

Polimer Katkılı Harçlarda Farklı Kür Koşullarının Dayanıma Etkisi

Gözde İNAN SEZER¹, Şemsi YAZICI^{2*}

¹Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bornova/İZMİR, gozde.sezer@ege.edu.tr

²Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bornova/İZMİR, semsiyazici@gmail.com

*İletişimden sorumlu yazar / Corresponding author

Geliş / Recieved: 13 Mart (March) 2015
Kabul / Accepted: 21 Temmuz (July) 2015
DOI: <http://dx.doi.org/10.18466/cbujos.57196>

Özet

Bu çalışmada, farklı kür koşullarının polimer katkıli harçların eğilme ve basınç dayanımına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, normal portland çimentosu ve stiren-akrilik polimer emülsiyonu kullanılmıştır. Polimer ağırlıkça %0, 5, 10 ve 15 oranlarında çimento yerine ikame edilerek standart harç karışımları hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında örneklerin kürlenmesi için üç farklı kür yöntemi kullanılmıştır. Bunlar, su kürü, etüv+su ve etüv+hava kürüdür. Hazırlanan harç örneklerinin üç farklı kür sonrası 7, 28 ve 90 günlük basınç ve eğilme dayanımları belirlenmiştir. Polimer katkıli harçlarda meydana gelen dayanım değişimleri kontrol harcı ile kıyaslamalı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polimer, Dayanım, Kür koşulu

Effect of Different Curing Conditions on Strength of Polymer-Incorporating Mortars

Abstract

In this study, effect of different curing conditions on compressive and flexural strength of polymer-incorporating mortars was investigated. In this aim, normal portland cement and styrene-acrylic polymer emulsion were used. Mortar mixtures were prepared by replacing 0, 5, 10 and 15% polymer with by weight of cement. Three different curing conditions were used for curing the specimens. These are water curing, oven+water curing and oven+air curing. After these different curing conditions 7, 28 and 90 days compressive and flexural strength values of prepared mortar mixtures were determined. Strength variations of polymeric mortar mixtures were comparatively evaluated with control mortar mixture.

Keywords: Polymer, Strength, Curing conditions

1 Giriş

Yapısal amaçla kullanılan betonlarda öncelikle mekanik dayanım ve dayanıklılık özelliklerinin yüksek olması istenmektedir. Ancak yalnızca çimento ile hazırlanan geleneksel harç ve betonlarda mikro çatlakların başlaması, ilerlemesi kolay olduğundan ve düşük çekme mukavemeti sebebiyle dayanıklılık özellikleri de düşük olmaktadır. Beton özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden birisi geçirimsizliğidir. Geçirimsizlik iyileştirildiği takdirde betonun dayanım ve dayanıklılık özellikleri de önemli ölçüde iyileşmektedir [1-4]. Bir takım yeni malzemelerin betona ilavesiyle bu amaca ulaşabilmektedir. Bu malzemelerden biri de

polimerlerdir. Genel olarak polimerler betonda; çimento yerine bağlayıcı olarak, sertleşmiş betona polimer emdirmek veya enjekte etmek suretiyle kullanılmaktadır [5-8]. Genellikle betonda kullanılan polimerler etilen-vinil asetat kopolimer, poliakrilik ester, stiren-akrilik kopolimer v.b. dir. Bunların içerisinde stiren-akrilik kopolimer harçların eğilme dayanımını, aderansını artırmakta ve aynı zamanda daha az kirliliğe yol açmakta ve daha düşük maliyet gerektirmektedir [9-12]. Polimer içeren harçlar sadece yüksek mekanik performans elde etmek için değil aynı zamanda kullanım esnasındaki bakım maliyetlerini düşürmek amacıyla da kullanılmaktadır [13, 14]. Polimer

kullanımı ile en sık yapılan uygulamalar zemin, köprü, boru hattı ve endüstriyel zemin kaplamaları ile prefabrik elemanların üretimidir [13, 15, 16].

