FARKLI ORANLARDA HİPER AKIŞKANLAŞTIRICI ve POLİPROPİLEN LİF KATKILI BETONLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Prof. Dr. İlker Bekir TOPÇU[1], Hasan BAYLAVLI

[1]Eskisehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Eskişehir-TÜRKİYE
ilkerbt@ogu.edu.tr

[2]Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Çorum- TÜRKİYE
hasanbaylavli@hitit.edu.tr

Özet: Bu çalışmanın amacı günümüzde yaygın olarak kullanılan polipropilen lif katkılı betonlardan elde edilen agregaların yeniden beton üretiminde değerlendirilmesidir. Geri dönüşümün elde edildiği kaynak betonu polipropilen lif katkılı betondur. Kaynak betonundan elde edilen agregalar, çeneli kırıcıda kırıldıktan sonra, polipropilen lifler agregalardan ayrıştırılmadan betonda kullanılmıştır. Kaynak betonlarda sekiz çeşit polipropilen lif kullanılmıştır. Deneyler için 150 mm çapında ve 300 mm yüksekliğinde silindir numuneler kullanılmıştır. Numuneler 120 gün sonunda çeneli kırıcıda kırılmıştır. Kırma sonucunda, 4-15 mm ve 15-22.4 mm boyutlarında polipropilen lifli geri dönüşüm iri agregalar elde edilmiştir. Laboratuvar tipi çeneli kırıcıda yeterli incelikte ince agrega elde edilememiştir. Bu yüzden geri dönüşüm agregalı betonda, ince agrega olarak 0-4 mm doğal kum kullanılmıştır. Geri dönüşüm agregalı üretilen betonda, basınç, yarmada çekme, dört nokta eğilme, aşınma ve su emme deneyleri yapılmıştır. Polipropilen lif katkısı kaynak betonun basınç basınç dayanımını düşürmüş, yarmada çekme ve eğilme dayanımını arttırmıştır. Geri dönüşüm agregalı betonun kaynak beton değerlerine yaklaşabilmesi için, ince agrega olarak doğal kum kullanılması sonucuna varılmıştır. Elde edilen geri dönüşüm agregalı betonun 28 günlük basınç 32.2 ile 43.6 MPa arasındadır. Geri dönüşüm agregalı betonun dört nokta eğilme, yarmada çekme dayanımları düşmüştür. Aşınmaya karşı direnci zayıflamıştır. Su emme değerleri artmıştır.

Keywords: Lif, Geri Dönüşüm, Eğilme, Yarmada-çekme, Basınç dayanımı.

