

Yüksek Poroziteli Beyaz Pişen Seramik Çamurunun Karakterizasyonu

Nihal Derin Coşkun¹, Eren Işık², Ayşe Selcen Şahin¹, Çiğdem Börekçioğlu¹, Veli UZ¹

¹Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kütahya.

²Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Kütahya.

e-posta: nihal.dcoskun@dpu.edu.tr, ayseselcensahin@hotmail.com, cigdemborek@hotmail.com, veliuz@hotmail.com

Geliş Tarihi:20.05.2015; Kabul Tarihi:03.11.2015

Özet

Kütahya ili seramik ve çini üretiminde önemli bir tarihi geçmişe sahiptir. Geçmişte üretilen birçok çini ve seramik ürünün nasıl üretildiği ile ilgili günümüzde çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle günümüzde üretimi yapılan seramik ürünlerde Kütahya’da seramik üreticilerinin kullandığı yüksek poroziteli beyaz pişen bünyenin karakterizasyonu yapılarak pişirme davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bünyenin 1015 °C’ de pişirimi beyazlık değeri L*’ nin 89’un üzerinde, su emmenin %27,45, mukavemetin ise 282,42 kg/cm² olduğu belirlenmiştir. Artan sıcaklıklarda ürünün pişirilmesiyle belirli ölçüde mukavemeti artmaktadır. Ancak diğer fiziksel özellikleri çok fazla değişmemiştir. Mukavemet dışında diğer özelliklerin değişmemesi nedeniyle ürünün yüksek sıcaklıklarda pişirilmesinin maliyeti arttıracığı bu nedenle 1015°C’ de pişirim sıcaklığının yeterli olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek mukavemetli ürün üretiminde ise 1160°Cpişirim sıcaklığının yeterli olacağı belirlenmiştir. Ancak, bu sıcaklıkta pişen bünyede kristobalit oluşması nedeniyle sır-masse uyumunun sağlanması gerektiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler

“Kütahya”, “Seramik”,
“Beyaz Bünye”,
“Pişirme”,
“Karakterizasyon”

Characterization Of High Porosity White Fired Ceramic Clay

Abstract

Kütahya province has an historical importance in terms of ceramics and traditional hand made ceramics (also known as çini) production. There is no adequate knowledge on how the earlier ceramics and çini (from now on they will be called the ceramics) were made in Kütahya city. Therefore, for the determination of firing behaviors of presently produced ceramic products which made by ceramic manufacturers of Kütahya used high porosity white fired structures characterization has been made. The structure’s, that sintered in the temperature of 1015°C, whiteness measurement L* is above 89, water absorption is %27, 45, strength value is 282.42 kg/cm² were determined. Strength of product has been substantially increased in the increasing temperature of firing. But another physical property hasn’t changed overmuch. Firing temperature in 1015°C determined sufficient due to steady of another properties excluding strength and costs expensive. Firing temperature in 1160°C identified sufficed for higher strength product manufacture. Glaze – masse adaptation must be supplied because of the cristoballite formation in the structure which has fired in 1160°C temperature.

Keywords

“Kütahya”, “Ceramic”,
“White Body”, “
Firing”,
“Characterization”

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Kütahya’da seramik yapımı Frigler dönemiyle başlamış bunu Yunan, Roma ve Bizans dönemi takip etmiştir. Helenistik, döneminde de yoğun biçimde seramik üretimine sahne olmuş ve bu sanatı,

geleneksel yöntemleriyle günümüze dek yaşatmış bir kenttir (İça, M.,2012). Kütahya ili seramikleriyle 18. ve 19. yüzyıllarda seramik için en önemli merkez olmuştur. İstanbul ve birçok yörenin seramik ürün istekleri Kütahya’dan karşılanmıştır. Kütahya’da beyaz hamur ve sır altı tekniği

