

Pamuk Küspesinin Sıva Harcı İçerisinde Agrega Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması

Yusuf Tahir ALTUNCI¹, Cenk ÖCAL²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, İnşaat Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye
²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta, Türkiye

(Alınış / Received: 15.02.2021, Kabul / Accepted: 07.09.2021, Online Yayınlanma / Published Online: 25.12.2021)

Anahtar Kelimeler

Pamuk küspesi,
Sıva harcı,
Kuru birim yoğunluk,
Mekanik özellik,
Isıl iletkenlik.

Özet: Bu çalışmada, CEM IV 32.5 N tipi çimento kullanarak, pamuk küspesi (0-2 mm) CEN standart kum yerine %0, %1, %2, %3 ve %5 oranlarında hacimce ikame edilerek su/bağlayıcı oranı 1 olan TS EN 998-2 standardına göre sıva harçları üretilmiştir. Elde edilen sıva harcı numunelerinde, pamuk küspesinin sıva harcı performans özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla TS EN 998-1 standardına göre yapılması zorunlu olan; kuru birim yoğunluk, 28 günlük basınç dayanımı ve ısıl iletkenlik deneylerine ek olarak yayılma tablası yayılma çapı ve 28 günlük eğilme dayanımı deneyleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda; yayılma tablası yayılma çapı değeri 25 cm'nin üzerinde olan, 1.751 g/cm³-1.796 g/cm³ kuru birim yoğunluğu aralığında, 1.98 MPa-2.23 MPa eğilme dayanımı aralığında 9.44 MPa-9.9 MPa (CS IV) basınç dayanımı aralığında ve 0.365 W/mK-0.603 W/mK ısıl iletkenliği aralığında olan pamuk küspesi ikameli sıva harçları elde edilmiştir. Isıl iletkenliğin önemli olmadığı yüzeylerde pamuk küspesinin sıva harcı içerisinde hacimce %5 oranına kadar agrega olarak kullanılmasında bir sakınca görülmemekle birlikte malzemenin sürdürülebilirlik açısından, uzun süreli performans özelliklerinin ve fayda-ekonomik katkı analizlerinin de yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Investigation of the Usability of Cotton Pulp as Aggregate in Plaster Mortar

Keywords

Cotton pulp,
Plaster mortar,
Dry density,
Mechanical features,
Thermal conductivity.

Abstract: In this study, through using CEM IV 32.5 N type cement, the cotton pulp (0-2 mm) was substituted by volume in 0%, 1%, 2%, 3% and 5% rates instead of CEN standard sand, and plaster mortars were produced according to the TS EN 998-2 standard whose water/binder ratio is 1. In the plaster mortar samples obtained, the effect of cotton pulp on the performance features of the plaster mortar was determined. For this purpose, in addition to dry unit density, 28-day compressive strength and thermal conductivity tests, spreading table radius and 28-day bending strength tests were performed according to the TS EN 998-1 standard, which is compulsory to perform. As a result of the study; cotton pulp-substituted plaster mortars were obtained with flow table spreading diameter above 25 cm, in the range of dry density of 1.751 g / cm³-1.796 g / cm³, bending strength between 1.98 MPa-2.23 MPa, compressive strength range between 9.44 MPa-9.9 MPa (CS IV) and thermal conductivity range between 0.365 W / mK-0.603 W / mK. While using cotton pulp as an aggregate up to 5% by volume within plaster mortar on surfaces where thermal conductivity is insignificant has proved to be admissible, analyzing the long-term performance characteristics and the benefits-economic profits would be useful in terms of sustainability.

1. Giriş

Günümüzde en çok kullanılan kompozit yapı malzemeleri harç ve betondur. Özellikle karışıma giren malzemelerin temin kolaylığı harç ve betonun popüler bir yapı malzemesi olarak kullanılmasına

olanak sağlamaktadır. Harç ve betonun üretimi sırasında çeşitli endüstriyel ya da endüstriyel olmayan ürünlerin kullanılmasına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır [1,2]. Sıva harcının da benzer şekilde özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik; gerek çimento yerine gerekse de kum yerine alternatif malzemeler

*İlgili yazar: yusufaltunci@isparta.edu.tr

ikame ederek çalışmalar yapılmaya devam edilmektedir [3,4,5,6]. Bu alternatif malzemelerden bir tanesi de endüstriyel bir ürün olan pamuk küspesidir. Pamuk, gıda dışı en önemli ürünlerden biridir [7]. Pamuk mahsulü; pamuk, pamuk tohumu yağı ve yağı alınmış pamuk küspesi için üretilir ve hasat edilir [7,8]. Pamuk küspesi pamuk mahsulünün en son aşamasında yağı alınarak elde edilmekte ve bünyesinde C, O, K, Mg, Cu, Ca, S ve P elementlerini bulundurmaktadır.

