



## WOLLASTONIT İLAVESİNİN DUVAR KAROSU BUNYESİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Serhan HANER

Süleyman Demirel Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, 32200, Isparta,  
serhanhaner@sdu.edu.tr

*Geliş Tarihi: 13.07.2011*

*Kabul Tarihi: 15.11.2011*

### ÖZET

Bu çalışmada, hızlı tek pişirim gözenekli duvar karosu bünyesinin, belirli oranlarda wollastonit ilavesi ile fiziksel özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle Altın Seramik A.Ş. Karo Fabrikası'ndan duvar karosu granül massesi temin edilmiştir. Çalışmalarda kullanılacak wollastonit (-0,5 mm) öğütüldükten sonra reçetelere uygun toz karışımlar hazırlanmıştır. Şekillendirmeye hazır granüller 200×200 mm ölçülerindeki çelik kalıplar içinde, 165 bar basınç altında, tek eksenli hidrolik pres ile şekillendirilmiştir. Şekillendirilen numuneler ilk olarak oda sıcaklığında 3 saat, daha sonra etüvde 85°C sıcaklıkta 21 saat kurutulduktan sonra işletme şartlarına uygun olarak 1130°C'de 34 dakika süre ile pişirilmiştir. Duvar karosu granül masse ve wollastonitin, X-Işını floresans analizleri, tane boyut analizleri ve nem tayinleri, reçetelere göre hazırlanmış tozların termogravimetrik ve diferansiyel termal analizleri, pişirilmiş numunelerin pişme küçülmesi, su emme, pişme mukavemeti, He piknometresi kullanılarak yoğunluk ölçümü, kristallografik faz yapısının belirlenmesi için X-Işını difraksiyonu ve mikroyapının belirlenmesi için taramalı elektron mikroskobu analizleri yapılmıştır.

Sonuç olarak, bünyede wollastonit miktarı arttıkça, mukavemet ve su emme değerlerinde artma gözlenmiştir. Bu değerlerin TS EN 14411'e uygun olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** *Duvar karosu, wollastonit, granül masse, seramik*

## RESEARCH FOR THE EFFECTS OF WOLLASTONITE ADDITIONS ON WALL-TILE MASSE

### ABSTRACT

This study aims to develop physical properties of a fast single-firing porous wall tile by adding determined proportion of wollastonite. For this purpose, first of all, wall tile spray dried granules is obtained from Altın Seramik Tile Company. After the wollastonite (-0,5 mm) used in this study is grounded, powder blend is prepared conforming to formulation. Granules, which are ready to be shaped, are shaped in 200×200 mm steel mold under 165 bar pressure with unique axial hydraulic press. After the shaped granule samples are firstly dried at room temperature for three hours and then they are dried in drying oven at 85°C for 21 hours, the dried granule samples in accordance with the working conditions are fired at 1130°C for 34 minutes. In this study, X-Ray fluorescence, granule dimension and humidity analysis on wall tile spray dried granules and wollastonite, thermo gravimetric and differential thermal analysis on prepared powder according to formulation, firing shrinkage, water absorption, firing strength, density with He pycnometer of sintered samples were implemented. Subsequently, in order to determine crystallographic phase structure, X-Ray diffraction analysis and to determine microstructure, scanning electron microscope analysis were made.

To sum up, when the proportion of wollastonite is increased, the increase in the strength value and the water absorption value is observed. In this respect, it is apparent that these values are well-matched and in accordance with TS EN 14411.

**Keywords:** *Wall tile, wollastonite, spray dried granules, ceramic*

## 1. GİRİŞ

Wollastonit doğal bir kalsiyum metasilikattır ( $\text{CaSiO}_3$ ). Wollastonit teorik olarak %48,3 CaO ve %51,7  $\text{SiO}_2$  içerir. Nadiren saf olarak bulunur. Genelde magnezyum, manganez, demir ve stronsiyum içerir. Kontak metamorfik kireçtaşları ve volkanik kayalarda diyopsit, tremolit, epidot, kalsit ve kuvarsla beraber bulunur [1]. İri yapraklı kütleler halinde oluşur. Genellikle iğne uçlu gibi sivri görünümlü ya da küçük parçacıklar içinde lifli bir yapıda gözlenir [2].

Wollastonit genellikle kimyasal olarak inerttir. Kendine özgü dilinim özelliklerinden dolayı, kırma ve öğütme esnasında levhamsı ya da iğnemsı kırılım gösterir. Yapısal malzemelerde kullanılmasının sebebi, bu tanecik morfolojisinin yapıya yüksek mukavemet katması ve mikroçatlakları önlemesidir.

Wollastonitin oluşum itibarı ile kristal sistemleri farklılık gösteren iki adet polimorfu vardır. Bu polimorflar; düşük sıcaklık oluşumlu wollastonit ve yüksek sıcaklık oluşumlu pseudowollastonit (bourgeoisite)'dir [3]. Düşük sıcaklık polimorf oluşumlarının birbiriyle yakından ilgili iki tipi vardır. Bunlar mineralojik olarak triklinik (wollastonit) kristal sistemli ve monoklinik (parawollastonit) kristal sistemlidir [4].

Wollastonit, yüksek ısıya dayanıklıdır ve mekanik direnci yüksektir. Porozitesi kontrol edilebilir, izolasyon kabiliyeti iyidir ve kolayca preslenebilir [5]. Duvar karosu gibi seramiklerde düşük küçülme, iyi ham ve pişme mukavemeti ve hızlı pişirim sağlar. Wollastonitin karoda kullanımı genellikle yapısında bağlı bulunan silisin bünyeye kazandırdığı özellikler içindir. Silis, yapının kuruma küçülmesini azaltır, plastikliğini düzenlemeye yardımcı olur, pişme sırasında deformasyon olmaksızın gaz çıkışını sağlar, çoğu asit ile bazdan etkilenmez ve yüksek sıcaklıklarda yapıyı deformasyona karşı korur [3, 6]. Wollastonit ayrıca özel radyoseramikler, porselen, tuğla, sağlık gereçleri, sır, boya ve kağıt, plastik, aşındırıcı, mineral yün eldesi, tarım, elektrik izolatörleri ile abrazif disk imalinde, ateşe dayanıklı mamul üretiminde ve yapışkanlarda kullanılır [5, 7]. Wollastonit kanserojen olmayan, kolay bulunan ve taşınabilen bir hammaddedir [3].

