KİREÇ TÜRÜNÜN HORASAN HARCI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

EFFECT OF LIME TYPE ON THE PROPERTIES OF KHORASAN MORTAR

Mehmet CANBAZ[1] ve Ersin GÜLER[2]

ÖZET

Restorasyon harçları tarihi yapıların onarım ve güçlendirilmesinde kullanılmaktadır. Restorasyon harcı üretiminde pişmiş kil, su ve kireç kullanılmaktadır. Restorasyon harcı olarak kullanılan horasan harcında daha önceki yıllarda pişmiş kil olarak tuğla kırıkları ve tozları, kireç olarak ise yağlı kireç kullanılmakta idi. Ancak günümüzde yağlı kireç üretimi yok denecek kadar azaldı. Yağlı kireç daha doğal ortamda kireç ocaklarında kireç taşının kalsinasyonu ve şantiyelerde kazılan kireç kuyuları içinde bol su ile söndürülmesi sonucu elde edilmektedir. Bu kireç kaymak şeklinde olmakla beraber dış hava koşullarına maruz kaldığında CO_2 etkisi ile üst yüzeyi hızla sertleşebilmekte bağlayıcılığını yitirerek kullanılmaz hale gelmektedir. Sanayideki gelişmeler son yıllarda kireç üreticilerini kireç ocaklarını kapatarak fabrikalarda üretime geçmesini sağladı. Özel fırınlar ile kalsinasyon daha hassas yapılabilmekle beraber, çıkan ürün toz haline getirilerek üzerine pulverize su sıkılmakta böylece sadece yeteri miktar az su ile söndürülmekte ve toz halinde hidrate kireç elde edilmektedir. Oluşan kalsiyum hidroksit ortamda su olmadan çözülmemekte ve ortamdaki CO_2 ile sertleşme reaksiyonuna girmemektedir. Kireç hava bağlayıcısıdır. Yani ancak atmosfere mazur kaldığına sertleşebilir. Ancak horasan harçlarında kirecin yanı sıra kullanılan pişmiş kil tozlarındaki silikatlar kirecin su ile reaksiyonu sonucunda oluşan kalsiyum hidroksit ile harç taze halde iken reaksiyona girer ve suda çözülmeyen harca dayanım kazandıran kalsiyum silikat, hidrat jellerine dönüşür. Bu çalışmada bu iki kirecin horasan harcı fiziksel ve mekanik özeliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu harçlardan alınan 4 cm x 4 cm x16 cm boyutlarında numuneler bir gün sonra kalıptan çıkarılarak nemli ortamda bekletilmişlerdir. Numuneler üzerinde 7 günlük ve 28 günlük birim ağırlık, ultra ses geçiş süresi, eğilme ve basınç deneyleri yapılarak, harçların birim ağılık, ultra ses geçiş hızı, eğilme dayanımı, basınç dayanımı gibi fiziksel ve mekanik özelikleri belirlenmiştir. Deneyler sonucunda yağlı kireç ile üretilen numunelerin özeliklerinin daha iyi olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: *Tarihi yapılar, horasan harcı, kireç.*

ABSTRACT

Restoration mortars are used to repair and strengthen historical buildings. Baked clay, water and lime are used to produce restoration mortar. In the previous years, brick pieces and powder were used as baked clay and rich lime was used as lime in khorasan mortar used as restoration mortar. Today, however, the production of rich lime has been reduced scarcely any. Rich lime is manufactured in a more natural environment by calcination of limestone in lime quarries, in construction area by slaking lime with plenty of water in a lime pit. When this lime putty is exposed to outside weather conditions, the top surface can harden rapidly due to the effect of CO_2, so it become dysfunctional because it loses its cohesiveness ability.Recent developments in the industry have led lime manufacturers to stop lime kiln production and start factory production.Calcination with special ovens can be made more precisely, but resultant product is pulverized and it slaked by spaying pulverized water and by this way pulverulent hydrated lime is obtained with a little water and so pulverized hydrated lime is obtained. The resultant calcium hydroxide does not dissolve in the environment without water and does not perform hardening reaction with CO2 in the environment.The lime is air connector and it can be hardened only if it expose to atmospheric action. However, silicate minerals in fired clay powder used in addition to lime in khorasan mortar react with calcium hydroxide which occur as a result of

[1]Yrd.Doç.Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, mcanbaz@ogu.edu.tr
[2]Öğr.Gör., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, eguler@ogu.edu.tr

chemical reaction between lime and water in fresh mortar and calcium silicate which are gained strength to nonaqueous mortar turned into hydrate gels.