2018/2019 döneminde ülkemizde; 2.57 milyon ton kütlü pamuk üretimi yapılarak, %38 randıman ile 976 bin ton lif pamuk ürünü elde edilmiştir [9].

Bu bağlamda randıman dışı ürün olan pamuk küspesinin sıva harcı içerisinde kullanılabilirliğini araştırmak üzere CEM IV 32.5 N tipi çimento kullanarak, 0-2 mm elek aralığındaki pamuk küspesini CEN standart kum yerine %0, %1, %2, %3 ve %5 oranlarında hacimce ikame ederek su/bağlayıcı oranı 1 olan sıva harçları üretilmiştir. Harç ve beton karışımları içerisinde MgO ve CaO miktarının fazla olduğu durumlarda genleşme meydana geldiği bilindiği [10] için ikame oranında %5 oranı aşılmamıştır. Üretilen örnekler üzerinde TS EN 998-1 Kaba ve İnce Sıva Harcı standardına göre [11] yapılması zorunlu olan; kuru birim yoğunluk, 28 günlük basınç dayanımı ve ısı iletkenlik deneylerine ek olarak yayılma tablası yayılma ve 28 günlük eğilme dayanımı deneyleri yapılmıştır. Çalışmanın sonunda; pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının ilgili parametreler ile olan ilişkisi irdelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Pamuk küspesi ikameli sıva harcı örneklerinin hazırlanmasında 2.90 g/cm³ özgül ağırlığında CEM IV 32.5 N tipi çimento, 0.6 g/cm³ özgül ağırlığında pamuk küspesi, 2.56 g/cm³ özgül ağırlığında CEN standart kumu ve su kullanılmıştır. CEN standart kumunun granülometrisi Tablo 1' de, CEM IV 32.5 N tipi çimentonun kimyasal özellikleri Tablo 2' de, pamuk küspesinin kimyasal özellikleri ise Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 1. CEN standart kumun granülometrisi

El. açık. (mm)	2.00	1.60	1.00	0.50	0.16	0.08
Küm. kal. (%)	0	9	30	70	86	98

Tablo 2. Cem IV 32.5 N kimyasal özellikleri

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	LOI
41.14	10.25	3.36	33.10	2.14	2.97	1.12	1.36	3.90

Tablo 3. Pamuk küspesinin kimyasal özellikleri

C	O	K	Mg	Cu	Ca	S	P
60.5	36.2	0.85	0.90	0.30	0.20	0.20	0.50

Pamuk küspesi (Şekil 1), 0-2 mm elek aralığında elenmiş ve sıva karışımlarında, CEN standart kum yerine %0, %1, %2, %3 ve %5 oranlarında hacimce ikame edilerek su/bağlayıcı oranı 1 olan sıva harçlarının üretiminde kullanılmıştır.



Şekil 1. Pamuk küspesi

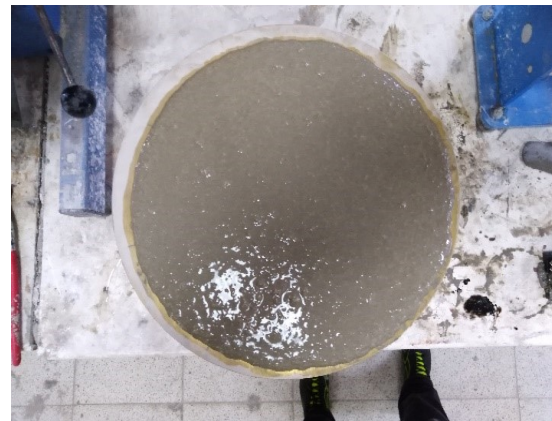
2.2. Metot

DeneySEL çalışmalarda bağlayıcı olarak CEM IV 32.5 N tipi çimento kullanılmış ve agregası olarak pamuk küspesi 0-2 mm aralığında elenerek, CEN standart kumu yerine %0, %1, %2, %3 ve %5 oranlarında hacimce ikame edilmiş ve su/çimento oranı 1 olarak sabit tutularak TS EN 998-2 standardına göre [12] karışımlar hazırlanmıştır. Üretilen pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının 1 m³ karışım bilgileri Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. 1 m³ sıva harcı karışım bilgisi

Notasyon	Çimento (kg)	Su (kg)	Kum (kg)	Pamuk küspesi (kg)
PK0	290	290	1484.8	0
PK1	290	290	1470	3.5
PK2	290	290	1455.1	7
PK3	290	290	1440.3	10.4
PK5	290	290	1410.6	17.4

Pamuk küspesi ikameli sıva harcı karışımları TS EN 998-1 standardına uygun olarak hazırlanmıştır [11]. Üretim aşamasından hemen sonra TS EN 1015-3 standardına göre [13] Şekil 2' de görüldüğü gibi yayılma tablası yayılma deneyleri yapılmıştır.