Wollastonitin 1000°C sıcaklığa gelinceye kadar bünyesinden uzaklaşan uçucu madde miktarı çok düşük olduğundan, seramiklerde pişirim esnasında gaz kabarcığı sıkışması ve gaz yayılımını, ayrıca fırınlama maliyetini ve pişirim sürecini düşürür. Bu nedenle seramik malzemelerin üretiminde feldspat, kalsit, kuvars, dolomit, talk gibi hammaddeler yerine kullanılmaktadır. Sıra ilave edildiğinde parçalanma, çatlama ve diğer tip hasarlara karşı daha fazla direnç sağlar ve parlaklığı artırır. Wollastonit başka madenlerin yerini alıcı olarak diğer malzemelere oranla daha büyük bir potansiyele sahiptir [7, 8, 9].

M. K. Gal'perina ve arkadaşları (1983, 1987) seramik karo üretiminde, üç farklı tip doğal wollastonit kayaç ve fosfoalçından sentezlenmiş wollastonit kullanmış ve bünyede meydana gelen su emme ve pişme küçülmesi değişimlerini incelemişlerdir. Safsızlık içeren bu kayaçların şekillendirme sürecinde olumsuz bir etkisi olmadığı ve bu safsızlıkların üründe bazı özellikleri geliştirdiği sonucuna varmışlardır [10, 11].

Yer ve duvar karosu bünyelerinin fiziksel özelliklerinin geliştirilmesine farklı mineral maddelerin etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiş, fakat wollastonitin duvar karosu bünyesine etkileri çok az araştırılmıştır [12, 13, 14, 15]. Yapılan bu çalışmada Altın Seramik A.Ş. Karo Fabrikası püskürtmeli kurutucu çıkışından alınan granül masse kullanılmış ve wollastonit ilavesinin etkileri araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan duvar karosu granül massesi (DKGM) Altın Seramik A.Ş.'den temin edilmiştir. Kullanılan DKGM; pegmatit, dolomit, kalsit, albit, kuvars ve dört farklı kilden oluşmaktadır. Temin edilen DKGM ve wollastonite, DPÜ Seramik Mühendisliği laboratuvarında, Spektra X-Lab 2000 marka ve model XRF cihazı ile kimyasal analiz yapılmış ve sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Çalışmalarda kullanılan DKGM ve wollastonitin kimyasal analiz sonuçları (%ağırlıkça)

| Oksitler                       | DKGM  | Wollastonit |
|--------------------------------|-------|-------------|
| Na <sub>2</sub> O              | 1,02  | 2,20        |
| MgO                            | 1,35  | 1,04        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18,78 | 0,02        |
| SiO <sub>2</sub>               | 58,03 | 51,01       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,10  | 0,05        |
| SO <sub>3</sub>                | 0,22  | 0,11        |
| K <sub>2</sub> O               | 1,83  | 0,01        |
| CaO                            | 8,15  | 44,31       |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,77  | 0,02        |
| MnO                            | 0,03  | 0,06        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2,23  | 0,41        |
| Kızdırma kaybı                 | 7,49  | 0,76        |

## 2.2. Yöntem

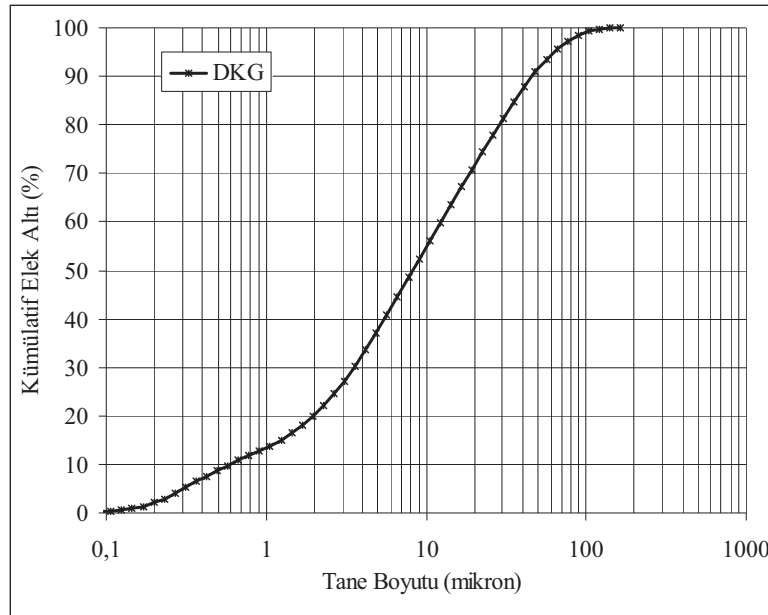
### 2.2.1. Numunelerin hazırlanması ve karakterizasyonu

DKGM ve wollastonit hammaddelerine yapılan nem tayini için OHAUS MB45 marka ve model cihaz kullanılmıştır ve sonuçlar Çizelge 2’de görülmektedir.