kullanılarak seramik üretimi yapılmıştır (Erman, D.O., 2012). 1978-80 yılları kazılarında bulunan seramik fırın kalıntıları Kütahya'da seramik üretiminin çok eskilerde yapıldığının kanıtlayıcı nitelikte çalışmalarıdır (Şahin, F., 1979-80.). Seramik üretiminde önceki biçimlerden farklılaşarak zamanla sade formlardan fantezi formuna geçilmiş olduğu belirtilmektedir. Yani motif çeşitleri ve kullanılan renkler değişmiştir (Yolal, C. A., 2007). Bordür vedolgu motifleri ortaya çıkmıştır. 19. yüzyıl başındaysa kabarik süslemeler yer almaya başlamıştır. Ayrıca motiflerin boyanmasında da serbest fırça vuruşları ön plana çıkmıştır (Int Kyn. 1). Seramik sanatinde ikinci seramik devrimi olarak görülen silisli çamur reçetesinin bulunuşu seramik sanatının ilerideki gelişimini büyük ölçüde etkilemiştir (Avşar, M., Avşar, L., 2014). Ancak, bu çalışmalara ait o günkü teknik bilgiler bulunmamaktadır. Arkeolojik kazılarda çıkarılan seramik ürünlerin karakterizasyonları yapılar o günkü üretim şartları belirlenmeye çalışılmaktadır (İssi, A., Kara, A., Sivas, T., Sivas, H., 2009). Seramik ürünler için şekillendirme davranışlarının belirlenmesi (Kırlı, E., Çakı, M., Uz, V., 2012, Uz, V., Ceylan, A., Yılmaz, B., Özdağ, H., 2009) ve pişme davranışları belirlenerek fizikomekaniksel özelliklere etkisi ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Taşçı, E, H., Uz, V., 2010). Bu çalışmada; Kütahya seramiklerinin gelecekte kaybolmaması için seramik massenin karakterizasyon işlemleri yapılarak gelecek nesillere aktarılması için literatüre geçmesi önemlidir. Bu nedenle günümüzde üretimi yapılan ve Kütahya da seramik üreticilerinin kullandığı yüksek poroziteli beyaz pişen bünyenin karakterizasyonu yapılarak pişme davranışlarının ortaya koyulması amaçlanmıştır. Kütahya da seramik üreticilerinin kullandığı beyaz pişen bünyenin plastikliği, termal analizi ve termal analize göre belirlenen kritik sıcaklıklarda pişirilerek örneklerin faz analizi ve fiziko-mekaniksel özellikleri tanımlanarak ürünün uygun pişirme sıcaklığının tanımlanması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Kütahya da züccaciye ve süs eşyası türü seramik ürün üreticilerinin ortak kullandığı bünye çamuru Çinikop A.Ş.'den temin edilmiştir. Kimyasal analizler Perkin Elmer 1100B model atomik absorpsiyon spektroskopisinde, tane boyut analizi Malvem lazer tane boyut ölçüm cihazında yapılmıştır. Şekillendirme özellikleri için Pfefferkorn plastiklik testi yapılarak plastiklik limitleri tespit edilmiştir. Seramik çamuru alçı kalıplarda 80×10×10mm boyutlarında plastik halde şekillendirilmiştir. Şekillendirilen örnekler kurutulmuş ve kuru küçülme, kuru mukavemet değerleri belirlenmiştir.