Bu çalışmada, farklı oranlarda polimer katkı harçlarda değişik kür koşullarının ve zamanının harçların dayanımına etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en uygun kür yöntemini belirlemek hedeflenmiştir.

2 Materyal ve Metot

2.1 Materyal

DeneySEL çalışmada CEM I 42,5 R tipi normal portland çimentosu kullanılmıştır. Çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çimentonun fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kimyasal Kompozisyon %	CEM I 42,5 R
SiO ₂	18.40
Al ₂ O ₃	4.51
Fe ₂ O ₃	3.16
CaO	63.90
MgO	1.6
Na ₂ O	0.46
K ₂ O	0.75
SO ₃	3.62
Kızdırma Kaybı	3.20
Serbest CaO	1.7
Fiziksel Özellikler	
Özgül Ağırlık	3.1
Özgül Yüzey (cm ² /gr)	3630
0,09 mm elek üstü (%)	0.6
0,032 mm elek üstü (%)	16.5
Hacim Sabitliği (mm)	0.5

Harç karışımlarının hazırlanmasında 0-5 mm kırma kireçtaşı tercih edilmiştir. Kırma kireçtaşı agregasının elek analizi ve bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2 de sunulmuştur.

Çizelge 2. Agreganın özellikleri

Elek Açıklığı (mm)	Geçen (%)
8	100
4	95
2	75
1	51
0,5	31
0,25	20
0,125	12
Fiziksel özellikler	
Özgül ağırlık (kyd)	2.70
Su emme oranı (%)	0.29
Gevşek birim ağırlık (kg/m ³)	1660

Harç karışımlarında, katı içeriği yaklaşık %58, 20 °C' de pH değeri ortalama 7.5 ve vizkozitesi 300-1000 cps olan stiren-akrilik esaslı polimer emülsiyon

kullanılmıştır. Bu bilgiler üreticisi tarafından sağlanmıştır.

2.2 Metot

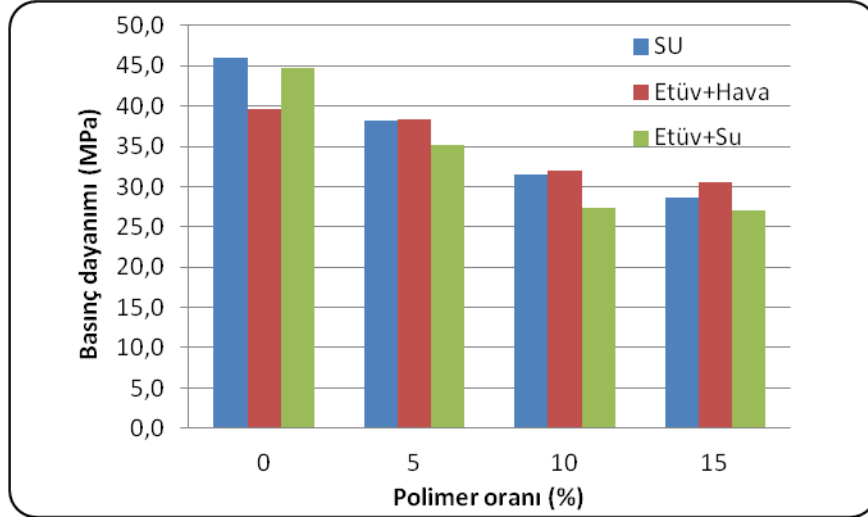
Çalışmada (1 adet kontrol, 3 adette polimer içeren) toplam 4 adet standart harç karışımı hazırlanmıştır. Polimer katkı harç karışımlarında polimer %5, %10 ve %15 oranında çimento yerine kullanılarak 40x40x160 mm ölçülerinde prizmatik örnekler hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler 7, 28 ve 90 günlük kür işlemleri sonunda eğilme ve basınç dayanımı testlerine tabi tutulmuştur. Çalışmada örneklere 3 farklı kür uygulanmıştır:

- Kalıp süresi sonrasında suda kür (su)
- Kalıp süresi sonrasında 24 saat 50 °C etüvde bekletildikten sonra suda kür (etüv + su)
- Kalıp süresi sonrasında 24 saat 50 °C etüvde bekletildikten sonra havada kür (etüv + hava)

3 Bulgular ve Tartışma

Değişik oralarda polimer katkı harç karışımlarının 7 günlük eğilme ve basınç dayanımları değişik kür koşullarında ölçülmüş ve Şekil 1'de basınç dayanımları, Şekil 2'de eğilme dayanımları verilmiştir.