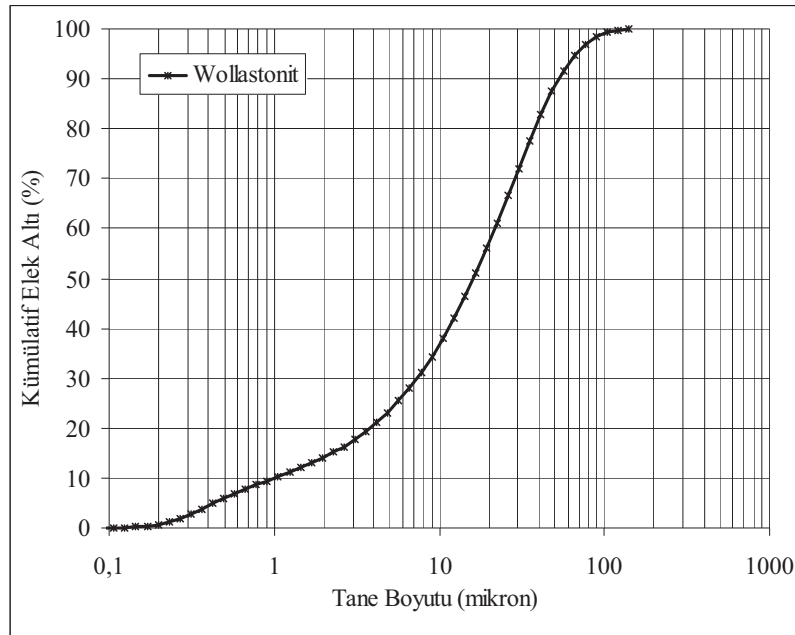
**Çizelge 2.** DKGM ve wollastonitin nem tayini sonuçları

| Malzeme     | Nem miktarı (%ağırlıkça) |
|-------------|--------------------------|
| DKGM        | 4,89                     |
| Wollastonit | 0,12                     |

Çalışmada kullanılan wollastonit (-0,5 mm) halkalı öğütücüde 2 dakika öğütülmüştür. DKGM ve wollastonitin tane boyut analizi ZKÜ Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan Malvern Particle Sizer cihazı ile yapılmış ve sonuçları sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2’de verilmiştir.



**Şekil 1.** DKGM tane boyut dağılımı analizi



Şekil 2. Wollastonit tane boyut dağılımı analizi

Şekil 1 ve Şekil 2 incelendiğinde, DKGM ortalama tane boyutunun  $d(50) = 8 \mu\text{m}$ , wollastonitin ise  $d(50) = 16 \mu\text{m}$  olduğu tespit edilmiştir.

Deneysel çalışmalar için standart ve %5-10-15 wollastonit ilaveli reçeteler hazırlanmış ve porselen bilyalı değirmende 70-80 d/d hızında 30 dk süreyle öğütülmüştür. Hazırlanmış tozların termogravimetrik ve diferansiyel termal analizleri (TG-DTA) yapılmıştır. Hava ortamda  $10^\circ\text{C}.\text{dk}^{-1}$  ısıtma hızında  $1150^\circ\text{C}$  sıcaklığa kadarki kütle kayıpları ile oluşan ve ısının absorblanması veya açığa çıkması sonucu oluşan termogramlar yorumlanmıştır. Bu çalışmalar için DPÜ Seramik Mühendisliği laboratuvarında bulunan Perkin Elmer Diamond marka TG-DTA cihazı kullanılmıştır.

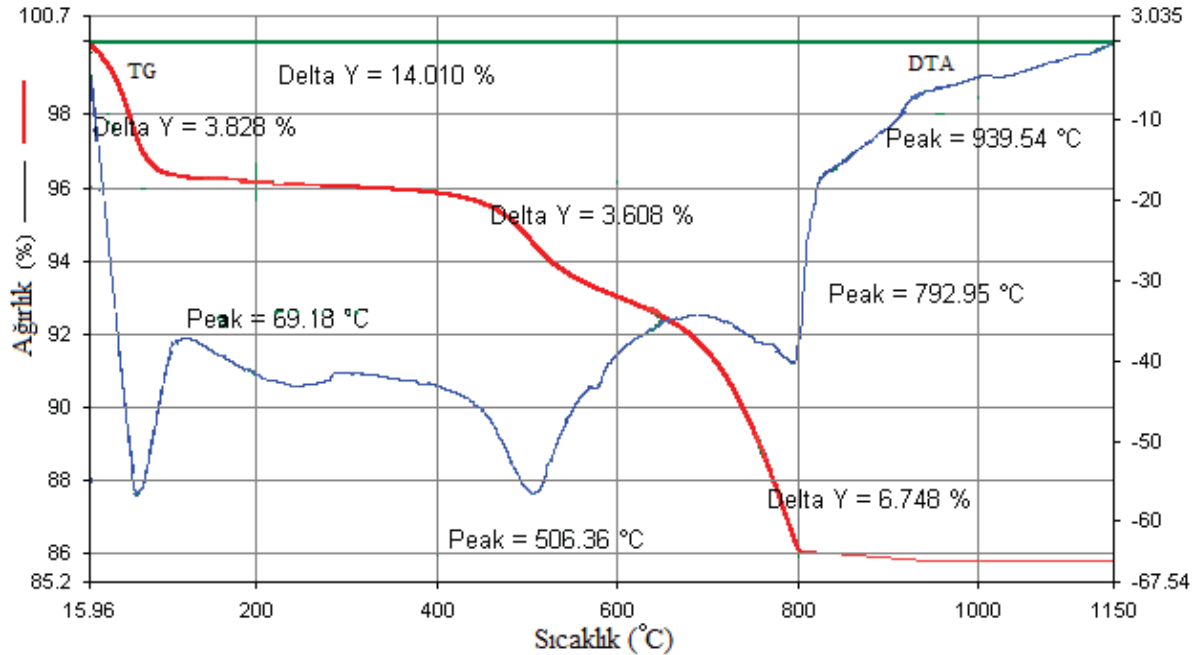
Değirmenlerden çıkartılan reçeteler %5-6 neme ulaştırılmış ve granül haline gelebilmesi için  $500 \mu\text{m}$ 'lik elekten geçirilmiştir. Hazırlanan granüllerdeki nem oranının uygun şekillendirme nemine ulaşıldığını görmek için tekrar OHAUS MB45 marka ve model cihazla nem tayini yapılmıştır. Şekillendirmeye hazır granüller  $200 \times 200 \times 5 \text{ mm}$  ölçülerindeki çelik kalıplar içinde, 165 bar basınç altında, tek eksenli hidrolik el presi ile preslenmiştir. Şekillendirilen numuneler ilk olarak oda sıcaklığında 3 saat, daha sonra etüvde  $85^\circ\text{C}$  sıcaklıkta 21 saat kurutulmuştur ve pişme öncesi ve sonrası (endüstriyel pişirim, roller fırın,  $1130^\circ\text{C}$ 'de 34 dakikada) boyutları ölçülen numunelerin % pişme küçülmesi değerleri belirlenmiştir. Pişirilmiş numunelerin TS EN ISO 10545-4 standardına göre mukavemet değerleri hesaplanmıştır. Gerçek yoğunluk ölçümleri DPÜ Seramik Mühendisliği Bölümü laboratuvarında bulunan Quantachrome marka He piknometresi kullanılarak, su emme analizi TS EN ISO 10545-3 standardına göre yapılmıştır.

