

## Perlit Katkılı Seramik Bünye Özelliklerinin Araştırılması

Fatma Sena BAŞAR<sup>1</sup>, Buket ACARTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seramik ve Cam Anasanat Dalı, Sakarya.

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Seramik ve Cam Bölümü, Sakarya.

Sorumlu yazar e-posta: fatma.basar@ogr.sakarya.edu.tr  
buketacarturk@sakarya.edu.tr

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3582-8567>  
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3264-6079>

Geliş Tarihi: 11.05.2022

Kabul Tarihi: 14.10.2022

### Öz

Perlit, doğada magma lavlarının soğuması sonucu oluşan ve bünyesinin içinde su damlacıkları bulunduran volkanik bir cam türüdür. Yüksek sıcaklıkta üretimi gerçekleştirildiğinden sağlığa zararlı olmayan, çevre dostu, kullanımı kolay olan bir hammaddedir. Bu hammaddenin sanayinin birçok alanında kullanılmasına olanak sağlayan özellikleri "Perlit Katkılı Seramik Bünye Özelliklerinin Araştırılması" başlıklı çalışmayı belirleyen etmenleri oluşturmuştur. Seramik sanatında, sanatçılar kendi çamurlarını oluştururken bünyeye; esneklik kazandırmak, büyük boyutlu formların ağırlığını azaltmak, farklı doku ve estetik nitelikler kazandırmak amacıyla alternatif malzemeler eklemektedirler. Bünyeye eklenen organik ve inorganik çok çeşitli hammaddeler bulunmaktadır. Bu çalışmada, perlitin seramik bünyelerde kullanılabilirliği ve katkı oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Şamot ve akçini kilerine %0, %3, %5 ve %7 oranlarında perlit ilave edilerek bünye reçeteleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bünyeler 950°C ve 1200°C'lerde pişirilmiştir. Perlit katkılı bünyeler, perlit içermeyen bünye ile karşılaştırılmış, toplu küçülme ve su emme testleri yapılmıştır. Çalışma doğrultusunda gerçekleştirilen deneyler sonucunda; akçini çamurunda %7 perlit katkısının deformasyona sebep olduğu, şamotlu çamurda ise tüm katkı oranlarında herhangi bir deformasyon oluşmadığı gözlemlenmiştir. Her iki çamur türünde pişirim sıcaklığına bağlı olmaksızın perlit katkısının renk ve sinterleşme özelliklerine olumlu katkıları olduğu görülmüştür.

### Anahtar kelimeler

Perlit; Seramik; Şamot;  
Akçini

## Investigation Of Perlite Added Ceramic Body Properties

### Abstract

Perlite is a type of volcanic glass that is formed in nature as a result of the cooling of magma lava and contains water droplets in its structure. It is a raw material that is not harmful to health, is environmentally friendly, and is easy to use because it is produced at high temperatures. The properties of this raw material that enable it to be used in many fields of industry have formed the factors determining the study titled "Investigation of Perlite Added Ceramic Body Properties". In the art of ceramics, while the artists create their clay; they add alternative materials to provide flexibility, reduce the weight of large-sized forms, and provide different textures and aesthetic qualities. There are a wide variety of organic and inorganic raw materials added to the body. This study, it was aimed to determine the usability and additive ratios of perlite in ceramic bodies. Body recipes were prepared by adding 0%, 3%, 5%, and 7% perlite to chamotte and casting slip. The prepared bodies were fired at 950°C and 1200°C. Perlite-added bodies were compared with perlite-free bodies, and total shrinkage and water absorption tests were carried out. As a result of the experiments carried out in line with the study; It has been observed that 7% perlite additive causes deformation in casting slip, and no deformation occurs at all additive ratios in chamotte. It has been observed that perlite additive has positive effects on color and sintering properties in both clay types, regardless of firing temperature.

