



## DUVAR KAROSUNDA KALSİT VE DOLOMIT MİKTARININ BÜNYE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. A.YAMIK\* - M.AKBAŞ\*  
M.ÇINAR\* - C.KARAGÜZEL\*

### ÖZET

*Duvar karosu üretiminde; kil grubu mineralleri, kuvars, dolomit veya kalsit kullanılır. Ürünün fiziksel özelliklerini etkileyen en önemli faktörler, malzemenin tane boyutu, reçete bileşimi ve pişme sıcaklığıdır (Balta,1998).*

*Bu çalışmada değişik miktardaki kalsit ve dolomitin bünye fiziksel özelliklerine ve sırla uyumuna etkileri araştırılmıştır. Kalsit ve dolomit ayrı ayrı % 6 ile % 16 arasında değişen oranlarda Eczacıbaşı Karo Seramik standart reçetesine girilmiştir. Bu seramik bünyeler presleme yöntemi ile şekillendirilip, 1125 °C'de pişirilmiştir. Hazırlanan seramik malzemenin karakterizasyonu için kuruma küçülmesi, pişme küçülmesi, kuru mukavemeti, pişme mukavemeti, su emme, Harkort ve otoklav gibi fiziksel testler yapılmıştır. Sonuçta, duvar karosunda küçülmenin olmaması veya minimum olması istendiğinden dolomit yerine kalsit kullanımının daha avantajlı olduğu anlaşılmıştır.*

*Deney sonuçları duvar karosunda kalsit kullanımının daha avantajlı olduğunu göstermiştir. Reçetede kalsit miktarının azaltılmasına bağlı olarak kaliteli karo seramik üretilebileceği belirlenmiştir.*

\* Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, KÜTAHYA

*Aynı düşünce ile dolomit miktarının araştırılması yönünde de çalışmalar sürdürülmüştür.*

## 1. GİRİŞ

Seramik, anorganik materyallerden oluşmuş masselerin şekillendirilmesi, sırlanması ve pişirilmesi prosesleri yoluyla sert ürün üretimi sağlayan bilim teknoloji ve sanattır (Kayınova, Mete, 1985). Duvar karosu genelde kil, kuvars, kalsit-dolomit üçlü bileşim ile uygun oranlarda hazırlanan, sırlanarak bir yüzü dekorlu diğer yüzü gözenekli yapıda olan seramik plakalardır. Hamuru beyaz ve üzeri şeffaf sırlı seramiktir. Fayanslar 1050 –1250 °C arasında pişirilir. Fayansta ergime ve sinterleşme olmaz. Fayans geometrik şekillerde tabii hammaddeler kullanılarak yapılır ve üzeri çatlağı bulunmayan bir sır tabakası ile örtülür. Beyaz ve krem renkli fayansların sırtı uzun müddet çatlamadan kalabilir. Bir fayansta aranan özellikler; Ebatlar düzgün olmalıdır, köşeler tam 90° olmalıdır, masse-sır uyumu sağlanacaktır.

Glazür fayansın üzerini tamamen örtmeli, rengi homojen olmalı, üstünde küçük benekler, çöküntüler ve kabarcıklar bulunmamalıdır. İyi pişmiş bir fayans serttir. Üzerine sivri uçlu bir çelik ile çizilmek istense kazınmaz sadece maddenin rengi kalır. Hatta fayans sürüldüğünde camı çizer. Fayansın sertlik derecesi gözenekler ilgilidir. (Mete, 1997).

