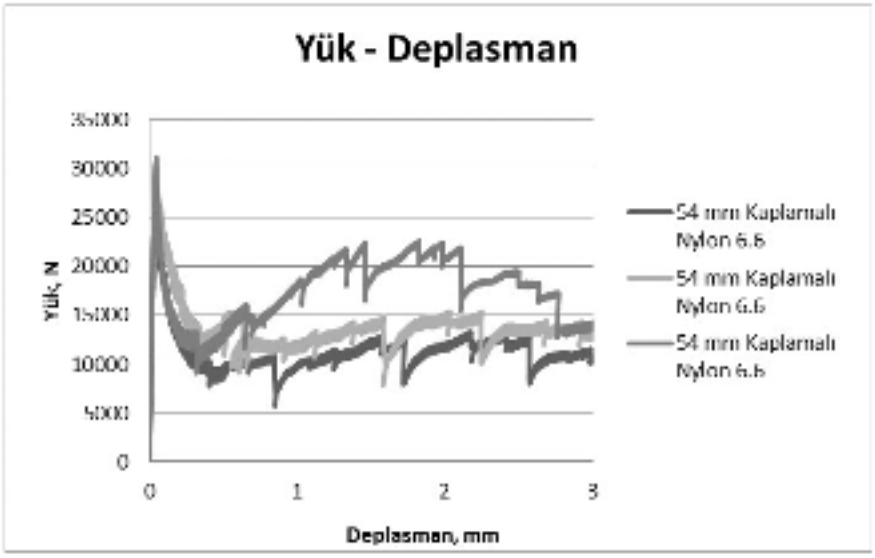
Buluş ile geliştirilen bu kompozit malzeme sayesinde tamir harcının uygulanmasından kısa süre (tercihen 2 saat) hasarlı bölge servise açılabilmektedir. Mevcut buluş sayesinde, betonda oluşan büzülme azaltılmakta, matriks çatlaması azaltılmakta ve betonun durabilitesi artırılmaktadır. Geliştirilen kompozit malzeme ile betonun yük altındaki şekil değiştirme yeteneği arttırılmakta ve sünek davranış sergilemesi sağlanmaktadır.