In this study, it was aimed to determine the effect of these two types of lime on the physical and mechanical properties of khorasan mortar.The specimens of 4 cm x 4 cm x 16 cm taken from these mortars were removed from the plate after one day and stored in a humid environment. The physical and mechanical properties of mortars such as unit weight, ultrasound transit speed, bending strength and compressive strength were determined by carrying out 7 day and 28 day unit weight, ultrasound transit time, bending and pressure tests on the samples. As a result of the experiments, it can be said that the properties of the samples produced with oily lime are better.

Keywords: *Historical buildings, khorasan mortar, lime.*

GİRİŞ

Tarihi yapılar birçok uygarlığın izlerini zamana karşı korumaktadır. İnsanların tarihi yapılara olan hassasiyeti zamanla artmaktadır. Bu tarihi yapılar insanların ortak mirası olarak sayılmakta ve koruma üzerine hassasiyetleri o ülkenin medenilik derecesini göstermektedir. Geçmişten günümüze tüm uygarlıklar kendinden önceki uygarlıklara ait yapılara ilgi göstermiş ve korumaya çalışmıştır.

Tarihi yapıların günümüze ulaşmasındaki en önemli etken bağlayıcı malzemelerdir. Bu bağlayıcı malzemelerin en önemli elemanı ise harç ve sıvalardır. Tarihi yapılar incelendiğinde en önemli bağlayıcı malzeme olarak horasan isimli harç görülmektedir (Yılmaz, 2010).Birçok tarihi yapının inşasında bağlayıcı olarak kireç, agrega olarak tuğla ve kiremit gibi pişmiş seramik malzemelerden oluşan harç ve sıvalar kullanılmıştır (Mavioğlu, 2011).Horasan; kırılmış, öğütülmüş kiremit, tuğla, çömlek vb. pişmiş killere denilmektedir. Horasan harcı; horasan, kireç, su ve bazı katkı maddelerinin eklenmesiyle üretilen bağlayıcı ve taşıyıcı özeliğe sahip bir malzemedir. Horasan harcı üretiminin kolay olması, istenilen şeklin verilebilmesi ve dayanıklılığı nedeniyle çimentonun bulunana kadar yapıların inşalarında kullanılmıştır. Tarihi eserlere yapılacak çalışmalarda bu harç dikkate alınarak malzemeler seçilmelidir (Topçu İ.B. vd. 2005).

Kirecin hammaddesi, kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) minerallerinden oluşan kireç taşlarıdır. Diğer bir tanımda ise, Kalker taşının uygun sıcaklıklarda kireç ocaklarında yakılması ve içerisindeki karbondioksitin uçurulması işlemi ile elde edilen, kolay ufalanabilir parçalara kireç denilmektedir (Şimşek, 2007).Bu taşlar ısı ile kalsine olup karbondioksit gazının (CO_2) yapıdan ayrılması sonucunda kalsiyum oksite (CaO) dönüşürler. Elde edilen bu ürün sönmemiş kireç olarak adlandırılır. Kalsiyum karbonatın kalsinasyonsıcaklığı, 100 % CO_2ortamında ve 760 mm civabasıncında 900 °C dır (Boynton, 1980). Kireç kullanılarak elde edilen harç ve sıvalar, Eski Yunan, Roma ve onu izleyen dönemlerden, çimentonun bulunmasına kadar geçen sürede yapıların inşalarında kullanılmıştır. Kireç harcı ve sıvaları, bağlayıcı olarak kireç vedolgu malzemesi olarak agregaların karıştırılması ile elde edilir (Böke vd.2004).

