



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Farklı Tip Sıvaların Yüksek Sıcaklık ve Donma – Çözülme Etkisinde Mekanik Davranışı

Turgut KAYA*, Ali Erdem ÇERÇEVİK, Cenk KARAKURT

İnşaat Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, TÜRKİYE

** Sorumlu yazarın e-posta adresi: turgut.kaya@bilecik.edu.tr*

ÖZET

Yapılarda duvar ve tavan elemanlarının kaplanmasında kullanılan sıvalar farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Bu çalışmada, inşaatlarda yaygın olarak kullanılan üç farklı sıva karışımı (alçı, ısı yalıtım ve çimento esaslı sıva) üretici firma önerilerine uygun olarak 50x50x50 mm'lik kalıplara yerleştirilmiştir. Kalıplardan alınan numuneler 180 gün laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Kür süreci sonunda numunelere 300-600 ve 900 °C yüksek sıcaklık ve 25-50 çevrim donma-çözülme etkisi uygulanmıştır. Ayrıca 50 çevrim donma – çözülme deneyine tabi tutulan numunelere daha sonra 900 °C yüksek sıcaklığa maruz bırakılmış ve numunelerin dayanım kayıpları incelenmiştir. Sonuç olarak; yüksek sıcaklık sonrası en az dayanım kayıpları 300 ve 600 °C'lerde çimento esaslı, 900 °C'de ise ısı yalıtım sıvalarında meydana gelmiştir. Donma- çözülme çevrimleri sonrasında en düşük dayanım kayıpları ısı yalıtım sıva numunelerinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sıvalar, Yüksek Sıcaklık, Donma-Çözülme, Basınç Dayanımı

Mechanical Behavior of Different Type Plasters Under High Temperature and Freeze – Thaw Effect

ABSTRACT

Building plaster used to coat the walls and ceiling elements may have different properties. In this study, three widely used plaster type (gypsum plaster, heat resistant plaster, cement based plaster) were cast in 50x50x50 cm steel molds. The specimens were cured for 180 days under laboratory conditions after formwork removal. At the end of the curing process the specimens are subjected to high temperature at 300, 600 and 900°C and freeze-thaw effect for 25-50 cycles. Furthermore, the 50 cycle freeze-thaw subjected specimens are tested under 900°C high temperature in order to investigate the strength loss of the plaster. Consequently, at the end of the high temperature effect the lowest strength loss are determined with 300 and 600 °C for cement based plasters and 900 °C for heat insulation plasters. According to freeze-thaw results the lowest strength loss are obtained with the heat insulation plasters.

Keywords: Plasters, High temperature, Freeze-thaw, Compressive strength.

I. GİRİŞ

INSANOĞLU, teknolojinin gelişmesiyle birlikte ilkel yapı elemanlarından başlayarak bu gelişime ayak uydurmuş ve bu gün teknolojiye uygun yapı elemanları üretmiştir. Yapılar çeşitli mekanik, fiziksel, kimyasal ve atmosferik etkiler altında zamanla özelliklerini kaybederler. Bu etkiler altında kalan yapılarda uzun zaman içerisinde bozulmalar oluşmaktadır. Ancak yangın ve depremin yapı üzerindeki etkileri ani ve kısa zaman dilimi içerisinde oluşur. Dolayısıyla yangının sıva harçları üzerindeki zararlı etkilerini bu kısa süre içerisinde azaltmak gerekmektedir [1]. Yapı kabuğunda koruyucu tabakayı oluşturan sıvaların iyi kalitede olması, yapının ömrüyle doğrudan ilgili bir faktördür. Sıvaların çeşitli yapı amaçları vardır. Bu amaçlar, bina içinde ve dışında pürüzsüz yüzeyler elde etmek, binayı ve onu teşkil eden yapı elemanlarını dış tesirlere karşı koruyarak (soğuk, sıcak, kar, yağmur gibi iklimsel değişiklikler ile yangın tehlikesi v.b.) yapıya güzel bir görünüş temin etmektir. Büyük cephelerde, iç ve dış mekanlarda, halen vazgeçilmez bir malzeme olan sıva, diğer malzemeler ile kombinasyon kurmak için, mükemmel bir baz oluşturmaktadır [2].

