

## Sementasyon Yönteminde Kuvarsa Alternatif Ham Madde: Litarenit\*

### Alternative Raw Material to Quartz in Cementation Method: Litarenite

Bilgi Avcı, 0000-0002-5179-3528

Ali Temel Köşeler, *Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam Bölümü*, 0000-0001-8380-9355

#### Özet

Çalışmada araştırma konusu olan kayaç, ilk olarak doğada görüldüğü şekliyle üzerinde oluşan yoğun oksitlenme sonucu sararmış rengi ile dikkat çekmiştir. Numune üzerinde yapılan XRF-PELLET tüm kaya bileşen analizi raporuna göre Jeoloji’de "Litarenit" olarak adlandırıldığı ve %50 ile %75 arası kuvars tane içerdiği tespit edilmiştir. Bünyesinde barındırdığı yüksek kuvars tane aralığı sebebi ile şimdiye kadar sadece jeolojinin bir konusu olan litarenit bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Litarenit, Bornova Fliş Zonu olarak ayrırtlanan tektonik zonun Bornova Karmaşığı olarak adlandırılan litodemic kaya biriminin içinde bulunur. Çalışma konusu kayaç örneği İzmir, Balçova yerleşim alanının güneyinden derlenmiştir. Yöntem olarak literatür taramasına, analizlere, görüşmelere, laboratuvar çalışmalarına ve pişirim aşamalarına başvuru çalışmada kullanım kolaylığı için öğütme işlemi sonrasında ince taneli kil haline getirilen kayacın, kuvars seramik pişirme tekniği olan sementasyon yöntemi uygulanarak bünye ve harman olmak üzere iki farklı şekilde nasıl davrandığı deneylerle incelenmiştir. Sementasyon yöntemi kullanılarak seramik alanında yaygın olarak kullanılan kuvars yerine kullanılabilirliği, uygunluğu araştırılmak ve litarenitin sementasyon ile sırlama yönteminde alternatif ham madde olarak önerilebilmesi amaçlanmaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Seramik, sır teknolojisi, sementasyon, litarenit, kuvars, buğday unu.

**Akademik Disiplin(ler)/Alan(lar):** Plastik sanatlar, görsel sanatlar.

#### Abstract

The rock under investigation in this study first attracted attention with its yellowed color, resulting from intense oxidation, as it appears in nature. An XRF-PELLET whole rock component analysis of the sample revealed that it is known as "litarenite" in geology and contains between 50% and 75% quartz grains. Due to its high quartz grain size, litharenite, previously a subject of geology, forms the basis of this study. Litarenite is found within the lithodemic rock unit known as the Bornova Complex within the tectonic zone known as the Bornova Flysch Zone. The rock sample was collected from the south of the Balçova settlement area of İzmir. The study utilized literature review, analyses, interviews, laboratory studies, and firing stages. For ease of use, the rock was ground into fine-grained clay after grinding. The cementation method, a quartz ceramic firing technique, was used to investigate its behavior in two different ways: as a body and as a blend. It is aimed to investigate the usability and suitability of litharenite instead of quartz, which is widely used in the field of ceramics, by using the cementation method and to recommend it as an alternative raw material in the cementation and glazing method.

**Keywords:** Ceramics, glaze technology, cementation, litharenite, quartz, wheat flour.

**Academical Disciplines/Fields:** Plastic arts, visual arts.

\*Bu makale Bilgi Avcı’nın Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Seramik ve Cam Tasarımı Ana Sanat Dalı’nda tamamladığı (2025) ‘Litarenit Bünyelerde Sementasyon Yöntemi ile Sırlama ve Renk Araştırmaları’ başlıklı Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

- **Sorumlu Yazar:** Bilgi Avcı.
- **Adres:** DEÜ Merkez Yerleşke, GSF, Seramik ve Cam Bölümü Doğu Cd. No:209 35390, Buca/İzmir.
- **E-posta:** blgavci.ba@gmail.com
- **Çevrimiçi yayın tarihi:** 08.12.2025
- **doi:** 10.17484/yedi.1778259

**Geliş tarihi:** 04.09.2025 / **Kabul tarihi:** 21.11.2025

## 1. Giriş

Bünyesinde barındırdığı yüksek kuvars tane aralığı sebebi ile şimdiye kadar sadece jeolojinin bir konusu olan litarenitin, kuvars seramik pişirme tekniği olan sementasyon yöntemi uygulanarak, seramiğe uygunluğunu araştırmak ve litarenitin sementasyon yönteminde kuvarsa alternatif ham madde olarak önerilebilmesi amaçlanmaktadır.

Seramik sır teknolojisi alanında kuvars bünye ve sır geliştirici harman arasında oluşan kimyasal reaksiyon sementasyon olarak adlandırılmaktadır. Sementasyon yönteminde sır geliştirmek için kuvars bünye ve bünye ile temas ederek sır oluşturacak kuvars, kalsiyum ve alkali bir malzemeden oluşan sementasyon tozu olarak adlandırılan bileşim gerekmektedir. Kuvars ve bağlayıcı ile hazırlanmış bünye çamuru, harman içine gömülerek 900-1000 °C arasında değişen sıcaklıklarda pişirilir (Yoleri, 2008, s. 76). Bünyenin pişirimi, sır ve renk gelişimi harman içinde tek pişirim ile gerçekleşen sementasyon yönteminde, bünye; kuru sementasyon, sulu sementasyon ve doğrudan büneyi renklendirme olarak üç ayrı biçimde renklendirilir (Avcı, 2025, s. 17). Bu çalışmada deneme aşamaları kuru sementasyon yöntemi ile sınırlandırılmıştır.