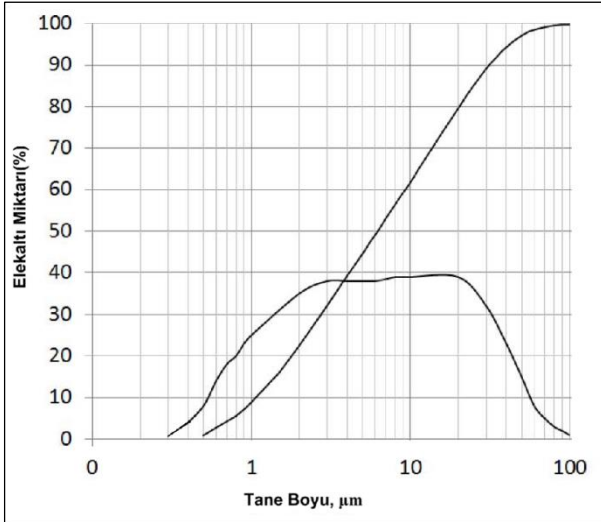
Sinterleme davranışlarının belirlenmesi için optik dilatometre analizi Exper system solutions SRL/ Misura HSM Odth 1600 marka cihazla yapılmıştır. Termal analiz sonuçlarına göre optimum pişirme sıcaklığının tespitinde kritik sıcaklıklarda 930, 980, 1015, 1100, 1600 ve 1230°C'lerde örnekler pişirilmiştir. Pişirmede Protherm Marka elektrikli fırın kullanılmıştır. Isı rejimi sıcaklık 5 °C/dak. ısıtma hızında ve tepe sıcaklığında yarım saat bekletme yapılarak doğal soğutmaya bırakılarak ayarlanmıştır. Farklı sıcaklıklar da pişirilen örneklerin faz analizleri Rigagu Miniflex marka cihazla yapılmış ve sonrasında fiziko- mekaniksel özellikleri tespit edilmiştir. Renk ölçümlerinde L*a*b* değerleri Konika-Minolta Cm-23-00-B spektrofotometreyle, mukavemet ölçüm değerleri ise Shimadzu marka üç nokta eğme cihazıyla belirlenmiştir.

3. Bulgular

Karakterizasyonu yapılan seramik çamurunun kimyasal analizi Tablo 1'de verilmiştir. Tane boyut dağılımı ve elek altı eğrisi Şekil 1'de verilmiştir. Çamurun %97 oranının 51,3 µm altında olduğu tespit edilmiştir. Çamurun hazırlanmasında öğütme işleminin bilyalı değirmende yapılması nedeniyle geniş boyut dağılımında homojen boyut dağılımına sahip olduğu belirlenmiştir.

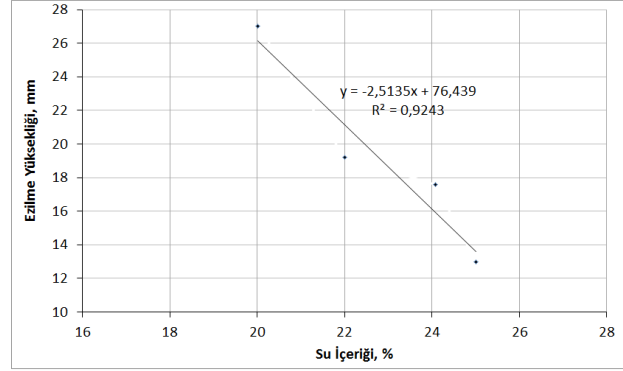
Tablo 1.Çamurun kimyasal analizi

Oksitler	% İçerik
SiO ₂	56.02
Al ₂ O ₃	24.56
Fe ₂ O ₃	0.53
TiO ₂	0.60
CaO	2.63
MgO	0.77
Na ₂ O	0.30
K ₂ O	2.15
SO ₃	0.14
LOI	12.30
Toplam	100.00