Çimento esaslı yapı malzemeleri servis ömrü boyunca fiziksel, kimyasal veya biyolojik agresif ortamlar ile hasara uğrayabilir [2-4]. Özellikle, bu etkiler betonun performansının zamanla azalmasına, proje ömründen önce işlevini ve dayanımını yitirmesine yol açabilir. Tekrarlı donma-çözünme etkisi, fiziksel etkilerden bir tanesidir. Donma-çözünme çevrimlerinin şiddeti betonun bulunduğu ortama, oluşan sıcaklık farklarına, betonun nem durumuna, suyun donma hızı gibi etkenlere bağlı olarak değişir. Sürekli tekrarlayan donma-çözünme ile birlikte betonda hasar oluşmaya başlar. Betondaki hasar oluşumu betonun çatlaması veya yüzeyde oluşan soyulma ve dökülmeler olarak kendini gösterir. Betonun kesiti boyunca çatlaması durumu çok şiddetli ve uzun süreli donma- çözünme etkisinde olurken, yüzey hasarları çevremizde en çok karşılaşılan durumdur[6]. Literatürde yüksek sıcaklık ve donma-çözülme ile ilgili birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Mermer tozunun belirli oranlarda karışıma ilave edilmesiyle üretilen çimento harçlarının donma-çözünme çevrimleri sonundaki dayanıklılık özelliklerinin araştırıldığı çalışmada; 28 gün kür sonunda iklimlendirme kabineye konarak mermer tozu katkılı elemanların donma- çözünme dirençleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, mermer tozu ilavesinin dayanım üzerindeki olumlu etkisi gözlemlenmiştir [6]. Beton ve harçlar üzerinde yüksek sıcaklık etkisinin araştırıldığı mineral katkılı kendiliğinden yerleşen betonlar [7], yüksek dayanımlı betonlar [8,9], farklı tel takviyeli betonlar [10,11], Alternatif sıva harçlarının yüksek sıcaklık etkisine dayanıklılığı [1] vb. birçok çalışma mevcuttur.

Bu çalışmada; üç farklı tip sıva malzemesinin mukavemet özelliklerine 300- 600 - 900 °C yüksek sıcaklıkların ve 25 - 50 çevrimli donma- çözülme etkisi araştırılmıştır. Ayrıca 50 çevrim donma-çözülme sonrası numunelere 60 dk 900 °C yüksek sıcaklık uygulanarak dayanım kayıpları incelenmiştir.

II. YÖNTEM

Bu çalışmada, üç farklı tip sıva malzemesinin (Alçı, Isı yalıtım ve Çimento esaslı sıva) üretici firma önerilerine uygun su ve malzeme miktarları ile sıva harçları hazırlanmıştır. TS EN 998-1'e [12] uygun ısı yalıtım, çimento esaslı ve TS EN 13279-1'e uygun alçı sıva [13] kullanılmıştır. Sıvalara ait teknik özellikleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan sıvalara ait teknik özellikler