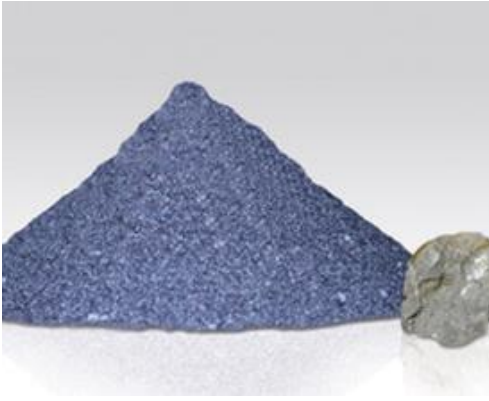
### Keywords

Perlite; Ceramic;  
Chamotte; Casting Slip

## 1. Giriş

Perlit, magmanın asit fazında oluşan lavların soğuyup, gözle veya mikroskopla görülebilecek bir yapıda kırılmasının meydana getirdiği, kütle bünyesinde su damlacıkları bulunan volkanik bir camdır. Perlit ismi, bazı perlit tiplerinin kırıldığında inci parlaklığında küçük küreler elde edilmesi nedeni ile inci anlamına gelen *perle* kelimesinden türetilmiştir (Akçam 2011).

Perlit, petrolojik olarak diğer asidik volkanik camlardan, %2-5 oranında su içermesi, inci parlaklığına sahip olması, soğan kabuğu dokusu (perlitik doku) göstermesi ile ayırt edilir. Perlit kelimesi hem ham perlit hem de genişmiş perlit için kullanılmaktadır. Ham perlit, kimyasal bileşimine göre 600-1280°C aralığında yüksek sıcaklıklara ani olarak maruz kalınca içindeki suyun buhar haline geçmesiyle mısır gibi patlayarak hacmi 4-40 kat artıp genişlemektedir. Oluşan bu çok gözenekli ve hafif malzemeye genişmiş perlit adı verilmektedir (Tiber 2011). Ham perlitin görseli Şekil 1’de, genişmiş perlitin görseli ise Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 1: Ham perlit (Gen-Per 1980)



Şekil 2: Genişmiş perlit (Gen-Per 1980)

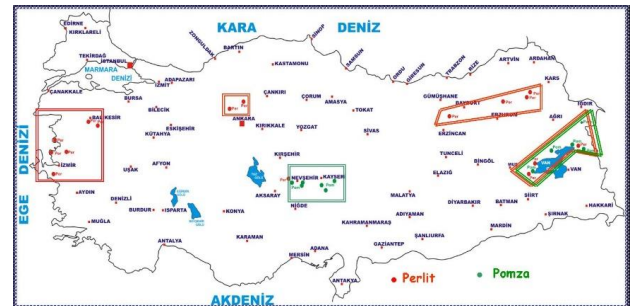
Perlitin genişleme teknolojisi 20. yüzyılın ilk çeyreğinde Avrupa ülkelerinin bazılarında ve Amerika’da deneysel çerçevede başlamış ancak geliştirilmiş perlit üretimi yüzyılın ortalarını bulmuştur.

1925 yıllarında Almanya’da, perlitik obsidianın ısıtılınca genişlediği bulunmuştur. 1940’ta Arizona’daki bir perlitin genişlediği tespit edilmiştir. Perlit sanayii esas itibarıyla 1947’den sonra gelişmeye başlamıştır (Orhun 1969).

Dünyada önemli perlit rezervleri Tersiyer-Erken orta Kuvaterner yaşlı volkanik bölgelerde yoğun olarak bulunmaktadır. Dünya perlit rezervleri volkanik kuşak içindeki bölgelerde mevcuttur. ABD, Türkiye, Yunanistan ve Macaristan zengin perlit kaynaklarına sahip ülkelerdir. Dünya görünür rezervi 700 milyon tondur. Dünya toplam rezervi (görünür+ muhtemel + mümkün) 7.700 milyon ton iken; bu rezervin 5.700 milyon tonu yani %74’ü Türkiye’dedir (Kaya 2019).

Ülkemiz dünyanın en büyük perlit rezervine sahip ülkesidir. Türkiye perlit endüstrisi 1980’den sonra önemli gelişme göstermiş olmasına rağmen rezerv payını üretime yansıtamamaktadır (Esenli 2000).

Türkiye’de bulunan perlit rezervlerini gösteren harita Şekil 3’te gösterilmektedir.