Şekil 2. Yayılma tablası deneyi

Yayılma tablası yayılma deneyinden sonra, Hobart mikserinde kalan harç ile yayılma tablası yayılma deneyinde kullanılan taze harç, her örnek grubu için 3'er adet olmak üzere 40×40×160 mm boyutlarındaki üçlü prizmatik kalıplara alınarak, bir gün süreyle kalıpta bekletilmiş ve üretimin ertesi günü kalıptan çıkarılarak kür havuzuna konulmuştur. Örneklerin hazırlanma aşaması görseli Şekil 3' de verilmiştir.

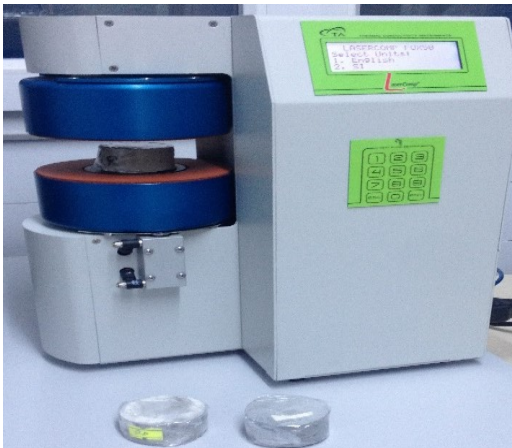


Şekil 3. Örneklerin hazırlanma aşaması

Kür işleminden sonra örneklerin, TS EN 1015-10 standardına göre [14] kuru birim ağırlıkları ölçülmüş, TS EN 1015-11 standardına göre [15] eğilme ve basınç dayanımı deneyleri ile TS EN 12664 standardına göre [16] ısıl iletkenlik deneyleri yapılmıştır. Eğilme ve basınç dayanımı deneyi görseli Şekil 4' te, ısıl iletkenlik deneyi görseli ise Şekil 5' de verilmiştir.



Şekil 4. Eğilme ve basınç dayanımı deneyi

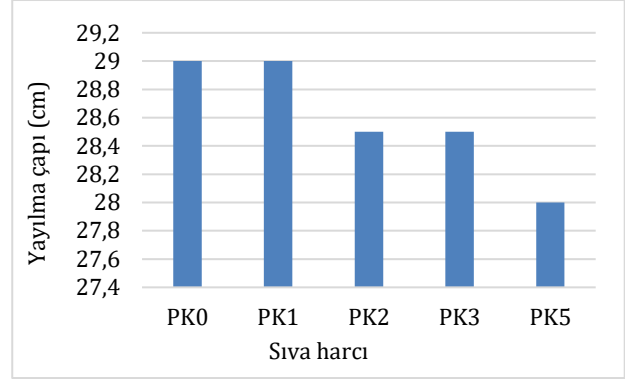


Şekil 5. Isıl iletkenlik deneyi

3. Bulgular

3.1. Yayılma tablası yayılma çapı

Şahit ve pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının yayılma tablası yayılma çapı değerleri TS EN 1015-3 standardına göre [13] belirlenmiştir. Şahit ve pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının yayılma tablası yayılma çapı deney sonuçları Şekil 6' da verilmiştir.