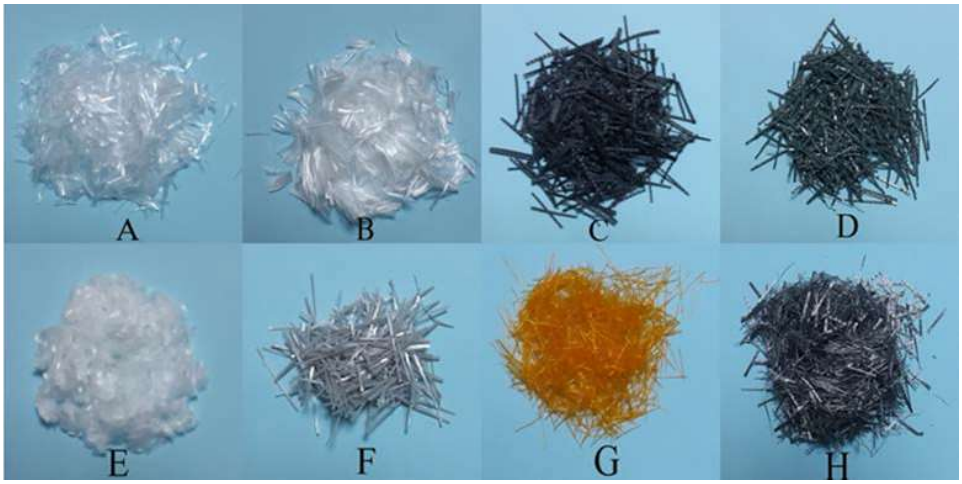
Giriş

Agreganın sürekli doğadan alınması ekeolojik dengesizliğe neden olmaktadır (Khoshkenari, Shafigh, Moghimi ve Mahmud, 2014, Naik, 2008, Mehta ve Monteiro 2006, Kunieda ve Nakamura, 2014). İnşaat sektörü, kaynak tüketicisi ve atık üreticisidir (Cachim, 2009, Jianzhuang, Wengui, Yuhui ve Xiao, 2012). İnşaat atıkları daha çok dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır (Topçu ve Günçan, 1995, Tam Vivian ve Tam, 2009). İnşaat atıklarının yarısını beton atıklar oluşturmaktadır (Tam Vivian, Gao, Tam ve Ng, 2009, Tabsh ve Abdelfatah, 2009). Beton atıklarının yapısal betonlarda kullanımı, çevre açısından önemlidir (Jiménez, Ayuso, Galvín, López ve Agrela, 2012). Türkiye de 1999 yılındaki deprem sonrasında, sadece Adapazarı ilinde yaklaşık 2 milyon ton atık beton çıkmıştır. Atık betonun değerinin 5,5 milyon dolar olduğu belirtilmiştir (Gümrükçüoğlu, İleri, Sümer ve Seyfettinoğlu, 2000). Beton atıklarının taze betonda agrega olarak kullanılması yönündeki çalışmaları arttırmıştır (Kou ve Poon, 2012, Medina, Zhu, Howind, Rojas ve Frías, 2014). Yapısal betonda kullanımının üzerindeki en olumsuz etkisi, agrega üzerindeki yapışık harçtır (Kwan, Ramli, Kam ve Sulieman, 2012). Geri dönüşüm agregasının beton içindeki tane boyutu dağılımı önemli bir etkendir (Xiao, Li, Shen ve Poon, 2015). Geri dönüşüm agregalarının su emme değeri yüksektir (Khoshkenari, Shafigh, Moghimi ve Mahmud, 2014, Jianzhuang, Wengui, Yuhui ve Xiao, 2012, Xiao, Li, Shen ve Poon, 2015, Kibert, 1993, Barra ve Vazquez, 1999, Padmini, Ramamurthy ve Mathews, 2009). Yeşil beton üretiminde geri dönüştürülmüş agrega ve kauçuk parçaları da kullanılmıştır (Jian-He, Yong-Chang, Li-Sha ve Zhi-Hong, 2015). Geri dönüştürülmüş agrega kullanılarak üretilen betonun performansını iyileştirmek amacıyla çimentonun belli oranında mineral katkı ilaveleri yapılmıştır (Dilbaş, Şimşek ve Çakır, 2014, Kou, Poon ve Agrela, 2011). İnşaat ve yıkım atıklarının çevreye zarar vermeden yeniden kullanmanın yolu bu atıkları agregaya dönüştürmektir. Geri dönüştürülmüş agregalar daha çok yapı temelleri, kaplamalar ve zemin stabilizasyonunda değerlendirilmektedir (Oikonomou, 2005). Prekast beton artıklarından elde edilen geri dönüştürülmüş kaba agrega ile üretilen betonda süperplastikleştirici kullanımının önemine değinmişlerdir (Soares, De Brito, Ferreira ve Pacheco, 2014). Betonun zayıf yönlerini geliştirmek amacıyla betonda lif katkılarının kullanımı her geçen gün artmaktadır. Liflerin beton üzerindeki etkileri, lifin tipine, cinsine, şekline, boyutlarına ve betonu oluşturan diğer malzemelerin özeliklerine göre değişmektedir (Topçu ve Canbaz, 2006). Polipropilen lif katkılı betonlardan elde edilen geri dönüşüm agregalarının, su emme değerlerinde artış görülmüştür. Ayrıca darbe dayanımı ve donma çözülme sonrası ağırlık kayıpları da artmıştır (Topçu ve Baylavlı, 2016). Lif katkılı betonların da geri dönüşümü çevre kirliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, farklı tip ve özelikteki polipropilen lif katkılı kaynak betonlarından elde edilen geri dönüşüm agregaların yeniden betonda kullanılmasını amaçlamaktadır.

 Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)