Pişirme sonrası reçetelerdeki faz değişimlerini tespit etmek amacıyla C/30kv/15mA'lik Rigaku Miniflex marka cihazla  $2^\circ$ 'den  $70^\circ$ 'e kadar  $2\theta$  aralığında  $5^\circ/\text{dk}$  tarama hızı ile XRD analizleri yapılmıştır. Ayrıca, %15 wollastonit ilaveli duvar karosu bünyesinde meydana gelen mikroyapı değişimlerini incelemek amacıyla Zeiss Evo 50 marka ve model taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi yapılmıştır [16].

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

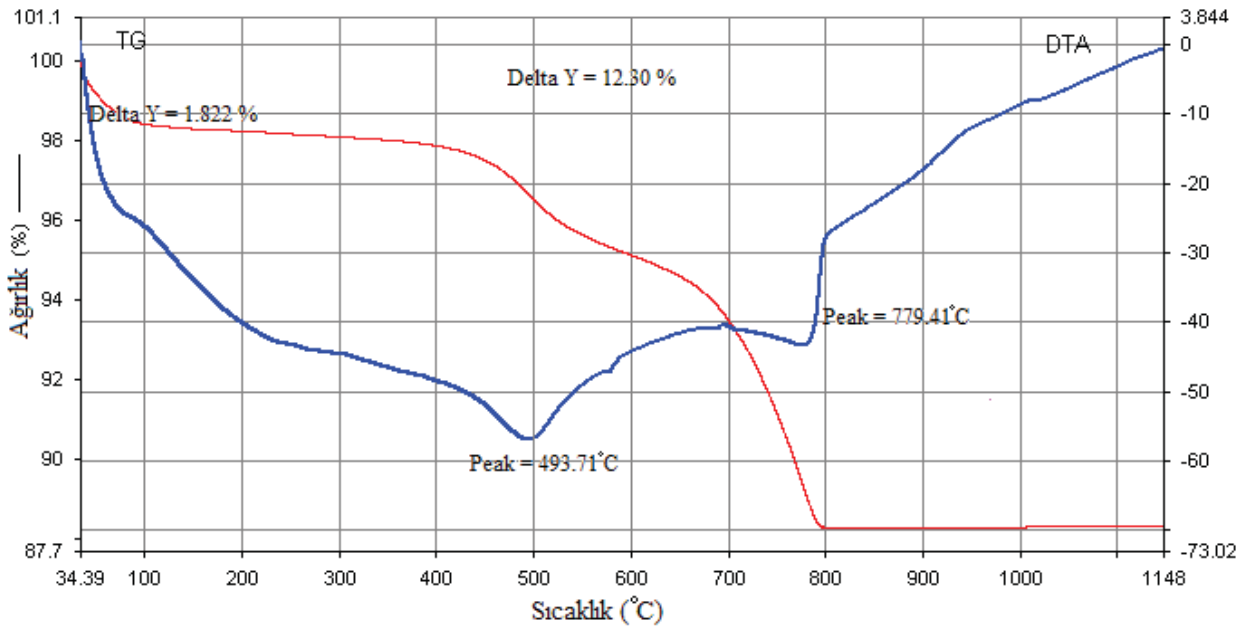
#### 3.1. Termogravimetrik-Diferansiyel Termal Analiz (TG-DTA) Sonuçları

Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da fabrikadan temin edilmiş standart duvar karosu granül massenin ve wollastonit ile hazırlanmış 3 farklı reçetenin (W1, W2, W3) TG-DTA termogramları görülmektedir.

