Kırma Kumlu Taze Harçlara Elektriksel Yöntemle Hızlandırılmış Kür Uygulaması

Rapid Curing Application with Electrical Method on Fresh Mortar Containing Crushed Sand

T. Uygunoğlu
Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

İ.B. Topçu
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

İ. Hocaoğlu, B. Selçuk
Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar

ÖZET Betonun dayanımını erken kazanması ve daha kısa sürede servise sunulması, gelişmekte olan endüstrileşmenin bir sonucudur. Çeşitli yöntemler uygulanarak betona erken dayanım kazandırılmaktadır. Elektriksel gerilim uygulanarak hızlandırılmış kür uygulaması da başlıca bir kür yöntemidir. Bu çalışmada, beton dozajının ve gerilim şiddetinin elektriksel kür yöntemine etkisi ve yerinde uygulanabilirliği araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar, farklı doz ile üretilen taze harca farklı gerilim değerlerinde elektrik uygulanmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Bu sırada harcın priz süresi belirli zaman aralıklarında ölçülmüştür. Aynı işlemler elektrik uygulanmayan harçlarda da gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre harca elektrik uygulanmasıyla priz süresinin kısaldığı gözlenmiştir.

ABSTRACT The necessity of early strength in concrete and the growing demand in construction sector in a short time is a result of developing industry. Early strength has been achieved on cement based grout through applying various methods. Accelerated curing application with electrical stress is one of the curing methods. In this study, the effect of size of the cement dosage on electrical curing method and its applicability in place was examined. Experimental studies were performed by electrical stress application on fresh mortar that placed to mold and containing the different cement dosage. At the same time, setting time of mortar was measured at different periods. Same processes were applied on plain mortars. According to obtained results, it was observed that setting time of mortars was shortened by electrical stress application.

1 GİRİŞ

İnşaat sektöründe artan talebi, en kısa zamanda ve ekonomik biçimde karşılayabilmek amacıyla seri üretim ve sanayileşme gereksinimi artmaktadır. Betonun dayanımını erken kazanması ve daha kısa sürede servise sunulması, gelişmekte olan endüstrileşmenin bir sonucudur (McCarter et al. 2003). Bu sonuca ulaşmak için de betona çeşitli yöntemlerle hızlandırılmış kür uygulanmakta ve betona erkenden dayanım kazandırılmaktadır. Başlıca kür yöntemleri, sıcak su kürü yöntemi, kaynar su kürü yöntemi, otojen kür yöntemi, değiştirilmiş sıcak su yöntemi, mikrodalga kür yöntemi, prefabrik beton imalatında buhar kürü uygulaması ile hızlandırılmış kürdür. Ancak uygulanan

yöntemlerin neredeyse hepsi ön üretimli olarak üretilen betonlara uygulanabilmektedir. Yerinde dökülen betonlara uygulanan hızlandırılmış kür yöntemleri ise oldukça kısıtlıdır. Hidratasyon süresine bağlı olarak, hızlandırılmış kür, seri üretimin söz konusu olduğu hazır beton tesislerinde beton dayanımının erkenden hedeflenen düzeye ulaşması projenin öngörülen zamanda gerçekleştirilebilmesi açısından önemlidir. Ayrıca dayanım düzeyinin erkenden tespiti, tesisin hem performansı ve ekonomisi bakımından hem de kalite kontrol ve kalite güvence yaklaşımında belirleyici rol oynaması bakımından da son derece önem arz etmektedir.

Beton iletken bir malzeme değildir, ancak; prizini alıncaya kadar su içeriğinden dolayı iletkenlik özelliği gösterir. Ayrıca beton içerisine katılan mineral katkılar betonun elektrik direnci açısından farklılık göstermektedir. Betonun elektrik iletkenliğinin ölçümü için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve çimentonun mikroyapı gelişimlerini inceleyen çeşitli uygulama çalışmaları yapılmıştır (McCarter et al. 2003; Whittington et al. 1981). Betonun elektrik iletkenliği, çimento esaslı sistemlerde iyonların boşlukta hareket etmeleriyle açıklanabilir. İletkenliğin hem poroziteye hem de boşluk miktarının iletkenliğine bağlı olduğu düşünülmektedir. Çimento pastası ve çimento esaslı harç prizini alıncaya kadar elektriksel iletkenlik gösterdiği, priz sona erdikten sonra ise elektriksel direncin en yüksek değerlere ulaştığı önceki araştırmalar göstermektedir.