Doğada kayaç halde karşılaşılan litarenit kullanım kolaylığı için öğütülerek ince tanecikli toz bir yapıya ulaşması sağlanmıştır. Yapılan XRF-PELLET tüm kaya bileşen analizi raporuna göre (Avcı, 2025, s. 151-154) bünyesinde %82,66 oranında SiO<sub>2</sub> barındıran litarenitin kuvars yerine kullanılması hedeflenerek seramik malzeme uygunluğu araştırılmak üzere bünye ve sementasyon harmanı olmak üzere iki şekilde denenmiştir. Yapılan literatür taramalarından yola çıkılarak oluşturulan litarenit bünyelerde ve mukayese amacı ile oluşturulan kuvars bünyelerde, bağlayıcılık buğday unu ile sağlanmıştır. Yapısında ağırlıklı olarak litarenit veya kuvars yer alan bünyelerin, nemlendirilerek elde edilen çamur (hamur) halinin plastikliğini arttırmak için bazı bünyelere bentonit eklenmiştir. Bentonit eklenerek plastiklik kazandırılan bünyelerde bağlayıcı oranı düşürülmüştür. İki farklı bünye kombinasyonu oluşturulan litarenit ve kuvars bünyelerde, kuvars seramik işleminin bir ürünü olan katır boncuğu formu seçilmiştir. Sementasyon yönteminde bünye ile tozun arasındaki transfer için gerekli pişirim süresi 3 saattir (Halil Yoleri, kişisel görüşme, 10 Nisan 2023). Sırlanacak kuvars ve litarenit boncukların pişirimi, fırının 3 saatte 900- 950- 975 ve 1000 °C gibi dört farklı pişirim sıcaklığına yükseltilmesi ve seçilen sıcaklıkta 5 saat kalması ile gerçekleştirilmiştir.

## 2. Litarenit'in Jeolojik Tanımı ve Özellikleri

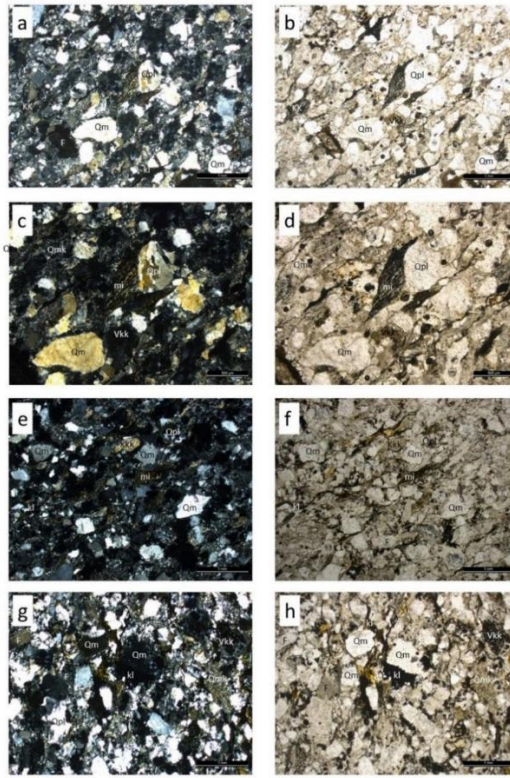
İzmir, Balçova yerleşim alanının güneyinden derlenen kayaç örneği, batıda İzmir, Seferihisar ve Karaburun ilçelerinden Doğu-kuzey doğuda Balıkesir'e kadar geniş bir alanda yayılan Bornova Fliş Zonu (Okay, Siyako ve Bürkan, 1990, s. 83) olarak ayırtlanan tektonik zonun, Bornova Karmaşığı (Erdoğan, 1990, s. 5) olarak adlandırılan litodemik kaya biriminin içinde bulunur. Bornova Karmaşığı Mafik volkanik, serpantin, dolomit ve kireçtaşı meğa blokları içeren, bu blokların arasını dolduran kumtaşı, çamurtaşı ve şeyl ardalanması ve veya karmaşığından oluşan bir matrikse sahiptir. Bu çalışmada kullanılan kayaç örneği Bornova Karmaşığının matriksini oluşturan türbiditik kumtaşlarına aittir. Söz konusu matriks Bornova karmaşığı içinde Kumtaşı-çamurtaşı birimini oluşturmaktadır (Erdoğan, 1990, s. 5). Kumtaşı-çamurtaşı birimi derin deniz ve derin deniz kenarı ortamında çökelmiş ve Geç Kretase-Paleosen (Maastrichtiyen-Tanesiyen) (72,1 – 56,0 milyon yıl öncesi) yaşlıdır (Sarı, 2012, s. 146).



Görsel 1. Litarenit kayacı (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)

Bu çalışmada kullanılan örnek (Görsel 1) turuncu, kırmızımsı kahverengi ayrışma renkli, yeşilimsi gri renkli, iyi pekleşmiş, orta dayanımlı, ince katmanlı, ince-kaba (0-125 – 0,5 mm arası) taneli litik kumtaşı karakterlidir. Kırmızı renk Fe minerallerinin oksidasyonundan, yeşil renk klorit-şamozit-glokonit'den, gri renk indirgeyici ortam koşullarından ve kahverengi renk ise organik maddeden gelir. Dunham, 1962 bileşim ağırlıklı sınıflamasına göre (aramadde <%15) tipik bir litarenittir. Örnek ayrıca %50 ile %75 arası kuvars (Q) tane içerdiği için kuvarşca zengin litarenit karakterindedir (İsmail İşintek, kişisel görüşme, 11 Ekim 2024).