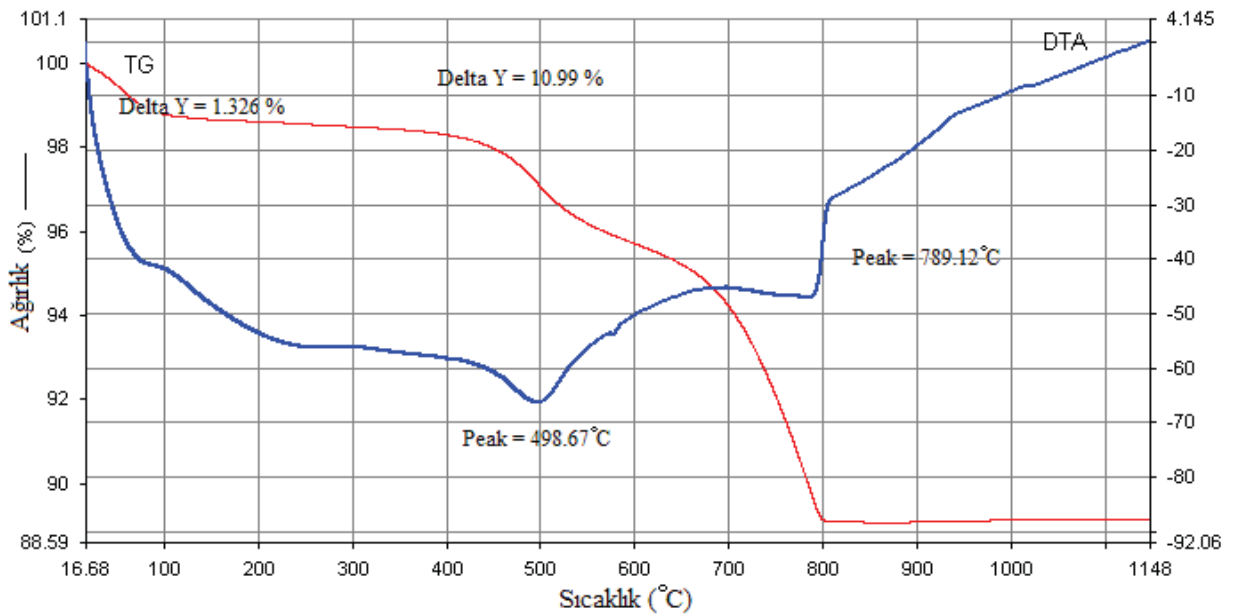


Şekil 3. Standart granül masse TG-DTA termogramları

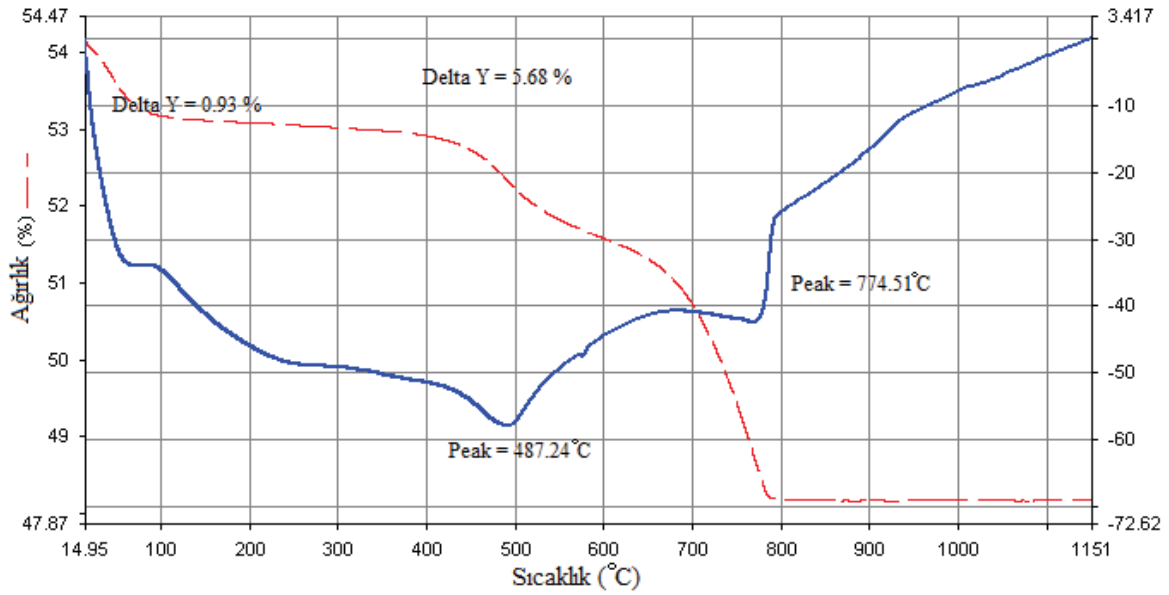
Şekil 3'te standart granül massenin TG-DTA eğrisi görülmektedir. Yaklaşık 60°C'deki endotermik pik (kütle kaybı %3,75), kil türü malzemelerin fiziksel olarak adsorpladığı suyun yani higroskopik suyun uzaklaştığını gösterir. 70-300°C arasındaki endotermik pik (kütle kaybı %0,7), hidroksitlerin kristalizasyon suyunun uzaklaştığını yani hidroksitlerin ayrışmasını gösterir. 500-600°C arasında iki endotermik pik açığa çıkmıştır. Yaklaşık 507°C'deki endotermik pik (kütle kaybı %2,3), metakaolinitin oluşumuna yol açan silikat latisin suyunun uzaklaşmasını ve yaklaşık 580°C'deki endotermik pik kuvarsin allotropik dönüşümü yani alfa kuvarstan beta kuvarsa dönüşüm pikidir. Bu dönüşümde küçük hacim değişikliği olur. 800°C civarındaki endotermik pik (kütle kaybı %7), kalsit ayrışması ile açığa çıkan karbondioksitin kaybını göstermektedir. 800°C üstündeki endotermik pikler sinterleme ve yumuşamanın başlangıcını gösterir. 950°C civarındaki bu pikler latisin ayrışmasına bağlıdır ve büyük olasılıkla yeni kristalin fazların oluşumu ile ilişkilidir. Metakaolinit ve kalsiyum oksitin reaksiyonundan anortit ve gehlenit gibi kristalin fazların oluşumu olarak açıklanır [17].



