

## **Söndürülmüş Kirecin Çini Bünye Fiziksel Özelliklerine Ve Kütahya Sırıyla Uyumuna Etkisinin Araştırılması**

A. Yamık, N Dinçer

*Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, KÜTAHYA*

Y. Kibici

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, AFYON*

**ÖZET:** Çini çift pişirim yöntemiyle üretilen, seramik bir bünyedir. Çininin başlıca hammaddeleri kil, kaolen, kalsit veya dolomittir. Bu çalışmada, Bilecik kaoleni, Sındırgı kaoleni, Uşak kaoleni, Türkmen kili, Mihaliçık kili ve dolomit karışımından bir çini bünye hazırlanmıştır. Elde edilen bu çini bünyedeki ağırlıkça % 20 oranındaki dolomit miktarı azaltılıp, yerine ağırlıkça % 1' den %10 'a kadar değişen oranlarda söndürülmüş kireç ilave edilmiştir. Bu çalışmada 11 adet çini bünye hazırlanmıştır. Bu çini bünyeler alçı kalıpta el ile şekillendirilip, 980 °C 'de pişirilmiştir. Çini bünyelerin sırlı pişirimi 910 °C ' de yapılmıştır. Hazırlanan çini bünyelerin kuruma ve pişme küçülmeleri, su emmeleri, fiziksel değişiklikleri, Kütahya sırı ile uyumu ve mukavemeti araştırılmıştır.

Deneyisel çalışmalar sonucunda; % 30 Bilecik Kaoleni, % 25 Sındırgı kaoleni, % 10 Uşak kaoleni, %10 Mihaliçık kili, % 5 Türkmen kili, %15 dolomit ve % 5 söndürülmüş kireç içeren karışımın çini bünyesi için uygun fiziksel özellikler gösterdiği belirlenmiştir

**ABSTRACT:** Chinawares are ceramics which are prepared by double firing. The main raw materials used are kaolin, clay, calcite or dolomite. In this study, the chinaware is prepared by the mixture of Türkmen clay, Mihaliçık clay, sındırgı kaolin, Uşak kaolin, Bilecik kaolin and dolomite. The amount of dolomite that is 20 % by weight in the chinaware body produced, is decreased and instead of this material slaked lime is added with the range of 1% to 10% by weight. In this study, 11 chinaware bodies are prepared. These chinaware bodies are formed by hand in the plaster casting moulds, then are fired at temperature of 980 °C. The firing process for glazed chinaware bodies is made at a temperature of 910 °C. Prepared chinaware bodies are investigated; effect on drying and firing shrinkage, porosity, physical appearance the bodies fit with the Kütahya glaze and the strength were all determined.

As a result of experimental study, it has been shown that composition of Bilecik kaoleni 30 %, Sındırgı kaoleni 25 %, Uşak kaoleni % 10, Mihaliçık clay 10 %, Türkmen clay, 5 %, dolomite 14 % and slaked lime 6 %, has a given good physical.

### **1. GİRİŞ**

Bu çalışmada, ülkemiz seramik ve çini sanayiinde önemli bir yeri olan çamurların kaolin-kuvars-kil üçlü divagramından yararlanılarak hazırlanmasıyla ilgili hammadde seçimi yapılmış, bu hammaddelerle ilgili 11 değişik çim reçetesi hazırlanmıştır.

Killer, birçok mineral tiplerini bünyelerinde bulunduklarından, kimyasal analizlerde

birbirlerinden farklılık gösterir (Ipekoğlu ve diğerleri 1977). Serbest silis, feldispat, mika gibi plastik olmayan alüminasilikatlar; killerin plastisitesini, küçülmesini ve kuru mukavemetini azaltır. Killerde kalsiyum bileşikler ergitici rol oynar. Pişme sırasında deformasyon çatlamaya neden olabilir, küçülmeyi azaltır, kurumayı hızlandırır. Kuvars genişmeyi azaltır, pekişme sıcaklığını artırır, bu da ateş bölgesinde ürünlerin deformasyonuna neden olur. Bunların tane iriliği dağılımları da önemli unsurlardır.

Kuvarsın çok ince öğütülmesi müllit fazını oluşturduğundan ürünün mukavemetini azaltır. Seramik bünye tespiti amacıyla yapılmış olan önemli sayıda araştırmalar vardır (Okur, 1984; Güner, 1987; Şahin, 1993, Unlu, 1994; Çakı, 1994; Yamik ve Diğerleri 1998)

Karbonat grubunda yer alan dolomit, kalsit ve magnezit seramik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Taşpınar, 1997).