Malzemeler ve Yöntem

Deneysel çalışmada öncelikle lif katkılı ve lif katkısız kaynak betonlar üretilmiştir. Lif katkılı beton karışımlarında sekiz çeşit polipropilen lif kullanılmıştır (Şekil 1). Polipropilen liflerin teknik özelikleri Tablo 1'de verilmiştir. Kaynak beton karışımına her lif çeşidinden üç farklı oranda katılmıştır. Lif oranları 600-1200 ve 1800 g/m^3'tür. S: Polipropilen lif katkısız kaynak betonları, A,B,C,D,E,F,G,H ise polipropilen lifleri ifade etmektedir. Örneğin A6; A lifinden 600 g/m^3 katkılı, B12; B lifinden 1200 g/m^3 katkılı, C18; C lifinden 1800 g/m^3 katkılı olduğunu göstermektedir. Kaynak beton üretiminde, 0-4mm, 4-15mm ve 15-22,4mm boyutlarında kırmataş agrega kullanılmıştır. Tüm karışımlardaki çimento tipi CEM I 42.5 R'dir. Kaynak beton karışımnımdaki su-çimento oranı sabit tutulmuştur. Taze betonun akışkanlığını korumak için hiperakışkanlaştırıcı katkı kullanılmıştır. Karışımlardaki lif oranı arttıkça akışkanlaştırıcı katkı oranı da arttırılmştır. Akışkanlaştrıcı katkı oranı, taze betonun çökmesinin belli bir değerin altına inmemesi ve segregasyon yapmaması için deneme karışımları ile belirlenmiştir. Lif katkılı ve katkısız olmak üzere 25 seri kaynak beton üretilmiştir. Kaynak beton numune boyutları 150 mm çapında ve 300 mm yüksekliğindedir. Kaynak beton karışım oranları Tablo 2'de verilmiştir. Kaynak betonlar 120 gün sonunda çeneli kırıcıda kırılmıştır (Şekil 2). Kaynak beton üretiminde kullanılan agrega boyutlarına göre kırım yapılmıştır. Kırım sonunda 0-4mm, 4-15mm ve 15-22,4mm boyutlarında geri dönüşüm agregaları elde edilmiştir. Kırma işlemi sırasında bazı liflerin koptuğu bazı liflerin ise harçtan kolayca sıyrıldığı görülmüştür. Özellikle kancalı ve nervürlü liflerin agregalar ve harç arasında köprü görevi yaparak kırma sırasındaki dağılmayı azaltmıştır (Şekil 3).



Şekil 1. Polipropilen Lifler

Tablo 1. Polipropilen Liflerin Teknik Özelikleri

Lif	Çekme Dayanımı (MPa)	Birim Ağırlık (g/cm^3)	Ergime Noktası (˚C)	Elastisite Modülü (MPa)	Su Emme (%)
A	450-600	0.91	160-590	3500	0.01/0.02
B	400-500	0.91	160-590	3500	0.01/0.02
C	400-800	1.36	253	11300	0.04
D	400-800	1.36	253	11300	0.04
E	600-700	0.91	150-160	3500	0.01/0.02
F	620	0.90	160-590	9500	-
G	400-800	1.36	250	11237	0.4
H	600	0.90	230	3800	0.01/0.02
Fiber	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Narinlik	Şekli
A	12	0.48	0.30	25	Dairesel
B	19	0.48	0.30	37.5	Dairesel
C	30	1.20	0.30	100	Yivli
D	30	1.20	0.45	25	Kancalı
E	30	0.48	0.30	62.5	Dairesel
F	40	0.433	0.433	0.92	Düz
G	18	0.3	0.50	36	Dairesel
H	20	0.6/1.3	0.18/0.22	33/46	Düz

 Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)



Şekil 2. Çeneli Kırıcı

Tablo 2. Kaynak Beton Karışım Oranları

Karışıma Giren Malzemeler		CNL	Karışımlar ve Lifler, g/m^3		
			600	1200	1800
Kum (0-4 mm)	(kg/m^3)	1127	1127	1127	1127
Kırma Taş (7-15 mm)	(kg/m^3)	451	451	451	451
Kırma Taş (16-22,4 mm)	(kg/m^3)	301	301	301	301
Su	(kg/m^3)	156	156	156	156
Çimento	(kg/m^3)	300	300	300	300
Polipropilen Lif	g/m³	-	600	1200	1800
Katkı	%	0,6	0,8	0,9	1,1
Su-çimento ratio	W/C	0.52	0,52	0,52	0,52
Birim Ağırlık	(kg/m^3)	2335	2335	2335	2335



Şekil 3. Polipropilen Lifli Geri Dönüşüm Agregaları

Geri Dönüşüm Agregalarının Yeniden Beton Karışımında Kullanımı

Kaynak betondan elde edilen geri dönüşüm agregalarının yeniden betonda kullanılması için öncelikle deneme karışımları yapılmıştır. Laboratuvar tipi çeneli kırıcıda yeterli incelikte ince agrega elde edilememiştir. Yapılan deneme karışımlarında, geri dönüşümden elde edilen ince agreganın (0-4mm) tamamının ince agrega olarak betonda kullanımının, taze beton özeliklerini olumsuz etkilediği görülmüştür. İnce malzeme oranı az olduğundan üretilen betonda segregasyonun çok fazla olduğu gözlenmiştir. Bu yüzden ince agrega miktarının yarısı kadar doğal kırma taş kum kullanılmıştır. Geri dönüşüm agregalı betona iri agrega olarak, 4-15 mm ve 15-22.4 mm boyutlarında geri dönüşüm agregaları ilave edilmiştir. Kaynak beton karışımlarında her lif çeşidinden üç farklı oranda (600-1200 ve 1800 g/m^3) kullanıldığından, her lif çeşidinden üç farklı geri dönüşüm agregası elde edilmiştir. Yeni karışımlarda her lif çeşidinden elde edilen agregalar kendi içinde karıştırılarak kullanılmıştır. Örneğin, A lifli karışımdan elde edilen 600-1200 ve 1800 g/m^3 lif katkılı geri dönüşüm agregaları kendi içinde eşit ağırlıklarda karıştırılmıştır. RS: Polipropilen lif katkısız kaynak beton geri dönüşüm agregalı betonu göstermektedir. PRF: Polipropilen lif katkılı kaynak beton geri dönüşüm agregalı betonu göstermektedir. Geri dönüşüm agregalı betonun karışım oranları Tablo 3'te verilmiştir.