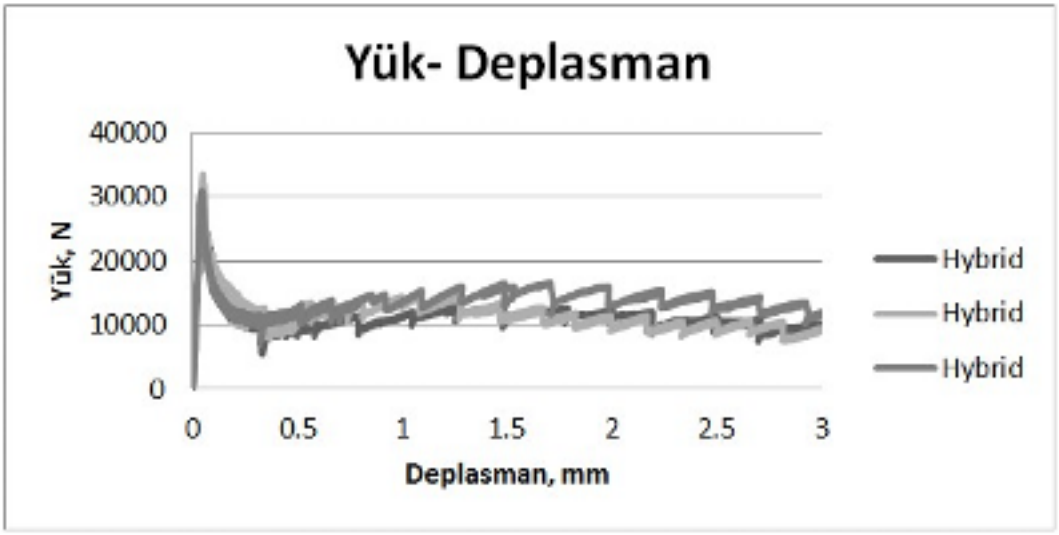
Şekil-1



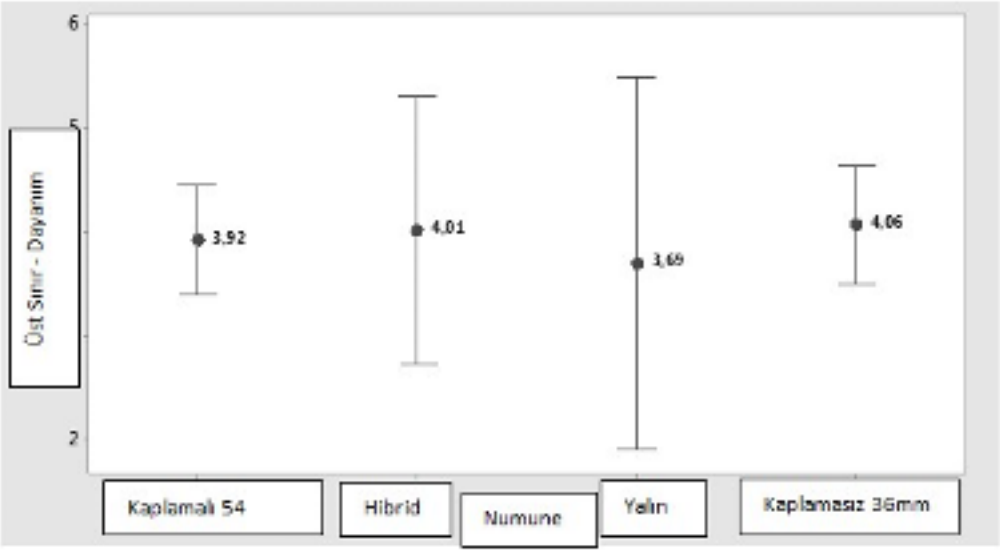
Şekil- 2



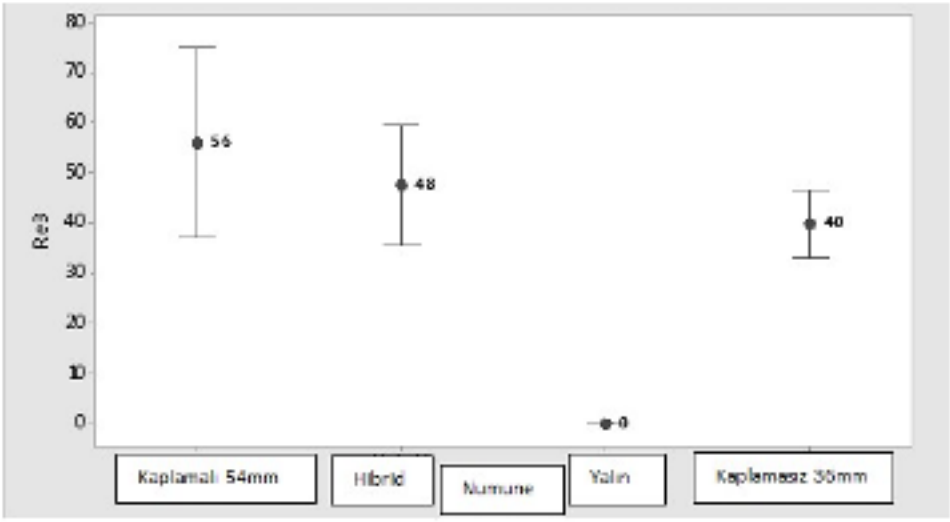
Şekil-3



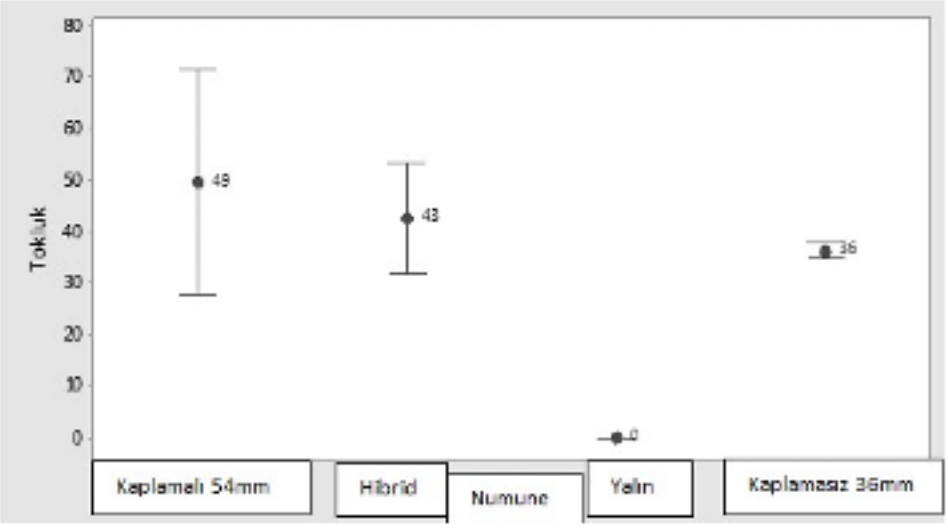
Şekil-4



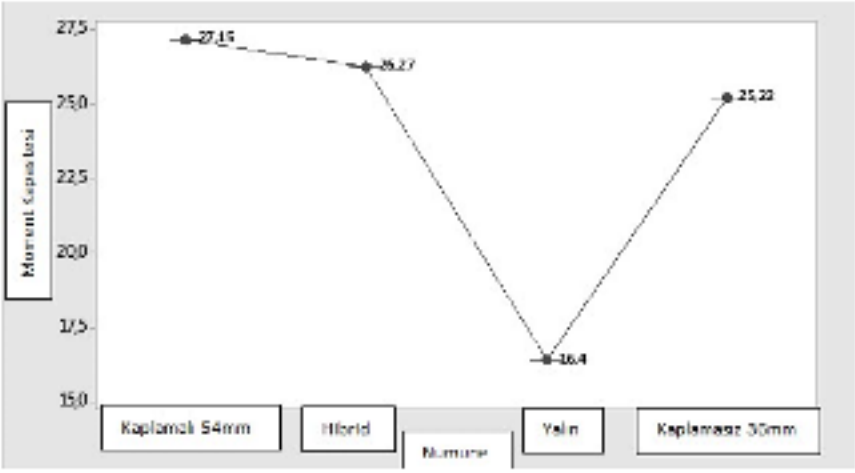
Şekil-5



Şekil-6



Şekil-7



Şekil-8