Jeolojik olarak kil, kimyasal bileşimi sulu alüminyum silikat olarak veya bazen de sulu magnezyum silikat olan, tane boyu küçük ve plastik özelliğe sahip doğal bir malzeme olarak tanımlanabilir. (Rex, 1971). Kilin mühendislik tanımı ise biraz farklı olup; mühendislikte kil ana kimyasal bileşimi yine sulu alüminyum silikat ile bazı yabancı maddelerden oluşan, plastik ve kohezif özelliğe sahip, kurduğu zaman büzülen, ıslandığı zaman şişen ve sıkıştırıldığı zaman suyunu dışarı atabilen, koloidal tane boyutundaki ince dokulu toprak malzeme olarak tanımlanabilir (Kasapoğlu, 1989). Ticari amaçlar için kullanılan kilin değerlendirilmesinde onların kimyasal bileşiminden çok fiziksel özellikleri önemli yer tutmaktadır. Killerde aranan şartlar onların kullanım yerlerine göre değişir. Killerin çok değişik yapı ve bileşiminden kaynaklanan özellikleri onların çok geniş kullanım alanlarına sahip olmasının nedenidir. (Malaloğlu, Akar, 1995). Kil minerallerinin su emmesi masse hazırlamada şekil verme açısından önemlidir. Fakat şellenme esnasında aldıkları su, kuruma ve pişme sırasında bünyeden uzaklaştığında, kuruma ve pişme küçülmesine artış meydana gelir. Bu durum, hammaddenin bünyesinde aldığı su miktarı ile doğru orantılı olarak artar. (Işım, 1996). Pişme sonrası, kil grubu mineralleri erime sıcaklıklarına göre kullandıkları bünyenin su emme oranını düşürürler, Killerin erime sıcaklıkları 1150 °C – 1785 °C arasında değişir. Killerin ısıtılması ile asidik özellikleri ortadan kalkar ve ayrıca sertlikle artarak bir büzülme ve gözeneklilik gözlemlenir. Her ne kadar suyun bıraktığı boşluk, büzülme dolayısıyla azalırsa da ortadan tamamen kalkması, büzülmede serlik dolayısıyla bazı çatlaklar meydana gelmesine neden olur. Killer sıcaklık etkisiyle büzülen bir yapıya sahiptir (Müftüoğlu, 1997). Pişmenin, killerin mekanik özellikleri üzerinde önemli etkileri vardır. Sıcaklığın yükselmesi ile sağlamlık ve sertlik de eriticiler maddelerin bileşimine ve miktarına paralel olarak artmaya devam eder. Bu suretle elde edilen pişmiş maddelerin kopma yükü, kuru hamurunun 10-20 katı arasında olup 50-100 kg/cm<sup>2</sup> dir. Killerin tane boyutu küçüldükçe boyutça küçülme, kuru ve pişmiş mukavemeti artmaktadır. (Sümer, 1990).

Kuvars bünyedeki silis, hem yaş ve hem de pişmiş durumda bünyenin mekanik dayanımına katkıda bulunan bir iskelettir. Kuvarsın seramik bünyeye etkileri; saydamlık, aşınmaya karşı dayanıklılık, ısıl şokuna dayanıklılık gibi özellikler gösterir, massenin bağlayıcı özelliği ve kuru direnci katkı oranı arttıkça azalır, pişmiş çamurda gözeneklilik ve su emme artar, kuru ve pişme küçülmesi değerlerinde azalma ortaya çıkar. Katkı oranının çok artması ile birlikte küçülme yerinde büyüme görülür, eridiği ortamlarda genleşme katsayısını düşürücü etki eder. Tam olarak erimemesi durumunda, ağısine genleşme katsayısını yükseltir. Erimemiş kuvarsın genleşme katsayısı, erinişe göre 150 kat daha büyüktür, seramik yapılarda iskelet görevini yapar ve deformasyonunu önler, pişme sıcaklığını artırır, sır yapımında ve seramiklerde dolgu malzemesi görevini yapar (Yamık ve Diğ.. 1998).

Dolomit, ihtiva ettiği organik madde miktarı arttıkça koyulaşmakla birlikte, genellikle pembe, kirli beyaz, beyaz-gri, siyah ve kahve renklidir. Düşük ergimeli ürün verirler. Bu nedenle bünyelerde glazürlerle ergitici olarak görev yaparlar. Genelde kil, filint ve feldspat ile reaksiyona girerek cam bir faz oluşturur, mukavemeti artırır. Poroziteyi düşürür. Maseye katılan kuvarsın zararlarını azaltmak içinde kullanılır (Çelik, Karakaya, 1998).