Çini çamurlarının şekillendirilmesinde çeşitli yöntemler uygulanır. Her türlü üretimin en önemli basamaklarından birisi hatta en önemlisi şekillendirmedir. Seramik hamurunun şekillendirmeye uygun bir nitelik kazanmasının iki amacı vardır. Bunlardan birincisi hamur karışımının incelik derecesi, homojenliği ve saflığıdır. İkincisi ise kıvamıdır (Özel, 1997)

Reçete bileşimini oluşturmak için bileşime giren hammaddelerin mineralojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekir (Kartal ve diğerleri 1997) Bu amaçla deneysel çalışmalarda kaolen-kuvars4cıl üçlü diyagramı üzerinde çini üretiminde

kullanılan bünyeye uygun bir alan içerisinde bir araştırma bölgesi saptanmıştır. Her bir kompozisyon araştırmada kullanılacak hammaddelerle reçeteler haline getirilmiştir (Singer, 1987; Sümer, 1993).

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal ve Metod

Deneysel çalışmalarda, değişik yörelere ait Bilecik kaoleni, Sındırgı kaoleni, Uşak kaoleni, Mihallıçık kili, Türkmen kili, dolomit ve söndürülmüş kireç gibi hammaddeler kullanılmıştır. Belirtilen karışımlardan, hammaddelerin bünye fiziksel özelliklerini etkilerini araştırmak amacı ile kuvars-kaolin-dolomit üçlü diyagramı esas alınarak 11 farklı çini reçetesi hazırlanmıştır. Bu reçetelerde, dolomit miktarı %20-%10 ve söndürülmüş kireç miktarı %1-10 arasında değiştirilmiştir. Diğer hammadde oranları belirli bir değerde sabit tutulmuştur. Kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz sonuçları

MADDE %	BİLECİK KAOLENİ	SINDIRGI KAOLENİ	UŞAK KAOLENİ	MHALIÇIK KİLİ	TÜRKMEN KM	DOLÖMIT	SUNDURULMUŞ KİREÇ
SiO <sub>2</sub>	81,75	66,49	64,40	59,00	69,04	0,11	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,89	22,73	23,00	25,00	13,54	1,22	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,27	0,90	1,04	0,77	-	-
CaO	1,42	0,67	1,10	2,00	1,79	31,45	55,83
MgO	0,25	0,94	1,00	3,42	1,45	21,81	-
Na <sub>2</sub> O	0,40	0,04	0,40	0,75	0,13	-	-
K <sub>2</sub> O	0,18	0,09	2,40	0,35	0,44	-	-
TiO <sub>2</sub>	0,20	0,31	0,20	0,34	0,30	-	-
SO <sub>3</sub>	0,16	0,12	1,30	0,10	0,15	-	-
ATEŞ ZARFIYATI	3,65	8,34	5,30	8,00	12,39	45,41	44,17
TOPLAM	100	100	100	100	100	100	100

Belirtilen oranlarda hazırlanan karışımlar, porselen değirmende yaş olarak %100' ü -63 mikron olacak şekilde öğütülmüştür.

Deney numunelerinin şekillendirilmesinde alçı kalıp, mukavemet değerlerinin ölçümünde CRAA 424 model Gabrialla cihazı kullanılmıştır. Numunelerin pişirme işlemleri, maksimum çalışma sıcaklığı 1200°C olan kamara tip elektrikli fırınlarda yapılmıştır.

Hazırlana çamurlardan, 10x 5 cm<sup>2</sup> boyutlarında numuneler alçı kalıpta şekillendirilmiştir.

Şekillendirilmiş numuneler kurutulduktan sonra 980°C de bisküvi pişirmesine tabi tutulmuş ve sırlandıktan sonra 910°C' de sırlı pişirim yapılmıştır. Hazırlanan her numune üzerinde fiziksel testler yapılarak bünyeye etkileri incelenmiştir.

Çizelge 2.2. Dolomit ve söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu karışımların reçete bileşimi

-NUMUNELERİN % BİLEŞİMLERİ" -											
HAMMADDELER	ÇÇ0	ÇÇ1	ÇÇ2	ÇÇ3	ÇÇ4	ÇÇ5	ÇÇ6	ÇÇ7	ÇÇ8	ÇÇ9	ÇÇ10
Bilecik kaoleni	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Sındırgı kaoleni	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Uşak kaoleni	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Mihallıçık kili	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Türkmen kili	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Dolomit	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
Söndürülmüş kireç	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOPLAM	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Deneysel çalışmalar sonucunda: % 30 Bilecik kaoleni, % 25 Sındırgı kaoleni, % 10 Uşak kaoleni, % 10 Uşak kaoleni. % 10 Mihallıçık kili, % 5 Türkmen kili, % 15 dolomit ve % 5 söndürülmüş kireç içeren karışımın çini bünyesi için uygun fiziksel özellikler gösterdiği belirlenmiştir.