Kuvars kum taneleri megakuvars (Qm), polikristalin kuvars (Qpl) ve mikrokristalin kuvarstan oluşur. Örnek kuvars dışında bolluk sırasına göre, daha bol kayakırıntıları (volkanik ve silisiklastik kırıntılar) seyrek feldispat (plajioklas + K-feldispat), mika ve karbonat kaya kırıntıları (kireçtaşı) içerir. Aramadde kilden oluşur. Kil aramadde ve volkanik kaya kırıntıları taşlaşma aşamalarında (diyajenez) mikrokristalin kuvarşlaşma, olasılıkla serisitleşme ve kloritleşmeye uğramıştır. Kumtaşı bileşenleri en az 56 milyon yıllık süre boyunca uğradığı tektonik deformasyon nedeniyle sıkışma, ezilme, yeniden kristalleşme (rekristalizasyon), yönelme zayıf klivajlanma (dilinimlenme, yapraklanma) kazanmıştır (Görsel 2) (İsmail İşintek, kişisel görüşme, 11 Ekim 2024).



**Görsel 2.** a-h Litarenit örneğinin farklı mikroskobik görünüşleri. Qm: megakuvars kum tanesi; Qpl: polikristalin kuvars kum tanesi; Qmk: mikrokristalin kuvars kum tanesi; F: feldispat kum tanesi; mi: mika kum tanesi ve veya diyajenetik mika; Kk: karbonat kaya kırıntısı kum tanesi; Vkk: volkanik kaya kırıntısı; kl: kil aramadde. a: haç nikol, b: paralel nikol; c: haç nikol, d: paralel nikol; e: haç nikol, f: paralel nikol, g: haç nikol, h: paralel nikol görüntüsüdür (İsmail İşintek, kişisel görüşme, 11 Ekim 2024).

### 3. Litarenit Bünye Oluşturma

Kuvars ile bünye oluşturmak için alkali ve kil katkısı eklemek gerekir. Alkali katkısı; kuvarşla bağ oluşturmak ve erime sıcaklığını düşürmek için, kil katkısı; bünyenin plastikliğini arttırmak için yapılır (Yarol, 2008, s. 23). Oluşturulan bünyelerin içeriğinde alkali olarak sodyum feldispat, plastikliği arttırmak için bentonit kullanılmıştır (Tablo 1). Bentonit eklenen bünyede bağlayıcı oranı düşürülmüştür. Litarenit ve kuvars arasındaki farkı gözlemlemek amacıyla benzer oran ve katkılar kullanılarak kuvars bünyeler de oluşturulmuştur (Tablo 1). Literatürden farklı olarak, gerçekleştirilen bünyelerde bağlayıcılık tanelerin öğütülerek elde edildiği; su emici özelliği bulunan, yüksek molekül ağırlıklı, koruyucu içermeyen buğday unu ile sağlanmıştır (Avcı, 2025, s. 13-15).

**Tablo 1.** Bünye türleri

| Bünye Türü        | Bünye İçeriği                                                                                                                                                                                                                             | Miktar (%)              | Görsel                                                                               |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Litarenit Bünye 1 | Litarenit<br>Na Feldspat ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )<br>+ Buğday Unu ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ )                                                                                                                          | 90<br>10<br>+ 4         |   |
| Litarenit Bünye 2 | Litarenit<br>Na Feldspat ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )<br>Bentonit ((Na, Ca) (Al, Mg) $6(\text{Si}_4\text{O}_{10}) 3(\text{OH}) 6 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ )<br>+ Buğday Unu ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ )                 | 80<br>10<br>10<br>+ 2,5 |   |
| Kuvars Bünye 1    | Kuvars ( $\text{SiO}_2$ )<br>Na Feldspat ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )<br>+ Buğday Unu ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ )                                                                                                          | 90<br>10<br>+ 4         |   |
| Kuvars Bünye 2    | Kuvars ( $\text{SiO}_2$ )<br>Na Feldspat ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )<br>Bentonit ((Na, Ca) (Al, Mg) $6(\text{Si}_4\text{O}_{10}) 3(\text{OH}) 6 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ )<br>+ Buğday Unu ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ) | 80<br>10<br>10<br>+ 2,5 |  |

Litarenit ve kuvars bünyelerin tartımları laboratuvar ortamında 100 g üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bünye nemlendirilip çamur haline getirilmeden önce tartımı yapılan hammaddeler homojen hal alana kadar karıştırılmıştır. Bünyeler kontrollü sulandırılarak çamur haline getirilmiştir. Boncuk formunda şekillendirilip delik açılan bünye çamurları kurumaya bırakılmıştır.

#### 4. Sementasyon Yöntemi

Seramik sır teknolojisi alanında kuvars bünye ve sır geliştirici harman arasında oluşan kimyasal reaksiyon sementasyon olarak adlandırılmaktadır. Sementasyon, tavlama işlemi sonucunda bir maddenin yüzey tabakasının değişmesi olayıdır (Çizer, vd., 2006, s. 110). Sementasyon yönteminde sır geliştirmek için kuvars bünye ve bünye ile temas ederek sır oluşturacak kuvars, kalsiyum ve alkali bir malzemeden oluşan sementasyon tozu olarak adlandırılan bileşim gerekmektedir. Kuvars ve bağlayıcı ile hazırlanmış bünye çamuru, harman içine gömülerek 900-1000 °C arasında değişen sıcaklıklarda pişirilir. Kısa bir süre sabit tutulan sıcaklık ile sır geliştirici toz karışımından çıkan alkali buharı, bünyenin dış yüzeyinde şeffaf bir sır tabakası oluşturur. Yani; sodyum karbonat, bünye yüzeyinde kuvars ile birleşerek sodyum silikat tabakası haline gelir. Harmana renk veren metal oksit eklenirse sırları renklendirir (Yoleri, 2008, s. 76). Sementasyon yönteminde bünye; kuru sementasyon, sulu sementasyon ve doğrudan bünyeyi renklendirme olarak üç ayrı biçimde renklendirilir (Halil Yoleri, kişisel görüşme, 10 Nisan 2023). Kuru sementasyon ve sulu sementasyon denemelerinde kullanılan harman ve bünye içeriği aşağıdaki gibidir (Tablo 2-3).