Elde edilen 7 günlük basınç dayanım sonuçları incelendiğinde; kontrol harcının basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 46.1 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 39.7 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 44.8 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında en uygun kür yönteminin su kürü olduğu, etüvde bekletmenin her hangi bir olumlu etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu durum etüvde kür esnasında bekletilen örneklerdeki hidrasyon için gerekli olan suyun kaybedilmesine ve bunun sonucunda hidrasyonun yavaşlaması yada durmasına bağlanabilmektedir. %5 Polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 38.2 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 38.3 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 35.1 MPa olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde %10 polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 31.5 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 32 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 27.4 MPa olduğu görülmüştür. Yine %15 Polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 28.7 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 30.5 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 27.1 MPa olduğu saptanmıştır.

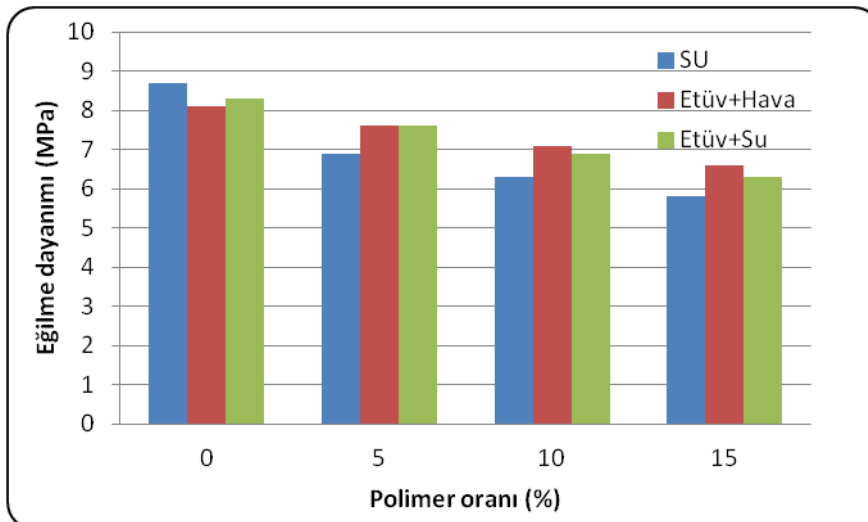


Şekil 1. Polimer katkılı harç karışımlarının 7 günlük basınç dayanımları

7 günlük eğilme dayanım sonuçları incelendiğinde; kontrol harcının eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 8.7 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 8.1 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 8.3 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında kontrol harcında su kürü uygulamasının diğer kür uygulamalarına kıyasla %7 ye varan oranda daha yüksek eğilme dayanımı elde edilmiştir.

%5 Polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 6.9 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 7.6

MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 7.6 MPa olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde %10 polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 6.3 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 7.1 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 6.9 MPa olduğu görülmüştür. Yine %15 Polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 5.8 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 6.8 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 6.3 MPa olduğu saptanmıştır.