Alçı Sıva		Isı Yalıtım Sıvası		Çimento Esaslı Hazır Sıva	
Karışım Suyu (10 kg alçıya)	6.0-6.5 lt su.	Görünüş	Beyaz	Görünüm	Toz halde
Donma Sonu	150 Dakika	Kuru Yoğunluk	400 ±150 kg/m ³	Renk	Beyaz- Gri
Kullanım Süresi	60 Dakika	Isı İletkenlik	T1 Sınıfı	Karışım oranları	Su ve Kuru malzemenin %20-25
Tek Katta Uygulama Kalınlığı	min. 5mm.	Basınç Dayanımı	CS I		
Tüketim Miktarı (1 cm)	10 kg/m ²	Bağ Dayanımı	Kopma şekli FP.B	Tüketim	1 m ² için ortalama 2-3 kg.
Kuruma Süresi	max. 4 gün	Su Emme	W1	Kabuklaşma süre	60 Dakika
Su Absorpsiyonu	Ağırlığın %32'si	Buhar Difüzyonu	%U=6.0 (120 Gün)	Tane boyutu	0-1900 Mikron
Yüzey Sertliği	40 Shore D	Yangın Dayanımı	A1 Sınıfı	Erken dayanım	48 saat
Kuru Birim Hacim Ağırlığı	1.150 kg/m ³	Boyaya Hazır olma	Uygun ortamda 52 Saat	Nihai Dayanım	28 gün
Eğilme Mukavemeti	min. 1.0 N/mm ²	Ses Yutuculuk	15 db (4 cm için)	Su dayanımı	Su itici özelliğe sahiptir Hava Şartlarına dayanıklıdır. İç ve dış şartlarda kullanılır.
Basınç Mukavemeti	min. 2.5 N/mm ²	Saklama süresi	12 ay (Uygun ortamda)		
Isı İletkenliği	0.30W/mK				

Harçların hazırlanmasında TS EN 196-1'e [14] uygun şekil 1-a' da gösterilen Anka test markalı manuel-otomatik harç mikseri kullanıldı. Hazırlanan karışımlar Şekil 1-b'de görüldüğü gibi 50x50x50 mm. boyutlarında kalıplara yerleştirilmiştir. 24 saat sonra kalıplardan alınan numuneler örnek olarak Şekil 1-c'de görüldü gibi 180 gün laboratuvar ortamında bekletilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 1. a) Harç mikseri, b) Numune kalıpları, c) Numune örnekleri

İstenilen yaşa ulaşan numunelere 300-600 ve 900 °C yüksek sıcaklık uygulanmıştır. Numunelere yüksek sıcaklık uygulaması şekil 2-a'da gösterilen kül fırınında 20°C/dk kademeli olarak artan sıcaklıkta 1 saat uygulanmıştır. Ayrıca sıvaların donma – çözülme sonrası basınç dayanım kayıplarının belirlenmesinde şekil 2(b)'de verilen otomatik donma çözülme cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Donma – çözülme deneyinde her çevrimi -20 °C'de 2 saat ve +20 °C'de 2 saat olmak üzere 0,1 °C/dk artış ile uygulanan deneyde 25 ve 50 çevrimli donma çözülme deneyleri yapılmıştır. Yüksek sıcaklık ve donma - çözülme çevrimleri sonucunda şekil 1 (c)'de verilen 600 kN kapasiteli 0,50 kN yükleme hızında numunelerin basınç dayanımları tespit edilmiştir. Deneyler sonucunda laboratuvar ortamında bekletilen 20 °C de ki referans numuneler ile yüksek sıcaklık ve donma – çözülme sonrası numunelerden elde edilen basınç değerleri karşılaştırılmıştır.



(a)



(b)