##### 4.1 Kuru Sementasyon Yöntemi

Kuru sementasyon yönteminde kuvars bünye, bir kap içinde önceden hazırlanan kuvars, kalsiyum, alkali bir malzeme ve bir miktar renk veren metal oksitten oluşan sementasyon tozu olarak adlandırılan toz karışımın içine gömülür. Kapın ağzı hava almayacak şekilde kapatılır. 900-1000 °C arasında değişen sıcaklıklarda pişirilir. Kısa bir süre sabit tutulan sıcaklık ile sır geliştirici toz karışımından çıkan alkali ve metal oksit buharı, bünyenin dış yüzeyinde şeffaf renkli bir sır tabakası oluşturur. Sır tabakası ve sır geliştirici toz karışımının arasında az bir boşluk oluşur. Bu boşluk sayesinde sırlanmış kuvars bünye, katılaşmış sır geliştirici toz karışımının dikkatlice kırılması ile alınır (Yoleri, 2008, s. 76). Sır geliştirici toz geri dönüştürülerek yeniden kullanılabilir (Halil Yoleri, kişisel görüşme, 10 Nisan 2023). Bu sır geliştiricinin, birkaç kere fırınlama işleminde kullanılması aşamasında alkalileri ve renk veren metal oksidi buharlaşabilir. Böyle bir durumda bazı materyaller yeniden eklenebilir (Acartürk, 2012, s. 16).



**Tablo 2.** Kuvars sementasyon harmanı içeriği

| Harman İçeriği                                 | Miktar (%) |
|------------------------------------------------|------------|
| Mermer ( $\text{CaCO}_3$ )                     | 60         |
| Kuvars ( $\text{SiO}_2$ )                      | 40         |
| + Sodyum Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) | + 20       |
| + Sodyum Klorür ( $\text{NaCl}$ )              | + 3        |
| + Bakır Oksit ( $\text{CuO}$ )                 | + 2,5      |

**Tablo 3.** Kuvars bünye içeriği

| Bünye İçeriği | Miktar (%) |
|---------------|------------|
| Kuvars        | 80         |
| Bentonit      | 10         |
| Na Feldspat   | 10         |
| + Buğday Unu  | + 2,5      |

Tartımı yapılan bünye reçetesine (Tablo 3) kontrollü şekilde su eklenmesi ile hammaddelerin plastik bir hal almaları sağlanmıştır. Form kalıp yöntemi ile şekillendirilip, mühür tekniği ile dekore edildikten sonra kurumaya bırakılmıştır. Kuvars bünyedeki sodyum feldspat suda çözünür ve alçı kalıp suyu emerek bu ham maddenin özelliğini yitirmesine sebep olur. Bu nedenle kuvars bünyelerin kalıp ile şekillendirilmesinde alçı kalıp yerine kırmızı çamur bisküvi kalıp kullanılır (Halil Yoleri, kişisel görüşme, 10 Nisan 2023). Tartımı yapılan kuru sementasyon harmanı homojen şekilde karıştırılmıştır. Bakır oksit ilaveli kuru sementasyon harmanı, uygulamanın gerçekleştirileceği bisküvi pişirimi yapılmış kırmızı çamur kabın zeminine serilmiş ve form yerleştirilerek üzeri harman ile örtülmüştür (Görsel 3-A). Pişirim esnasında oluşacak buharın dışarı çıkışını engellemek için pişirim yapılacak kabın ağzı çamur ile sıvanıp bir levha ile örtülmüştür. Pişirim; fırının 3 saatte  $950\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye yükseltilip, 5 saat bu sıcaklıkta kalması ile gerçekleştirilmiştir. Soğuduktan sonra açılan kaptaki kuru sementasyon harmanının renk veren oksitten etkilendiği gözlemlenmiştir. Kuru sementasyon harmanının formun yüzeyinden temizlenmesi ile form harmanının içinden dikkatlice alınmıştır (Görsel 3-B) (Avcı, 2025, s. 17-20). Uygulama sonucu aşağıda sunulmaktadır (Görsel 4).

**A****B**

**Görsel 3. A.** Bünyenin harmana gömülmesi (Bilgi Avcı Arşivi, 2023), **B.** Formun harmandan arındırılması (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)



**Görsel 4.** Kuru sementasyon harmanı ile sır geliştirme uygulama sonucu, 950 °C, Ø 12 cm h: 2,5 cm (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)

#### 4.2 Sulu Sementasyon Yöntemi

Sır geliştirici sulu sementasyon yönteminde kullanılan bünye ve harman reçeteleri, kuru sementasyon yönteminde kullanılanlar ile aynıdır (Tablo 2-3) (Acartürk, 2012, s. 19). Sır geliştirici toz harman, krema kıvamı alana kadar kontrollü bir şekilde sulandırılır (Görsel 5). Bünye, hazırlanan bu harmana kalınlığı 5 mm tabakaya ulaşana kadar kurudukça yeniden batırılır (Görsel 6). 900-1000 °C arasında değişen sıcaklıklarda pişirimi yapılır. Bünye üzerindeki tabaka soğuduğunda sertleşerek kolaylıkla el ile kırılabilir (Görsel 7) (Avcı, 2025, s. 21-24). Uygulama sonucu aşağıda sunulmaktadır (Görsel 8).