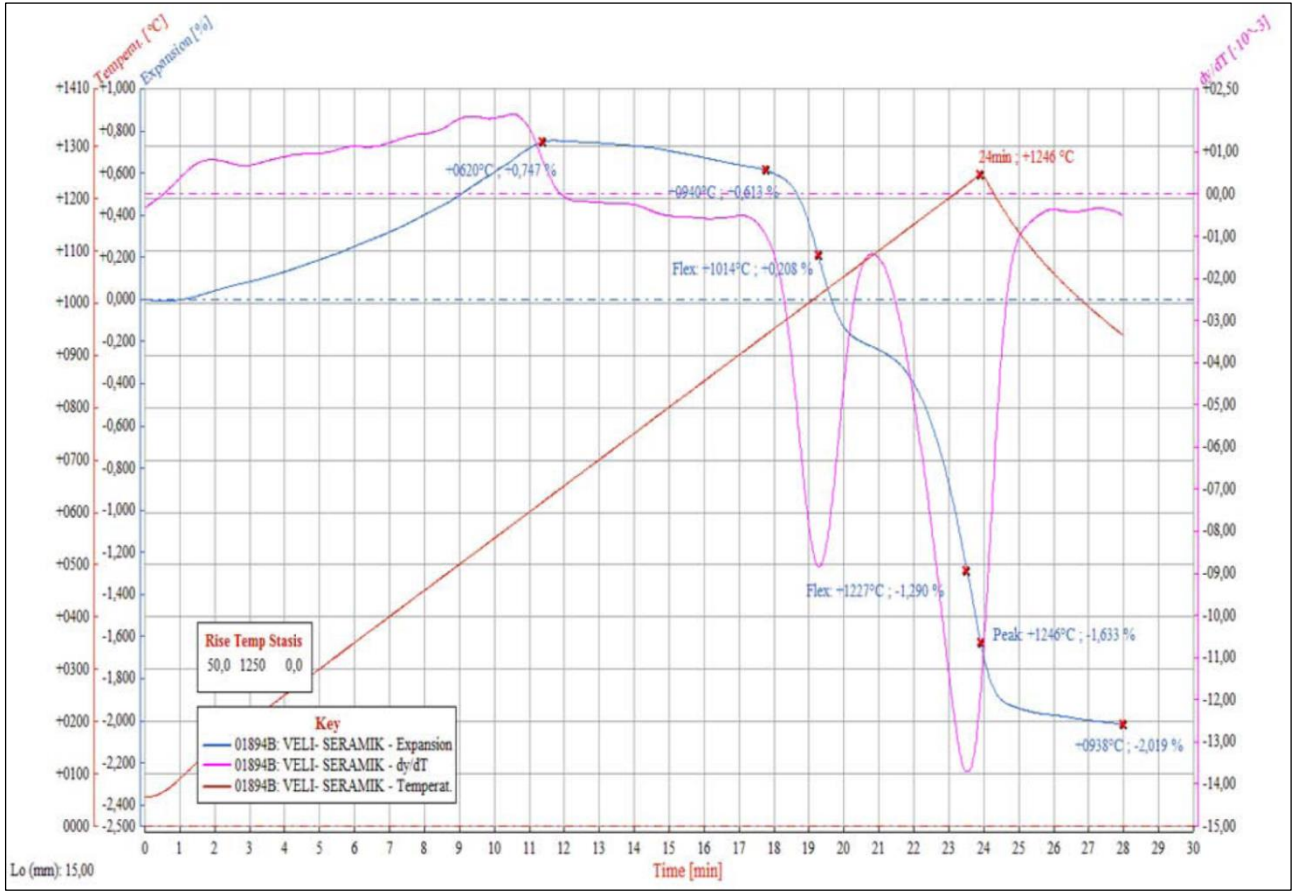
**Şekil 1.** Tane boyut dağılım eğrisi

Çamurun Pfefferkorn plastiklik eğrisi Şekil 2'de verilmiştir. Plastiklik eğrisinin sağa veya sola kayması çamurun plastiklik derecesini, eğrinin yatayla yaptığı eğim açısı ise malzemenin su alma aralığını dolayısıyla şekillendirilebilme özelliğini göstermektedir [8]. Eğrinin yatayla yaptığı açının az olması çamurun su alma aralığının geniş olduğunu ve şekillendirilmede su verildiğinde ürünün kendi

ağırlığını taşıyabilecek dayanımda olmasını ve büyük ebatlı ürünlerin şekillendirilmesinde bir sıkıntı yaşanmayacağını göstermektedir.