Bu çalışmada, bu iki kirecin horasan harcı fiziksel ve mekanik özeliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu harçlardan alınan 4 cm x 4 cm x 16 cm boyutlarında numuneler bir gün sonra kalıptan çıkarılarak nemli ortamda bekletilmişlerdir. Numuneler üzerinde 7 günlük ve 28 günlük birim ağırlık, ultra ses geçiş süresi, eğilme ve basınç deneyleri yapılarak, harçların birim ağılık, ultra ses geçiş hızı, eğilme dayanımı, basınç dayanımı gibi fiziksel ve mekanik özelikleri belirlenmiştir.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Kullanılan Malzemeler

Kireç dışında diğer malzemeler ve deney koşulları tümüyle aynıdır. Bu çalışmada kullanılan malzemeler şu şekildedir:

Yağlı Kireç: Kireç taşı ve kireç taşının iki katı oranında su kullanılarak söndürülmüş elde edilen kireç kaymağı çalışmalarda kullanılmıştır.

Hidrate Kireç: Adaçal A.Ş.'nin ürettiği sönmüş kireç yapısındaki kalsiyum kireci 80 olan, TS EN 459-1'e uygun torbalı toz kireç kullanılmıştır (TS EN 459-1, 2015). Kimyasal özelikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Kiremit kırığı ve tozu: Deneylerde kullanılan kiremit kırığı ve tozu Kılıçoğlu Kiremit Fabrikasından elde edilmiştir. Üretimde agrega olarak öğütülen kiremit kırıntıları elekten geçirilerek 0-2 mm aralığında gruplandırılmıştır. Birim ağırlığı 1.2 gr/cm^3, özgül ağırlığı 2.6 olarak saptanmıştır.

Su: Deneysel çalışmalarda Eskişehir şebeke suyu kullanılmıştır.

Tablo 1. Hidrate kirecin kimyasal özelikleri

Aktif $Ca(OH)_2$	**Nem**	**SiO_2**	**MgO**	**SO_3**	**R_2O_3**
% 80-85	% 0,5-1	% 0-0,1	% 0,2-0,4	% 0,1-0,3	% 0,1-0,2

Üretim yöntemi ve yapılan deneyler

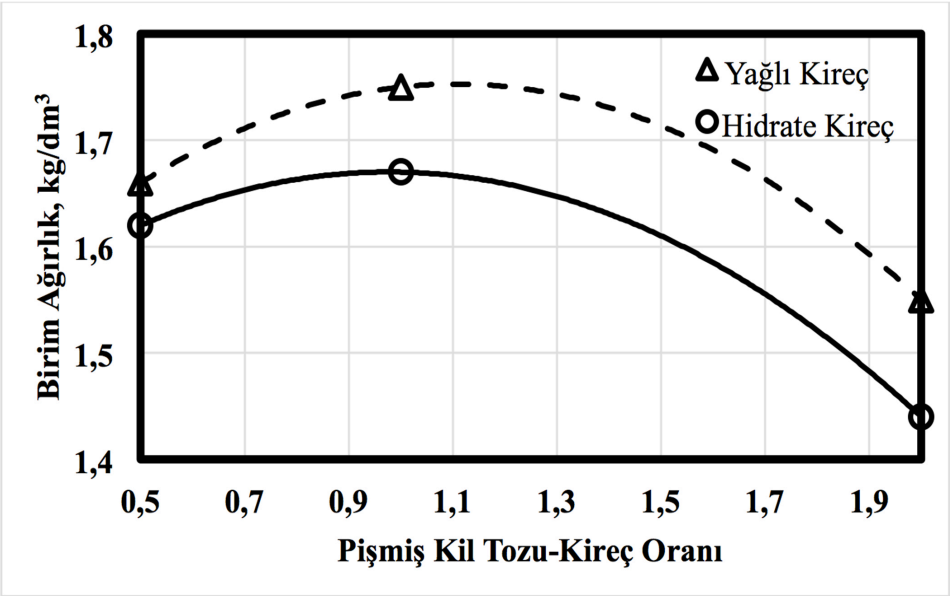
Yapılan horasan harcı üretiminde pişmiş kil kırığı ve tozu olarak 0-2 cm kiremit kırığı ve 0-150 cm kiremit tozu kullanılmıştır. Kireç olarak yağlı ve hidrate kireç kullanılmıştır. Karışım oranları Tablo 2'de verilmiştir. Önce kiremit kırığı, kiremit tozu ve kireç karıştırılmıştır. Daha sonra sabit kıvam olacak şekilde su ilave edilmiştir. İlave edilen su miktarına bağlı olarak hesap edilen su-bağlayıcı oranı Tablo 2'de verilmiştir. Üretilen horasan harçlarından 4 cm x 4 cm x16 cm boyutlarında numuneler alınmıştır. 1 gün sonra kalıplarından çıkarılan numuneler ıslak bezle örtülmüştür. Bez ara ara ıslatılarak sürekli ıslak kalması sağlanmıştır. Üretimden 28 gün sonra üçer numune üzerinde birim ağırlık, ultrases geçiş süresi, eğilme ve basınç deneyleri yapılarak, harçların birim ağırlık, ultarses geçiş hızı, eğilme dayanımı, basınç dayanımı gibi fiziksel ve mekanik özelikleri belirlenmiştir.

