

## Genleştirilmiş Cam Agregası ve Genleştirilmiş Perlit Agregası İkameli Üretilen Şap Betonlarının Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması

Yusuf Tahir ALTUNCI<sup>1</sup>, Cenk ÖCAL<sup>2</sup>, Kemal SAPLIOĞLU<sup>3</sup>, Hüseyin Hakan İNCE<sup>4</sup>, Murat ÇEVİKBAŞ<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, İnşaat Bölümü, 32260, Isparta

<sup>2,5</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

<sup>3</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

<sup>4</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 15300, Burdur,

(Alınış / Received: 19.04.2021, Kabul / Accepted: 14.06.2021)

### Araştırma Makalesi

#### Anahtar Kelimeler

Şap betonu,  
İkameli çimento  
Genleştirilmiş cam,  
Genleştirilmiş perlit,  
Fiziksel özellik.

**Özet:** Betondan kaynaklı sabit yükleri azaltmak için en etkili yöntem hafif agrega kullanmaktır. Bu çalışmada; şap betonu üretiminde CEN standart kumu yerine %0, %5, %10, %15, %20, %25 ve %30 oranlarında genleştirilmiş cam agregası (0.25mm - 0.50 mm) ve genleştirilmiş perlit agregası (0.25mm - 0.50 mm) ikame edilerek ve CEM I 42.5 R, CEM I 52.5 N, CEM II 42.5 R ve CEM IV 32.5 N tipi çimentolar kullanarak şap betonları üretilmiştir. Üretilen şap betonlarının bazı fiziksel özelliklerini belirlemek için; sertleşmiş yoğunluk, ağırlıkça su emme ve kılcal (kapiler) su emme deneyleri yapılmıştır. Deneysel çalışmaların sonucunda, hafifliğin ön planda olduğu durumlarda genleştirilmiş perlit agregası ikameli CEM IV 32.5 N tipi çimento ile üretilen şap betonlarının, su emme özelliği açısından CEM I 52.5 N tipi çimento ile üretilen şap betonlarının ve kılcal (kapiler) su emme özelliği açısından ise %30 genleştirilmiş perlit agregası ikameli CEM IV 32.5 N tipi çimento ile üretilen şap betonların tercih edilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

## Investigation of Physical Properties of Screed Concretes Produced by Substituting Expanded Glass Aggregate and Expanded Perlite Aggregate

#### Keywords

Screed concrete,  
Substitute cement,  
Expanded glass,  
Expanded perlite,  
Physical features.

**Abstract:** The most effective method to reduce fixed loads caused by concrete is to use light aggregate. In this study, screed concretes were produced by replacing the standard CEN sand used in screed concrete production with glass aggregates expanded at the rates of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% (0.25 mm - 0.5 mm) and expanded perlite aggregate (0.25 mm - 0.5 mm), and by using CEM I 42.5 R, CEM I 52.5 N, CEM II 42.5 R ve CEM IV 32.5 N type cements. In order to determine some physical properties of the produced screed concretes; hardened density, water absorption by weight and capillary water absorption tests were performed. As a result of experimental studies, it was concluded that preferring screed concrete produced with expanded perlite aggregate-substituted CEM IV 32.5 N-type cement where lightness is in the forefront; screed concrete produced with CEM I 52.5 type cement in terms of water absorption; and screed concrete produced by CEM IV 32.5 type cement substituted with 30% expanded perlite aggregate in terms of water absorption would be the appropriate choices.

## 1. Giriş

Beton günümüzde en yaygın kullanılan yapı malzemelerinden biridir. Betonun bu denli yaygın kullanılması, gerek barınma gerekse de betona olan ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Betonun kullanım amacına göre birçok çeşidi vardır ve bunlardan bir tanesi de özel kullanım amacıyla tesviye betonu üzerine dökülen şap betonudur (1,2). Şap betonunun kullanım amaçları TS EN 13318 (2000)'e göre (3); herhangi bir zemin üzerinde istenilen kotta bir yüzey oluşturmak, en üst yüzey kaplamasında taşıyıcı zemin oluşturmak ve en üst yüzeyde aşınma tabakası oluşturmak şeklinde tanımlanmıştır.