Yapılan bir araştırmada çimento pastalarındaki su/bağlayıcı oranı çimento hidratasyon alkali etkisi ve çimento pastasının akışkanlaştırıcılığı araştırılmıştır (Whittington et al. 1981). Su/bağlayıcı oranıyla elektriksel direnç karşılaştırılarak, elektriksel direnç arttıkça, ısı artışı olacağı tahmin edilmiştir. Topçu vd. (2012) farklı su/çimento oranlarına sahip (0.40, 0.45, 0.50, 0.55) ve farklı oranlarda mineral katkı içerikli (%0, %10, %20, %30) çimento pastalarına elektrik akımı uygulamışlar, çimento pastalarına hem mineral katkı konması hem de elektrik akımı uygulanması ile priz süresinin kısaltılabileceğini belirlemişlerdir. Backe et al. (2001) iletkenlik, porozite, çimento kimyası ve iyon içeriği arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Teorilerine göre porozitenin artması iletkenliğin artmasıyla ilişkili olduğu, dolayısıyla hidratasyon derecesiyle de ilgili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sonuç olarak priz süresinin kısalmasıyla kalıp alma süresini kısaltmak, çabuk tamirat gerektiren veya prefabrik gibi hızlı üretim yapılması gereken yapı elemanları için bu çalışma büyük önem arz etmektedir.

2 DENEYSEL ÇAŞILMALAR

2.1. Kullanılan Malzemeler

Harçların elektriksel direnci üzerindeki etkisinin ortaya konulması amacıyla dağılı fazı aşamasında kırma kum kullanılmıştır. Kullanılan kumun özgül ağırlığı 2.7 ve en büyük tane boyutu 4 mm'dir. Bağlayıcı olarak Afyon Çimento Sanayi Fabrikasının üretimi olan TS EN 197-1'e uygun CEM I 42.5 R çimentosu kullanılmıştır.

2.2. Numunelerin Üretimi

Harç üretimleri, farklı dozajlarda (250, 300, 350 ve 400) ve sabit su/çimento oranında (0.50) tasarlanmış olup, kapasitesi yaklaşık 5 lt olan harç mikseri ile gerçekleştirilmiştir. Birim hacimdeki bileşen miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Birim hacimdeki harç bileşenleri

Seri	Çimento, kg/m^3	Su, lt/m^3	Kırma Kum, kg/m^3
M1	250	125	2104
M2	300	150	1993
M3	350	175	1882
M4	400	200	1771

Harçların karışımında, agrega ve çimento ile 1 dakika boyunca kuru karışım yapıldıktan sonra karışım suyunun yaklaşık üçte ikisi karışıma ilave edilmiştir. Kalan su içerisinde kimyasal katkı çözülerek karışıma katılmış ve 3 dakika daha karışıma devam edilmiştir. Hazırlanan harçlar 15x15x15 cm boyutlu plastik küp kalıplar içerisine yerleştirilmiştir. Kalıplara yerleştirilen numunelerin bir bölümüne doğru akım (DC) kaynağından 30 V gerilim uygulanmıştır. Gerilimin uygulanabilmesi için kalıp yan kenarlarına temas edecek şekilde taze harç içerisine karşılıklı olarak bakır levhalar yerleştirilmiştir. Levhalardan birine pozitif, diğerine negatif uç bağlanmak suretiyle 24 sa boyunca gerilim uygulanmıştır. Numunelerin bir bölümü de gerilim uygulanmadan laboratuar şartlarında prizini alması sağlanmıştır. Her iki gruptaki numunelerde priz süresi ölçümleri için TS 2987 standardına göre Penetrasyon deney aleti kullanılmıştır (Şekil 1).