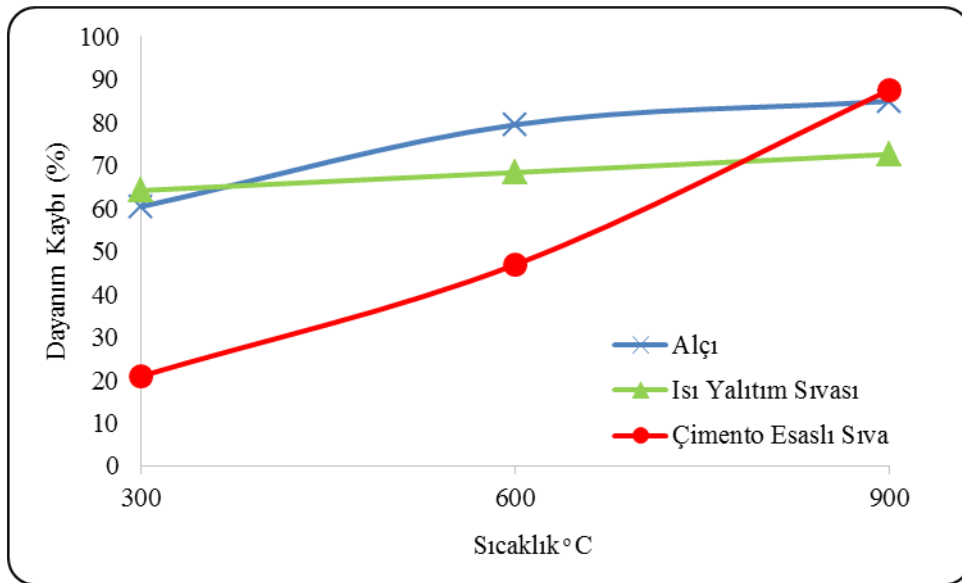


(c)

Şekil 2. Deneylerde kullanılan cihazlar

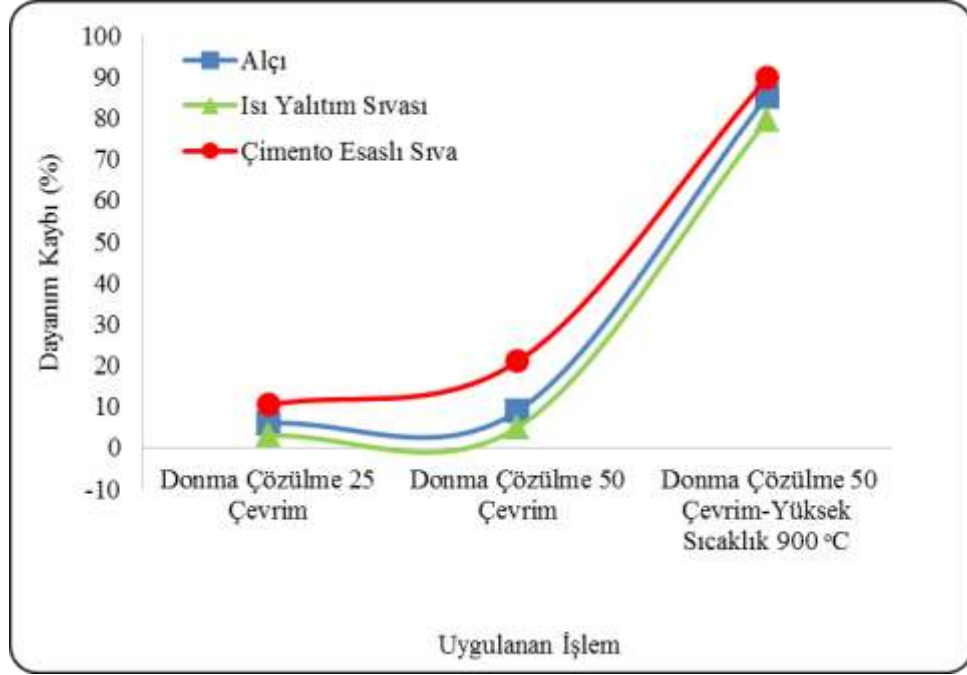
III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı tip sıva malzemelerinin mukavemet özelliklerine yüksek sıcaklık ve donma- çözülme etkisi araştırılmıştır. Numunelerin yüksek sıcaklık sonrası dayanım kayıpları Şekil 3'te verilmiştir. Grafik incelendiğinde 300 °C'de en büyük ve en küçük dayanım kayıpları sırası ile %64-%21 olarak ısı yalıtım ve çimento esaslı numunelerden elde edilmiştir. 600 °C'de en büyük ve en küçük dayanım kayıpları sırası ile alçı ve çimento esaslı sıvalardan %80 - %47 olarak bulunmuştur. Numunelerin 900 °C'deki sıcaklıktan sonraki dayanım kayıpları incelendiğinde en büyük dayanım kaybının %88 olarak çimento esaslı numunelerden, en küçük dayanım kaybı ise %73 oranında ısı yalıtım sıva numunelerinden elde edilmiştir. Çimento esaslı numunelerin 300 °C'de en düşük dayanım kaybı olmasına rağmen 900 °C sıcaklığa maruz kaldıktan sonra en büyük dayanım kaybı oluşmuştur. Bu durumun çimento esaslı beton ve harçlarda 350 °C sıcaklığa kadar dayanımlarda bir miktar artış olabileceği görülmektedir. Bu durum literatürde özellikle 350 °C sıcaklıktan önce $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bozunmasının gerçekleşmediği, bu nedenle de dayanım kaybı olmadığı veya düşük seviyede olduğu şeklinde açıklanmaktadır [15,16]. Beton dayanımının %50'sini 600°C'de, %80'ini ise yaklaşık 800°C sıcaklığa ulaştığında kaybettiği bilinmektedir[17,18]. 900 °C sıcaklık sonrasında ısı yalıtım sıvası alçı sıvadan %12, çimento esaslı hazır sıvadan %15 daha düşük dayanım kaybına uğramıştır.