Şap betonu ile ilgili olarak; Kılıç (2018), yaptığı çalışmada genleştirilmiş polistireni (EPS) ince agrega olarak kumun yerine %0, %50 ve %100 oranlarında ikame ederek farklı oranlı şap betonları üreterek birtakım deneyler yapmış ve çalışmasının sonucunda, EPS oranı artışıyla; birim hacim ağırlığın azaldığını, su emme oranının arttığını, eğilme ve basınç dayanımı değerlerinin düştüğünü, yangın ve aşınma direncinin azaldığını ve şap betonu içerisindeki EPS taneciklerinin artması ile ısı iletkenlik katsayısının azaldığını tespit etmiştir (4). Sadowski vd. (2019), yaptıkları çalışmada kuvars ve kuvars-feldspat tozlarını çimento yerine ağırlıkça %60 oranında ikame ederek örnekler üretmişler ve çalışmalarının sonucunda örneklerin 28 günlük basınç dayanımlarını 4 ila 16 MPa arasında bularak, buldukları sonuçları yapay sinir ağlarında modellemişlerdir (5).

Bununla birlikte genleştirilmiş cam ve genleştirilmiş perlitin hafif beton üretiminde kullanımı ile ilgili olarak; Şapıcı (2013), çalışmada genleştirilmiş cam agreganın endüstriyel olarak kullanımını araştırmış ve çalışmasının sonucunda genleştirilmiş cam agreganın ana hammadde olarak kullanılması ile ısı, ses, su ve yangın yalıtımlı bir endüstriyel harç üretilebilirliğinin mümkün olduğunu tespit etmiştir (6). Yu vd. (2016), çalışmalarında 750 kg/m<sup>3</sup> yoğunluğa sahip genleştirilmiş cam agregalı betonların; yüzen yapılar ve yalıtım elemanlarının üretiminde sorunsuz bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir (7). Öztürk (2012), çalışmada pomza, perlit ve EPS kullanarak hafif betonlar üretmiş ve ürettiği hafif beton örneklerini; basınç, su emme gibi çeşitli deneylere tabi tutmuş ve sonuç olarak ürettiği hafif betonların, enerji verimliliği açısından büyük bir gelişim gösterdiğini gözlemlemiştir (8). Yıldırım ve Baba (2018), çalışmalarında genleştirilmiş perlit ve bims agrega kullanarak kompozit harçlar üretmişler ve örnekler üzerinde; kuru birim ağırlık, su emme, basınç dayanımı, kılcal (kapiler) su emme ve ısı iletkenlik testlerini yaparak, karışımdaki bims agregası miktarı arttıkça basınç dayanımı, su emme ve kılcallık özelliklerinin perlit agregalı numunelere göre daha iyi sonuç verdiğini gözlemlemiştir (9).

Şap betonunun fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılan bu çalışmada; şap betonu üretiminde CEN standart kumu yerine %0, %5, %10, %15, %20, %25 ve %30 oranlarında genleştirilmiş cam agregası (0.25mm - 0.50 mm) ve genleştirilmiş perlit agregası (0.25mm - 0.50 mm) ikame edilerek ve CEM I 42.5 R, CEM I 52.5 N, CEM II 42.5 R ve CEM IV 32.5 N tipi çimentolar kullanarak şap betonları üretilmiştir. Üretilen şap betonlarının bazı fiziksel özelliklerini belirlemek için; sertleşmiş yoğunluk, ağırlıkça su emme ve kılcal (kapiler) su emme deneyleri yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak; Limak Batı Çimento Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi Trakya Fabrikasından temin edilen CEN standart kum, Perhabbe firmasından temin edilen 0.25-0.50mm aralığındaki genleştirilmiş cam agrega, Perlit Maden İşletmeleri Üretim İnşaat Sanayi Ticaret Limited Şirketinden temin edilen 0.25-0.50mm aralığındaki genleştirilmiş perlit agrega, Isparta Göltaş Çimento Fabrikasından temin edilen CEM I 42.5 R Portland çimento, CEM I 52.5 N Portland çimento, CEM II/A-M (P-LL) 42.5 R Portland Kompoze çimento ve CEM IV/B (P) 32.5 N Puzolanik çimento ve karışım suyu kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan; genleştirilmiş cam agrega ve genleştirilmiş perlit agregaya ait fiziksel özellikler Tablo 1'de, çimentolara ait kimyasal ve fiziksel özellikler ise Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Genleştirilmiş cam agrega ve genleştirilmiş perlit agregalarına ait fiziksel özellikler (10-11)