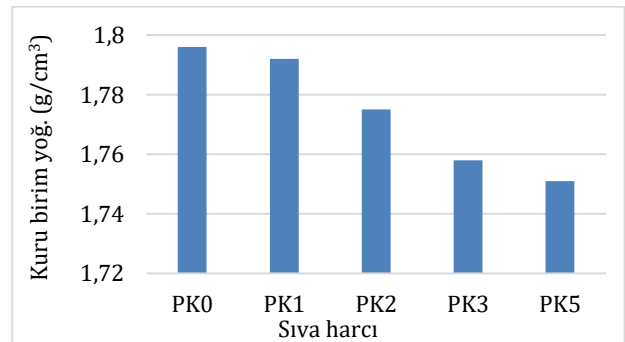


Şekil 6. Yayılma tablası yayılma değerleri

Elde edilen deney sonuçlarına göre en fazla yayılma değerine sahip örnek PK0 örneği iken, en düşük yayılma değerine sahip örnek PK5 örneğidir. İkame oranı artışı ile yayılma çaplarının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, çalışmada agrega olarak kullanılan, CEN standart kum ile pamuk küspesinin su emme özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte TS EN 1015-3 standardına göre [13] yayılma tablası yayılma çapları için sınır bir değer belirtilmemiştir. Ancak işlenebilirlik açısından 25 cm'nin üzerinde olan bu değerlerin sıva harcı işlenebilirliği için olumlu olduğu söylenebilir.

3.2. Kuru birim yoğunluk

Şahit ve pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının kuru birim yoğunlukları TS EN 1015-10 standardına göre [14] belirlenmiştir. Şahit ve pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının kuru birim yoğunluk deney sonuçları Şekil 7' de verilmiştir.



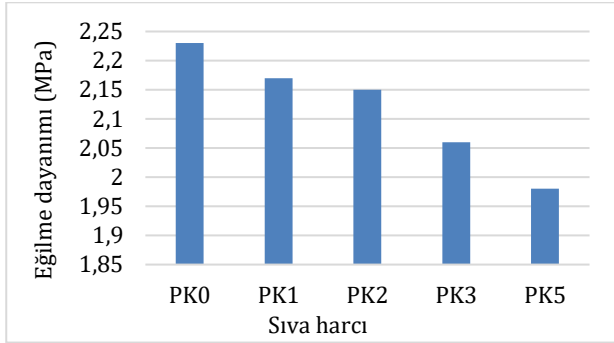
Şekil 7. Kuru birim yoğunluk değerleri

Pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının kuru birim yoğunlukları, şahit sıva harcına göre sırasıyla PK1 için

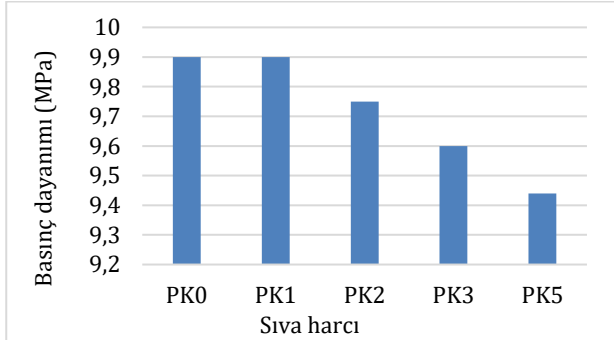
%0.22, PK2 için %1.17, PK3 için %2.11 ve PK5 için %2.51 oranında azalmıştır. Buna göre en yüksek kuru birim yoğunluğa (1.796 g/cm³) sahip sıva harcı PK0 kodlu şahit sıva harcı ve en düşük kuru birim yoğunluğa (1.751g/cm³) sahip sıva harcı ise PK5 kodlu pamuk küspesi ikameli sıva harcıdır. Bu durum pamuk küspesi ikamesi ile sıva harcının yoğunluğunun azalması ile açıklanabilir. Literatürde yoğunluğu düşük malzemelerin agrega yerine ikame edilmesi ile birim hacim ağırlığın azaldığını gösteren çalışmalar mevcuttur [17,18,19]. Bu çalışmalar deney sonuçlarımızı desteklemektedir.

3.3. Eğilme ve basınç dayanımı

Şahit ve pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının 28 günlük eğilme ve basınç dayanımı deneyleri TS EN 1015-11 standardına göre [15] yapılmıştır. Şahit ve pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının eğilme dayanımı deney sonuçları Şekil 8’ de, basınç dayanımı deney sonuçları ise Şekil 9’ da verilmiştir.