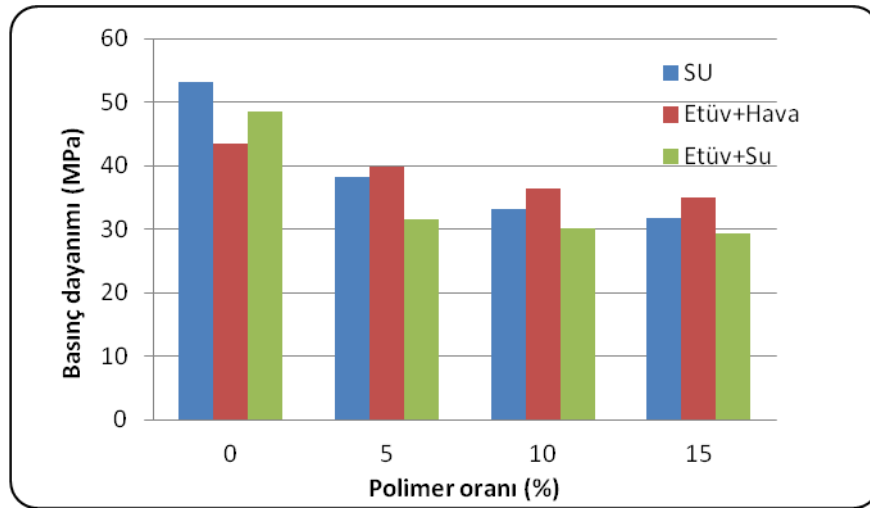


Şekil 2. Polimer katkılı harç karışımlarının 7 günlük eğilme dayanımları

Değişik oralarda polimer katkı harç karışımlarının 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları değişik kür koşullarında ölçülmüş ve Şekil 3'de basınç dayanımları, Şekil 4'de eğilme dayanımları verilmiştir.

28 günlük basınç dayanım sonuçları incelendiğinde; kontrol harcının basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 53.1 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 43.5 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 48.5 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, en uygun kür yönteminin su kürü olduğu, etüvde bekletmenin her hangi bir olumlu etkisinin olmadığı görülmüştür.

%5 Polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 38.3 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 39.8 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 31.5 MPa olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde %10 polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 33.2 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 36.5 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 30.2 MPa olduğu görülmüştür. Yine %15 Polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 31.8 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 34.9 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 29.3 MPa olduğu saptanmıştır.

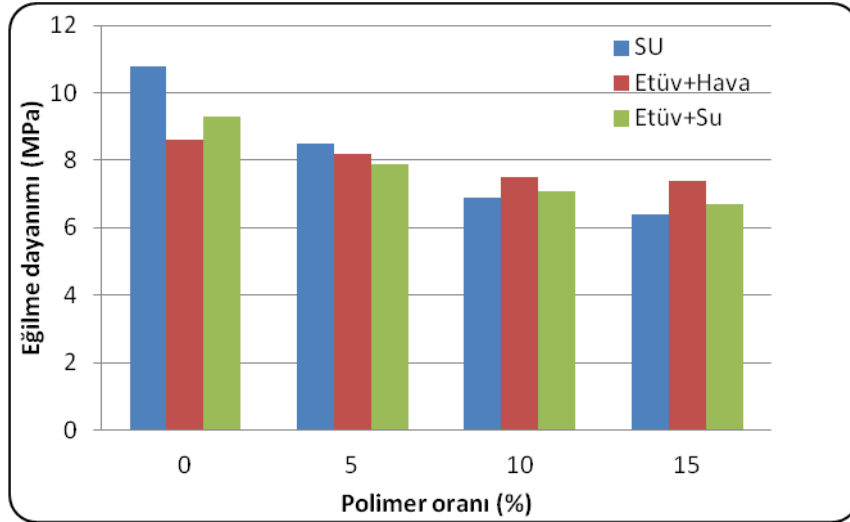


Şekil 3. Farklı harç karışımlarının farklı kür koşullarında 28 günlük basınç dayanımları

28 günlük eğilme dayanım sonuçları incelendiğinde; kontrol harcının eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 10.8 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 8.6 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 9.3 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar kontrol harcında su kürü uygulamasıyla diğer kür uygulamalarına kıyasla %20 ye varan oranda daha yüksek eğilme dayanımı elde edilmiştir.

%5 Polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 8.5 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 8.2

MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 7.9 MPa olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde %10 polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 6.9 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 7.5 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 7.1 MPa olduğu görülmüştür. Yine %15 Polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 6.8 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 7.4 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 6.7 MPa olduğu saptanmıştır.