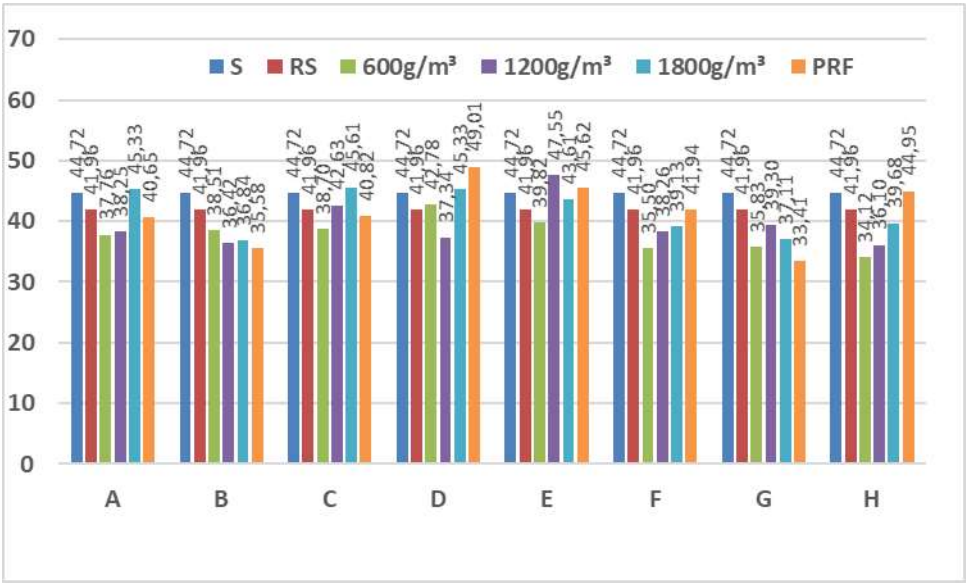
 Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)

Tablo 3. Geri Dönüşüm Betonu Karışım Oranları

Bileşenler		RS	PRF, g/m^3
Kırmataş Kum (0-4 mm)	(kg/m^3)	564	564
Geri Dönüşüm Kum (0-4 mm)	(kg/m^3)	563	563
Geri Dönüşüm Agregası (4-15 mm)	(kg/m^3)	410	410
Geri Dönüşüm Agregası (15-22,4 mm)	(kg/m^3)	251	251
Su	(kg/m^3)	196	196
Çimento	(kg/m^3)	350	350
Polipropilen Lif	g/m^3	-	600+1200+1800
Katkı	%	0,5	0,5
Su-Çimento Oranı	W/C	0.56	0,56
Birim Ağırlık	(kg/m^3)	2340	2340

Basınç Dayanımı

Lif katkılı ve lif katkısız betonlardan elde edilen geri dönüşüm agregalarının yeniden betonda kullanılması ile yapılan betonun 28 günlük basınç dayanımları incelenmiştir. Kaynak betonların basınç dayanımları ile lif katkılı ve lif katkısız geri dönüşüm agregalı betonların basınç dayanımları karşılaştırılmıştır. Basınç dayanımları için 15x30cm'lik silindir numuneler kullanılmıştır. Lif katkısız kaynak betonun (S) basnç dayanımı 44,72 MPa'dır. RS betonunun, kaynak betonun basınç dayanımını sağlaması için deneme çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda çimento miktarı 50 kg arttırıldığında kaynak beton basınç dayanımına yaklaştığı sonucuna varılmıştır. RS betonunun basınç dayanımı 41,696 MPa'dır. Kaynak betondaki çimento miktarı 300 kg/m^3 iken, geri dönüşüm betonlarındaki çimento miktarı 350 kg/m^3'tür. Lif katkılı betonlardan elde edilen geri dönüşüm agregalı betonların (PRF) basınç dayanımları yaklaşık 33 MPa ile 49 MPa arasında değişmektedir. İnce agrega olarak doğal kum kullanılması ve çimento miktarının 50 kg arttırılması ile kaynak beton basınç değerlerine yakın değerler elde edilebildiği sonucuna varılmıştır (Şekil 4).