	Genleştirilmiş cam agrega (0.25-0.50mm)	Genleştirilmiş perlit agrega (0.25-0.50mm)
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	0.37 ± 0.04	0.032 - 0.18
Su emme (%)	17	200-600

**Tablo 2.** Çimentolara ait kimyasal ve fiziksel özellikleri (12-13-14-15)

	CEM I 42.5 R	CEM I 52.5 N	CEM II/A-M (P-LL) 42.5 R	CEM IV/B (P) 32.5 N
Cl <sup>-</sup> (%)	0.004	0,0008	0.012	0.013
SO <sub>3</sub> (%)	2.75	2.59	2.77	2.80

<b>Priz başlama (dakika)</b>	156	140	139	143
<b>Genleşme (mm)</b>	0.46	0	0.36	0.35
<b>Çözünmeyen kalıntı (%)</b>	0.50	0.45	-	-
<b>Kızdırma kaybı (%)</b>	3.13	2.61	-	-

## 2.2. Metot

Çalışmada; CEN standart kumu yerine %0, %5, %10, %15, %20, %25 ve %30 oranlarında genleştirilmiş cam agregası (0.25mm - 0.50 mm) ve genleştirilmiş perlit agregası (0.25mm - 0.50 mm) ikame edilerek ve CEM I 42.5 R, CEM I 52.5 N, CEM II 42.5 R ve CEM IV 32.5 N tipi çimentolar kullanarak TS EN 13892-1 (2004) standardına göre (16) şap betonları üretilmiştir (1).

Şahit örneklerde; 450 g çimento, 225 g su ve 1350 g CEN standart kum, diğer örneklerde ise 450 g çimento, 225 g su ile 527 cm<sup>3</sup>’lük kum hacmini oluşturan 1350 g CEN standart kum ağırlıkça %5, %10, %15, %20, %25 ve %30 oranlarında azaltılarak, azaltılan hacimce genleştirilmiş cam agregası veya genleştirilmiş perlit agregası ikamesi yapılarak karışımlar hazırlanmıştır.

Üretilen şap betonlarının, sertleşmiş yoğunluk değerlerini belirlemek için TS EN 12390-7 (2019) standardına göre (17) hacim hesaplaması yapılmış ve yine aynı standartta belirtilen Denklem 1 yardımıyla şap betonunun sertleşmiş yoğunluk değeri belirlenmiştir.

$$D = M / V \quad (1)$$

Burada; ‘D’ sertleşmiş yoğunluğu, ‘M’ örneğin havadaki kütlesini ve ‘V’ ise örneğin hacmini ifade etmektedir.

Üretilen örneklerin ağırlıkça su emme değerleri TS 699 (2009) standardında (18) belirtilen Denklem 2 yardımıyla belirlenmiştir.

$$S = (M_a - M_d) / M_d \quad (2)$$

Burada; ‘S’ ağırlıkça su emmeyi, ‘M<sub>a</sub>’ suya doygun ağırlığı ve ‘M<sub>d</sub>’ ise etüv kurusu ağırlığı ifade etmektedir.

Kılcal (kapiler) su emme deneyleri ise TS EN 772-11 (2012) standardında (19) belirtilen Denklem 3 yardımıyla belirlenmiştir.

$$K = \frac{M_s - M_i}{A \sqrt{t_s}} \quad (3)$$

Burada; ‘K’ kılcal (kapiler) su emmeyi, ‘M<sub>s</sub>’ örneğin t süreye suya temas ettirildikten sonraki kütlesini, ‘M<sub>i</sub>’ örneğin ilk kütlesini, ‘A’ örneğin suya temas ettirilen

yüzeyinin brüt alanını ve ‘t<sub>s</sub>’ ise örneğin suya temas ettirilme süresini ifade etmektedir.