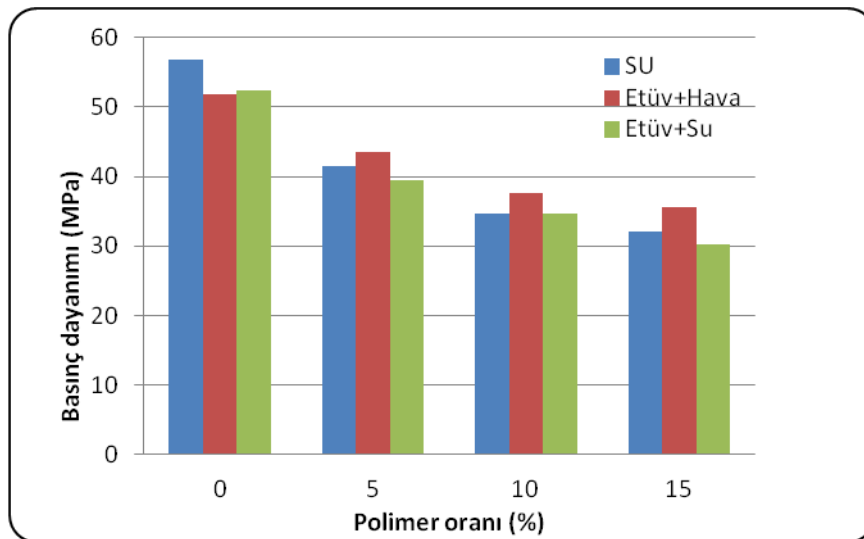


Şekil 4. Farklı harç karışımlarının farklı kür koşullarında 28 günlük eğilme dayanımları

Değişik oralarda polimer katkılı harç karışımlarının 90 günlük eğilme ve basınç dayanımları değişik kür koşullarında ölçülmüş ve Şekil 5'de basınç dayanımları, Şekil 6'da eğilme dayanımları verilmiştir.

90 günlük basınç dayanım sonuçları incelendiğinde; kontrol harcının basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 56.8 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 51.9 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 52.3 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, en uygun kür yönteminin su kürü olduğu, etüvde bekletmenin her hangi bir olumlu etkisinin olmadığı görülmüştür.

%5 polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 41.5 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 43.6 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 39.5 MPa olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde %10 polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 34.7 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 37.6 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 34.7 MPa olduğu görülmüştür. Yine %15 Polimer içeren harç karışımlarında; basınç dayanımının su kürü uygulanmış durumda 32.1 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 35.5 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 30.3 MPa olduğu saptanmıştır.

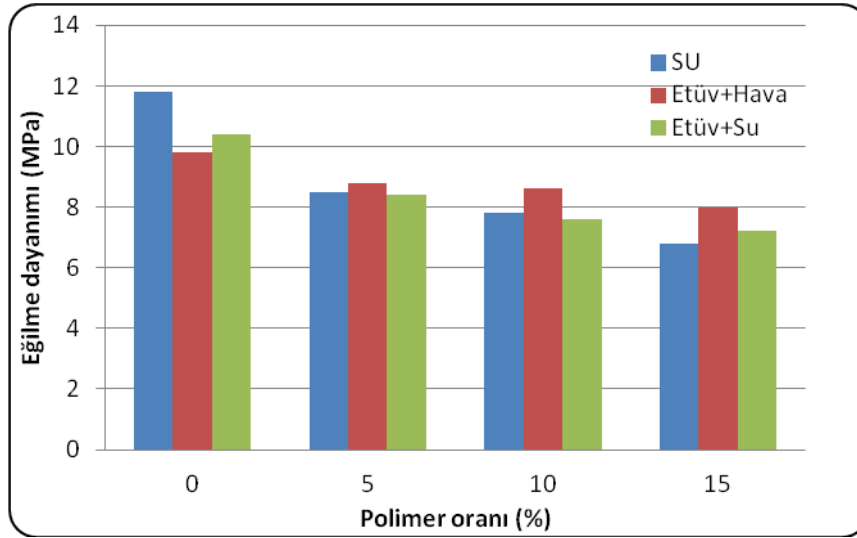


Şekil 5. Farklı harç karışımlarının farklı kür koşullarında 90 günlük basınç dayanımları