Kireçtaşlarında sedimanter kalsit metamorfizmaya uğradığında oldukça az derecedeki basınç kalsitin parçalanmasını ve CO<sub>2</sub>'nin uzaklaşmasını önlemeye yeterlidir. Bu nedenle kalsit kolyaca kristallenerek mermere dönüşür. Kalsitin çözünürlüğü CO<sub>2</sub> basıncının artması ile ve sıcaklığın azalması ile artar. Hafif asidik çözeltilerde çözünür (Özçelik, 1980).

Sır hazırlama; seramik bünyenin üzerini tamamen kaplayan, soğuduğunda kimyasal ve fiziksel olarak bağlanan camsı tabakaya sır denir. Sır bünyenin poroz yüzeyini tamamen kaplayarak su ve diğer sıvıların geçemeyeceği bir yüzey oluşturur. Sırın fayans fırınlarında tam erimesi ve kabul edilebilir hatalı sonuç vermesi, tane boyut dağılımı ile doğrudan bağlantılıdır. Karo Fayans endüstrisinde tek pişirim (monoporsa) ve çift pişirim teknolojileri mevcuttur. Çok az bir farklılık ile, sırlama bantları ve üzerindeki ekipmanlar aynıdır (Kartal, 1998).

Öğütme prosesi, katı hammaddelerin ön kırılması ile başlayıp, püskürtmeli kurutucularda granüle hale getirilmesine kadar olan aşamaları içerir. Öğütme prosesinden amaç, sadece kaba parçaların boyut küçültülmesi değil, kullanılacak üretim şekline uygun tane boyutunda elde edilmesidir. (Çiner, 1998).

Bu çalışmada, Eczacıbaşı Karo Seramik duvar karosunun standart reçete bileşiminden elde edilen sonuçlar ile deney gruplarında elde edilen deneysel sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen kuru küçülme, pişme küçülmesi, kuru mukavemet, pişme mukavemeti ve su emme değerleri, standart reçete bileşiminden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

## 1. MATERYAL VE METOD

Deneysel çalışmalarda; Dolian Dolomiti, Kütahya bölgesine ait Kalsit, Söğüt Kumlu kili, Söğüt Plastik Kili, İstanbul Ömerli Killeri ve Sarmaşık silisi kullanılmıştır. Kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 2.1'de verilmiştir.



Tablo 2.1. Eczacıbaşı Karo Seramik Hammadde Kimyasal Özellikleri

| Madde %                        | Söğüt Kumlu Kili | Söğüt Plastik Kili | İstanbul Ömerli Kili I | İstanbul Ömerli Kili II | Sarmaşık Silisi | Kalsit | Dolomit |
|--------------------------------|------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|--------|---------|
| SiO <sub>2</sub>               | 72.35            | 53.8               | 57.49                  | 62.87                   | 86.25           | ---    | 0.5     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 17.05            | 30.2               | 26.34                  | 21.98                   | 8.60            | ---    | ---     |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 2.17             | 1.5                | 2.30                   | 2.27                    | 0.36            | 0.04   | ---     |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.68             | 0.89               | 1.26                   | 1.33                    | 0.07            | ---    | ---     |
| CaO                            | 0.44             | 0.47               | 0.52                   | 0.56                    | 0.37            | 54.96  | 30.54   |
| MgO                            | 0.17             | 0.65               | 0.53                   | 0.50                    | 0.48            | 0.40   | 21.16   |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.31             | 0.42               | 0.38                   | 0.1                     | 0.59            | ---    | ---     |
| K <sub>2</sub> O               | 0.44             | 0.85               | 2.79                   | 1.72                    | 2.24            | ---    | ---     |
| CaCO <sub>3</sub>              | ---              | ---                | ---                    | ---                     | ---             | 99.20  | ---     |
| A.Z                            | 6.39             | 10.95              | 8.06                   | 7.01                    | 0.85            | 43.29  | 46.7    |

Hammaddelerin bünye fiziksel özelliklerine etkilerin incelemek amacı ile kil-kuvars-dolomit (veya kalsit) üçlü diyagramı esas alınarak denemeler planlanmıştır. Denemeler için 6 farklı reçete hazırlanmıştır. Bu reçetelerde kalsit veya dolomit oranı 6 ila 16 arasında değiştirilmiştir. Bir numune de, kuvars veya dolomit katılmadan hazırlanmıştır.