Şekil 3: Türkiye perlit rezervleri haritası (MTA 2020)

MTA (Maden Tetkik Arama Enstitüsü) haritasında, Doğu Anadolu Bölgesi, Batı Anadolu Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi’nde perlit rezervlerinin yer aldığı görülmektedir.

Ham perlit üretimi İzmir- Manisa arasındaki Yunt dağı yöresinde yoğunlaşmıştır. Çanakkale, Kütahya, İzmir-Menderes, Ankara-Çubuk, Çankırı-

Orta, Nevşehir, Erzincan, Erzurum, Bitlis ve Van yörelerinde de üretim yapılmaktadır (TMD 2015). Çizelge 1’de dünya perlit üretimi gösterilmektedir.

**Çizelge 1.** 2020-2021 yılı dünya perlit üretimi (bin ton) (Survey 2022)

Ülkeler	2020	2021
ABD	493	500
Arjantin	18	20
Ermenistan	50	50
Çin	1500	1500
Yunanistan	710	710
Macaristan	80	80
İran	72	70
Meksika	20	20
Yeni Zelanda	18	20
Slovakya	32	30
Türkiye	1200	1200
Diğer ülkeler	30	30

Türkiye’de perlit üretim teknolojisi geniş bir kapsama sahiptir. Dünyada perlit üretimini Çin’den sonra ikinci sırada yer alan Türkiye yapmaktadır.

Perlitin kullanımı daha çok genişlemiş perlit üzerinedir. Genleşmiş perlit tarım, inşaat, gıda, kimya ve ilaç gibi sanayi sektörlerinde kullanılabilir. Genleştirilmiş perlit üstün ısı ve ses yalıtım özellikleri sebebiyle en çok inşaat sektöründe az yoğun yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Dünyada üretilen perlitin %60’ı siva ve beton agregası olarak, %23’ü filtre malzemesi, %8’i yalıtım malzemesi imalinde, %4’ü ise tarımda kullanılmaktadır (Ceylan 2019).

Perlitin yapı malzemesi olarak %60 oranında kullanımı sonucunda, yapıya sağlamlık ve hafiflik özelliği kazandırdığı bilinmektedir. Seramik malzemelerin mimari alanlarda kullanılması seramik

sanatında önemli bir yer teşkil etmektedir. Özellikle seramik duvar karolarında kullanılan seramik hammaddelerinin yapıya ağırlık eklememesi ya da ağırlığın mümkün olduğunca hafifletilmesi bu alanda yapılan araştırmaların geliştirilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Perlit hammaddesinin hafifliğinin yanı sıra, ucuzluğu ve kolay işlenebilir oluşu gibi faktörler bu çalışmanın tasarlanmasında etken oluşturmuştur. Çalışmanın deneysel aşamalarında şamot ve akçini çamurları kullanılmıştır.

Akçini çamuru endüstriyel olarak kullanılan, toz halde hazırlanan, kırığı beyaz ve gözenekli bir yapıdadır. Bu çamurun ana hammaddelerini beyaz ve sarı renkte bağlayıcı özelliği yüksek killer oluşturmaktadır. Çömlekçi çamuru olarak da bilinen kırmızı çamur, yüksek oranda demir cevheri içeren bağlayıcı killere oluşur. Şamotlu çamur ise bağlayıcı özelliğini kaybedinceye kadar pişirilmiş seramik parçaların granül hale getirilip kil ile karıştırılması ile elde edilmektedir. Bu çamur yüksek ısıya dayanıklı refrakter özellikli, su emmesi düşük ve mukavemeti çok yüksek ürünler verir (Acartürk ve Kaya 2013).

Deneysel olarak kullanılan akçini ve şamot çamurlarına perlit hammaddesi belli yüzde oranlarında arttırılarak eklenmiş, 950°C ve 1200°C olacak şekilde pişirimleri yapılmıştır. Bünyelerin su emme ve toplu küçülme testleri yapılarak tüm sonuçlar deney görselleri ile birlikte verilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Perlit madeni doğada bulunan kayaç hali, parçalanmış (öğütülmüş şekli) ve genleştirilmiş görünümü olarak üç biçimde var olmaktadır. Çalışma kapsamında, İstanbul ilinde bulunan Genper Genleştirilmiş Perlit San. Tic. Ltd. şirketinden temin edilen filtre (mikronize) P2 kodlu perlit kullanılmıştır.