90 günlük eğilme dayanım sonuçları incelendiğinde; kontrol harcının eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 11.8 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 9.8 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 10.4 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar kontrol harcında su kürü uygulamasıyla diğer kür uygulamalarına kıyasla %17 ye varan oranda daha yüksek eğilme dayanımı elde edilmiştir.

%5 polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 8.5 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 8.8

MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 8.4 MPa olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde %10 polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 7.8 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 8.6 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 7.6 MPa olduğu görülmüştür. Yine %15 polimer içeren harç karışımlarında; eğilme dayanımının su kürü uygulanmış durumda 7.2 MPa, etüv + hava kürü uygulanmış durumda 8 MPa ve etüv + su kürü uygulanmış durumda 7.2 MPa olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6. Farklı harç karışımlarının farklı kür koşullarında 90 günlük eğilme dayanımları

Bu sonuçlara göre; harçlara çimento yerine polimer ikame edilmesi durumunda hem basınç hem de eğilme dayanımı için en iyi sonuçların etüv+hava kürü koşulunda elde edildiği görülmektedir. Bu kür koşulunda su kürüne kıyasla 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımlarında sırasıyla %6, %10, %11 oranlarında artış görülmüştür. Yine aynı kür koşulunda 7, 28 ve 90 günlük eğilme dayanımlarında sırasıyla %14, %16, %18 oranlarında artış tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre; polimerli harçların suda bekletilmesinin kuru halde uygulanan küre kıyasla daha düşük dayanımlara yol açtığı ifade edilebilir. Buda polimerizasyonun gelişmesi için kuru bir ortamın gerekli olduğunun göstergesidir [19-21].

Harçlarda değişik oranlarda çimento yerine polimer kullanımı ile tüm yaşlarda basınç ve eğilme dayanımlarının düştüğü anlaşılmaktadır. Polimer oranındaki artışa bağlı olarak 7, 28 ve 90 günlük basınç dayanımlarındaki düşüşler sırasıyla %40, %40 ve %43, 7, 28 ve 90 günlük eğilme

dayanımlarındaki düşüşlerin ise sırasıyla %33, %41 ve %42 oranlarında olduğu görülmüştür.

Çimento yerine değişik oranlarda polimer kullanımı eğilme dayanımlarında basınç dayanımlarına kıyasla daha etkili değişimler yaratmıştır. Bu durum polimerin agrega ile çimento hamuru arasındaki ara yüzeyi güçlendirmesi ve agrega ile çimento arasındaki aderansı artırması ile açıklanabilir.

7 Sonuçlar

Yapılan bu çalışma sonucunda; harçlara çimento yerine %5-%15 arasında polimer ikame edilmesi durumunda hem basınç hem de eğilme dayanımı açısından en iyi kür koşulunun etüv+hava kürü olduğu, en kötü kür koşulunun da suda kür koşulu olduğu görülmüştür.

Ayrıca, harçlarda çimento yerine kullanılan polimer oranının artmasına bağlı olarak tüm kür koşullarında basınç ve eğilme dayanımlarının düştüğü tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan polimer tip, oranı ve kür koşulları için çimento

yerine polimer kullanımının mekanik özelliklerde bir iyileşme sağlamadığı görülmüştür. Harçlarda değişik oranlarda polimer kullanılması durumunda çalışılan kür koşulları için harçların eğilme dayanımlarının basınç dayanımlarına kıyasla daha az olumsuz etkilendiği belirlenmiştir.