Tablo 2. Karışım oranları

Kiremit Kırığı, gr	Kiremit Tozu, gr	Hidrate Kireç, gr	Yağlı Kireç,gr	Pişmiş kil tozu/kireç	Su/ bağlayıcı
800	800	400		2	0.81
800	600	600		1	0.83
800	400	800		0,5	0.72
800	800		400	2	0.83
800	600		600	1	0.87
800	400		800	0,5	0.78

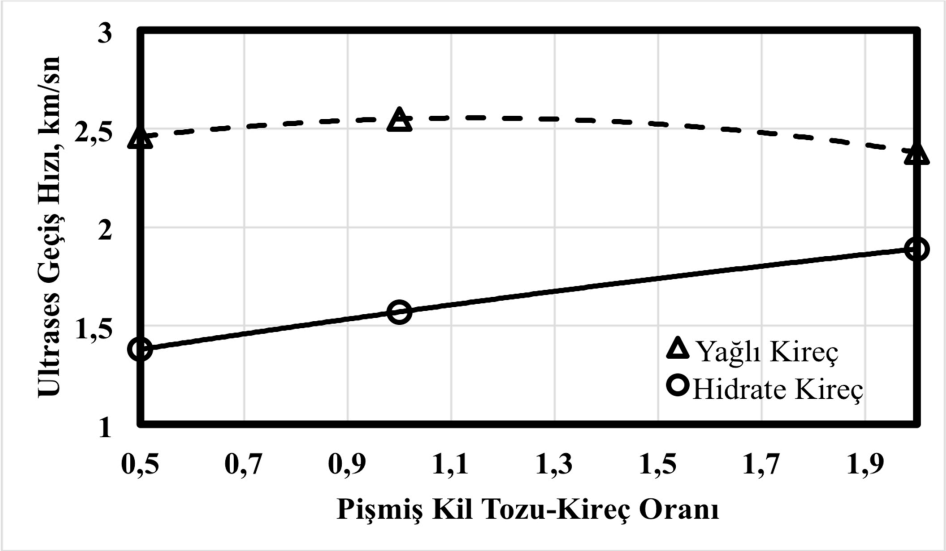
DEĞERLENDİRME

Şekil 1'de yağlı ve hidrate kireç ile üretilen horasan harçlarının birim ağırlıklarının değişimi görülmektedir. Şekil 1 incelendiğinde yağlı kireçle üretilen harçların birim ağırlıkları hidrate kireçle üretilen harçlara göre % 2,5 daha fazla olduğu görülmüştür. Pişmiş kil tozu-kireç oranı arttıkça bu oran % 7,5'a ulaşmıştır. Pişmiş kil tozu-kireç oranı 0,5'ten 1'e ulaştığında birim ağırlıklar % 3 civarında artarken, bu oran 2'ye ulaştığında % 11 oranında azalmıştır. Burada yağlı kireçle üretilen numunelerin daha iyi yerleşme sağladığından