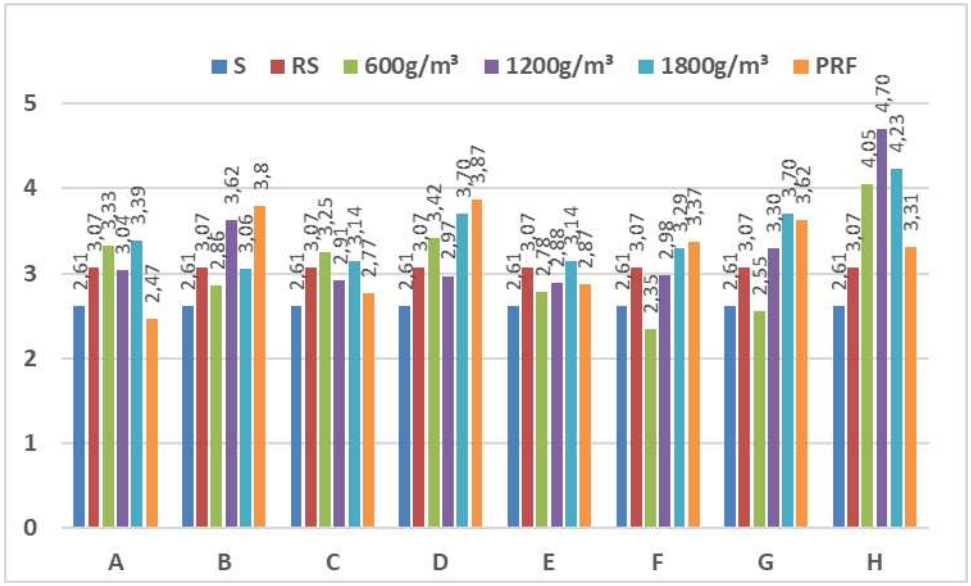


Şekil 4. Slindir Basınç Dayanım Sonuçları

Yarmada-Çekme Dayanımı

Polipropilen lif katkısız kaynak betonun yarmada çekme dayanımı 2.61 MPa'dır. Polipropilen lif katkılı kaynak betonların yarmada çekme dayanımları 2.35 MPa ile 4.70 MPa arasında değişmektedir. Polipropilen lif katkısı betonun yarmada çekme dayanımını arttırmıştır. Polipropilen lif katkılı betonlardan elde edilen geri dönüşüm agregalı betonların yarmada çekme dayanımları 2.47 MPa ile 3.87 Mpa arasında değişmektedir. A. C, E ve H lifli karışımlarda kaynak betona göre yarmada çekme dayanımları düşerken diğer karışımlarda artmıştır (Şekil 5).

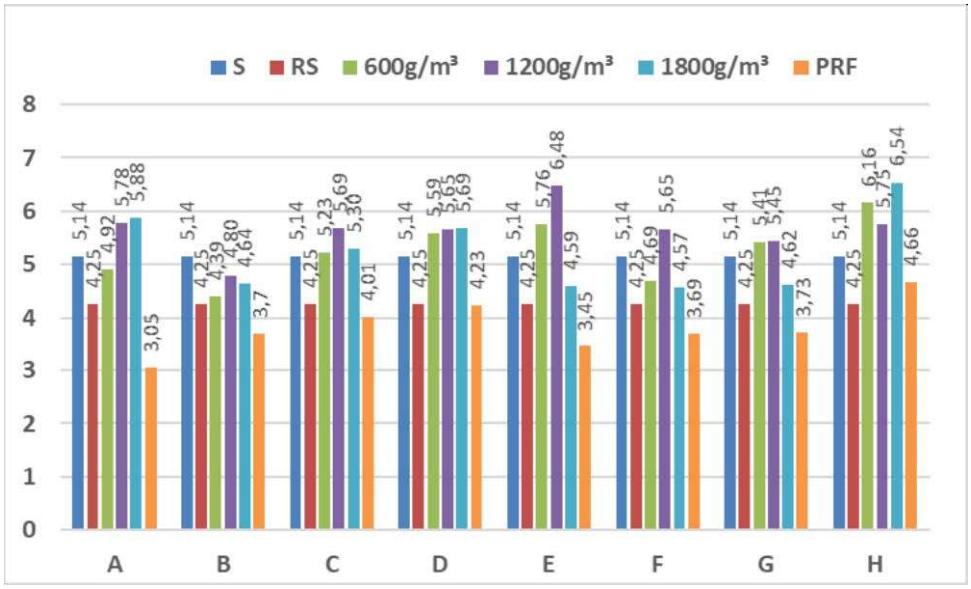
 Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)



Şekil 5. Yarmada-Çekme Dayanım Sonuçları

Eğilme Dayanımı

Polipropilen lif katkısız kaynak betonun eğilme dayanımı 5.14 MPa'dır. Polipropilen lif katkılı kaynak betonların eğilme dayanımları 4.25 MPa ile 6.54 MPa arasında değişmektedir. Polipropilen lif katkısı betonun eğilme dayanımını arttırmıştır. Polipropilen lif katkılı betonlardan elde edilen geri dönüşüm agregalı betonların eğilme dayanımları 3.05 MPa ile 4.66 Mpa arasında değişmektedir. Geri dönüşüm agregalı betonların eğilme dayanımları kaynak betonlara göre düşmüştür (Şekil 6).