**Şekil 2.**Pfefferkorn plastiklik eğrisi

Çamurun optik dilatometre analizi sonuçları Şekil 3'de verilmiştir. Çamurun pişme sıcaklıkları optik dilatometre eğrisine göre belirlenmiştir. Sıcaklık noktaları belirlenirken dilatometre eğrisinin aşağı yönlü eğimli olmaya başladığı nokta ve sonlandığı nokta ile iki nokta arasında orta bölgede pişme sıcaklığı değerleri alınmıştır. Bu noktalara göre, faz dönüşümleri ve fiziko-mekaniksel özellikler arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Hazırlanan reçetelerin uygun sıcaklıkta pişirilerek en iyi fiziksel özelliklerin sağlanması önemlidir. Seramik çamuru 940°C'den sonra küçülmeye başlamaktadır. Küçülme dilatometre eğrisinde 940ve 1150°C'de başlayan iki kademeli bir davranış göstermektedir. Dilatometre eğrisinin zamana bağlı birinci türevi alındığında küçülme hızını vermektedir. Birinci türev eğrisine göre en hızlı küçülmenin olduğu 940°C'de başlayan birinci küçülme eğrisindeki sıcaklık 1014°C olmakta, ikinci en hızlı küçülme hızı 1150°C'de başlayan bölümde 1227°C sıcaklıkta tespit edilmiştir. Hızlı pişirim yapılması durumunda bu sıcaklıklar sinterlemeye uygundur. 940°C'den sonraki sıcaklıklarda sinterlenmiş malzeme özelliklerinin gelişeceği belirlenmiştir.



Şekil 3. Seramik çamurunun optik dilatometre analizi

Optik dilatometre eğrisine göre kritik sıcaklıklar belirlenmiş ve pişirimler bu sıcaklıklarda yapılarak en uygun sıcaklık noktasının tespiti yapılmıştır. Şekillendirilerek kurutulan örneklerin kuru küçülme değerleri % 10.06, kuru mukavemet değerleri ise 3 kg/cm² olarak belirlenmiştir. Pişirilen örneklerin her sıcaklık için fiziko-mekaniksel özellikleri Tablo 2’de verilmiştir. Su emme değerlerinde 1100°C’ye kadar çok az artış olmakta bu sıcaklık sonrası azalmaktadır. Su emmenin azalması camsı fazın arttığını göstermektedir. Açık porozitenin azalması ve kapalı porun artması camsı fazın oranının arttığını ve gözeneklerin kapanarak kapalı por oluşturmaya başladığını gösterir.

1100°C’den sonraki artan sıcaklıklarda pişirme küçülmesinde artış olmaktadır. Ancak örneklerde herhangi bir deformasyon belirlenmemiştir. Fiziksel özelliklere göre en uygun pişirim sıcaklığının 1100°C olduğu belirlenmiştir. Seramik bünyelerde beyazlık önemli olduğundan 1100°C’de en yüksek beyazlık olan L* değeri 91,54 bulunmuştur. Bu nedenle beyaz renkli ürün için en iyi sinterleme sıcaklığının 1100°C olduğu belirlenmiştir. L* değerlerinin 1160°C’ye kadar arttığı daha sonra azalma gösterdiği belirlenmiştir. a* ve b* değerleri ise değişkenlik göstermektedir. Farklı sıcaklıklarda pişirilen örneklerde en düşük a* değerinin 1100°C’de olduğu belirlenmiştir.

Tablo2. Farklı sıcaklıklarda pişen örneklerin fiziko-mekaniksel özellikleri

Özellikler	Sıcaklık, °C						
	930	980	1015	1100	1160	1230	
Bulk yoğunluk, gr/cm ³	1.45	1.44	1.43	1.47	1.48	1.51	
Açık porozite, %	40.20	40.80	39.50	41.70	40.40	36.00	
Kapalı porozite, %	3.62	6.08	7.05	10.14	12.73	19.02	
Pişme küçülmesi, %	1.08	0.32	0.04	0.18	0.55	1.18	
Pişmiş Mukavemet, kg/cm ²	202.21	206.60	282.42	332.12	519.27	138.14	
Su emme, %	27.74	28.16	27.45	28.21	27.15	23.80	
Renk Değerleri	L*	86.82	87.24	89.56	91.54	90.06	85.49
	a*	3.44	2.99	3.01	1.62	1.41	2.26
	b*	6.63	6.25	6.96	5.30	7.58	12.70

Çalışmada kullanılan ve Çinikop A.Ş'den temin edilen seramik çamuruyla işletme şartlarında üretilen bisküvi ve sırlı ürün örneklerine ait görüntüler Şekil 4-a ve Şekil 4-b'de verilmiştir. İşletme şartlarında kamara fırında 1070°C'de bisküvi, 1040°C sıcaklıkta ise sırlı çift pişirim yapılan seramik süs eşyaları duvar süsü ve çerçeveli isimlikler vb. kullanımlar için üretilmektedir.