8 Kaynaklar

- [1] Ramli, M.; Tabassi A.A. Effects of polymer modification on the permeability of cement mortars under different curing conditions: A correlational study that includes pore distributions, water absorption and compressive strength. *Construction and Building Materials*. 2012; 28, 561–570.
- [2] Rai, U.S.; Singh, R.K. Effect of polyacrylamide on the different properties of cement and mortar. *Materials Science and Engineering A*. 2005; 392, 42–50.
- [3] Ghrici, M.; Kenai, S.; Said-Mansour, M. Mechanical properties and durability of mortar and concrete containing natural pozzolana and limestone blended cements. *Cement and Concrete Composites*. 2007; 29, 542–9.
- [4] Nazari, A.; Riahi, S. The effects of Cr₂O₃ nanoparticles on strength assessments and water permeability of concrete in different curing media. *Materials Science and Engineering A*. 2011; 528, 1173–82.
- [5] Del Vecchio, F.J.C.; Reis, J.M.L.; da Costa Mattos, H.S. Elasto-viscoplastic behaviour of polyester polymer mortars under monotonic and cyclic compression. *Polymer Testing*. 2014; 35, 62–72.
- [6] Fowler, D.W. Polymers in concrete: a vision for the 21st century. *Cement and Concrete Composites*. 1999; 21, 449–452.
- [7] Gorninski, J.P.; Dal Molin, D.C.; Kazmierczak, C.S. Study of the modulus of elasticity of polymer concrete compounds and comparative assessment of polymer concrete and Portland cement concrete. *Cement and Concrete Research*. 2004; 34, 2091–2095.
- [8] Ohama, Y. Recent progress in concrete-polymer composites, review article. *Advanced Cement Based Materials*. 1997; 5, 31–40.

- [9] Shao-jie, L.; Qian-qian, H.; Feng-qing, Z.; Chu X. Utilization of steel slag, iron tailings and fly ash as aggregates to prepare a polymer-modified waterproof mortar with a core-shell styrene-acrylic copolymer as the modifier. *Construction and Building Materials*. 2014; 72, 15–22.
- [10] Zhong, S.Y.; Tan, M.H. Chloride diffusivity of styrene-acrylate latex modified mortars. *Journal of Building Materials*. 2012; 5, 394–398.
- [11] Huang, Y.W.; Liu, W.Q. Study on functional styrene-acrylate emulsion modified cement based materials. *Chemistry and Adhesion*. 2006; 28, 320–323.
- [12] Peng, C.Y.; Wen, Z.Y. Preparation and properties of styrene-acrylate latex modified mortars. *Chemistry of Building Materials*. 2002; 7, 21–23.
- [13] Del Vecchio, F.J.C.; Reis, J.M.L.; da Costa Mattos, H.S. Elasto-viscoplastic behaviour of polyester polymer mortars under monotonic and cyclic compression. *Polymer Testing*. 2014; 35, 62–72.
- [14] Novoa, P.J.R.O.; Ribeiro, M.C.S.; Ferreira, A.J.M.; Marques, A.T. Mechanical characterization of lightweight polymer mortar modified with cork granulates. *Composites Science and Technology*. 2004; 64, 2197–2205.
- [15] Rebeiz, K.S. Precast use of polymer concrete using unsaturated polyester resin based on recycled PET waste. *Construction and Building Materials*. 1995; 10, 215–220.
- [16] Rebeiz, K.S. Time-temperature properties of polymer concrete using recycled PET. *Cement and Concrete Composites*. 1995; 17, 111–124.
- [17] Aggarwal L.K.; Thapliyal, P.C.; Karade, S.R. Properties of polymer-modified mortars using epoxy and acrylic emulsions. *Construction and Building Materials*. 2007; 21, 379–383.
- [18] Ohama, Y. Principle of latex modification and typical properties of latex modified mortar and concrete. *ACI Materials Journal*. 1987; 86, 511–518.
- [19] Popovic, S. Strength losses of polymer modified concrete under wet conditions., In *Polymer modified concrete*; David W.F., Eds.; ACI SP-99, 1987, 165-189.