**Görsel 5.** Sulu sementasyon harmanı krema kıvamı (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)



**Görsel 6.** Sulu sementasyon harmanının uygulanması (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)



**Görsel 7.** Formun harmandan arındırılması (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)



**Görsel 8.** Sulu sementasyon harmanı ile sır geliştirme uygulama sonucu, 950 °C, 9 X 6 X 3 cm (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)

#### 4.3 Doğrudan Bünyeyi Renklendirme Yöntemi

Kuru sementasyon ve sulu sementasyon yöntemlerinde kullanılan kuvars ağırlıklı bünyenin içine renk veren metal oksit ilavesi yapılarak hazırlanır. Yapılan uygulama bünyeye %3 oranında CuO ilavesi ile gerçekleştirilmiştir. Bünye istenilen biçim verilerek kurutulur. Bünye doğrudan renklendirildiği için kuru sementasyon harmanında renk veren oksit yer almaz. Kuru sementasyon harmanı içine gömülen bünye, 900-1000 °C aralığında değişen sıcaklıklarda pişirilir. Pişirim sonrası sementasyon harmanının dikkatlice açılması ile form harmandan arındırılır (Yoleri, 2008, s. 83). Uygulama sonucu aşağıda sunulmaktadır (Görsel 9).



**Görsel 9.** Doğrudan bünyeyi renklendirme yöntemi ile sır geliştirme uygulama sonucu, 950 °C, 12 X 12 X 1 cm (Bilgi Avcı Arşivi, 2023)

## 5. Litarenit Sementasyon Harmanı Oluşturma

Kuars ile bazik oksitler birleşerek silikat oluşturdıklarından kuvarsın 1785 °C erime noktası çok aşağılara düşmektedir. Bütün bazik oksitler kuvarsın erime noktasını aynı derecede düşürmezler; molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kuvarsın miktarı o kadar azalır ve erime noktasını o kadar fazla düşürür.  $\text{Na}_2\text{O}$ 'ın mol ağırlığı 62'dir. Moleküler ağırlığı yüksek olan  $\text{Na}_2\text{O}$ , yüksek erime sıcaklığına sahip  $\text{SiO}_2$  ile güçlü bir reaksiyona girerek bünyelerin yüzeyinde cam oluşmasını sağlar, yani;  $\text{Na}_2\text{O}$  bünye yüzeyinde  $\text{SiO}_2$  ile birleşerek sodyum silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) tabakası haline gelir. Harmanda ne kadar çok sodyum türü mevcutsa, erime sıcaklığı o kadar düşük olur; sırların erimesini ve gövdelerin daha düşük sıcaklıklarda camlaşmasını sağlar (Tanışan ve Mete, 1986, s. 168-170). Tek başına ergime derecesi 2700 °C olan mermer, pişirim sırasında 900 °C'de bozunarak yapısındaki  $\text{CO}_2$ 'i serbest bırakır ve yapıda  $\text{CaO}$  olarak kalır.  $\text{CaO}$  diğer oksitlerin etkisi ile sırda  $\text{SiO}_2$  ile birleşerek camsı faz oluşturur (Tanışan ve Mete, 1986, s. 19). Kullanılacak sementasyon harmanı, bünyesinde yüksek oranda  $\text{SiO}_2$  içeren litarenit, mermer ve ergitici görevi görecek sodyum karbonat + sodyum klorür ile oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen harman içeriği aşağıdaki gibidir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Litarenit sementasyon harmanı

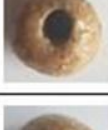
| Harman İçeriği                                 | Miktar (%) |
|------------------------------------------------|------------|
| Mermer ( $\text{CaCO}_3$ )                     | 60         |
| Litarenit                                      | 40         |
| + Sodyum Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) | + 20       |
| + Sodyum Klorür ( $\text{NaCl}$ )              | + 3        |

### 5.1 Litarenit Sementasyon Harmanı ile Sır Geliştirme

Sementasyon ile sırlama yöntemi uygulanarak, litarenit harman ve kuvars harman olmak üzere iki farklı kuru sementasyon harmanı kullanılmış; bu harmanlar içine gömülerek pişirimi yapılan litarenit bünye, kuvars bünye ile karşılaştırılmıştır. Litarenitin bünyesindeki yüksek  $\text{SiO}_2$  sebebi ile sementasyon harmanında kuvars yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Avcı, 2025, s. 40-47). Litarenitin hem sır geliştirici harman olarak hem de bünye olarak kullanıldığı denemelerde tartımı yapılan litarenit sementasyon harmanı karıştırılarak homojen hale getirilmiş, uygulamanın yapılacağı kabın zeminine döşenmiştir. Boncuklar harmanın içine birbirleri ile temas etmeyecek şekilde yerleştirilerek üzerleri harman ile bir kat daha örtülmüştür. Hazırlanan sementasyon harmanı ve bünyeleri içinde barındıran kapların ağızları pişirim esnasında oluşacak buharın dışarı çıkışını engellemek için çamur ile sıvanıp bir levha ile örtülerek fırına yerleştirmeye hazır hale getirilmiştir. Sementasyon yöntemi ile sırlanacak kuvars ve litarenit boncukların pişirimi, fırının 3 saatte 900, 950, 975 ve 1000 °C gibi dört farklı sıcaklığa yükseltilmesi ve seçilen pişirim sıcaklığında 5 saat kalması ile gerçekleştirilmiştir. Fırından çıkarılan kaplardan kuru sementasyon harmanının dikkatlice açılması ile boncuklar alınmıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir (Tablo 5).