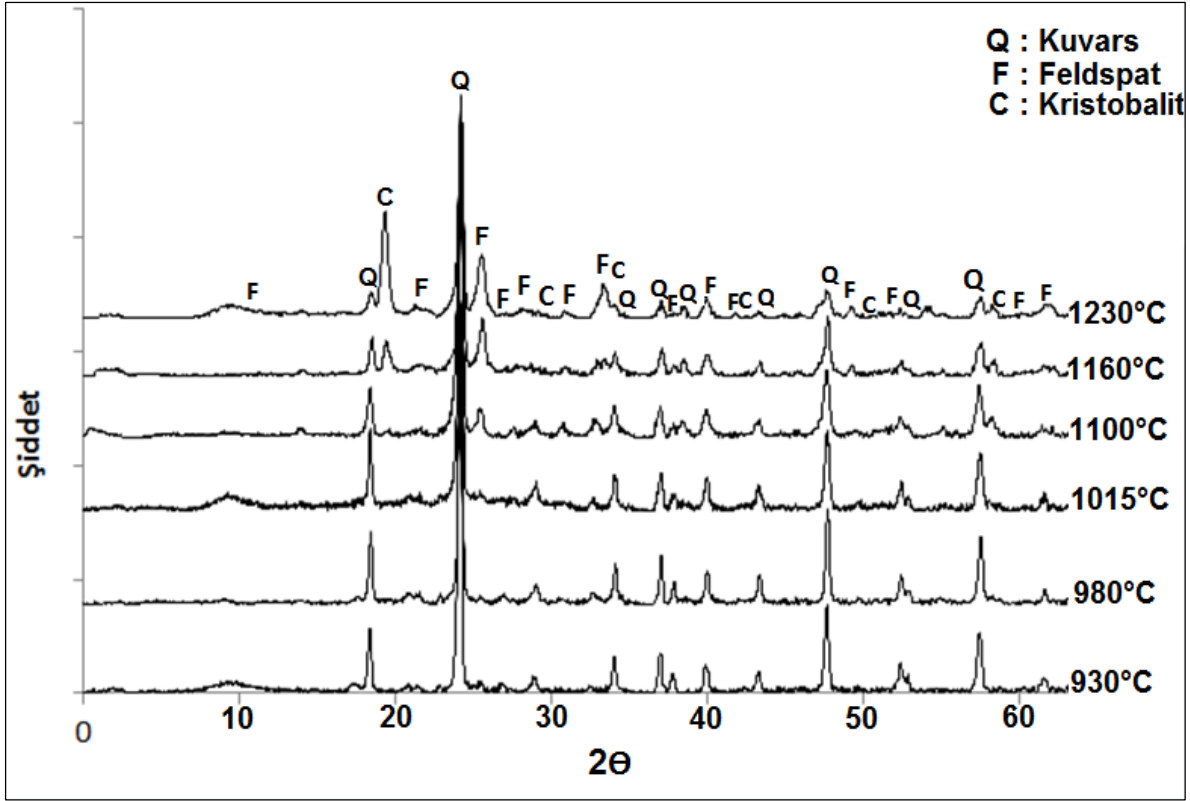


Şekil 4-a. Beyaz pişen seramik çamurunda üretilen ürünler



Şekil 4-b. Beyaz pişen seramik çamuruyla üretilen ürünler

Farklı sıcaklıklarda pişirilen örneklerin faz analiz sonuçları Şekil 5'te verilmiştir. 1100°C sıcaklıkta feldspat fazı oluşmaya başlamakta ve artan sıcaklıkla pik şiddeti artmaktadır. 1160°C'den sonra ise kristobalit gelişmekte 1230°C'de belirgin artış göstermektedir. Kristobalit fazının bünyede bulunması nedeniyle sırla uyumunun ayarlanmadığı belirlenmiştir. Sır-masse uyumsuzluğu olması halinde ürünlerin zamanla çatlak ve deformasyona neden olacağı tespit edilmiştir