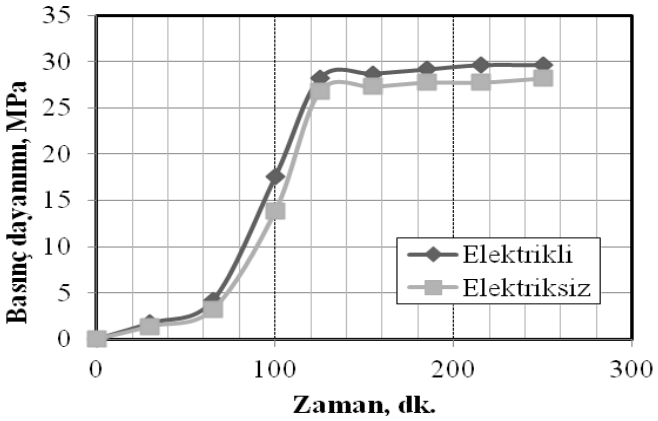


Şekil 1. Taze harçlarda priz süresi ölçümü

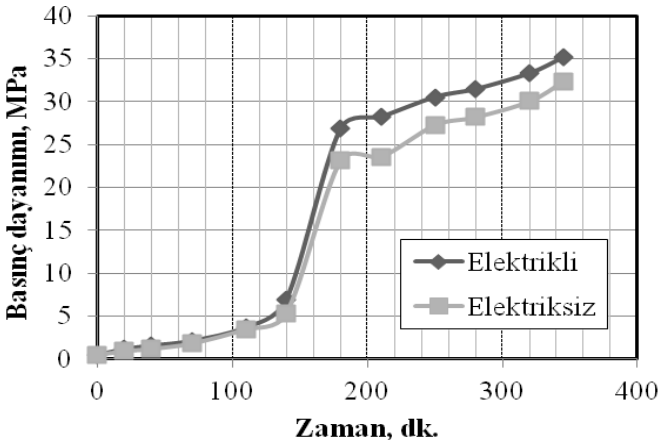
Zamana bağlı olarak taze harç üzerinde ölçülen penetrasyon dirençleri uygulanan alana oranlanmak suretiyle penetrasyon gerilim değerleri elde edilmiştir. Bu gerilim değerleri 3.5 MPa olduğunda priz başladığı; 28 MPa olduğunda ise prizin sona erdiği standartta belirtilmiştir. Taze harç üzerinde bahsedilen penetrasyon basınç gerilme değerleri için geçen süreler kaydedilerek priz başlangıç ve bitiş süreleri elde edilmiştir.

3 DENEYSEL SONUÇLARI ve DEĞERLENDİRME

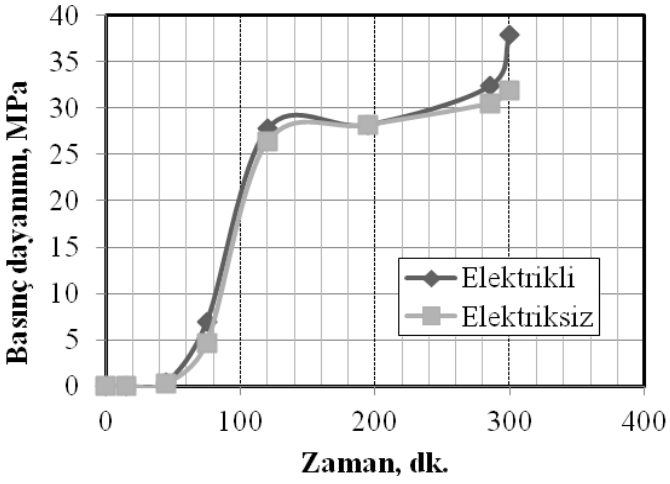
Çimento miktarlarına bağlı olarak harçların penetrasyon yöntemiyle ölçülen priz süreleri elektrik uygulanan ve uygulanmayan harçlar için Şekil 3-Şekil 5'te aynı grafik ortamında karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. 250 dozlu harçlarda priz süresi ölçümü



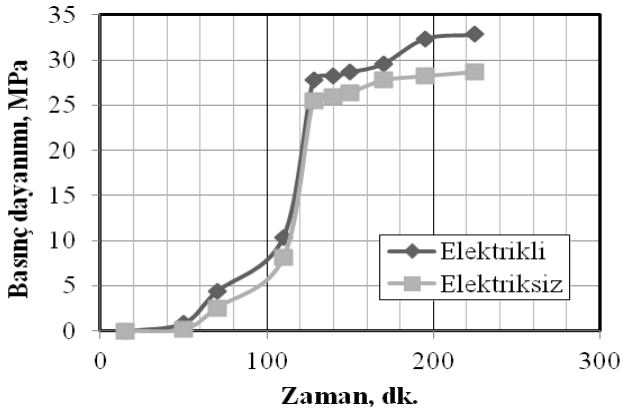
Şekil 3. 300 dozlu harçlarda priz süresi ölçümü



Şekil 4. 350 dozlu harçlarda priz süresi ölçümü

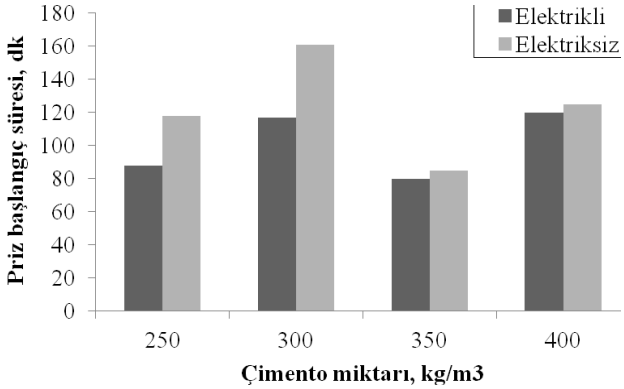
Tüm çimento içeriklerinde taze harçların penetrasyon dayanımları elektrik uygulanması durumunda normal

koşullardaki harçlara göre daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