Şekil 4. W1 bünyesinin TG-DTA termogramları



Şekil 5. W2 bünyesinin TG-DTA termogramları

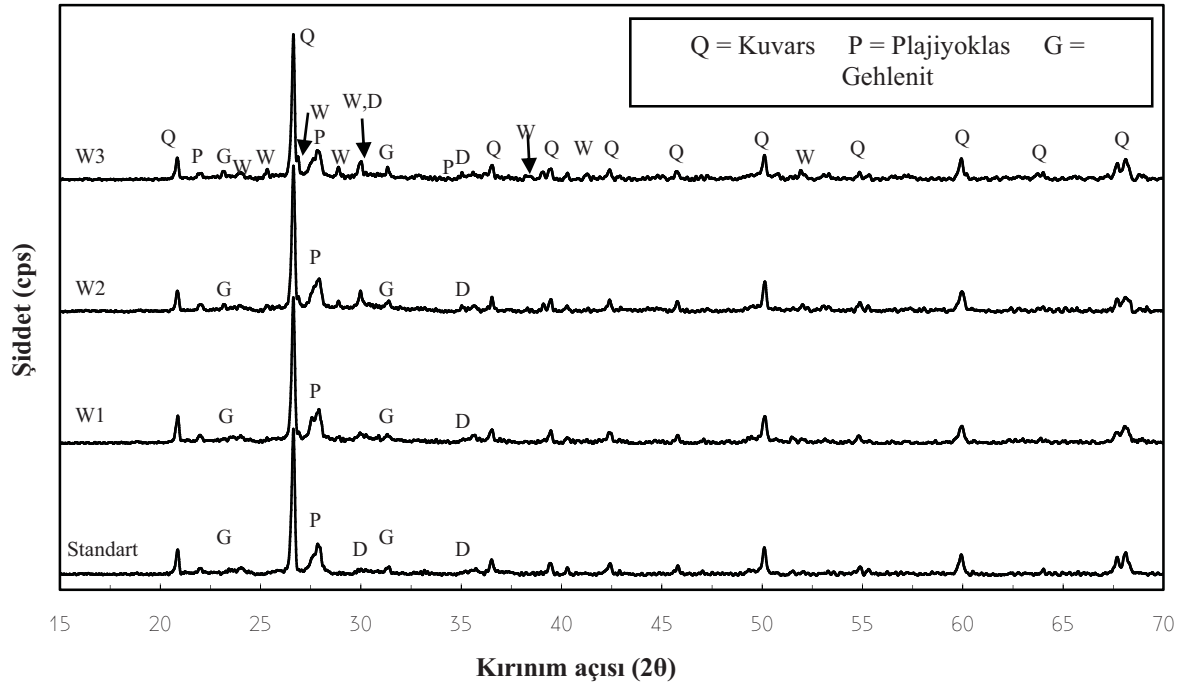


Şekil 6. W3 bünyesinin TG-DTA termogramları

W1, W2 ve W3 bünyelerinin TG-DTA reaksiyonları standart bünyeye benzer şekilde gerçekleşmiştir (Şekil 4, 5 ve 6). XRF analizinde görülen wollastonitin kızdırma kaybının (ağırlıkça %0,7698), standart bünyeyle kıyasladığımızda (ağırlıkça %7,496) az olması nedeniyle, wollastonitin bünyedeki artan oranı ile birlikte, toplam kütle kaybında, standart bünyeye nazaran azalma görülmüştür. Beklenildiği üzere wollastonit miktarı arttıkça pişirim esnasında meydana gelen reaksiyonlar (metakaolinitin oluşumu ve kalsit ayrışması) daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşmiştir.

### 3.2. X-Işını Difraksiyon Analizi (XRD) Sonuçları

Standart bünye ve ağırlıkça %5-10-15 wollastonit katılmış olan bünyelerin XRD analizi Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. 1130°C'de pişirilmiş bünyelerin XRD analizleri

Şekil 7 incelendiğinde, standart duvar karosu bünyesinin ana olarak kalıntı kuvars ve plajiyoklas fazlarını içerdiği görülmektedir. Plajiyoklas terimi bünyede albit ve anortit fazlarının birlikte bulunduğu durumlarda kullanılır. Ancak yapıda albite nazaran anortit miktarının fazla olması nedeniyle pik, baskın olan anortit fazında belirlemektedir. Bunların yanında az miktarda gehlenit ve diopsit fazları gözlenmiştir.

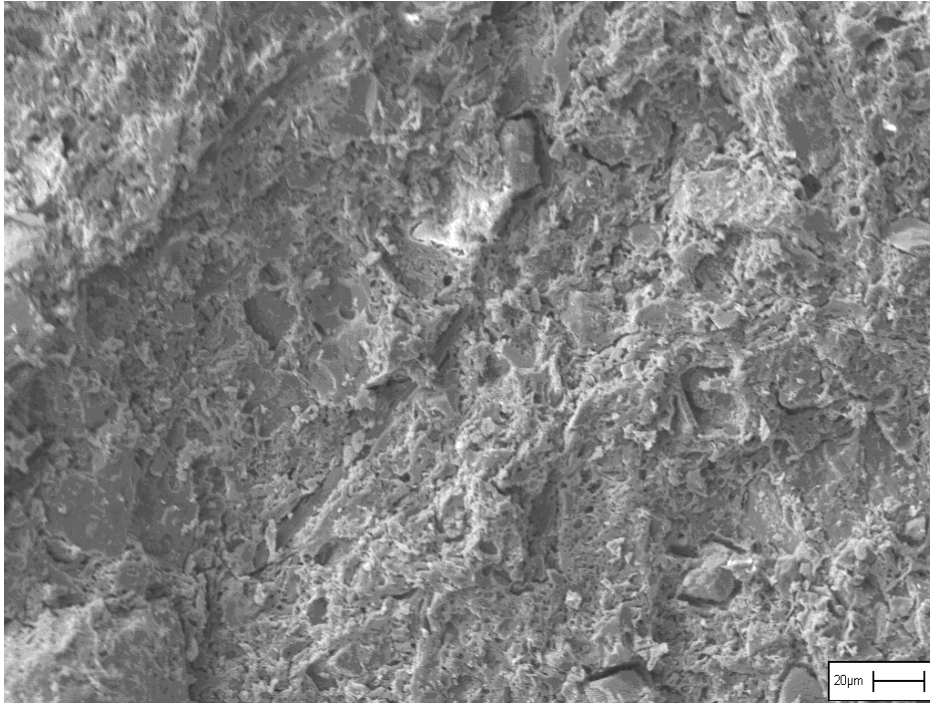
Wollastonitin artması ile yapıdaki miktarı artan CaO ve SiO<sub>2</sub> anortit ve gehlenit fazlarını arttırmış ve bu fazlara ait pikler daha keskin olmaya başlamıştır [16].