**Tablo 5.** Litarenit sementasyon harmanı ile sır geliştirme

| Harman İçeriği                                                                | Miktar (%)              | Pişirim Sıcaklığı | Bünye Türü        | Görsel                                                                              | Bünye Türü     | Görsel                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| CaCO <sub>3</sub><br>Litarenit<br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 900 °C            | Litarenit Bünye 1 |    | Kuvars Bünye 1 |    |
|                                                                               |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |    | Kuvars Bünye 2 |    |
| CaCO <sub>3</sub><br>Litarenit<br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 950 °C            | Litarenit Bünye 1 |    | Kuvars Bünye 1 |    |
|                                                                               |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |    | Kuvars Bünye 2 |    |
| CaCO <sub>3</sub><br>Litarenit<br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 975 °C            | Litarenit Bünye 1 |   | Kuvars Bünye 1 |   |
|                                                                               |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |  | Kuvars Bünye 2 |  |
| CaCO <sub>3</sub><br>Litarenit<br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 1000 °C           | Litarenit Bünye 1 |  | Kuvars Bünye 1 |  |
|                                                                               |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |  | Kuvars Bünye 2 |  |

900 °C pişirim sıcaklığında harman içine gömülen litarenit bünyeler üzerinde herhangi bir değişim izlenmemiştir; camlaşma gerçekleşmemiştir. Pişirim sonrası bünye üzerinde küçük bir renk farkı olduğu gözlemlenmiştir. Kuvars bünye yüzeylerinde sır geliştirici harmanın tutunması bariz şekilde gözlemlenmiştir. 900 °C fırın sıcaklığının, bünye ile harmanın arasındaki transfer için yeterli olmadığı tüm bünyeler üzerinde camlaşmanın gerçekleşmemesi üzerine anlaşılmaktadır (Avcı, 2025, s. 42).

950 °C pişirim sıcaklığında harman içine gömülen buğday unu ile bağlanan litarenit bünyelerde gelişen sır parlak, çatlaksız ve tutunma tamdır. Litarenit bünye 1'in en iyi camlaşan; litarenit bünye 2'nin ise en yüksek mukavemete sahip bünye olduğu gözlemlenmiştir. Litarenit bünyeler 950 °C fırın atmosferinde gömüldükleri harman içinden kolaylıkla alınmışlardır. Buğday unu ile bağlanan kuvars bünye 1'in mukavemeti en yüksek, en başarılı sır gelişen bünye olduğu gözlemlenmiştir (Avcı, 2025, s. 43).

975 °C pişirim sıcaklığında harman içine gömülen litarenit bünyeler harmandan kolay bir şekilde arındırılmıştır ve tüm bünyeler üzerinde camlaşma olduğu gözlemlenmiştir. Mukavemeti en yüksek bünye buğday unu ile bağlanıp kolay şekillenmesi için bentonit eklenen litarenit bünye 2 olmuştur. En iyi sırlanan bünyenin ise buğday unu ile bağlanan litarenit bünye 1 olduğu gözlemlenmiştir. Buğday unu ile bağlanan kuvars bünyelerin yüzeyinde gelişen sıranın parlak, çatlaksız ve tutunmanın tam olduğu gözlemlenmiştir. Bünyeler harmandan kolaylıkla alınmıştır (Avcı, 2025 s. 44).

1000 °C pişirim sıcaklığında harman içine gömülen litarenit bünyeler üzerinde camlaşma gelişmiştir. Mukavemeti en yüksek ve en iyi camlaşmanın gerçekleştiği bünyenin buğday unu ile bağlanan litarenit bünye 1 olduğu gözlemlenmiştir. Bünyelerin sementasyon harmanından arındırılması kolaydır ancak fırın sıcaklığı sebebi ile harman diğer sıcaklıklara oranla biraz daha serttir. Kuvars bünyelerde ise, kuvars bünye

1 mukavemeti en yüksek bünye; kuvars bünye 2 ise en parlak sır gelişen bünye olma özelliğini taşımaktadır (Avcı, 2025, s. 45).

Litarenit sementasyon harmanı içine gömülen litarenit ve kuvars bünyelerde, 900 °C hariç tüm fırın rejimlerinde bünye yüzeylerinde camlaşma gözlemlenmiştir. Buğday unu ile bağlanan litarenit bünye 1, 900 °C hariç tüm fırın rejimlerinde en başarılı sonuçları veren bünye olma özelliğini taşımaktadır; burada sır parlak ve yüzeye tutunma tamdır. Bentonit eklenen litarenit ve kuvars bünyelerde gelişen sırnın mat olduğu gözlemlenmiştir. Litarenit bünyelerde olduğu gibi kuvars bünyelerde de en başarılı sonuçların alındığı fırın rejimi 975 °C olmuştur. Kuvars bünyelere oranla litarenit bünyelerde sırnın yüzeye tutunması çok daha sağlam ve tamdır. Pişirim sonrası litarenit bünyelerde küçülme daha azdır. Tüm fırın rejimlerinde litarenit sementasyon harmanının yumuşak bir yapıya sahip olduğu, kolay açıldığı ve bünyelerin içinden kolay alındığı gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen denemelerden alınan olumlu sonuçlar doğrultusunda litarenit sementasyon yönteminde harman ve bünye olarak kuvars yerine kullanılabilir (Avcı, 2025, s. 47).

## 5.2 Kuvars Sementasyon Harmanı ile Sır Geliştirme

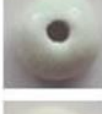
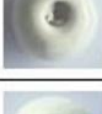
Bünye ve sır geliştirici harman olarak kullanılıp olumlu sonuçlar alınan litarenit, mukayese amacı ile oluşturulan kuvars sementasyon harmanında (Tablo 6) sadece bünye olarak kullanılmıştır.