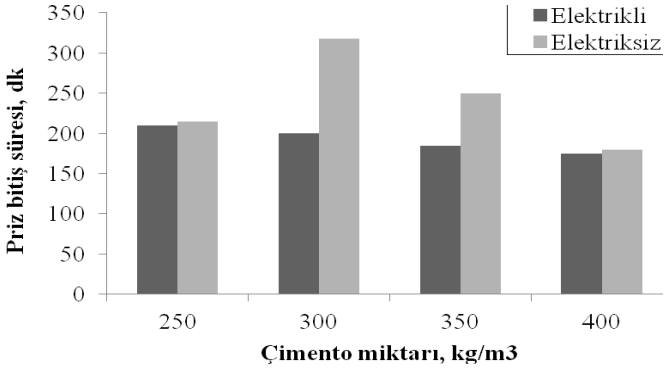


Şekil 5. 400 dozlu harçlarda priz süresi ölçümü

Penetrasyon dayanımlarının daha yüksek olması harcın daha kısa sürede prizini aldığını göstermektedir. Penetrasyon dayanımlarından faydalanmak suretiyle 3.5 MPa ve 28 MPa dayanım değerlerine karşılık gelen katılaşma süreleri belirlenerek Şekil 6 ve Şekil 7'de elektrik uygulanan ve normal koşullarda kür edilen elektriksiz harçlar için sırasıyla priz başlangıç ve priz bitiş süreleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 6. Harçların priz başlangıç süreleri



Şekil 7. Harçların priz bitiş süreleri

Şekil 6 incelendiğinde, harca elektriksel gerilim uygulanmasının özellikle düşük dozlu karışımlarda priz süresini kısaltmada daha etkili olduğu görülmektedir. Priz başlangıç süresi 2.83 sa olan 300 dozlu harçlara elektrik uygulanmasıyla priz başlangıç süreleri 2 sa'e kadar kısaltılabilmiştir. 350 ve 400 kg/m^3 çimento içeren harçlarda ise elektrik uygulanan ve uygulanmayan harçların priz sürelerinde fark görülmüşse de bu fark düşük dozlu harçlardaki kadar fazla değildir. Priz bitiş süreleri de benzer özelikler göstermiştir. Ancak bitiş sürelerindeki en fazla fark 300 ve 350 dozlu harçlarda elde edilmiştir. Diğer harçlarda ise priz bitiş sürelerinde elektrik uygulanmasının önemli bir etkisi olmamıştır. Sonuç olarak, 30V gibi düşük gerilim ile özellikle 300 kg/m^3 miktarına kadar çimento içeren harçlara elektriksel gerilim uygulanmasıyla 80 dk daha hızlı priz alacaktır.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kırma kum içeren çimento esaslı harçlara 30V doğru akım gerilimi uygulanması sonucunda priz sürelerindeki değişimler incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre elektrik gerilimi uygulanan harçlarda 300 dozda priz süresi 80 dk daha kısa sürede tamamlanırken bitiş süreleri de 140 dk daha erken sürede tamamlanmıştır. Çalışmanın farklı gerilim ve farklı mesafelerde uygulanmasıyla daha kapsamlı sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı 16.FEN.BİL.43 Nolu BAPK projesi olarak destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne ve Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkürlerini sunarlar.

KAYNAKLAR

Backe, K. R., Lile, O.B., Lyomov, S.K. (2001). "Characterizing curing cement slurries by electrical conductivity", SPE Drilling and Completion, 16, 201-207

McCarter, W. J., Chrisp, T. M., Starrs. G., Blewett, J., (2003). Characterization and monitoring of cement-based systems using intrinsic electrical property measurements, Cement and Concrete Research, 33, 197-206.

Topçu, İ.B., Uygunoğlu, T. and Hocaoğlu, İ. (2012). Electrical conductivity of setting cement paste with different mineral admixtures. Construction and Building Materials, **28:** 414-420.

Whittington, H. W., McCart, J., Forde, M. C. (1981). "The conduction of electricity through concrete", Mag Concr Res, 33, 48–60.