### 3.3. Mikrokimyasal Karakterizasyon

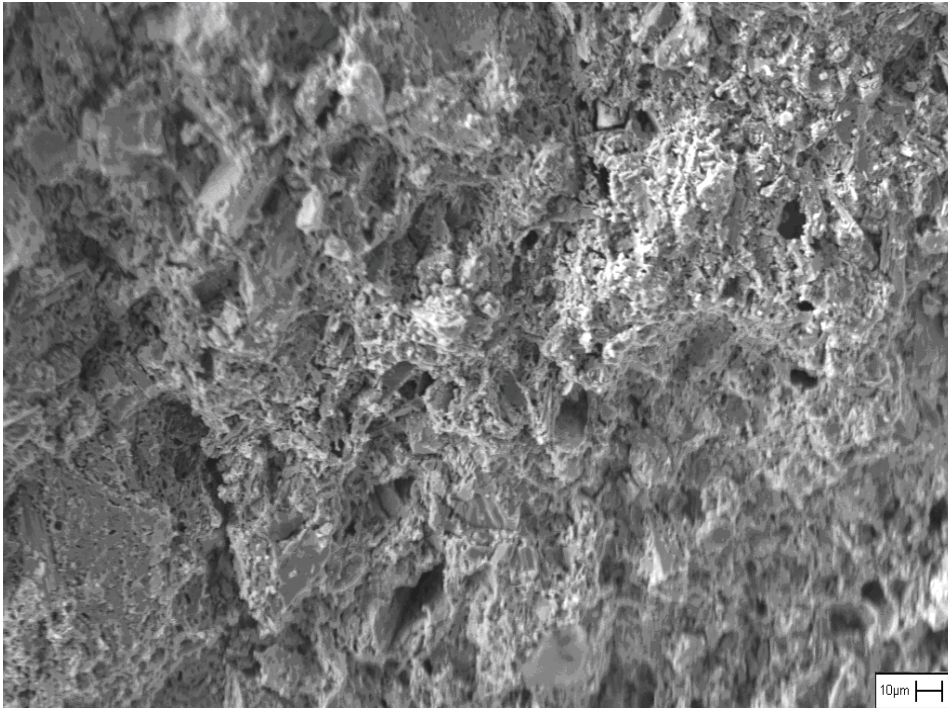
Standart duvar karosu bünyesi ile yüzey farklılıklarının daha iyi gözlenebileceği %15 wollastonit ilaveli bünyenin pişirilmesi sonucunda meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla taramalı elektron mikroskobu (SEM) çekimleri yapılmıştır.

Standart duvar karosu bünyesinin ve %15 wollastonit ilaveli bünyenin (W3) pişirilmesi sonucunda elde edilen ürünlerin SEM görüntüleri sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmektedir.





Şekil 8. 1130°C’de pişirilmiş standart duvar karosu bünyesinin mikro yapı görüntüsü (1000X)



Şekil 9. 1130°C’de pişirilmiş W3 bünyesinin mikro yapı görüntüsü (1000X)

%15 wollastonit ilaveli bünyede, standart bünyeye göre açık gözenekliliğin arttığı görülmektedir. Açık gözenekliliğin artmasının nedeni, wollastonitin 1130°C’de sıvı faz oluşumunun başlayamamasıdır [18].

### 3.4. Teknolojik Özellikler

Çizelge 3’de standart duvar karosu bünyesinin ve wollastonitle hazırlanmış üç farklı bünyenin pişme mukavemeti, gerçek yoğunluk, su emme ve pişme küçülmesi değerleri görülmektedir. Ölçümler TS EN ISO 10545’e göre yapılmıştır.

**Çizelge 3.** Standart ve wollastonit ilaveli karo bünyelerinin pişme mukavemeti, gerçek yoğunluk, su emme ve pişme küçülmesi sonuçları

| Testler                                    | Standart | W1    | W2    | W3    |
|--|----------|-------|-------|-------|
| <b>Pişme mukavemeti (N/mm<sup>2</sup>)</b> | 21,82    | 23,82 | 24,72 | 27,02 |
| <b>Gerçek yoğunluk (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 2,72     | 2,7   | 2,69  | 2,64  |
| <b>Su emme (%)</b>                         | 13,44    | 13,95 | 14,99 | 14,7  |
| <b>Pişme küçülmesi (%)</b>                 | 0,27     | 0,25  | 0,19  | 0,16  |

Wollastonit miktarının bünyede artması ile birlikte yapıdaki kristalin fazların miktarı ve/veya tipinin artması sonucu ve sıvı faz oluşumu geciktiğinden dolayı mukavemet değerlerinde artış gözlenmiştir. Su emme değerleri artmıştır. Bunun sebebi, artan wollastonit oranı ile açık gözenekliliğin artmasıdır. Açık gözenekliliğin artmasının nedeni, wollastonitin 1130°C’de sıvı faz oluşumunun başlayamaması olarak düşünülmektedir. Su emme değerleri TS-EN 14411 sınırları içinde kalmıştır. Pişme küçülmesi, wollastonitin reçeteye girmesiyle düşüş göstermiştir. Şekil 7’deki XRD sonuçları incelenecek olursa wollastonit ilavesi ile birlikte yapıdaki anortit miktarının arttığı görülmektedir. Sinterleme sürecinde, anortit içeriğindeki Ca<sup>+2</sup> iyonu yapıdaki katyon alan mukavemetini arttırdığı için, sıvı fazın viskozitesi artmaktadır. Bu nedenle akışkanlık düşer ve bünye daha kararlı hale gelir. Böylece wollastonit miktarındaki artış ile pişme küçülmesi değerlerinin azaldığı söylenebilir [18, 19]. Bünyelerdeki wollastonit artışı ile açık gözenekliliğin artması, yoğunluk değerlerinin azalmasına neden olmuştur.

### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, ağırlıkça belirli oranlarda wollastonit ilavesinin hızlı tek pişirim duvar karosu bünyesine etkilerinin araştırılması amaçlanmış ve Altın Seramik A.Ş. duvar karosu massesi standart bünye olarak baz alınmıştır.