Hazırlanan çini bünyelerin sırlanmasında Kütahya sır kullanılmıştır. Bu sır Kütahya friti, CMC ve su karışımından hazırlanmıştır. Çizelge 2.3' de kullanılan Kütahya frilinin kimyasal bileşimi verilmiştir

Çizelge 2.3 Kullanılan Kütahya flitinin kimyasal bileşimi

Oksitler	% Bileşim
SiO <sub>2</sub>	33.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.57
CaO	6.92
Na <sub>2</sub> O	21.63
PbO	35.68

## 3. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

## 3.1 .Hazırlanan Çamurların % Elek Bakiyesi, % Nem miktarı, % Kuru Madde, % Tikotropi, Litre Ağırlığı, Viskozite Değerleri

Çizelge 3. F de söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu kaşımın % elek bakiyesi, % nem miktarı, % kuru madde, % tikotropi, litre ağırlığı, viskozite sonuçları gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu kaşımın % elek bakiyesi, % nem miktarı, % kuru madde, % tikotropi, litre ağırlığı, viskozite değerleri

Testler	ÇÇ0	ÇÇ1	ÇÇ2	ÇÇ3	ÇÇ4	ÇÇ5	ÇÇ6	ÇÇ7	ÇÇ8	ÇÇ9	ÇÇ10
% Elek bakiyesi	3.03	3.01	3.25	3.37	3.41	3.48	3.54	3.62	3.65	3.74	3.81
% Nem miktarı	28.47	28.15	29.65	30.50	31.06	31.43	31.76	32.40	32.50	33.1	33.56
% Kuru madde	71.53	71.85	70.35	69.50	68.94	68.57	68.24	68.60	67.15	66.8	66.44
%Tikotropi	0	4.16	4.76	5.26	5.88	6.25	7.69	10	11.95	-	-
Litre ağırlığı (g/lt)	1310	1300	1295	1300	1320	1315	1312	1322	1323	1324	1325
Viskozite (sn)	25	23	20	28	16	15	12	12	12	-	-

Çizelge 3.1' de görüldüğü gibi çini bünyesinde söndürülmüş kireç miktarının artmasıyla % elek bakiyesi, % nem miktarı, % tikotropi miktarı artmıştır. % Kuru madde ve viskozite değerleri ise azalmıştır. Litre ağırlığı 1300-1325 g/lt arasında değişmiştir

## 3.2 Söndürülmüş Kireç Miktarının Kuruma-Pişme Küçülmesi Üzerine Etkisi

Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu kaşımın kuruma ve pişme küçülmeleri Çizelge 3.2' de gösterilmiştir. Çizelge 3.2' de görüldüğü gibi söndürülmüş kireç miktarının artmasıyla kuruma - pişme küçülmesi değerleri artmaktadır.

Çizelge 3.2 Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu kaşımın kuruma ve pişme küçülmeleri

Numuneler	Kuru Küçülme (%)	Pişme Küçülmesi (%)
ÇÇ0	3.5	8
ÇÇ1	3.5	8
ÇÇ2	3.5	8.5
ÇÇ3	3.8	9
ÇÇ4	3.8	9
ÇÇ5	4	9
ÇÇ6	4	10
ÇÇ7	5	10
ÇÇ8	5	10
ÇÇ9	6	12
ÇÇ10	6	12

### 3.3. Söndürülmüş Kireç Miktarının Ham, Kuru ve Pişmiş Mukavemeti Üzerine Etkisi

Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu karışımların ham, kuru, pişme mukavemeti değerleri Çizelge 3.3. de verilmiştir.