**Tablo 6.** Kuvars sementasyon harmanı

| Harman İçeriği                                 | Miktar (%) |
|------------------------------------------------|------------|
| Mermer ( $\text{CaCO}_3$ )                     | 60         |
| Kuvars ( $\text{SiO}_2$ )                      | 40         |
| + Sodyum Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) | + 20       |
| + Sodyum Klorür ( $\text{NaCl}$ )              | + 3        |

Hazırlanan bünye reçetelerinin tartımı yapıldıktan sonra, kontrollü şekilde su eklenmesi ile hammaddeler plastik bir çamur haline getirilip, yuvarlak boncuk olarak şekillendirilerek delikleri açıldıktan sonra kurumaya bırakılmıştır. Tartımı yapılan kuru sementasyon harmanı karıştırılarak homojen hale getirilmiş, uygulamanın yapılacağı kabın zeminine döşenmiştir. Boncuklar harmanın içine birbirleri ile temas etmeyecek şekilde yerleştirilerek üzerleri harman ile bir kat daha örtülmüştür. Hazırlanan kuru sementasyon harmanı ve bünyeleri içinde barındıran kapların ağızları fırına yerleştirilmeden önce çamur ile kaplanmış, üzerleri bir plaka yardımı ile kapatılarak fırına yerleştirmeye hazır hale getirilmiştir. Kuru sementasyon yöntemi ile sırlanacak kuvars ve litarenit boncukların pişirimi, fırının 3 saatte 900, 950, 975 ve 1000 °C gibi dört farklı sıcaklığa yükseltilmesi ve seçilen sıcaklık değerinde 5 saat kalması ile gerçekleştirilmiştir. Fırından çıkarılan kaplardan kuru sementasyon harmanının dikkatlice açılması ile boncuklar alınmıştır. Uygulama sonuçları tablo halinde aşağıda sunulmaktadır (Tablo 7).

**Tablo 7.** Kuvars sementasyon harmanı ile sır geliştirme

| Harman İçeriği                                                                       | Miktar (%)              | Pişirim Sıcaklığı | Bünye Türü        | Görsel                                                                              | Bünye Türü     | Görsel                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| CaCO <sub>3</sub><br>SiO <sub>2</sub><br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 900 °C            | Litarenit Bünye 1 |    | Kuvars Bünye 1 |    |
|                                                                                      |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |    | Kuvars Bünye 2 |    |
| CaCO <sub>3</sub><br>SiO <sub>2</sub><br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 950 °C            | Litarenit Bünye 1 |    | Kuvars Bünye 1 |    |
|                                                                                      |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |    | Kuvars Bünye 2 |    |
| CaCO <sub>3</sub><br>SiO <sub>2</sub><br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 975 °C            | Litarenit Bünye 1 |   | Kuvars Bünye 1 |   |
|                                                                                      |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |  | Kuvars Bünye 2 |  |
| CaCO <sub>3</sub><br>SiO <sub>2</sub><br>+ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub><br>+ NaCl | 60<br>40<br>+ 20<br>+ 3 | 1000 °C           | Litarenit Bünye 1 |  | Kuvars Bünye 1 |  |
|                                                                                      |                         |                   | Litarenit Bünye 2 |  | Kuvars Bünye 2 |  |

900 °C pişirim sıcaklığında kuvars harman içine gömülen litarenit bünyelerin üzerinde fırın sıcaklığının yeterli gelmemesi sebebi ile camlaşmanın gerçekleşmediği gözlemlenmiştir. Sementasyon harmanı tozu bünyeler üzerinden arındırılmamıştır. Kuvars bünyelerde ise, sementasyon harmanından arındırılan buğday unu ile bağlanan bünyelerin yüzeyinde camlaşmanın gerçekleştiği ancak sırlanan alanlarda sementasyon harmanının bünye üzerine yapıştığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple bünyelerin harmandan arındırılması güçleşmiştir (Avcı, 2025, s. 35).

950 °C pişirim sıcaklığında sementasyon harmanından kolay bir şekilde arındırılan bünyelerin yüzeyinde gelişen camlaşma tamdır. Buğday unu ile bağlanan bünyelerin yüzeyinde gelişen sır parlak ve bünye mukavemetleri yüksektir. Kuvars bünyelerin yüzeyinde ise camlaşmanın tam, bünye mukavemetinin çok yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Tüm bünyeler harmandan kolay bir şekilde arındırılmıştır (Avcı, 2025, s. 36).

975 °C'nin tüm litarenit bünyelerin yüzeyinde camlaşmanın en iyi gerçekleştiği pişirim sıcaklığı olduğu gözlemlenmiştir. Bünyelerin mukavemetleri oldukça yüksektir. Tüm bünyeler sır geliştirici kuvars sementasyon harmanından çok kolay arındırılmışlardır. Kuvars bünyelerin yüzeyinde parlak ve çatlaksız bir sırın geliştiği gözlemlenmiştir. Bentonit eklenen bünyede mukavemet daha yüksektir. En başarılı sonuçlara kuvars bünye 2'de ulaşılmıştır (Avcı, 2025, s. 37).

1000 °C pişirim sıcaklığı tüm bünyelerin mukavemetinin en yüksek; camlaşmanın tam olduğu gözlenen fırın rejimidir. Litarenit bünyelerde sır parlak ve pürüzsüzdür. En başarılı deneme sonucuna litarenit bünye 1'de ulaşılmıştır. Fırın sıcaklığının artması sır geliştirici harmanın biraz sertleşmesine sebep olsa da bünyeler sementasyon harmanından kolay bir şekilde arındırılmışlardır. Artan fırın sıcaklığı kuvars bünyelerin

mukavemetini arttırmıştır. Bünyelerde camlaşmanın tam ve sırtın çatlaksız olduğu gözlemlenmiştir (Avcı, 2025, s. 38).

Kuvars sementasyon harmanı içine gömülen litarenit bünyelerde en başarılı sonuç, kuvars bünyelerde de olduğu gibi 975 °C de elde edilmiştir. Buğday unu ile bağlanan litarenit bünyelerin 900 °C hariç tüm fırın atmosferinde daha iyi sonuçlar vermiş oldukları gözlemlenmiştir. Kuvars bünyelere oranla litarenit bünyelerde sırtın yüzeye tutunması çok daha sağlam ve tamdır. Pişirim sonrası litarenit bünyelerde küçülmenin daha az olduğu gözlemlenmiştir. Bentonit eklenen bünyelerin yüzeyinde gelişen sır tabakasının mat olduğu izlenmektedir. Genel itibari ile tüm bünye yüzeylerinde gelişen sırda çatlak gözlemlenmemiştir. Denemelerden alınan olumlu sonuçlar doğrultusunda sementasyon yönteminde bünye olarak kuvars yerine litarenit kullanılabilir (Avcı, 2025, s. 40).