1. Standart duvar karosu bünyesine kıyasla, %5, %10, %15 wollastonit ilaveli tek pişirim duvar karosu bünyelerinde anortit ve gehlenit fazlarında artış olmuştur.
2. Wollastonit içeren reçetelerde bünyeye artan oranlarda wollastonit ilavesi ile birlikte mukavemet ve su emme değerlerinde artma, yoğunluk ve pişme küçülmesi değerlerinde azalma görülmüştür.
3. Wollastonit miktarının artması ile birlikte, yapıdaki kristalin fazların miktarı ile tipinin artması ve sıvı faz oluşumunun gecikmesinden dolayı beklenen şekilde mukavemet değerlerinde artış gözlenmiştir. Standart bünyeye nazaran W3 bünyesinde, mukavemet değerlerinin % 23,8 arttığı gözlenmiştir.
4. Yapıdaki artan wollastonit miktarı ile birlikte, pişirme sıcaklığının wollastonitin sıvı faz oluşumuna yeterli gelmemesinden dolayı açık gözeneklilik ve su emme değerleri artmıştır. Ancak TS-EN 14411 sınırları içinde kalmıştır.
5. Artan wollastonit miktarı ile pişme küçülmesi değerleri azalmıştır. Bünyelerde anortit miktarının artması ve anortit içeriğindeki Ca<sup>+2</sup> iyonunun yapıdaki katyon alan mukavemetini arttırdığı için viskozite artmaktadır. Bu nedenle akışkanlık düşer ve bünye daha kararlı hale gelir. Böylece wollastonit miktarındaki artış ile pişme küçülmesi değerlerinin azaldığını söylenebilir. Ve/veya yapıdaki artan kuvarsın yüksek ısıda bünyeyi deformasyona karşı koruduğu düşünülmektedir.
6. Wollastonitin artan ilavesi ile açık gözenekliliğin arttığı, dolayısıyla yoğunluk değerlerinin azaldığı gözlenmektedir.

Wollastonit ilavesi mukavemet, su emme ve pişme küçülmesi değerlerini olumlu olarak arttırmıştır. Ancak, hammadde maliyetindeki dezavantajlar, proses esnasında ve bünyeye kazandırdıkları avantaj ve dezavantajların analizi yapılarak, en ekonomik ve en iyi sonuç veren bünyelerin işletme şartlarında üretimi düşünülebilir. Wollastonitin bünyedeki, dolomit, kalsit, albit ve kuvars gibi hammaddelerin yerine kullanım olanakları araştırılıp bu işlem daha ekonomik duruma getirilebilir. Çalışmanın devamı olarak, seramik malzeme üretim standardında wollastonit kullanılarak, en ekonomik şekilde yeni hazırlanan bünyelerde gerekli olan bütün analizler yapıldıktan sonra uygun görülen bünyelerin işletme sırasıyla uyumu incelenebilir.

#### KAYNAKÇA

- [1] M. Dumond, "Wollastonite", Canadian Minerals Yearbook, 60, 1 (2004).
- [2] Devlet Planlama Teşkilatı, "Toprak Sanayi Hammaddeleri I", Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, DPT, 2611, Ankara, 155 (2001).
- [3] S. M. Robinson, D. B. Craig, "Reinforcement of Ceramic Bodies with Wollastonite", U.S. Patent, 6 037 288, 1-3 (2000).
- [4] G. N. Maslennikova, S. Zh. Zhekisheva, and T. I. Konesheva, "Wollastonite-Based Ceramic Materials", Glass and Ceramics, 54 (3-4), 1 (1997).
- [5] G. Can, "Wollastonit Yataklarının Jeolojisi, Madenciligi ve Dünya Üretimi", MTA, 39, 55-56 (1991).
- [6] S. Gök, "Kil Mineralleri ve Killerin Jeolojisi ve Uygulamaları", 40-48 (1983).
- [7] G. T. Adylov, G. V. Voronov, S. A. Gornostaeva, N. A. Kulagina, E. P. Mansurova, M. Kh. Rumi, "Use of Wollastonite from the Koitashskoe Deposit in the Production of Ceramics and Refractory Materials", Refractories and Industrial Ceramics, 43, 11-12 (2002).
- [8] <http://pubs.usgs.gov/fs/fs-0002-01/fs-0002-01textonly.pdf>
- [9] R. L. Virta, "Wollastonite", U.S. Geological Survey Minerals Yearbook, 83, (1999).
- [10] M. K. Galperina, N. P. Tarantul, Yu. E. Zaslavskaya, T. F. Kolesnikova, "Unbeneficiated Wollastonite Rocks for Ceramic Tile Production", Glass and Ceramics, 44 (10), 424-427 (1988).
- [11] M. K. Galperina, N. P. Tarantul, E. M. Khechumyan, "Using Wollastonite Synthesized from Phosphogypsum for Ceramic Tile Production", Glass and Ceramics, 40 (8), 421-424 (1984).
- [12] S. Koca, H. Koca, "Effects of Wollastonite and Barite on the Physical Properties of a Ceramic Body", Industrial Ceramics, 24 (2), 81-84 (2004).
- [13] M. I. Bariz, V. F. Pavlov, I. Yu. Bushmina, A. G. Kozlova, F. S. Peres, "Tile Bodies Containing Synthetic Wollastonite", Glass and Ceramics, 41 (3), 138-141 (1984).
- [14] A. Kartal, M. Alaca, O. F. Emrulloğlu, "Investigation on the Effects of a Boron Containing Calcination Product Added into Floor Tile Body Recipes", Key Engineering Materials, 264-268, 1649-1652 (2004).
- [15] A. Ceylan, M. F. Ebeoğlul, A. Küçük, "Investigation for the Effects of Different Feldspar Additions on Floor Tile Body", Seramik Türkiye, 7, 131-137 (2005).

- 
- [16] S. Haner, “Talk ve Wollastonit İlavelerinin Duvar Karosu Bünyesine Etkilerinin Araştırılması”, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 31-55 (2009).
- [17] S. J. G. Sousa, J. N. F. de Holanda, “Sintering Behavior of Porous Wall Tile Bodies During Fast Single-Firing Process”, *Materials Research*, 8 (2), 198 (2005).
- [18] A. T. Özer, “Yumuşak Porselen Bünyede Wollastonit Kullanımının Bünyeye Etkisi”, Yüksek Lisans, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 39-41 (2009).
- [19] E. A. Bykov, and T. E. Samsonova, “Use of Modern Materials from Geokom Co. for Production of Ceramic Ware”, *Glass and Ceramics*, 63 (9-10), 314 (2006).