Kılcal su emme deneyi görseli Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kılcal (kapiler) su emme deneyi (1)

## 3. Bulgular

### 3.1. Yoğunluk Deney Sonuçları

TS EN 12390-7 (2019) standardına göre (17) yapılan yoğunluk deney sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Yoğunluk deney sonuçları

Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	CEM I 42.5 R	CEM I 52.5 N	CEM II/A-M (P-LL) 42.5 R	CEM IV/B (P) 32.5 N
<b>%0 (Şahit)</b>	2.157	2.192	2.149	2.084
<b>%5 Gen. Cam</b>	2.088	2.119	2.077	2.018
<b>%5 Gen. Perlit</b>	2.081	2.119	2.081	2.017
<b>%10 Gen. Cam</b>	2.016	2.051	2.011	1.947
<b>%10 Gen. Perlit</b>	2.000	2.046	2.000	1.942
<b>%15 Gen. Cam</b>	1.950	1.983	1.942	1.878
<b>%15 Gen. Perlit</b>	1.931	1.975	1.937	1.876
<b>%20 Gen. Cam</b>	1.883	1.911	1.875	1.815
<b>%20 Gen. Perlit</b>	1.862	1.908	1.863	1.808
<b>%25 Gen. Cam</b>	1.814	1.843	1.804	1.752
<b>%25 Gen. Perlit</b>	1.787	1.836	1.793	1.742
<b>%30 Gen. Cam</b>	1.742	1.770	1.737	1.683
<b>%30 Gen. Perlit</b>	1.718	1.763	1.722	1.669

Şap betonu yoğunluk değerlerindeki azalış oranları CEM I 42.5 R grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %3.20-%19.24, CEM I 42.5 R grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %3.52-%20.35, CEM I 52.5 N grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %3.33-%19.25, CEM I 52.5 N grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %3.33-%19.57, CEM II 42.5 R grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %3.35-%19.17, CEM II 42.5 R grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %3.16-%19.87, CEM IV 32.5 N grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %3.17-%19.24 ve CEM IV 32.5 N grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %3.21-%19.91 arasında değiştiği görülmüştür. İkameli edilen genleştirilmiş cam agregası ve genleştirilmiş perlit agregası yoğunluklarının CEN standart kumun yoğunluğundan çok daha düşük olmasının, ikameli şap betonu örneklerinin yoğunluk değerlerinin azalmasına sebep olduğu söylenebilir.

### 3.2. Su Emme Deney Sonuçları

TS 699 (2009) standardına göre (18) yapılan ağırlıkça su emme deney sonuçları Tablo 4'de verilmiştir.

**Tablo 4.** Ağırlıkça su emme deney sonuçları

Ağırlıkça su emme (%)	CEM I 42.5 R	CEM I 52.5 N	CEM II/A-M (P-LL) 42.5 R	CEM IV/B (P) 32.5 N
%0 (Şahit)	8.528	8.190	8.810	9.900
%5 Gen. Cam	8.756	8.247	8.961	10.245
%5 Gen. Perlit	8.894	8.841	9.300	10.478
%10 Gen. Cam	8.954	8.961	9.021	10.663
%10 Gen. Perlit	9.118	9.545	9.415	11.201
%15 Gen. Cam	9.491	9.045	9.954	10.984
%15 Gen. Perlit	9.625	9.854	10.200	11.245
%20 Gen. Cam	10.201	9.756	10.124	11.667
%20 Gen. Perlit	10.956	10.117	11.345	12.452
%25 Gen. Cam	10.235	9.195	10.254	12.048
%25 Gen. Perlit	11.025	10.214	11.662	13.624
%30 Gen. Cam	10.240	9.580	10.600	12.950
%30 Gen. Perlit	11.845	10.895	12.274	14.045

Şap betonu ağırlıkça su emme değerlerindeki artış oranları CEM I 42.5 R grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %2.67-%20.08, CEM I 42.5 R grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %4.29-%38.90, CEM I 52.5 N grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %0.70-%16.97, CEM I 52.5 N grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %7.95-%33.03, CEM II 42.5 R grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %1.71-%20.32, CEM II 42.5 R grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %5.56-%39.32, CEM IV 32.5 N grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %3.48-%30.81 ve CEM IV 32.5 N grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %5.84-%41.87 arasında değiştiği görülmüştür. Genleştirilmiş cam ve genleştirilmiş perlit agregası ikameli örneklerin ağırlıkça su emme yüzdelerindeki artış miktarlarının, genleştirilmiş cam agregasının ve genleştirilmiş perlit agregasının gözenekli yapısından kaynaklandığı söylenebilir.