Şekil 3. Yüksek sıcaklık sonrası dayanım kayıpları

Donma – Çözülme sonrası basınç dayanım kayıpları Şekil 4’te verilmiştir. Grafik incelendiğinde 25 - 50 çevrim sonrası minimum dayanım kayıpları ısı yalıtım sıvası ile hazırlanan numunelerden elde edilmiştir. 25 çevrim sonucunda ısı yalıtım sıvasındaki dayanım kaybı %3, alçı sıvada %6 ve çimento esaslı hazır sıvada %10 olarak bulunmuştur. 50 çevrim sonuçları incelendiğinde ısı yalıtım sıvasında %5, alçı sıva da %9 ve çimento esaslı sıvada ise %21 dayanım kaybı meydana gelmiştir. Ayrıca 50 çevrim donma - çözülme deneyinden sonra 900 °C yüksek sıcaklığa maruz bırakılan numunelerin dayanım kayıpları incelenmiştir. En yüksek ve en düşük dayanım kayıpları sırasıyla %90 - %79 oranlarında çimento esaslı hazır sıva ve ısı yatım sıva numunelerinde meydana gelmiştir.



Şekil 4. Donma- çözülme sonrası dayanım kayıpları

Yüksek sıcaklığa maruz bırakılan numunelerden 300 ve 600 °C sıcaklıklar sonrasında numunelerde gözlemlenebilir herhangi bir yüzeysel bozukluğa rastlanmazken, 900 °C sıcaklıklar sonrasında yüzeysel çatlaklar gözlemlenmiştir. Bu çatlaklar alçı ve ısı yalıtım sıva numunelerinde mikro düzeyde kalırken, çimento esaslı sıva numunelerinde belirgin olarak görülmüştür. Numunelere ait örnekler Şekil 5’te sunulmuştur.