Genleştirilmiş perlitin fiziksel özellikleri Çizelge 2’de, kimyasal özellikleri ise Çizelge 3’te verilmiştir.

**Çizelge 2.** Genleştirilmiş perlitin fiziksel özellikleri (Gen-Per 1980)

Özellik	Değerler
Yoğunluk (Kg/m <sup>3</sup> )	65-100
Tane çapı (µm)	35- 150
Gözeneklilik (%)	85
Renk	Beyaz
Ergime noktası(°C)	1270-1295
Nem (%)	0,1

**Çizelge 3.** Genleştirilmiş perlitin kimyasal özellikleri (Gen-Per 1980)

Özellik	Değerler	
Kimyasal bileşimi	SiO <sub>2</sub>	%74,00
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%14,33
	K <sub>2</sub> O	%4,95
	MgO	%0,28
	CaO	%0,50
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%0,97
PH	4-9	

Deneyleerde, 35 mikron çapında genleştirilmiş perlit kullanılarak akçini ve şamot çamurlarına %0, %3, %5, %7 oranlarında eklenmiştir. Deney tabletlerinin hazırlanma süreçlerinde sırasıyla; model şekillendirilmiş ve sonrasında modelin alçı kalıbı alınmıştır. Akışkan özellikte olan akçini çamuru döküm yöntemi ile plastik kıvamlı şamot çamuru ise alçı kalıbın içine basılarak şekillendirilmiştir. Şekillendirilen deney tabletlerinin plastik uzunlukları kumpas ile işaretlenmiş ve yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işlemi 48 saat boyunca 23-28°C'de yapılmış ve

ardından kuru uzunluk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Deney tabletlerinin pişirimleri 950°C ve 1200°C'lerde 7 saat süre ile pişirilmiştir. Pişirimler elektrikli fırında, nötr fırın atmosferinde gerçekleştirilmiştir. Pişiriminin ardından tabletlerin hassas tartım ve pişme uzunluk ölçümleri yapılarak toplu küçülme sonuçları Şekil 6 ve Şekil 7'de belirtilmiştir. Su emme değerlerinin ölçülmesi için deney örnekleri 12 saat su içerisinde bekletildikten sonra ağırlık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bünyelerdeki su emme oranları Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Reçeteler

**Çizelge 4.** Şamot kiline eklenen perlit miktarları

Şamot	Kil(gr)	Eklenen perlit(gr)
Reçete 1	100	0
Reçete 2	100	3
Reçete 3	100	5
Reçete 4	100	7

**Çizelge 5.** Akçini kiline eklenen perlit miktarları

Şamot	Kil (gr)	Su (ml)	Eklenen perlit (gr)
Reçete 1	100	40	0
Reçete 2	100	47,2	3
Reçete 3	100	64	5
Reçete 4	100	72,9	7

Perlit katkılı akçini bünyelerinin, katkısız bünyeye oranla daha fazla su ihtiyacı olduğu saptanmıştır. Döküm yöntemi ile gerçekleştirilen akçini çamurunun akışkan kıvamlı olması için gerekli olan su miktarının, perlit oranının artması ile doğru orantılı artış eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Su oranındaki artış perlit hammaddesinin gözenekli yapıda olmasıyla ilişkilidir.

### 3.2. Bünyelerin Pişirim Sonuçları



Şekil 4. 950°C pişirim sonuçları

950°C'de pişirimleri yapılan perlit katkılı ve katkısız deney numuneleri Şekil 4'te verilmiştir. Pişirim sonrası şamot deney numunelerinde kırılma, çatlama, eğilme vb. deformasyonların oluşmadığı görülmüştür. Pişme renklerinin olduğu görsellerde bej renginden açık sarıya uzanan renk farklılıkları gözlenmiştir.