### 3.3. Kılcal (Kapiler) Su Emme Katsayısı Deney Sonuçları

TS EN 772-11 (2019) standardına göre (19) yapılan kılcal (kapiler) su emme katsayısı deney sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Kılcal (kapiler) su emme katsayısı ortalaması deney sonuçları

Kılcal (kapiler) su emme katsayısı ortalaması ( $g/(m^2 \times s^{0.5})$ )	CEM I 42.5 R	CEM I 52.5 N	CEM II/A-M (P-LL) 42.5 R	CEM IV/B (P) 32.5 N
%0 (Şahit)	6.100	6.255	5.733	5.107
%5 Gen. cam	5.900	6.103	5.496	4.765
%5 Gen. perlit	5.865	5.984	5.246	4.595
%10 Gen. cam	5.455	5.963	5.051	4.397
%10 Gen. perlit	5.345	5.852	4.967	4.165
%15 Gen. cam	5.121	5.365	4.616	3.969
%15 Gen. Perlit	4.997	5.263	4.500	3.747
%20 Gen. Cam	4.962	4.917	4.267	3.524
%20 Gen. Perlit	4.616	4.824	4.153	3.416
%25 Gen. Cam	4.344	4.341	3.992	3.317
%25 Gen. perlit	4.124	4.167	3.901	3.295

<b>%30 Gen. cam</b>	<b>3.805</b>	<b>4.153</b>	<b>3.635</b>	<b>3.004</b>
<b>%30 Gen. perlit</b>	<b>3.700</b>	<b>4.104</b>	<b>3.595</b>	<b>2.961</b>

Kılcal (kapiler) su emme katsayı ortalaması değerlerindeki artış oranları CEM I 42.5 R grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %3.28-%37.62, Cem I 42.5 R grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %3.85-%39.34, CEM I 52.5 N grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %2.43-%33.61, CEM I 52.5 N grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %4.33-%34.39, CEM II 42.5 R grubu genleştirilmiş cam agregalı şap harcı örnekleri için %4.13-%36.60, CEM II 42.5 R grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap harcı örnekleri için %8.49-%37.29, CEM IV 32.5 N grubu genleştirilmiş cam agregalı şap betonu örnekleri için %6.70-%41.18 ve CEM IV 32.5 N grubu genleştirilmiş perlit agregalı şap betonu örnekleri için %10.03-%42.02 arasında değiştiği görülmüştür. Genleştirilmiş cam agregası ve genleştirilmiş perlit agregası ikameli şap betonlarının kılcal (kapiler) su emme katsayı ortalamalarındaki azalış miktarları, ikame edilen genleştirilmiş cam agregasının ve genleştirilmiş perlit agregasının, şap betonu içerisinde boşluklu yapıyı arttırmasından ve boşluklu yapıdan kılcal (kapiler) su emme geçişinin zor olmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Yüzey kaplama ve tesviye amacı ile kullanılan şap betonunun özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

- En düşük yoğunluğa sahip olan örnek 1.669 g/cm<sup>3</sup> değeri ile %30 genleştirilmiş perlit ikameli CEM IV 32.5 N tipi çimento kullanılarak üretilen şap betonu iken, en yüksek yoğunluğa sahip olan örnek ise 2.192 g/cm<sup>3</sup> değeri ile CEM 52.5 N tipi çimento ile üretilen şahit örnektir.
- En düşük ağırlıkça su emme yüzdesine sahip olan örnek %8.190 değeri ile CEM I 52.5 N tipi çimento ile üretilen şahit örnek iken, en yüksek ağırlıkça su emme yüzdesine sahip olan örnek ise %14.045 değeri ile %30 genleştirilmiş perlit ikameli CEM I 52.5 N tipi çimento ile üretilen şahit örnektir.
- En düşük kılcal (kapiler) su emme katsayısı ortalamasına sahip olan numune 2.961 g/(m<sup>2</sup>xs<sup>0.5</sup>) değeri ile %30 genleştirilmiş perlit ikameli CEM IV 32.5 N tipi çimento ile üretilen örnek iken, en yüksek kılcal (kapiler) su emme katsayısı ortalamasına sahip olan örnek ise 6.255 g/(m<sup>2</sup>xs<sup>0.5</sup>) değeri ile CEM I 52.5 N tipi çimento ile üretilen şahit örnektir.