Şekil 8. Eğilme dayanımı değerleri



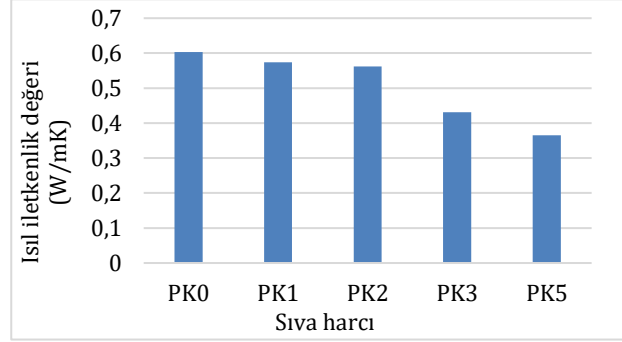
Şekil 9. Basınç dayanımı değerleri

Çalışmada 28 günlük en yüksek eğilme dayanımı 2.23 MPa ile PK0 şahit örneğine aittir. PK1, PK2, PK3 ve PK5 pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının eğilme dayanımları sırasıyla 2.17 MPa, 2.15MPa, 2.06 MPa ve 1.98 MPa olarak belirlenmiştir. Eğilme dayanımı testinden çıkan örnekler üzerinde yapılan basınç dayanımı deney sonuçlarına göre, en yüksek basınç dayanımına sahip olan numune 9.9 MPa ile PK0 ve PK1 örneğidir. PK2, PK3 ve PK5 pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının basınç dayanımları sırasıyla 9.75 MPa, 9.6 MPa ve 9.44 MPa olarak belirlenmiştir. Pamuk küspesinin kimyasal içeriği karışımın çimento ihtiyacını arttırdığı için pamuk küspesi kullanımı ile

örneklerin 28 günlük eğilme ve basınç dayanımı değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir.

3.4. Isıl iletkenlik

Şahit ve pamuk küspesi ikameli sıva harçlarının ısı iletkenlik değerleri TS EN 12664 standardına göre [16] belirlenmiştir. Şahit ve pamuk küspeli sıva harçlarının ısı iletkenlik deney sonuçları Şekil 10’ da verilmiştir.



Şekil 10. Isıl iletkenlik değerleri

Yapılan deney sonucunda pamuk küspesi kullanılarak üretilen sıva harçlarının ısı iletkenlik performansları PK5, PK3, PK2, PK1 ve PK0 şeklinde sıralanmıştır. Pamuk küspeli sıva harçlarının ısı iletkenlik performansları, şahit sıva harcına göre sırasıyla PK1 için %4.81, PK2 için %6.8, PK3 için %28.52 ve PK5 için %39.47 oranında artmıştır. Bu artışa rağmen tüm örneklerde TS EN 998-1 standardında belirtilen [11] T1 kategorisi için ≤ 0.2 W/mK ve T2 kategorisi için ≤ 0.2 W/mK kriterleri sağlanamamıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışma kapsamında yapılan; yayılma tablası yayılma, kuru birim yoğunluk, 28 günlük eğilme ve basınç dayanımı ve ısı iletkenlik deney verilerine göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Hacimce %5 oranında pamuk küspesi kullanımı ile 25 cm'nin üzerinde elde edilen yayılma tablası yayılma çaplarının, sıva harcı işlenebilirliği için olumlu olduğu söylenebilir.
- Pamuk küspesinin hacimce %5 oranında kullanımı ile sıva harcının kuru birim yoğunluğu ortalama olarak %2.5 civarında azalmıştır ve bu oran sıva yapılan bir yapının tüm alanına oranlandığı zaman yapıya sıvadan kaynaklı etkiyen ağırlığı azaltmak açısından dikkate değer bir durum oluşturmaktadır.
- Üretilen sıva harcı örneklerinin, pamuk küspesi kullanım oranı artışı ile 28 günlük eğilme ve basınç dayanımları azalmıştır. Buna rağmen üretilen tüm sıva harcı örneklerinin

dayanım sınıfı, TS EN 998-1 standardına göre [11] en üst seviye dayanım sınıfı olan CS IV kategorisinde yer almaktadır.

- Üretilen pamuk küspeli sıva harcı örneklerinin ısı iletkenlik değerleri 0.365 – 0.603 W/mK aralığındadır. Pamuk küspesi kullanım oranı artışı ile ısı iletkenlik performansının iyileştiği söylenebilir. Ancak pamuk küspesi ikameli sıva harcı örneklerinin ısı iletkenlik değerleri TS EN 998-1 standardına göre [11] yine de T1 (≤ 0.10 W/mK) ve T2 (≤ 0.20 W/mK) kategorisinin dışında kalmaktadır.