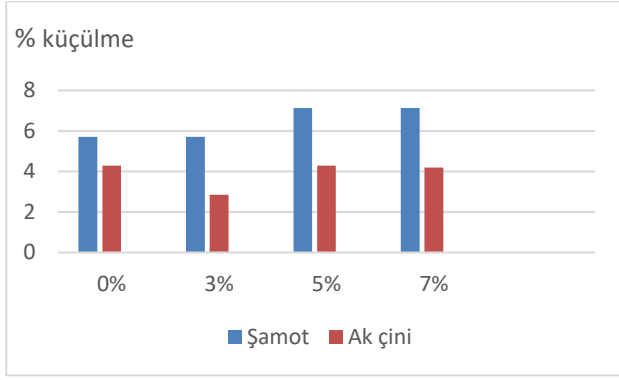
Şekil 4'te gösterilen akçini deney numunelerinin %0, %3 ve %5 perlit katkılı reçete bünyelerinin şekillendirme ve pişme sonrasındaki aşamalarda deformasyon yaşanmamıştır. %7 perlit katkılı akçini reçetesinde ise çamur plaka kalıp içinde iken deformasyon oluşarak şekillendirme olumsuz sonuçlanmıştır. Aynı olumsuzluk pişirim sonrasında da görülmektedir.



Şekil 5. 1200°C pişirim sonuçları

1200°C'de pişirimleri yapılan perlit katkılı ve katkısız deney numuneleri Şekil 5'te gösterilmektedir. Şamot deney numunelerinin pişirim sonrasında kırılma, çatlama, eğilme gibi deformasyonlarının oluşmadığı görülmüştür. Pişme renkleri açık sarı ve turuncu olarak değişiklik göstermiştir.

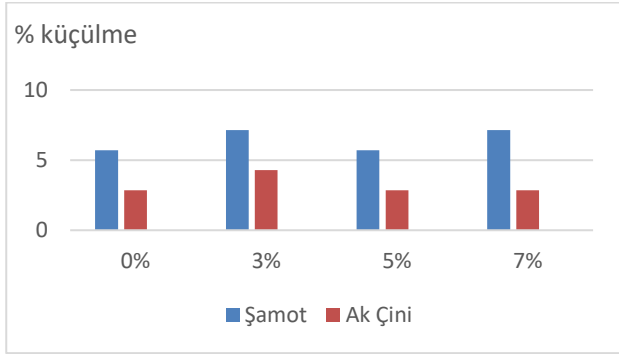
Şekil 5'te gösterilen perlit katkılı ve katkısız %0, %3, %5 akçini deney numunelerinin şekillendirme ve pişme sonrası görünümünde deformasyon oluşmamıştır. %7 perlit katkılı akçini reçetesinde ise çamur plaka kalıp içinde iken deformasyon oluşarak şekillendirme olumsuz sonuçlanmış, bu deformasyon pişme sonrasında da görülmektedir.



**Şekil 6.** 950°C pişirimi yapılan bünyelerin toplu küçülmeleri

Şekil 6'da gösterilen grafikte perlit katkısız bünyelerdeki toplam küçülme; şamotlu çamurda %5,71, akçini çamurunda %4,28 olarak gerçekleşmiştir. Perlit katkısız şamot bünye ile %3 perlit katkılı şamot bünyenin toplam küçülme oranı değişmeyerek %5,71 olarak aynı oranda kalmıştır. %5 ve %7 perlit katkılı şamot bünyeler ise %7,14 oranında küçülme göstermiştir.

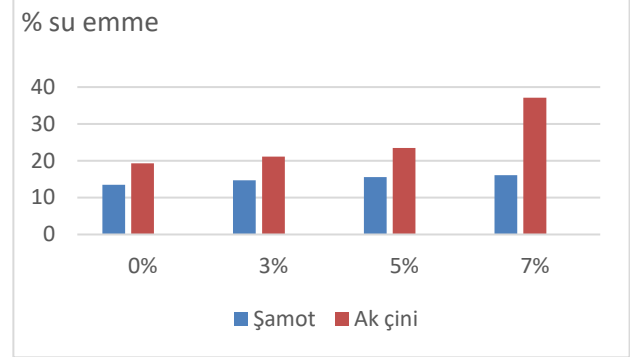
Şekil 6'da gösterilen grafiğin akçini seramik bünyelerdeki toplam küçülmesi; %3 perlit katkılı bünyede %2,85 tespit edilirken %0, %5 ve %7 oranlarındaki bünyelerde ise aynı oranlarda yani %4,28 olarak saptanmıştır.