dolayı makro boşlukların azaldığı dolayısı ile birim ağırlıkların arttığı söylenebilir. Birim ağırlıklar açısından pişmiş kil tozu-kireç oranının optimum değeri %1 olarak bulunmuştur.



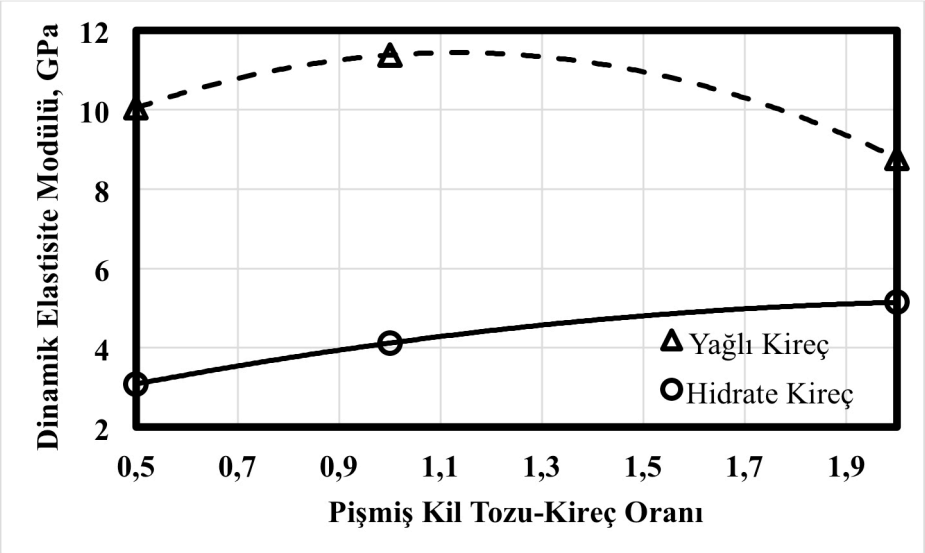
Şekil 1. Numunelerin birim ağırlık değerleri

Şekil 2'de horasan harçlarının pişmiş kil tozu-kireç oranına bağlı olarak ultrases geçiş hızı değişimleri görülmektedir. Şekil 2 incelendiğinde yağlı kireçle üretilen harçların ultrases geçiş hızlarının pişmiş kil tozu-kireç oranına bağlı olarak dikkate değer bir değişim gözlenmezken, hidrate kireç ile üretilen harçların ultrases geçiş hızları pişmiş kil tozu-kireç oranına bağlı olarak % 35'e ulaşan oranlarda artmıştır. Yağlı kireç yerleşme sırasında oluşan boşlukları azalttığından % 80'e ulaşan oranda hidrate kirece göre daha yüksek ultrases geçiş hızları elde edilmiştir.