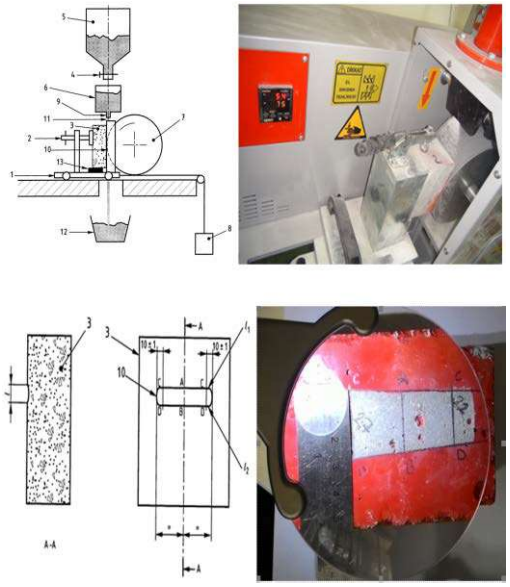


Şekil 6. Eğilme Dayanım Sonuçları

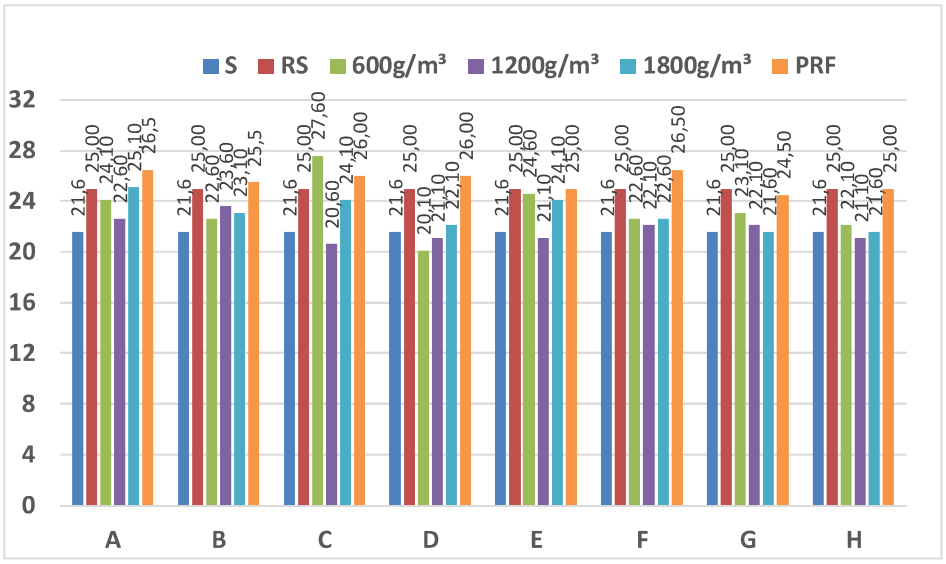
Aşınma Dayanımı

Dikey aşınma deneyi için 70x70x115mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Aşınma cihazında numuneler, 75/dakika devir ve F80 alüminyum oksit zımpara tozu ile debisi dakikada 2,5 litre olacak şekilde aşındırılmıştır (Şekil 5). Aşındırılan yüzey üzerinde iki noktadan aşınma mesafeleri ölçülmüş ve ortalama aşınma boyutları kalibrasyon düzeltmesi ile hesaplanmıştır (Şekil 7). Numunelerin aşınma deneyi 28 gün sonunda yapılmıştır. Polipropilen lif katkısının betonun aşınmaya karşı direncini zayıflattığı sonucuna varılmıştır. Geri dönüşüm agregalı betonda aşınma değerleri de kaynak betona göre daha da artış göstermiştir (Şekil 8).

 Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)



Şekil 7. Aşınma Dayanımı Deney Cihazı ve Ölçümler

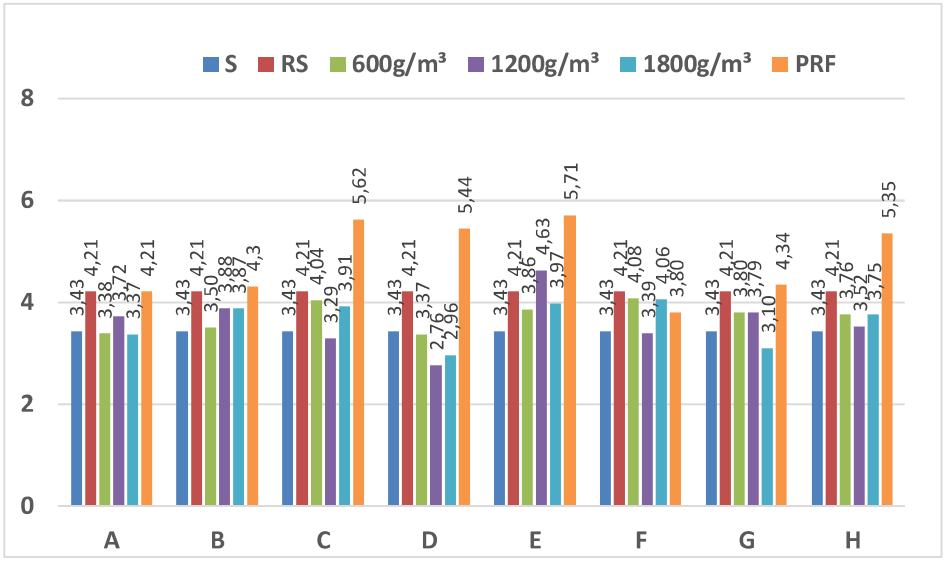


Şekil 8. Aşınma Dayanım Deney Sonuçları

Su Emme

Polipropilen lif katkısız kaynak betonun su emme %3.43'dür. Polipropilen lif katkılı kaynak betonların eğilme dayanımları %2.764 ile %4.63 arasında değişmektedir. Polipropilen lif katkısı betonun su emme değerini artmıştır. Geri dönüşüm agregalı betonun su emme değeri ise %4.21 ile %5.71 arasında değişmektedir. Betonda polipropilen lifli geri dönüüm agregası kulanılması su emme değeri oldukça arttırmıştır (Şekil 9).

Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)



Şekil 9. Su Emme Deney Sonuçları

Sonuçlar

Polipropilen liflerin agregalar ve harç arasında köprü görevi yaparak kırma sırasındaki dağılmayı azaltığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda çimento miktarı 50 kg arttırıldığında kaynak beton basınç dayanımına yaklaştığı sonucuna varılmıştır. İnce agrega olarak doğal kum kullanılması ve çimento miktarının 50 kg arttırılması ile kaynak beton basınç değerlerine yakın değerler elde edilebildiği sonucuna varılmıştır.

Polipropilen lif katkısı betonun yarmada çekme dayanımını arttırmıştır. Polipropilen lif katkılı betonlardan elde edilen geri dönüşüm agregalı betonların yarmada çekme dayanımları 2.47 MPa ile 3.87 Mpa arasında değişmektedir. A. C, E ve H lifli karışımlarda kaynak betona göre yarmada çekme dayanımları düşerken diğer karışımlarda artmıştır. Polipropilen lif katkısı betonun eğilme dayanımını arttırmıştır. Geri dönüşüm agregalı betonların eğilme dayanımları kaynak betonlara göre düşmüştür.

Polipropilen lif katkısının betonun aşınmaya karşı direncini zayıflattığı sonucuna varılmıştır. Geri dönüşüm agregalı betonda aşınma değerleri de kaynak betona göre daha da artış göstermiştir. Betonda polipropilen lifli geri dönüüm agregası kulanılması su emme değeri oldukça arttırmıştır.

Kaynaklar

Khoshkenari A.G., Shafigh P., Moghimi M. and Mahmud H.B., (2014), "The role of 0-2 mm fine recycled concrete aggregate on the compressive and splitting tensile strengths of recycled concrete aggregate concrete." *Materials and Design,* (vol.64, pp.345-354).

Naik T.R. (2008)., "Sustainability of concrete construction," *Practice Periodical on Structural Design and Construction,* (vol.13, no.2, pp.98-103).

Mehta P.K. and Monteiro P.J.M., (2006) "3rd ed. New York: McGraw-Hill," *Concrete Microstructure, Properties and Materials.* (https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html? id...assetKey...)

Kunieda M., Ueda N. and Nakamura H., (2014), "Ability of recycling on fiber reinforced concrete," *Construction and Building Materials*, (vol.67, pp.315-320).

Cachim P.B., (2009), "Mechanical properties of brick aggregate concrete." *Construction and Building Materials,* (vol.23, pp.1292-1297).