**Şekil 7.** 1200°C pişirimi yapılan bünyelerin toplu küçülmeleri

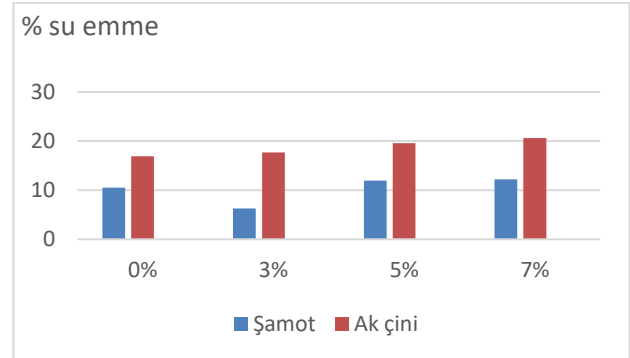
Şekil 7'de gösterilen grafikte perlit katkısız bünyelerdeki toplam küçülme sonucu; şamotlu çamurda %5,71 akçini çamurunda ise %2,85 olarak gerçekleşmiştir. Perlit katkısız şamot bünye ile %5 perlit katkılı şamot bünyenin toplam küçülmesi %5,71 olarak aynı oranda küçülme göstermiştir. %3 ve %7 perlit katkılı şamot bünyeler ise %7,14 olarak aynı oranda küçülme göstermiştir.

Şekil 7'deki grafikte verilen akçini seramik bünyelerin toplam küçülme oranı; %3 perlit katkılı bünyede %4,28 oranı ile farklılık gösterirken %0, %5 ve %7 oranlarındaki bünyelerde aynı miktarda toplu küçülme görülmüştür.



**Şekil 8.** 950°C pişirimi yapılan bünyelerin su emme test sonuçları

Şekil 8'de gösterilen ve 950°C'de pişirimleri yapılmış olan bünyelerin su emme test sonuçlarına göre; akçini ve şamot bünyelerde perlit oranının artması ile su emme oranı da artış göstermiştir. Perlit hammaddesi pişirim sonrasında bünye içinde gözenekli bir yapı oluşturmaktadır. Bünyede oluşan gözeneklerin miktarına bağlı olarak su emme oranının artışı doğru orantılıdır. Her iki çamur türünde de perlit katkısız bünyelerin su emme test sonuçları düşük oranlarda gerçekleşmiştir.



**Şekil 9.** 1200°C pişirimi yapılan bünyelerin su emme test sonuçları

Şekil 9'da verilen 1200°C'de pişirimleri yapılan bünyelerin su emme test sonuçlarına göre; akçini bünyelerde perlit oranının artması ile su emme oranı da artış göstermiştir. Şamot bünyelerde ise su emme oranları %3 perlit katkılı bünyede en az iken

%7 perlit katkılı bünyede en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada perlit hammaddesinin seramik çamurları içinde kullanım imkânları araştırılmıştır. Seramik çamurunun şekillendirilebilmesi için çamurun plastik özellikte olması en temel hususlardan biridir. Çalışma kapsamında yapılan deneylerde, perlit katkı oranının artması ile çamurun plastik özelliğinin azaldığı saptanmıştır. Bu durum sonucunda bir adet bünyede deformasyon gerçekleşmiştir. Bünyede oluşan deformasyonlar çamur çeşidine ve perlit katkı miktarına göre değişmektedir.

Akçini çamurlarında %5 perlit katkısından itibaren bünyenin akışkanlık özelliğini yitirmeye başladığı ve %7 oranında bu özelliğini tamamen kaybederek şekillendirme aşamalarında deformasyonların gerçekleştiği görülmüştür. Şamot çamurlarında ise perlit katkısının bünye şekillendirmelerinde olumsuz etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Her iki çamur türünde de pişirme aşamalarında ısı yükselmesine bağlı olan deformasyon gerçekleşmemiştir.