Şekil 5. Farklı sıcaklıklarda pişirilen örneklerin X-Işını Difraktogramları

4. Sonuç

Elde edilen sonuçlara göre; Seramik çamurunun plastikliğinin elle şekillendirmede % 24 su içeriğine kadar yaklaşık % 4su alma aralığıyla deformasyonsuz şekillendirmeye uygun olduğu belirlenmiştir. Seramik bünyenin sinterlenmesinde 1015 ve 1160°C’de ayrı ayrı iki kademedeki pişirimin yapılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca üretilecek seramik ürünlerin hacimsel boyutları ve kalınlıkları göz önüne alınarak bu sıcaklığın ayarlanmasına dikkat edilmelidir. 1160°C’den yüksek sıcaklıkta kristobolit gelişimi nedeniyle masse-sır genişleme katsayılarının ayarlanması gerekmektedir. Bünye beyazlığının en yüksek L* değeri olabilecek sıcaklık noktasının yeni fazların oluşmadığı 1100°C olduğu, artan sıcaklıkla oluşan fazların beyazlığı etkilediği belirlenmiştir. Bünyede oluşan fazların kuvars, kristobolit ve feldspat olduğu belirlenmiştir. Bünyenin renk, fiziko- mekaniksel özelliklere göre istenilen en iyi özellikleri 1100°C’de sağlayacağı

bulunmuştur. Buna göre de sinterleme sıcaklığının 1100°C olması gerekmektedir. Ancak, daha düşük sıcaklıkta pişirim veya çift pişirim yapılması istendiğinde seramik bünyenin 1000°C’nin üzerinde pişiriminin yapılması halinde uygun ürünler üretilebileceği belirlenmiştir. Pişen örneklerde su emme ve küçülme değerlerinin 1000-1160°C aralığında çok fazla değişmemesi nedeniyle maliyet açısından seramik ürünün daha düşük sıcaklıkta pişiriminin avantajlı olacağı için 1000°C’de pişirimin yeterli olduğu ancak mukavemetin önemli olacağı ürünlerde ise 1160°C’ye kadar pişirim sıcaklığının arttırılabileceği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

- İça, M., 2012. Mimari Seramik Olarak Kütahya Çinileri. *Seramik Türkiye Türkiye Seramik Federasyonu Dergisi*, 39.
- Erman, D.O., 2012. Türk Seramik Sanatının Gelişimi: Toprağın Ateşle Dansı. *Online Thematic Journal of Turkic Studies*, 7.
- Şahin, F., 1979-80. Kütahya Çini-Keramik Sanatı ve Tarihinin Yeni Buluntular Açısından Değerlendirilmesi. S.T.Y IX-X, 261.
- Yolal, C., A., 2007. Başlangıcından Günümüze Kütahya Çinileri ve Çini Motiflerinin Seramik Yüzeylerde Yorumlanarak Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Avşar, M., Avşar, L., 2014. Çini Sanatı ve Terminolojisi Üzerine. *Kalem İşi*, 1-13, 2.4.
- İssi, A., Kara, A., Sivas, T., Sivas, H., 2009. Dorylaion Eskişehir-Şarhöyük) Helenistik Dönem Batı Yamacı Seramiklerinin Karakterizasyonu. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fbe, Özel Sayı*, 181-188.
- Kırlı, E., Çakı, M., Uz, V., 2012. El ve Tornada Şekillendirilen Çamurların Plastiklik Limit Değerleri. *6. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu*, 343-357.
- Uz, V., Ceylan, A., Yılmaz, B., Özdağ, H., 2009. Plasticity and Drying Behavior of Terracotta Bodies in the Presence of Cellulose. *Applied Clay Science*, 42, 675-678.
- Taşcı, E.H., Uz, V., 2010. Sintering Behavior of Muttalip Region Clay. *4th International Eskişehir Terracotta Symposium*, Eskişehir, 619-634.

İnternet kaynakları

1-

http://www.beylerbeyiderneği.com/uploads/iv_02.pdf