Jianzhuang X., Wengui L., Yuhui F. and Xiao H., (2012), "An overview of study on recycled aggregate concrete in China (1996-2011)," *Construction and Building Materials,* (vol.31, pp.364-383).

Topçu İ.B. and Günçan N.B., (1995), "Using waste concrete as aggregate," *Cement and Concrete Research*, (vol.25, no.7, pp.1385-1390).

Tam Vivian W.Y. and Tam C.M., (2008), "Diversifying two-stage mixing approach (TSMA) for recycled aggregate concrete: $TSMA_S$ and $TSMA_{SC}$," *Construction and Building Materials,* (vol.22, pp.2068-2077).

Tam Vivian W.Y., Gao X.F., Tam C.M. and Ng K.M., (2009), "Physio-chemical reactions in recycle aggregate concrete." *J Hazard Mater,* (vol.823, no.163, pp.8).

Tabsh S.W. and Abdelfatah A.S., (2009), "Influence of recycled concrete aggregates on strength properties of concrete," *Construction and Building Materials,* (vol.23, pp.1163-1167).

 Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)

Jiménez J.R., Ayuso J., Galvín A.P., López M. and Agrela F., (2012), "Use of mixed recycled aggregates with a low embodied energy from non-selected CDW in unpaved rural roads." *Construction and Building Materials,* (vol.34, pp.34-43).

Gümrükçüoğlu M., İleri R., Sümer B. and Seyfettinoğlu M.A. (2000), "Environmental impact assessment August 17 post in Adapazarı, *"Sakarya Universty, Institute of Science and Technology Magazine,* (vol.4, pp.1-6).

Kou S.C. and Poon C.S., (2012), "Enhancing the durability properties of concrete prepared with coarse recycled aggregate, *Construction and Building Materials*, (vol.35, pp.69-76).

Medina C., Zhu W., Howind T., Rojas M.I.S., and Frías M., (2014), "Influence of mixed recycled aggregate on the physical e mechanical properties of recycled concrete." *Cournal of Cleaner Production,* (vol.68, pp.216-225).

Kwan W.H., Ramli M., Kam K.J. and Sulieman M.Z., (2012), "Influence of the amount of recycled coarse aggregate in concrete design and durability properties." *Construction and Building Materials,* (vol.26, pp.565-573).

Xiao J., Li L., Shen L. and Poon C.S., (2015), "Compressive behaviour of recycled aggregate concrete under impact loading," *Cement and Concrete Research,* (vol.71, pp.46-55).

Kibert C.J., (1993), "Concrete/masonry recycled progress in the USA," *In: Erik K. Lauritzen, editor. Proceedings of the third international RILEM symposium on demolition and reuse of concrete and masonry.*UK: E&F.N. pp83-91).

Barra M. and Vazquez E., (1999), "Properties of Concretes with recycled aggregates: Influence of properties of aggregates and their ınterpretation." *In: Dhir RK, Handerson NA, Limbachiya MC, Editors. Proceedings of the international Symposium on sustainable construction: use of recycled concrete aggregate. UK: Thomas Telford Publishing,* (vol. 19-30).

Padmini A.K., Ramamurthy K. and Mathews M.S., (2009), "Influence of parent concrete on the properties of recycled aggregate concrete." *Construction and Building Materials,* (vol.23, pp.829-836).

Jian X., Yong Chang G., Li Sha L. Zhi Hong X., (2015), "Compressive and flexural behaviours of a new steel fibre reinforced recycled aggregate concrete with crumb rubber" *Construction and Building Materials,* (vol.79, pp.263–272).

Dilbas H., Şimşek M., Çakır Ö., (2014), "An investigation on mechanical and physical properties of recycled aggregate concrete (RAC) with and without silica fume." *Construction and Building Materials,* (vol.61, pp.50–59).

Kou S., Poon C., Agrela F., (2011), "Comparisons of natural and recycled aggregate concretes prepared with the addition of different mineral admixtures." *Cement and Concrete Composite*, (vol.33, pp.788–795).

Oikonomou N.D., (2005), "Recycled concrete aggregates." *Cement and Concrete Composite*, (vol.27, pp.315–318).

Soares D., De Brito J., Ferreira J., Pacheco J., (2014), "Use of coarse recyled aggregates from precast concrete rejects: Mechanical and durability performance" *Construction and Building Materials,* (vol.71, pp.263–272).

Topçu İ. B. and Canbaz M., (2006), "Effect of different fibers on the mechanical properties of Concrete Containing fly ash," *Construction and Building Materials*, (vol.21, no.7, pp.1486-1491).

Topçu İ.B. and Baylavlı H., 2016 "Recycling of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete", 2nd International Conference on Civil, Structural and Transportation Engineering, Ottawa, Canada.

 Copyright © International Science and Technology Conference (ISTEC)