Bu bilgiler ışığında, ısı iletkenliğin önemli olmadığı yüzeylerde pamuk küspesinin sıva harcı içerisinde hacimce %5 oranına kadar agrega olarak kullanılmasında bir sakınca görünmemektedir. Ancak pamuk küspesinin, hayvan yemi olarak kullanıldığı da bilindiğinden, malzemenin harç ve beton üretiminde kullanılmadan önce fayda-ekonomik katkı analizinin yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte pamuk küspesi ikameli sıva harcı örneklerinin sürdürülebilirlik açısından, performans özelliklerinin de araştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Etik Beyanı

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] Gönen, T., Onat, O., Cemalgil S., Yılmaz, B., Altuncu, Y. T. 2012. Beton Teknolojisi İçin Yeni Atık Malzemeler Üzerine Bir İnceleme. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 8(1), 36-43.
- [2] Yılmaz, A. 2020. Sürdürülebilirlik Açısından Mermer Atıklarının Karayolu İnşaatında Değerlendirilmesi: Ekonomik Analiz Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24(2), 402-410.
- [3] Davraz, M., Gökçe, Y., Kuru, M., Akdağ A. E. 2020. Çimento Esaslı Köpük Sıvanın Fiziksel, Mekanik ve Termal Özellikleri, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8(1), 42-53.
- [4] Nascimento, A. S., Santos, C. P., Melo, F. M. C., Oliveira, V. G. A., Oliveira, R. M. P. B., Macedo, Z. S., Oliveira, H. A. 2020. Production of Plaster Mortar With Incorporation of Granite Cutting Wastes, Journal of Cleaner Production, 265, 1-8.
- [5] Haneefa, K. M., Rani, S. D., Ramasamy, R., Santhanam, M. 2019. Microstructure and

Geochemistry of Lime Plaster Mortar From a Heritage Structure, Construction and Building Materials, 225, 538-554.

- [6] Baloevic, G., Radnic, J., Grgic, N., Matesan, D. 2016. The Application of a Reinforced Plaster Mortar for Seismic Strengthening of Masonry Structures, Composites Part B, 93, 190-202.
- [7] He, Z., Cheng, H. N., Olanya, O. M., Uknalis, J., Zhang, X., Koplitz, B. D., He, J. 2018. Surface Characterization of Cottonseed Meal Products by Sem, Sem-Eds, Xrd and Xps Analysis. Journal of Materials Science Research, 7(1), 28-40.
- [8] Liu, Y., He, Z., Shankle, M., Tewolde, H. 2016. Compositional Features of Cotton Plant Biomass Fractions characterized by Attenuated Total Reflection Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Industrial Crops and Products, 79, 283-286.
- [9] Tarım ve Orman Bakanlığı. 2021. Pamuk Bülteni. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TARIM/PAMUK%20ARALIK%20B%C3%9CLTEN%C4%B0.pdf> (Erişim tarihi: 28/08/2021)
- [10] Özdemir, İ., Koçak, Y. 2020. Pirinç Kabuğu Külü İkameli Çimentoların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, El-Cezeré Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1), 160-168.
- [11] TS EN 998-1, 2017. Kâgir harcı - Özellikler - Bölüm 1: Kaba ve İnce Sıva Harcı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [12] TS EN 998-2, 2017. Kâgir harcı - Özellikler - Bölüm 2: Kâgir Harcı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [13] TS EN 1015-3, 2000. Kâgir Harcı- Deney Metotları- Bölüm 3: Taze Harç Kıvamının Tayini (Yayımla Tablası İle), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [14] TS EN 1015-10, 2001. Kâgir Harcı - Deney Metotları - Bölüm 10: Sertleşmiş Harcın Boşluklu Kuru Birim Hacim Kütlelerinin Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [15] TS EN 1015-11, 2020. Kâgir Harcı - Deney Metotları - Bölüm 11: Sertleşmiş Harcın Basınç ve Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [16] TS EN 12664, 2009. Yapı Malzemeleri ve Mamulleri - Isıl Direncin, Korumalı Tablalı Isıtıcı ve Isı Akı Ölçerinin Kullanıldığı Metotlarla Tayini - Isıl Direnci Orta ve Düşük Seviyede Olan Kuru ve Rutubetli Mamuller, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [17] Özün, S. 2019. Pomza'nın Fiziksel Özelliklerinin Kuru Birim Hacim Ağırlığı ve Termal İletkenliği Üzerine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(Özel sayı), 26-32.

[18] Ceylan, H., Saraç, M. S. 2006. Farklı Pomza Agregata Türlerinden Elde Edilen Hafif Betonun Sıcaklık Etkisindeki Bazı Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(3), 413-421.

[19] Gündüz, L., Şapcı, N., Bekar M., Yorgun, S. 2006. Genleşmiş Kilin Hafif Agregata Olarak Kullanılabilirliği, Kil Bilimi ve Teknolojisi Dergisi, 1(2), 115-121.