Pişirim ısısının artması ile %3 perlit katkılı akçini bünyesinin toplu küçülmesi artarken %0, %5 ve %7 oranında bulunan akçini bünyelerinin toplu küçülmeleri azalmaktadır. %0 ve %7 perlit katkılı şamot bünyelerin toplu küçülme oranları her iki pişirim derecesinde de aynıdır. Pişirim ısısının artması ile %3 perlit katkılı şamot bünyede toplu küçülme artarken %5 perlit katkılı şamot bünyenin toplu küçülmesi azalmıştır.

Pişirim ısısının artması ile akçini ve şamot bünyelerdeki su emme oranları azalmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan her iki çamur türünde pişirim ısı yükseldikçe bünyedeki su emme oranı düşüş göstermiş ve buna bağlı olarak gözeneklilik azalmıştır. Bu durum seramik bünyelerde sinterleşme olarak da bilinmektedir. Sinterleşen bünyelerin mukavemeti gözenekli bünyelere kıyasla daha yüksektir.

Çalışma kapsamında yapılan deney ve test sonuçlarına göre, seramik üretiminde kullanılacak

şekillendirme yöntemlerine bağlı olarak seramik bünyeye ilave edilecek perlit katkı miktarının önemi belirlenmiştir. Örneğin döküm yöntemiyle şekillendirmede perlit katkısının %5 ile sınırlandırılması ve %7 perlit katkılı akçini çamurlarının deformasyonlara sebep olduğu için tercih edilmemesi önerilmektedir. Serbest şekillendirme yöntemlerinde kullanılan plastik kıvamlı şamot çamurlarında ise perlitin tüm katkı oranlarında deformasyonlara sebep olmadığı ve olumlu sonuçlar verdiği anlaşılmıştır.

Seramik bünyelerin doku, renk ve bünye özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile yapılan bu çalışmada her iki çamur türünde pişirim sıcaklığına bağlı olmaksızın perlit katkısının renk ve sinterleşme özelliklerine olumlu katkıları olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında yapılan deney sonuçlarına bağlı olarak perlitin seramik sanatına katkı sağlayabilecek bir hammadde olduğu düşünülmektedir.

#### Teşekkür

- Bu çalışmada perlit hammaddesi desteklerinden dolayı Gen-Per firmasına teşekkür ederiz.
- Bu çalışma, Sakarya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne (SAÜ-BAP Proje no: 2022-7-24-115) desteklenmiştir.

#### 5. Kaynaklar

- Acartürk, B. ve Kaya Ş., 2013. Agregat Katkılı Seramik Bünye Özelliklerinin Araştırılması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17, 2, 65-69.
- Akçam, O, 2011. Katkılı Poliester Filamentlerinden Kumaş Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 135.
- Ceylan, B.T, 2019. Erzurum Yöresinde Çıkarılan Pomza ve Perlitin Seramik Sanayisinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 171.
- Esenli, F, 2000. Perlit. Endüstriyel Mineraller Envanteri, İstanbul Maden İhracatçılar Birliği, 163.
- Kaya, E.S, 2019. Ham Perlit ve Genleştirilmiş Perlitin Puzolanik Malzeme Olarak Kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 92.
- Orhun, O, 1969. Perlit. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 8, 4, 213-222.

Tiber, B, 2011. Perlit İçeren Fonksiyonel Bir Tekstil Ürününün Tasarımı. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 246.

#### ***İnternet Kaynakları***

1. [https://www.tmdr.org.tr/modules/faq/datafiles/FILE\\_8F6E75-89DEEA-C46041-9C05D6-133C62-0074D1.pdf](https://www.tmdr.org.tr/modules/faq/datafiles/FILE_8F6E75-89DEEA-C46041-9C05D6-133C62-0074D1.pdf), (20.03.2022)
2. <https://www.genper.com.tr/>, (10.04.2022)
3. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>, (28.02.2022)
4. [https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b\\_h/perlit\\_pomza.jpg](https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/perlit_pomza.jpg), (01.01.2022)