Bu bilgiler ışığında hafifliğin ön planda olduğu durumlarda genleştirilmiş perlit agregası ikameli CEM IV 32.5 N tipi çimento ile üretilen şap betonlarının, su emme özelliği açısından CEM I 52.5 N tipi çimento ile üretilen şap betonlarının ve kılcal (kapiler) su emme özelliği açısından ise %30 genleştirilmiş perlit agregası ikameli CEM IV 32.5 N tipi çimento ile üretilen şap betonlarının tercih edilmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

#### Teşekkür

Çalışma, 118M111 kodu ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. TÜBİTAK'a ve katkılarından dolayı Göltaş Çimento A.Ş'ye teşekkür ederiz.

#### Kaynakça

- [1] Altuncu Y. T., "Genleştirilmiş Cam Agregalı ve Genleştirilmiş Perlit Agregalı Şap Harçlarının Performans Özellikleri", Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [2] MEGEP 2019. Erişim Tarihi: 24.02.2019. [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Tesviye%20Betonu%20Ve%20%59Eap.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Tesviye%20Betonu%20Ve%20%59Eap.pdf)
- [3] TS EN 13318. (2000). Şap Malzemeleri ve Şap Uygulaması - Tarifler. Türk Standartları, Ankara.
- [4] Kılıç, F. M., 2018. Hafif Şap ile Normal Şap Uygulamasının Karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 45s, Kayseri.
- [5] Sadowski, L., Mielnik M. P., Widziszowski T., Gardynik. A., Mackiewicz S., 2019. Hybrid Ultrasonic-Neural Prediction Of The Compressive Strength Of Environmentally Friendly Concrete Screeds With High Volume Of Waste Quartz Mineral Dust. Journal of Cleaner Production, 212. 727-740.
- [6] Şapcı, N., 2013. Doğal Kayaç Bileşenli Genleşmiş Cam Agregası Üretimi ve Endüstriyel Olarak Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 189s, Isparta.
- [7] Yu, R., Onna, D. V., Spiesz, P., Yu, Q. L., Brouwers, H. J. H., 2016. Development of Ultra-Lightweight Fibre Reinforced Concrete Applying Waste Glass. Journal of Cleaner Production, 112. 690-701.
- [8] Öztürk, M., 2012. Pomza ve Perlit İçerikli Hafif Betonun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 47s, Tekirdağ.
- [9] Yıldırım, S. T., Baba, E., 2018. Bims Agregalı ve Genleştirilmiş Perlit Agregalı Hafif Kompozit

Harçların Özelliklerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 1. 47-52.

- [10] Perhabbe, 2019. Erişim Tarihi: 19.01.2019. <http://www.perhabbe.com/TeknikBilgiler,s11.html>
- [11] Ultraper, 2019. Erişim Tarihi: 19.01.2019. [http://www.ultraper.com/-page\\_id=32.htm](http://www.ultraper.com/-page_id=32.htm)
- [12] Göltaş 2019a. Erişim Tarihi: 19.01.2019. <http://www.Goltas.com.tr/files/urunlerimiz/djrapb6jsoc0c0kg.pdf>
- [13] Göltaş 2019b. Erişim Tarihi: 19.01.2019. <http://www.Goltas.com.tr/files/urunlerimiz/2n6ovha9ftkws88ggg.pdf>
- [14] Göltaş 2019c. Erişim Tarihi: 19.01.2019. <http://www.Goltas.com.tr/files/urunlerimiz/pwnnb8yfadcwk4coc4.pdf>
- [15] Göltaş 2019d. Erişim Tarihi: 19.01.2019. <http://www.Goltas.com.tr/files/urunlerimiz/b9cpybnmq74g0og8sk.pdf>
- [16] TS EN 13892-1. (2004). Şap Malzemeleri – Deney Metotları – Bölüm 1: Deneyler için Numune Alma, Hazırlama ve Kürleme. Türk Standartları, Ankara.
- [17] TS EN 12390-7. (2019). Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş Beton Yoğunluğunun Tayini. Türk Standartları, Ankara.
- [18] TS 699. (2009). Doğal yapı taşları - İnceleme ve Laboratuar Deney Yöntemleri. Türk Standartları, Ankara.
- [19] TS EN 772-11. (2012) Kâgir birimler - Deney yöntemleri - Bölüm 11: Betondan, gazbetondan, yapay ve doğal taştan yapılmış kâgir birimlerde kapiler su emme ve kil kâgir birimlerde ilk su emme hızının tayini. Türk Standartları, Ankara.