Tablo 2.2 Kalsit ve Dolomit Miktarının Değişken Olduğu Karışımların Reçete Bileşimleri

| Hammadde        |                | % Bileşim |      |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------------|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                 |                | Standart* | No.1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 |
| Söğüt           | Kumlu Kili     | 40        | 44.4 | 41.6  | 40.8  | 39.2  | 38.4  | 37.7  |
| Söğüt           | Plastik Kili   | 10        | 11.1 | 10.4  | 10.2  | 9.8   | 9.6   | 9.43  |
| İstanbul        | Ömerli Kili-I  | 11        | 12.2 | 11.44 | 11.22 | 10.78 | 10.57 | 10.3  |
| İstanbul        | Ömerli Kili-II | 10        | 11.1 | 10.4  | 10.2  | 9.8   | 9.6   | 9.43  |
| Sarmaşık Silisi |                | 5         | 5.5  | 5.2   | 5.1   | 4.9   | 4.8   | 4.7   |
| Kalsit/Dolomit  |                | 10        | --   | 6     | 8     | 12    | 14    | 16    |
| H.A.            |                | 8         | 8.8  | 8.32  | 8.16  | 7.84  | 7.6   | 7.5   |
| P.A.            |                | 6         | 6.6  | 9.24  | 6.12  | 5.88  | 5.7   | 5.6   |

- Eczacıbaşı Karo Seramik' in kullanmış olduğu standart reçetede, kalsit kullanılmıştır. Değişimler bu standart reçete üzerinde yapılmıştır.

Belirlenen karışım oranlarında hammaddelerin öğütme işlemleri 500 gr kuru madde kapasiteli ve 470 gr seramik bilya içeren bilyalı değirmenlerde gerçekleştirilmiştir. Aynı zaman da seramik değirmene 500cc su ilave edilmiştir. Öğütme süresi 18 dk' olarak alınmıştır. Öğütülen numuneler 90 mikronluk' luk vibratörlü elekten geçirilmiş ve elek üstü kontrol edilmiştir. Daha sonra bu çamur bir tepsiye alınarak 100 °C de etüvde 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. Tamamen kuruyan çamur çekiçli kırıcıdan geçirilerek, belli tane boyutuna getirilen ürüne %6 nem kazandırılmıştır. Nemlendirilmiş ürün 400 bar'lık fabbi marka preste 10x20 cm boyutunda şekillendirilmiştir. Şekillendirilen numuneler 100 °C de etüvde kurutulmuştur. Etüvden çıkan numunelerin ikisinin pişirme işlemleri, 1125 °C sıcaklığında doğalgaz ile çalışan rulo tip tek pişirim fırınında, birer tanesi işletmenin kullandığı transparant sır ile sırlanarak pişirilmiştir. Pişirme süreleri 34 dakika ile 42 dakika arasındadır. Bu şekilde hazırlanan her numune üzerinde fiziksel testler yapılarak bünyeye etkileri incelenmiştir.

### 3. DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

Tablo 3.1'den görüldüğü gibi duvar karosu bünyesinde dolomit miktarının artması ile toplu çekme değerlerinde bir küçülme görülmüştür. Dolomit miktarında azalma oldukça toplu küçülme değerleri artmıştır.

**Tablo 3.1 Dolomit Miktarının Değişken Olduğu Karışımların Boyutça Çekme Değerleri**

| Testler         | Stn   | No.1  | No.2  | No.3  | No.4  | No.5  | No.6  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kuru Çekme (%)  | 0.385 | 0.500 | 0.412 | 0.437 | 0.374 | 0.462 | 0.474 |
| Toplu Çekme (%) | 0.324 | 1.424 | 0.724 | 0.574 | 0.325 | 0.275 | 0.137 |

**Tablo 3.2 Kalsit miktarının değişken olduğu karışımların boyutça çekme değerleri**

| Testler         | Stn   | No.1  | No.2  | No.3  | No.4  | No.5  | No.6  |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kuru Çekme (%)  | 0.414 | 0.420 | 0.490 | 0.540 | 0.380 | 0.390 | 0.410 |
| Toplu Çekme (%) | 0.250 | 1.150 | 0.475 | 0.299 | 0.137 | 0.224 | 0.350 |

Tablo 3.2'den görüldüğü gibi duvar karosu bünyesinde kalsit miktarının azalması kuru çekme değerlerinde kısmi bir artışa neden olmuştur.