Çizelge 3.3 .Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu karışımların ham, kuru, pişme mukavemeti değerlerine etkisi

Numuneler	Ham Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuru Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	Pişme Mukavemeti (kg/cm <sup>2</sup> )
ÇÇ0	15.95	116.66	138.35
ÇÇ1	13.88	108.60	128.07
ÇÇ2	9.34	105.60	119.10
ÇÇ3	8.16	93.07	109.11
ÇÇ4	7.58	93.00	108.90
ÇÇ5	7.49	89.51	108.39
ÇÇ6	5.73	71.66	105.47
ÇÇ7	4.26	54.54	102.21
ÇÇ8	2.96	40.90	100.20
ÇÇ9	2.81	32.38	99.23
ÇÇ10	2.49	23.70	95.18

Çizelge 3.3' den görüldüğü gibi söndürülmüş kireç miktarının artması ile ham, kuru, pişme mukavemet değerlerinin azalmıştır.

### 3.4. Söndürülmüş Kireç Miktarının Değişken Olduğu Karışımların Su Emme Değerlerine Etkisi

Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu karışımların su emme değerleri Çizelge 3.4' de görülmektedir.

Çizelge 3.4. Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu karışımların su emme değerlerine etkisi

Numuneler	Massenin su emmesi (*)	Sırlı massenin su emmesi (%)
ÇÇ0	24,61	19.40
ÇÇ1	25.00	20.00
ÇÇ2	25.75	20.58
ÇÇ3	27.02	21.25
ÇÇ4	27.63	21.51
ÇÇ5	28.28	22.78
ÇÇ6	28.73	23.37
ÇÇ7	29.10	23.60
ÇÇ8	29.27	23.64
ÇÇ9	29.44	23.70
ÇÇ10	29.65	23.88

Çizelge 3.4' de görüldüğü gibi söndürülmüş kireç miktarının artması ile massenin ve sırlı massenin su emme değerleri artmıştır.

### 3.5 Söndürülmüş Kireç Miktarının Harkort Testi Sonuçlarına Etkisi

Söndürülmüş kireç miktarının değişken olduğu karışımların harkort testi sonuçları Çizelge 3.5' de görülmektedir.

Çizelge 3.5. Söndürülmüş kireç miktarının harkort testi sonuçları

Numuneler	Fırın çıkışı	125 °C	150 °C	175 °C	200 °C
ÇÇ0	Sağlam	Çatlak	-	-	-
ÇÇ1	Sağlam	Çatlak	-	-	-
ÇÇ2	Sağlam	Sağlam	Çatlak	-	-
ÇÇ3	Sağlam	Sağlam	Çatlak	-	-
ÇÇ4	Sağlam	Sağlam	Çatlak	-	-
ÇÇ5	Sağlam	Sağlam	Sağlam	Çatlak	-
ÇÇ6	Sağlam	Sağlam	Sağlam	Çatlak	-
ÇÇ7	Sağlam	Sağlam	Çatlak	-	-
ÇÇ8	Sağlam	Sağlam	Çatlak	-	-
ÇÇ9	Çatlak	-	-	-	-
ÇÇ10	Çatlak	-	-	-	-

Çizelge 3.5' de görüldüğü gibi söndürülmüş kireç miktarının % 5- % 6 olduğu karışımların termal şoka karşı dayanıklı oldukları tespit edilmiştir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada, söndürülmüş kireç miktarının bünye bünye fiziksel özelliklerine ve Kütahya sınyla uyumuna etkisi araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Çini bünye bileşiminde söndürülmüş kireç miktarı arttıkça karışımın ham mukavemet değeri 15.95' den 2.49' a, kuru mukavemet değeri 116.66' dan 23 70' e, Pişmiş mukavemet değeri 138.35' den 95.18 kg/cm<sup>2</sup> ye düştüğü saptanmıştır. Kuru küçülme değerleri ise % 3.5' den % 6' ya, pişme küçülmesi • değeri % 8' den % 12' ye arttığı saptanmıştır. Su emme değerleri massenin % 24.64-% 29.65 ve sırlı massenin % 19.40-% 23.88 olduğu tespit edilmiştir.
- Elde edilen numuneler 980\*0' de pişirildiğinde söndürülmüş kireç miktarı % 0-% 8 olan karışımlarda deformasyon ve çatlak görülmemiş fakat söndürülmüş kireç miktarı % 9-10 olan karışımlarda defomasyon ve çatlaklar görülmüştür.910°C' de sırlı pişirim yapılmış ve söndürülmüş kireç miktarı % 0-% 4 ve %9-10 olan karışımlarda sır çatlağı gözlenmiş ve söndürülmüş kireç miktarı % 5-8 olan karışımlarda sır çatlağı görülmemiştir.
- Deneysel çalışmalar sonucunda % 30 Bilecik kaoleni, % 30 Sındırgı kaoleni, % 10 Uşak kaoleni, % 10 Mihallıçık kili, % 5 Türkmen kili, % 15 dolomit ve % 5 söndürülmüş kireç içeren karışımın çini bünyeleri için uygun fiziksel özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Bu karışımın kuruma küçülmesi % 4, pişme küçülmesi % 9, ham mukavemeti 7.49 kg/cm\* , kuru mukavemeti 89.51 kg/cm<sup>2</sup> , pişme mukavemeti 108.39 kg/cm<sup>2</sup> . massenin su emme değeri % 28.28 ve sırlı massenin su emme değeri % 22.78 olarak tespit edilmiştir. Bu verilerin çini üretimi için ideal değerler olduğu belirlenmiştir.
- Bünyelerde söndürülmüş kireç miktarı arttıkça, sır çatlakları azalmaktadır. Söndürülmüş kireç,

bünye ile sır arasında ara tabakasının daha iyi oluşmasını ve bünyenin beyazlığının artmasını sağlamaktadır. Söndürülmüş kireç miktarı değeri çok arttırırsa, çamur çürümektedir. Plastik özelliğini kaybedip, yüzeyde lekelenmeler ve çatlaklar meydana gelmektedir.

- Bünyelere ilave edilen, su miktarı arttırılıp, yüzeyler kuvarı yüksek engopla kaplanırsa yüzey lekeleri ortadan kaldırılabılır ve bünyelerin yüzey sertliği, mukavemet ve beyazlığı artırılabilir. Çatlaklar daha yavaş finnlama ve soğuma ile önenebilir.
- Sır reçetesinde genel olarak kurşun, silis, ve soda bulunmaktadır. Sır bünyesinde bor ve kalsiyum olmayışı sın dayanıksız yapmaktadır. Bir miktar bor oksit, kalsiyum oksit veya dolomit kullanılmasıyla sır darbe ve çizilmelere, asit- baz gibi kimyasal bileşimlere karşı dayanıklı hale getirilebilir.
- Bünyelerdeki sır çatlaklarının önlenmesi için sıra ve masseye bir miktar kuvars katılabilir. Hazırlanan çini çamuru, şekillendirilmeden önce bekletilerek havalandırılıp kurutulmasıyla daha iyi sonuçlar alınabilir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Kartal, M., Yamık,A. ve MordoğanJİ., 1997, Porselen Diş Üretim Olanaklarının Araşınılması, Vn.Ulusal Kil Sempozyumu, Kütahya
- Sümer, G., 1993; "Seramik Fınnlan" , Seramik Sırlan Semineri Bildiriler Kitapçığı, Türk Seramik Derneği Yayınlan No.7
- Şahin, A.X, 1993; "Feldspat ve Kuvars Öğütme Tarihçesi ve Öğütme teknolojisindeki Son Durum", Seramik Sırlan Semineri Bildiriler Kitapçığı, Türk Seramik Derneği Yayınlan No.7
- Singer, F., Singer, S., "Industrial Ceramic", Chapman and Hall Ltd. USA 1987.
- Arcasoy, A., 1983, "Seramik Teknolojisi", Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınlan,s., 162,163,175.

- Okur, E., 1984, "Simav-Dağardı Feldspatların Zenginleştirme Olanaklarının Araştırılması", Anadolu Üniv. Yayın No:53 MMF Yayın No:13, Eskişehir.
- Önen, S., 1996; "Kaolinit-Kuvars-Feldspat Üçlü Programında Porselen Tanımına Giren Bölgede Yumuşak Porselen Çamurları, Çamur Şekillendirilmesi, Siyah Porselen ve Sırların Araştırılması", 3. Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı Cilt1, Türk Seramik Derneği Yayınlan No. 16
- Özel, E., 1997, Sağlık Gereçleri Döküm Çamuru Hazırlamada Elektrolitlerin Etkisi
- Taşpınar, B.,1997, Monopoz Üretiminde Perlit Kullanımı ; Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniv. Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir (Yayınlanmamış)
- Yamık A., Karagüzel C, Oksüzoğlu N., Yüksel P. 1998, Çini Bünyede Kil, Uşak Kaolini ve Kuvars Miktarının Bünye Fiziksel Özelliklerine Ve Sırla Uyumuna Etkisinin Araştırılması H. Uluslararası Çini Sempozyumu, Kütahya
- İpekoğlu, B., Kurşun, I., Bilge, Y., Banıt, A. 1997, Türkiye Bentonit Potansiyeline Genel Bir Bakış, 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, izmir.