## 6. Sonuç

Bu çalışma Bornova Fliş Zonu olarak ayırtılan tektonik zonun, Bornova Karmaşığı olarak adlandırılan litodemik kaya biriminin içinde bulunan ve İzmir, Balçova yerleşim alanının güneyinden derlenen kayaç örneği litarenitin sementasyon yönteminde kuvars yerine kullanılabilirliğinin araştırılması olarak sınırlandırılmıştır. Sementasyon yönteminde litarenitin bünye ve sementasyon harmanı olarak kuvars yerine kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Yapılan denemelerden elde edilen bulgular doğrultusunda, fırın sıcaklığına, harman içine gömülen bünye çeşidine ve harman türüne göre sonuçların değiştiği saptanmıştır. Oluşturulan iki farklı litarenit bünye ve mukayese amacı ile oluşturulan kuvars bünyeler üzerinde yapılan denemelerde, kullanılan buğday ununun bağlayıcı özelliği taşıdığı, pişirim sonrası bünyelerin mukavemetinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fırın sıcaklığı bünyelerin yüzeyinde gelişen sırda farklı etkiler oluşturmuştur. Pişirim sonrası litarenit bünyelerde daha açık bir renk tonunun geliştiği sonucuna varılmıştır. 950 °C fırın sıcaklığında yapılan denemelerde tüm bünye yüzeylerinde parlak ve yüzeye tutunmanın tam olduğu sır elde edilmiş, bünye mukavemetlerinin güçlü olduğu bir pişirim derecesi olduğu sonucuna varılmıştır. 975 °C'nin tüm bünye yüzeylerinde camlaşmanın en iyi gerçekleştiği fırın sıcaklığı olduğu sonucuna varılmıştır. 1000 °C fırın sıcaklığında gerçekleştirilen denemelerde ise en güçlü bünye mukavemeti elde edilmiştir. Harman içine gömülen bünye çeşitlerinin deneme sonuçlarını değiştiren bir etken olduğu görülmüştür. Litarenit harman içine gömülen tüm bünyelerin yüzeyinde gelişen sırtın istenilen niteliği taşıdığı gözlemlenmiştir. Bünyeler üzerinde parlak bir sır elde edilirken, bentonit eklenen bünye yüzeylerinde gelişen sırda matlık meydana geldiği sonucuna varılmıştır. Yapılan denemelerde sementasyon harmanı türüne göre sonuçlar değişmektedir. Kuvars sementasyon harmanı içine gömülen kuvars bünyelere oranla litarenit bünyelerde pişirim sonrası sırtın yüzeye tutunmasının tam olduğu sonucuna varılmıştır. Artan fırın sıcaklığı ile kuvars sementasyon harmanının sertliğinin arttığı ve bünyelerin harmandan arındırılmasında güçlük yaşandığı görülmüştür. Litarenit sementasyon harmanı ile yapılan denemelerde ise tüm fırın rejimlerinde pişirim sonrası harmanın daha yumuşak bir yapıya sahip olması sebebi ile bünyelerin içinden daha kolay alındığı sonucuna varılmıştır. Litarenitin sementasyon yönteminde kuvars gibi davranması, bu malzemenin seramik sanayinde kullanılabileceği kanaatini oluşturmuştur. Elde edilen bulgular, sementasyon yönteminde litarenit ile istenilen sonuçları verecek şekilde reçetelerin oluşturulması için önemli veriler sunmaktadır.

## Kaynakça

- Acartürk, B. (2012). *Mısır pastası çamurlarında kuru ve sulu sementasyon yöntemleri ile pişirim*. 6. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu (ss. 9-22). <http://pismistoprak.tepebasi.bel.tr/bildiriler/bildiri6.pdf>
- Avcı, B. (2025). *Litarenit bünyelerde sementasyon yöntemi ile sırlama ve renk araştırmaları*. Tez no: 961729. [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü]. Ulusal Tez Merkezi.
- Çizer, S., Yoleri, H., Yarol, Y., & Kahraman, D. (2006). Nazar inancı ve geleneksel katır boncukları. *Seramik Türkiye*, (14), 104-113.
- Erdoğan, B. (1990). Stratigraphy and tectonic evolution of the İzmir-Ankara zone between İzmir and Seferihisar. *Bulletin of the Turkish Association of Petroleum Geologists*, 2(1), 20. <http://tpjd.org.tr/images/bultenler/pdf/aralik1990.pdf>
- Okay, A. İ., Siyako, M., & Bürkan, K. A. (1990). Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula (in Turkish). *Bulletin of the Turkish Association of Petroleum Geologists*, 2, 83-121. <http://www.tpjd.org.tr/images/bultenler/pdf/aralik1990.pdf>

Sarı, B. (2012). Late Maastrichtian–Late Palaeocene planktic foraminiferal biostratigraphy of the matrix of the Bornova Flysch Zone around Bornova (Izmir, Western Anatolia, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(1), 143–171. <https://doi.org/10.3906/yer-1107-2>

Tanişan, H., & Mete, Z. (1986). *Seramik teknolojisi ve uygulaması* (Cilt 1). Birlik Matbaası.

Yarol, Y. (2008). *İslam seramiklerinde kullanılan fritli hamurun incelenmesi ve çağdaş formlarda uygulanması*. (Tez no: 219787). [Sanatta yeterlik tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü]. Ulusal Tez Merkezi.

Yoleri, H. (2008). *Pişmiş kil ile iletişim*. Tibyan Yayıncılık.