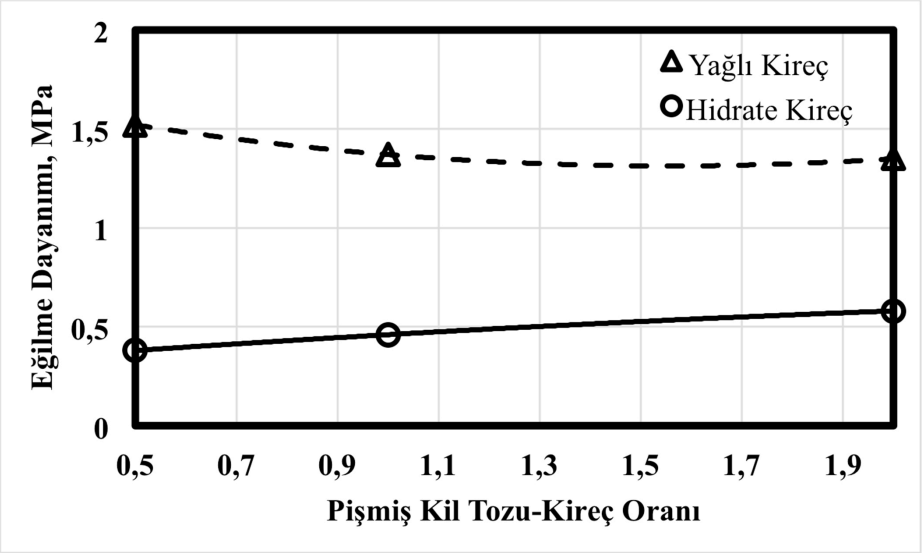
Şekil 2. Numunelerin ultrases geçiş hızı değerleri

Şekil 3'de numunelerin birim ağırlık ve ultrases geçiş hızına bağlı olarak elde edilen dinamik elastisitemodülü değerlerinin değişimi görülmektedir. Şekil 3 incelendiğinde en yüksek dinamik elastisitemodülü değerleri pişmiş kil tozu-kireç oranı 1 olan yağlı kireçle üretilen horasan harçlarında elde edilmiştir. Hidrate kireç kullanılan numunelerde dinamik elastisitemodülü pişmiş kil tozu-kireç oranı arttıkça % 30'a ulaşan oranlarda artmıştır. Yağlı kireç ile üretilen harçların dinamik elastisitemodülü değerleri hidrat kireçle üretilen numunelerin dinamik eelastisite modülü değerlerinde 2 kata ulaşan oranlarda artış görülmüştür. Birim ağırlık ve ultrases geçiş hızlarındaki değişimler farkın artmasına yol açmıştır.



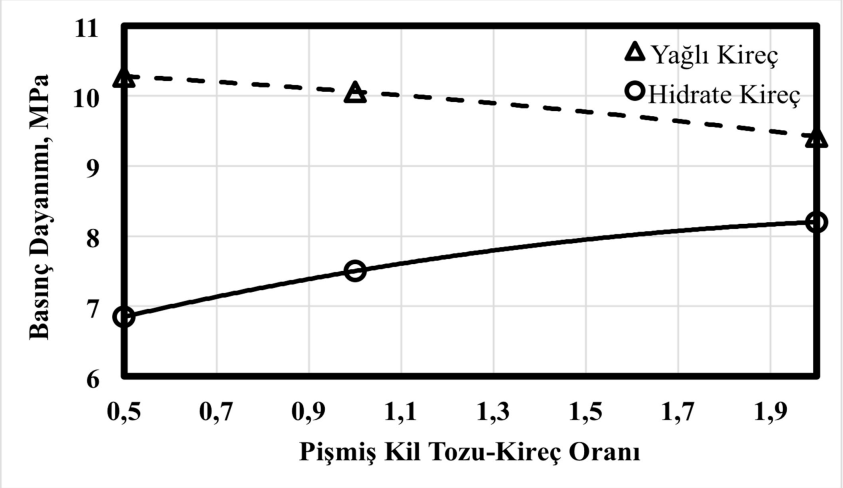
Şekil 3. Numunelerin dinamik elastisitemodülü değerleri

Şekil 4'de horasan harçlarının pişmiş kil tozu-kireç oranı ile eğilme dayanımı değişimleri verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde yağlı kireçle üretilen harçların eğilme dayanımları pişmiş kil tozu-kireç oranı arttıkça % 9'a ulaşan oranda azalırken, hidrate kireç kullanılması durumunda bu oran % 16 artma şeklinde olmuştur. Yağlı kireç yerine hidrate kireç kullanılması durumunda eğilme dayanımları % 75'e ulaşan oranlarda azalmıştır. Bunun nedeni yağlı kireç işlene bilirliği arttırdığından daha dolu kesitler elde edilmiş ve eğilme dayanımını düşüren kesit zayıflıklarına engel olmuştur.