Çimento esaslı sıva

Alçı sıva

Isı yalıtım sıvası

Şekil 5. 900 °C Sonrası numuneler

IV. SONUÇ

Bu deneysel çalışmada aşağıda maddeler halinde verilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- 300 °C’de en büyük ve en küçük dayanım kayıpları sırası ile %64-%21 olarak ısı yalıtım ve çimento esaslı numunelerden elde edilmiştir. 600 °C’de en büyük ve en küçük dayanım kayıpları sırası ile alçı ve çimento esaslı sıvalardan %80 - %47 olarak bulunmuştur.
- Numunelerin 900 °C’deki sıcaklıktan sonraki dayanım kayıplarında en büyük dayanım kaybının %88 olarak çimento esaslı numunelerden, en küçük dayanım kaybı ise %73 oranında ısı yalıtım sıva numunelerinden elde edilmiştir.
- 25 çevrim sonucunda ısı yalıtım sıvasındaki dayanım kaybı %3, alçı sıvada %6 ve çimento esaslı hazır sıvada %10 olarak bulunmuştur.
- 50 çevrim donma-çözülme sonrasında ısı yalıtım sıvasında %5, alçı sıva da %9 ve çimento esaslı sıvada ise %21 dayanım kaybı meydana gelmiştir.
- 50 çevrim donma - çözülme deneyinden sonra 900 °C yüksek sıcaklığa maruz bırakılan numunelerin en yüksek ve en düşük dayanım kayıpları sırasıyla %90 - %79 oranlarında çimento esaslı hazır sıva ve ısı yalıtım sıva numunelerinde meydana gelmiştir.
- 900 °C sıcaklıklar sonrasında yüzeysel çatlaklar gözlemlenmiştir. Bu çatlaklar alçı ve ısı yalıtım sıva numunelerinde mikro düzeyde kalırken, çimento esaslı sıva numunelerinde belirgin olarak görülmüştür.

V. KAYNAKLAR

- [1] O. Y. Bayraktar, *Alternatif sıva harçlarının yüksek sıcaklık etkisine dayanıklılığı*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (2012).
- [2] Brick Industry Association, Technical Notes on Brick Construction, *Technical Notes 8-Mortars for Brick Masonry*, Virginia-USA, (2003).
- [3] H. Binici, H. Kaplan, S. Yılmaz, *Scientific Research and Essay*, **2 (9)** (2007) 372-379.
- [4] M. Gürü, Y. Akyüz, E. Akın, *Politeknik Dergisi*, **8 (3)** (2005) 271-274.
- [5] P. Kristulovic, N. Kamenic, K. Popovic, *Cement and Concrete Research*, **24 (4)** (1994) 721-727.
- [6] R. T. Erdem, A. U. Öztürk, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, **1(2)** (2012). 85-91.
- [7] T. Kaya, C. Karakurt, M. Dumangöz, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **1(1)** (2014) 39-44.
- [8] Y.N. Chan, X. Lou, W. Sun, *Cement and Concrete Research*, **30**, (2000) 247-251.
- [9] J. Piasta, *Mater. Struc.*, **17(102)** (1984). 415-420.
- [10] S. Aydın, H. Yazıcı, B. Baradan, *Cons. and Build Mater.* **22(4)** (2008), 504-512.
- [11] J. Xiao, H. Falkner, *Fire Safety Journal*, **41** (2006) 115-121.
- [12] TS EN 998-1, Kagir harcı-özellikler – Bölüm 1: Kaba ve ince sıva harcı. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara – Türkiye, (2011).
- [13] TS EN 13279-1, Yapı ve sıva alçıları – Bölüm 1: Tarifler ve gerekler. *Türk Standartları Enstitüsü*. Ankara – Türkiye, (2014).
- [14] TS EN 196-1, Çimento Deney Metotları - Bölüm 1: Dayanım tayini. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara – Türkiye, (2009).
- [15] B. Demirel, O. Keleştemur, *Fire Safety Journal*, (45) 6–8, (2010), 385-391.
- [16] Y. Kong, L. Daniel, G.J. Sanjayan, S.K. Crentsill, *Cement and Concrete Research*, (37) 12, (2007), 1583-1589.

- [17] A.B. Kızılkant, N. Yüzer, Yüksek Sıcaklık Etkisindeki Harcın Basınç Dayanımı-Renk Değişimi İlişkisi, *İMO Teknik Dergi*, (2008), 4381-4392.
- [18] İ.B. Topçu, A. Demir, *Kiremit Kırıklı Betonlarda Yüksek Sıcaklık Etkisi*, **7th International Congress in Civil Engineering**, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul - Türkiye, (2006) 456.