**Tablo 3.3. Dolomit miktarının değişken olduğu karışımların su emme değerleri**

| Testler     | Stn  | No.1  | No.2  | No.3  | No.4  | No.5  | No.6  |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Su emme (%) | 17.7 | 14.60 | 15.15 | 16.04 | 18.88 | 20.15 | 19.81 |

Bünyede dolomit miktarının artmasına paralel olarak özellikle su emme değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür.

**Tablo 3.4. Kalsit miktarının değişken olduğu karışımların su emme değerleri**

| Testler     | Stn  | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5  | No.6  |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Su Emme (%) | 18.2 | 14.5 | 15.8 | 17.0 | 18.7 | 19.42 | 21.26 |

Su emme değerleri kalsit oranı azaldıkça azalmış, arttıkça artmıştır. Kalsitin hiç katılmaması da su emme değerinde azalma göstermiştir.

**Kablo 3.5. Dolomit miktarının değişken olduğu karışımların kuru- pişme mukavemeti değerleri**

| Testler                                | Stn *  | No.1  | No.2   | No.3   | No.4   | No.5   | No.6   |
|--|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kuru Mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )   | 23.3   | 22.7  | 20.3   | 18.4   | 22.4   | 19.5   | 19.6   |
| Pişme Mukavemeti (kg/cm <sup>2</sup> ) | 179.00 | 40.82 | 185.80 | 192.50 | 181.00 | 184.00 | 209.89 |

Tablo 3.5' den görüldüğü gibi, pişme mukavemeti özellikle dolomitin katılmadığı karışımlarda oldukça düşmüştür.

**Tablo 3.6. Kalsit miktarının değişken olduğu karışımların kuru pişme mukavemeti değerleri**

| Testler                                | Stn    | No.1   | No.2   | No.3   | No.4   | No.5   | No.6   |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kuru mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )   | 23.69  | 27.19  | 23.32  | 21.02  | 23.12  | 25.35  | 19.78  |
| Pişme mukavemeti (kg/cm <sup>2</sup> ) | 185.00 | 118.79 | 170.95 | 152.00 | 187.60 | 196.36 | 246.79 |

Tablo 3.6' dan görüldüğü gibi kalsit miktarı artmasına paralel olarak pişme mukavemeti artmıştır.

Tablo 3.7'den görüldüğü gibi kalsit ve dolomitin tamamen çıkarıldığı 1 numaralı deney grubu hariç diğer deney grupları harkort ve otoklav testi sonuçları olumlu çıkmıştır.

**Tablo 3.7. Kalsit ve Dolomit İlave Edilen Numunelerin Harkort-Otoklav Testi Sonuçları**

| Testler | Stn | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 |
|---------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Otoklav | +   | -    | +    | +    | +    | +    | +    |
| Harkort | +   | -    | +    | +    | +    | +    | +    |



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonucunda, dolomit veya kalsit miktarının duvar karosu bünyesinin fiziksel özellikleri ve sırla uyumu üzerindeki etkilerinden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Dolomitli standart reçetede % 0.324 olan toplu çekme, %17.70 olan su emme ve  $179 \text{ kg/cm}^2$  olan pişme mukavemeti değerleri;

. Karo bünye bileşiminde dolomit miktarı arttıkça, toplu çekme değeri % 0.325'e su emme değeri % 15.15'e düşmüş, pişme mukavemeti değeri  $209.89 \text{ kg/cm}^2$ 'ye yükselmiştir.

. Kalsitli standart reçetede; %0.250 olan toplu çekme %18.2 olan su emme ve  $185 \text{ kg/cm}^2$  olan pişme mukavemeti değerleri; karo bünye bileşiminde kalsit miktarı arttıkça, toplu çekme değeri %0.350'e su emme değeri %21.26'ya düşmüş, pişme mukavemeti değeri  $246.79 \text{ kg/cm}^2$ 'ye yükselmiştir.

. Dolomit veya kalsit miktarı değişiminin etkisinin incelendiği bünyeler harkort ve otoklav testi sonuçlarına olumlu yanıt vermiştir. Ancak, kalsit ve dolomitin hiç katılmadığı bünyeler ise harkort ve otoklav testi sonuçlarına olumsuz yanıt vermiştir.

. Duvar karosu bünyesinde küçülme miktarının minimum düzeyde olması ve hatta hiç olmaması istenir. Deneylerde bünyeye katılan dolomit, kalsite oranla daha fazla küçülme göstermiştir. Aynı zamanda hammadde temini açısından da kalsit, dolomite göre daha ucuz ve daha kolaydır. Bu sebeplerden dolayı duvar karosu bünyesinde dolomit yerine kalsit tercih edilmelidir.

Yapılan bu çalışmaya ilave olarak numunelerin, sıcaklığın etkisiyle genleşme veya küçülme hallerinin, sır-bünye arasındaki ilişkinin ve sinterleşme hızının tespit edilmesi amacıyla dilatometre analizine tabi tutulabilir. Bunun yanında numunelerin ve referans malzemenin ısı etkisi altında göstereceği reaksiyonları zamanın bir fonksiyonu olarak tespit etmek amacıyla DTA analizi yapılabilir.

#### KAYNAKLAR DİZİNİ

- Balta, A., 1998,** Etibank Kırka Boraks İşletmesi Atıklarının Duvar Karosu üretiminde kullanılması, Lisans Tezi (Yayınlanmamış ), D.P.Ü., Kütahya
- Çelik, M., Karakaya, N., 1998,** Sistematik Mineroloji, Konya
- Çiner, N. A., 1980,** Seramiklerde Üretim Yöntemleri, Seramik, Ankara
- İşık, İ., 1996,** Kil ve Kil Minerali Tanımı: AIPEA ve CMS Terminoloji Komitelerinin Ortak Raporu ( Çeviri ), Seramik Dünyası Semineri, s. Temmuz-Ağustos 1996
- Kartal, A., 1998,** Sırlama ve Sırlama Tekniği, Çizgi Matbaası, Ankara
- Kasapoğlu, K. E., 1989,** Killerin Jeo-Mühendislik Özellikleri, IV Ulusal Kil Sempozyumu, s. 3-29, Sivas

- Kaynova, A. N., Mete, Z., 1985**, Ülkemizde Seramik Hammaddelerinin Kullanımı, Seramik Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 89-98, Ankara
- Malayaoğlu, U., Akar A., 1995**, Killerin Sınıflandırılmasında ve kullanım alanlarının saptanmasında aranan kriterlerin incelenmesi, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, s. 125-133, İzmir
- Mete, Z., 1997**, Seramik Sırları ve Boyaları Semineri Bildiri Kitabı, s. 212. İstanbul
- Müftüoğlu, M., 1997**, Tuğla ve Kiremit Üretiminde Girdiler Semineri Notları, Eskişehir
- Özçelik, N., 1980**, Temel Hammaddeler, Kimya Mühendisleri Odası
- Rex, W., 1971**, The Chemistry and Physic's of Clays, Wiley-İnterscience, Newyork
- Sümer, G., 1990**, Endüstriyel Seramikler, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Cilt 1, Eskişehir
- Yamık, A., Karagüzel, C., Öksüzoğlu, N., Yüksel, P., 1998**, "Çini Bünyede Kil, Uşak Kaoleni ve Kuvars Miktarlarının Bünye Fiziksel Özelliklerine ve Sırla Uyumuna Etkisinin Araştırılması". II. Uluslararası Kütahya Çini Sempozyumu, Kütahya.