Şekil 4. Numunelerin eğilme dayanımı değerleri

Şekil 5'de yağlı ve hidrate kireç ile üretilen horasan harçlarının basınç dayanımı değişimi verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde yağlı kireçle üretilen harçların basınç dayanımları pişmiş kil tozu-kireç oranı arttıkça % 8'e ulaşan oranlarda azalırken, hidrate kireç ile üretilmişharçların basınç dayanımları pişmiş kil tozu-kireç oranı arttıkça % 20'e ulaşan oranlarda artmıştır. Hidrate kireç yerine yağlı kireç kullanılması durumunda basınç dayanımları % 50'e ulaşan oranlarda artmıştır. Yağlı kireç hidrate kirece oranla pişmiş kil tozu ile daha hızlı reaksiyona girip sağlam yapıdaki silikatlı ve alüminatlı yapıları oluşturmuştur.



Şekil 5. Numunelerin basınç dayanımı değerleri

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan deneysel çalışmanın sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Horasan harcı üretiminde hidrate kireç yerin yağlı kireç kullanılması durumunda numunelerin birim ağırlıkları ortalama % 5, ultrases geçiş hızları ortalama % 60, dinamik elastisite modülü değerleri ortalama 1.5 kat, eğilme dayanımları ortalama 2 kat, basınç dayanımları ortalama % 35 artmıştır.
- Hidrate kireç ile üretilen horasan harç numunelerinde pişmiş kil tozu-kireç oranı arttıkça birim ağırlıkları önce artıp sonra azalırken, ultrases geçiş hızları % 37, dinamik elastisitemodülü değerleri % 67, eğilme dayanımları % 53, basınç dayanımları % 20 artmıştır.
- Yağlı kireç ile üretilmiş harçlarda pişmiş kil tozu-kireç oranı 0,5'ten 1'e ulaştığında birim ağırlıklar, ultrases geçiş hızları, dinamik elastisitemodülü değerleri artarken, 1'den 2'ye ulaştığında düşmüştür. Eğilme ve basınç dayanımları pişmiş kil tozu-kireç oranı artışı ile % 11'e ulaşan oranlarda azalmıştır.

Horasan harcı kullanılan tarihi bir yapının onarımı için harç üretimi söz konusu olduğunda mekanik ve fiziksel özelikleri olumlu yönde etkilemesinden dolayı yağlı kireç kullanılması önerilebilir. Yapıların taşıyıcı kısmında kullanılan harcın dayanımı 10 MPa'nın altında olması önerilmez. Bu nedenle yağlı kireç kullanılması durumunda pişmiş kil tozu-kireç oranı 0.5-1 arasında olmalı, 1'i geçmemesi önerilebilir. Hidrate kireç kullanılması durumunda ise pişmiş kil tozu-kireç oranının 2'den daha büyük değerler seçilmesi önerilebilir. Burada kilin çeşidi, pişirme sıcaklığı, ne kadar ince öğütüldüğü de horasan harç özeliklerine etkisi unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

Boynton R S, (1980) "Chemistry and Techonology of Lime and Limestone" 2. Edition New York

Böke H, Akkurt S, İpekoğlu B, (2004) "Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri" Yapı Dergisi 269, Nisan 2004, 90-95

Mavioğlu Ü. A, (2011) Farklı PuzolanikKatkıllar İle Hazırlanan Horasan Harçlarının Değişen Parametrelerinin İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Şimşek O, (2007) YapıMalzemesiII ,SeçkinYayıncılık, Ankara

TS EN 459-1 (2015) Yapı kireci - Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk kriterleri, TSE, Ankara.

Topçu İ B, Canbaz M, Karanfil H (2005) "HorasanHarçveBetonunÖzellikleri"*YapıMekaniğiSemineri , ODTÜ-ESOGÜ*, 01 Temmuz 2005, Eskişehir , 99-107

Yılmaz C, (2010) Portland Çimentosu Kullanımının Horasan Harcı Özelliklerine Etkisi Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara