



T.C.

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANASANAT DALI**

**PIŞMIŞ DUVAR KAROSU ATIKLARININ
DÜŞÜK SU EMMELİ ($E_b \leq 0,5 \%$) SERAMİK KARO
BÜNYESİNDE HAMMADDE OLARAK KULLANIMI**

İstem ŞENCAN

Sanatta Yeterlik Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serap ÜNAL

Isparta, 2023

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Bu tez 20/07/2023 tarihinde Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı **sanatta yeterlik** öğrencisi İstem ŞENCAN tarafından savunulmuştur ve aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

DANIŞMAN	Doç. Dr. Serap ÜNAL
ÜYE	Prof. Dr. Mehmet ÖZKARTAL
ÜYE	Prof. Dr. Enis Kemal SAGULAR
ÜYE	Prof. Dr. Münevver ÇAKI
ÜYE	Prof. Duygu KAHRAMAN

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

İmza ve Mühür
Doç. Dr. Mustafa GENÇ
SDÜ Güzel Sanatlar Enstitüsü Müdürü

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları aldığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim (20/07/2023).

İstem ŞENCAN



ÖNSÖZ

Başta tez çalışmam süresince verdiği destekleri için danışman hocam Sn. Doç. Dr. Serap Ünal 'a, tüm tez çalışmam boyunca yorumları ve tavsiyeleriyle tez çalışmamı destekleyen hocalarım Sn. Prof. Dr. Mehmet Özkartal, Sn. Prof. Dr. Enis Kemal Sagular, Sn. Prof. Dr. Abdullah Şevki Duymaz ve Sn. Doç. Dr. Yusuf Bilen'e,

Türkiye' de endüstriyel karo üretim süreçleri ile ilgili bölümlerin hazırlanmasında katkı sağlayan; Sn. Yavuz Arıcan, Sn. Canan Güven, Sn. Hasan Şen, Sn. Erdoğan Saral, Sn. Ali Kaya, Sn. Buket Kaya, Sn. Mehmet Yağlı, Sn. Mehmet Karapınar 'a ve Sn. Hasan Hüseyin Topoz 'a,

Bien Seramik'te gerçekleştirilen “Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının, feldispat yerine Porselen Stoneware ($Eb \leq 0,5\%$) karo üretiminde kullanımını işletme denemesi sırasında değerli yardımlarını esirgemeyen tüm Bien Seramik Ailesi adına; Sn. Yavuz Arıcan, Sn. İnci İnal, Sn. Bülent Türk, Sn. Hüseyin Şaylan, Sn. Ümit Gündüz, Sn. Mustafa Bünyan, Sn. Hasan Şen, Sn. İsmail Yılmaz, Sn. Recep Onat, Sn. Ayhan Gündüz, Sn. Tufan Öztürk, Sn. Numan Yeler ve Sn. Esra Şit'e,

Seramik teknolojisi ile ilgili araştırmalarım ve akademik yayınlarıma bugüne dek destek sağlayan Sn. Ali Ercan'a,

“Seramik Karo Atıklarının Yeniden Kullanımı” konusunda güncel Qualicer sunumlarını paylaşan Sn. Prof Dr. Alpagut Kara'ya,

"Porselen Stoneware bünyelerde CaO kullanımı" konusundaki kaynaklarını paylaşan ve değerli yorumlarıyla ilham veren Sn. Prof Dr. Ferhat Kara'ya,

Çalışmada Seramik Araştırma Merkezi A.Ş. 'de gerçekleştirilen XRF, XRD ve SEM analizlerinin uygulanması ve yorumlanması konusunda destek olan Sn. Orhan Çetin, Sn. Mustafa Çobancı ve Sn. Eda Atan'a,

Seramik teknolojisi ve kimyası konusunda bilgi edinmeye başladığım ilk günden beri araştırma sevgisi aşılayan hocalarım Sn. Prof. Halil Yoleri, Sn. Prof. Dr. Zeliha Mete ve Sn. Doç. Dr. İlker Özkan'a,

Tez için hazırlanan form tasarımlarının fotoğrafları için Sn. Mehmet Ali Cida'ya ve eşi Sn. Birgül Cida'ya,

Hayatın bilim ve sanat ile anlamlı bir bütün olduğu bilincini aşıl原因an, maddi - manevi desteklerini esirgemeyen; ablalarım Ayşegül Şencan ve Emine Şencan Batı 'ya, eniştem Akhan Batı'ya, babam Mehmet Şencan ve annem Ayfer Şencan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İstem ŞENCAN

Isparta, 2023

ÖZET

PIŞMIŞ DUVAR KAROSU ATIKLARININ DÜŞÜK SU EMMELİ ($E_b \leq 0,5\%$) SERAMİK KARO BÜNYESİNDE HAMMADDE OLARAK KULLANIMI

İstem ŞENCAN

Süleyman Demirel Üniversitesi,

Güzel Sanatlar Enstitüsü,

Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı,

2023, 198 Sayfa

Danışman: Doç. Dr. Serap ÜNAL

($E_b > 10\%$) türü Duvar Karolarının üretiminde pişme sonrası aşamada sır hatası, kırılma, defo vb. nedenlerle ayrılan karo atıkları, Pişmiş Duvar Karosu Atıkları(PDKA)'nı oluşturmaktadır. Bu atıkların yüksek oranda alkali ve toprak alkali oksit içermeleri nedeniyle, feldispat yerine düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware Karo bünyesinde geri dönüşümlü olarak kullanımı için; (sodyum ve sodyum potasyum) feldispat yerine $\%2 - \%12$ arasında artan oranlarda Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) ilave edilmiştir. Hazırlanan bünye denemeleri önce laboratuvar tipi kamara fırında 1217°C sıcaklıkta pişirilerek, daha sonra $\%6$ PDKA içeren Porselen Stoneware bünye kullanılarak gerçekleştirilen endüstriyel karo üretim denemesi 1202°C 'de roller fırında 47 dakika pişirilerek test edilmiştir. Endüstriyel üretim denemesi için hazırlanan bünyelerin pişme sonrası özellikleri, Isı Mikroskobu, XRD ve taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir.

Deneyisel çalışma sonuçlarına göre, PDKA katkılı porselen stoneware bünye kullanımı ile daha düşük sıcaklıklarda sinterlenmenin gerçekleştiği ve pişirim ile anortit ve mullit fazlarının arttığı, bunun gövdenin eğilme dayanımı ve düzlemsellikten sapma özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir.

Çalışmada denemeler sonucunda elde edilen düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, çalışmada alt başlık halinde incelenen Seramik Karo Tarihi teknolojik gelişim süreçlerinden esinlenen 16 adet artistik seramik karo ve 13 adet heykel yapımında kullanılmıştır.

Çalışmada daha fazla bilgi isteyen araştırmacılar için feldispatlı denemeler ile birlikte ayrıca hazırlanan; ($E_b \leq 0,5\%$) karo bünyesinde "Sodyum Feldispat- Kuvars" ve "Kaolin- Kuvars" azaltılarak yerine PDKA kullanım denemeleri ile ($E_b > 10\%$) Duvar Karosu Bünyesinde "Pegmatit Yerine" PDKA kullanımı denemeleri ve sonuçlarına konu bütünlüğünün korunması için, Ekler bölümünde ayrıca yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Pişmiş Duvar Karosu Atıkları, Porselen Stoneware Karo, Seramik Atık Kullanımı, Seramik Tasarımı, Seramik Karo Tarihi

ABSTRACT

USE OF FIRED WALL TILE SCRAPS AS RAW MATERIAL IN LOW WATER ABSORPTION ($E_b \leq 0,5 \%$) CERAMIC TILE BODY

İstem ŞENCAN

Suleyman Demirel University

Institute of FineArts

Art and Design Department,

Ph.D. Thesis

Year:2023, Page 198

Supervisor: Associate Professor Dr. Serap ÜNAL

In the production of ($E_b > 10\%$) type Wall Tiles, the tile wastes separated due to glaze failure, breakage, defect and similar reasons in the post-firing stage constitute the Fired Wall Tile Scraps (FWTS). Since these wastes contain high levels of alkali and alkaline earth oxides, instead of feldspar, for recyclable use in Porcelain Stoneware Tile with low water absorption ($E_b \leq 0.5\%$); Instead of feldspar (sodium and sodium potassium) feldspar, Fired Wall Tile Scraps (FWTS) has been added at increasing rates between 2% and 12%. The prepared body trials were first fired in a laboratory type chamber oven at 1217°C , and then the industrial tile production trial, which was carried out using Porcelain Stoneware body containing 6% FWTS, was tested by firing in a roller kiln at 1202°C for 47 minutes. The post-firing properties of the bodies prepared for the industrial production trial were examined with heat microscope, XRD and Scanning Electron Microscope (SEM).

According to the experimental study results, it was determined that through the use of FWTS contained porcelain stoneware body, sintering took place at lower temperatures and anorthite and mullite phases increased with firing, which improved the bending strength and deflection properties of the body from flatness.

In the study, the body with low water absorption ($E_b \leq 0.5\%$) obtained as a result of the trials was used in the production of 16 artistic ceramic tiles and 13 sculptures inspired by the technological development processes of history of ceramic tile, which is examined under the subtitle in the study.

For researchers who want more information in the study; trials of using FWTS by reducing "Sodium Feldspar - Quartz" and "Kaolin - Quartz" in ($E_b \leq 0.5\%$) tile body, and using FWTS ($E_b > 10\%$) in Wall Tiles instead of "Pegmatite" were also tried and the results of these are also take place in the Appendix Section.

Keywords: Fired Wall Tile Scraps, Porcelain Stoneware Tile, Ceramic Waste Usage, Ceramic Design, Ceramic Tile History

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	x
LABORATUVAR DENEMELERİNDE KULLANILAN CİHAZ VE EKİPMANLAR LİSTESİ	xix
ÇALIŞMADA KULLANILAN KISALTMALAR.....	xx
GİRİŞ	1

I. BÖLÜM

1. SERAMİK KARO TANIMI, TARİHSEL SÜRECİ VE ÇAĞDAŞ SERAMİK SANATINDA İLK DÖNEM SERAMİK KAROLARINA GENEL BAKIŞ....	3
1.1. Seramik Karo Nedir.....	3
1.2. Seramik Karoların Tarihsel Gelişim Sürecine Genel Bakış	4
1.2.1. Tarihsel Süreçte Dünya'da Kullanılan İlk Seramik Karolar.....	5
1.2.2. Tarihsel Süreçte Anadolu'da Kullanılan İlk Seramik Karolar	31
1.2.3. Tarihsel Süreçte Dünyada Endüstriyel Seramik Karo Üretiminin Başlaması ve Gelişimi	47
1.2.4. Tarihsel Süreçte Türkiye'de Endüstriyel Seramik Karo Üretiminin Başlaması ve Gelişimi	61
1.3. Çağdaş Seramik Sanatında İlk Dönem Seramik Karolarına Genel Bakış	69

II. BÖLÜM

2. SU EMME ÖZELLİKLERİNE GÖRE SERAMİK KARO ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ	75
2.1. Duvar Karoları.....	76
2.2. Yer Karoları	76
2.3. Porselen Stoneware Karolar ve Porselen Karolar	77

III. BÖLÜM

3. SERAMİK KAROLARIN ÜRETİMLERİNDE KULLANILAN BÜNYE KOMPOZİSYONLARI VE SERAMİK KAROLARIN ÜRETİM SÜREÇLERİ	78
3.1. Seramik Karo Üretimlerinde Kullanılan Bünye Kompozisyonları.....	78
3.1.1. Duvar Karosu Bünye Kompozisyonları.....	78

3.1.2. Yer Karosu Bünyeye Kompozisyonları	80
3.1.3. Porselen Stoneware ve Porselen Karoların Bünyeye Kompozisyonları	81
3.2. Seramik Karoların �retim Süreçleri	82
3.2.1. Tartım, ���tme ve Bünyeye Hazırlama	82
3.2.2. Granül Hazırlama	83
3.2.3. Şekillendirme	83
3.2.4. Kurutma	83
3.2.5. Sırlama	84
3.2.6. Pişirme	84
3.2.7. Ebatlama ve Parlatma	84
3.2.8. Kalite Ayrım	84

IV. BÖLÜM

4. SERAMİK KARO ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER VE ÖZELLİKLERİ	85
4.1. Kil ve Kaolinler	85
4.1.1. Kaolinler	85
4.1.2. Killer	87
4.2. Feldispatlar	89
4.3. Kuvars	93
4.4. Mermer - Tebeşir- Kalsit:	93
4.5. Vollostonit	94
4.6. Manyezit	94
4.7. Dolomit	94
4.8. Talk	94

V. BÖLÜM

5. $E_b \leq 0,5$ % KARO BÜNYESİNDE FELDİSPAT YERİNE PİŞMİŞ DUVAR KAROSU ATIKLARI (PDKA) KULLANIMININ SAĞLAYABİLECEĞİ KATKILAR	95
5.1. Duvar Karosu �retiminde Pişmiş Atıkların Oluşumu	95
5.2. Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) Seramik Bünyelerde Kullanım İmkanları Nelerdir?	96
5.3. Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) ve Kimyasal - Mineralojik Yapıları	96
5.4. Feldispat Yerine PDKA Kullanımının Düşük Su Emme �zelli�ine Sahip ($E_b \leq 0,5$ %) Karo Bünyesine Sağlayabileceği Katkılar	98

VI. BÖLÜM

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	101
6.1. Bünye Denemesi Çalışmalarında Kullanılan Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının (PDKA) Toplanması ve Hazırlanması:	101
6.2. Çalışma İçin Toplanan Pişmiş Duvar Karosu Atığının XRF (Kimyasal) ve XRD (Mineralojik) Analizi:	103
6.3. Bünye Çalışmalarında Kullanılan Hammaddelerin ve PDKA'nın Karşılaştırmalı Kimyasal Analizleri:	105
6.4. Bünye Denemelerinin Hazırlanma Yöntemi	105
6.5. Bünye Denemelerine Uygulanan Test ve Analiz Yöntemleri	108
6.5.1. Toplam Küçülme (% küçülme) Test Yöntemi:	108
6.5.2. Mukavemet (Kopma Modülü) Test Yöntemi:	108
6.5.3. % Su Emme Test Yöntemi	109
6.5.4. Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri (L.a.b.) Analiz Yöntemi	110
6.6. Düşük Su Emme Özelliğine Sahip ($E_b \leq 0,5$ %) Bünyede, Feldispat Yerine PDKA Kullanımı Denemeleri Referans Bünyelerinin Hazırlanması	112
6.6.1. PDKA'nın, $E_b \leq 0,5$ % Bünyede "Sodyum Feldispat" Yerine Kullanımı Denemeleri:	114
6.6.2. PDKA'nın, $E_b \leq 0,5$ % Bünyede "Sodyum-Potasyum Feldispat" Yerine Kullanımı Denemeleri:	115
6.6.3. PDKA 'nın Endüstriyel Porselen Stoneware ($E_b \leq 0,5\%$) Karo Üretiminde Sodyum-Potasyum Feldispat Yerine Kullanımı Denemesi:	116
6.6.3.1. "PDKA İçeren Deneme" ve "STD Üretim" Bünyelerinin Isı Mikroskobu ile Ergime Davranışlarının Analizi:	118
6.6.3.2. "PDKA İçeren Deneme" ve "STD Üretim" Bünyelerinin Mineralojik ve SEM - EDX Analiz Sonuçları:	119

VII. BÖLÜM

7. UYGULAMA ÇALIŞMALARI	127
7.1. PDKA Kullanılarak Üretilen ($E_b \leq 0,5\%$) Seramik Bünyenin, Artistik Form Tasarımda Kullanımı:	129
7.2. PDKA Kullanılarak Üretilen ($E_b \leq 0,5\%$) Seramik Bünyenin, Artistik Karo Tasarımında Kullanımı	154
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	166
KAYNAKÇA	168
EKLER	186

EK -I PDKA İçeren Porselen Stoneware Bien Üretim Denemesi Pişmiş Karo Düzlemsellikten Sapma Raporu:	186
EK -II Bien Üretim Porselen Stoneware Pişmiş Karo Düzlemsellikten Sapma Raporu:	187
EK -III PDKA'nın "Sodyum Feldispat" İçeren Referans ($E_b \leq 0,5 \%$) Bünnyede "Kaolin ve Kuvars" Yerine Kullanımı Denemeleri	188
EK - IV PDKA'nın, "Sodyum Feldispat" İçeren Referans ($E_b \leq 0,5 \%$) Bünnyede "Sodyum Feldispat ve Kuvars" Yerine Kullanımı Denemeleri.....	189
EK- V PDKA'nın, ($E_b >10 \%$) Duvar Karosu Bünnyesinde “Pegmatit Yerine” Kullanımı Deneme.....	190
EK - VI Seramik Karo Üretimine İlham Kaynağı Olan Mozaik Tekniğı: ...	192
EK - VII Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının Porselen Stoneware Karo Bünnyesinde Hammadde Olarak Kullanımı (Seres21 Poster Bildiri):	198

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1: Frig Mimari Terracottaları çeşitleri	33
Tablo 2: Kuru preslemeyle üretilen seramik karoların ticari olarak ve Uluslararası Standartlara göre adlandırılmaları, teknik özelliklerine göre kullanıma uygun oldukları yüzeyler, sahip olmaları gereken minimum eğilme dayanımı, maksimum % su emme değerleri	76
Tablo 3: Sacmi Uygulamalı Seramik Teknolojisi I kitabında, Poroz tek pişirim (kırmızı - beyaz) ve Poroz çift pişirim bünyeler için olası kompozisyonlar	79
Tablo 4: Sacmi Uygulamalı Seramik Teknolojisi I kitabında Kırmızı ve Beyaz bünyeler için Yer Karosu hazırlamada kullanılabilecek hammadde oranları	80
Tablo 5: Sacmi Uygulamalı Seramik Teknolojisi I kitabında Porselen Stoneware Karo bünyesi hazırlamada kullanılabilecek hammadde oranları	81
Tablo 6: Granit kayaçlarının, iklim koşullarının etkisiyle ayrışarak çeşitli kalıntı ürünlerine dönüşümleri (a)-yarı kurak iklimlerdeki ayrışma, (b)-yarı nemli iklim, (c) nemli iklim	86
Tablo 7: (sol) Kalko-Sodik ve K-feldispatların adlandırılması ile (sağ) içeriklerine göre Sodyum, Potasyum ve Kalsiyum içeren feldispatların isimlendirilmesi	89
Tablo 8: Plajyoklaz Feldispatları Albit ve Anortit % içeriklerine göre sıralanması	90
Tablo 9: Piyasada yaygın olarak satışı bulunan 13 farklı karo üreticisine ait Duvar Karosu Bünyesi kimyasal analizleri tablosu	97
Tablo 10: Piyasada yaygın olarak satışı bulunan 13 farklı karo üreticisine ait Duvar Karosu Bünyesi mineralojik analizleri tablosu	97
Tablo 11: Seramikte yaygın kullanılan oksitlerin etkin pişirim sıcaklıkları	99
Tablo 12: $\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ sistemi faz diyagramı (Tablodaki kısaltmaların anlamları $\text{C}=\text{CaO}$; $\text{N}=\text{Na}_2\text{O}$; $\text{S}=\text{SiO}_2$).....	99
Tablo 13: Kalsiyum içeren bileşiklerin Kızdırma Kaybı % oranları	100
Tablo 14: Çalışma için toplanan PDKA'nın Kimyasal Analiz sonuçları	104
Tablo 15: Laboratuvar denemelerinde kullanılan PDKA'nın Mineralojik Analiz sonucu.....	104
Tablo 16: Endüstriyel Üretim denemesinde kullanılan PDKA'nın Mineralojik Analiz sonucu.....	104
Tablo 17: Laboratuvar denemelerinde kullanılan hammaddelerin Kimyasal Analizleri	105
Tablo 18: "Referans Bünye Reçetesi 1" ve "Referans Bünye Reçetesi 2" de kullanılan % hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası söz konusu bünyelere uygulanan test sonuçları	113

Tablo 19: Referans Porselen Stoneware Bünye Reçetesi 1 ve sodyum feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Porselen Stoneware Karo Bünye Deneme Reçetelerinin % hammadde oranları ve pişme öncesi - pişme sonrası söz konusu bünyelere uygulanan test sonuçları.....	114
Tablo 20: Referans Bünye Reçetesi 2 ve Sodyum-Potasyum Feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Bünye Deneme Reçeteleri hammadde oranları ve pişme öncesi - pişme sonrası bünyelere uygulanan test sonuçları	115
Tablo 21: “STD Üretim” ve “ PDKA İçeren Deneme” bünyelerinin içerikleri ve üretim denemesi test sonuçları karşılaştırması.....	117
Tablo 22: “STD Üretim” ve “PDKA İçeren Deneme” bünye granüllerinin Isı mikroskobu ile ergime davranışı analiz sonuçları.....	119
Tablo 23: “Bien STD Üretim" karo numunesinin XRD cihazında saptanan mineral fazları.....	120
Tablo 24: “Bien PDKA Deneme" karo numunesinin XRD cihazında saptanan mineral fazları	120
Tablo 25: Referans Bünye Reçetesi 1 ve PDKA'nın, kuvars ve kaolin yerine hammadde olarak kullanıldığı bünye deneme reçeteleri D10, D11, D12, D13, D14'ün hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası test sonuçları tablosu.....	188
Tablo 26: Referans Bünye Reçetesi 1 ve PDKA'nın "Sodyum feldispat ve Kuvars" yerine hammadde olarak kullanıldığı bünye deneme reçeteleri D15, D16, D17, D18'in hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası test sonuçları tablosu.....	189
Tablo 27: Referans Duvar Karosu Bünye Reçetesi ve PDKA'nın Pegmatit yerine kullanıldığı Duvar Karosu Bünye Deneme Reçeteleri hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası test sonuçları tablosu.....	190

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: M.Ö. 1559-1155 Uruk'da İnanna tapınağının önünde kalıpla şekillendirilmiş pişmiş tuğladan inşa edilmiş kabartma, Pergamon	6
Şekil 2: (a) M.Ö. 15. yy M.Ö. 22.yy Girsu sütun kaidelerine ait kalıpla şekillendirilmiş pişmiş tuğlalar, (b) Uruk, İnanna Tapınağı'nın pişmiş tuğla süslemesinden detay. Tüm panel yüksekliği 205 cm. Berlin, Vorderasiatisches Müzesi.....	6
Şekil 3: M.Ö. 3200- M.Ö. 3000 Antik Uruk Kenti “Beyaz Tapınak ve Zigurrat” duvarındaüst sırada içi boş koniler, alt sırada düzlemsel tabanlı renkli kil koniler	7
Şekil 4: M.Ö. 3800-3100 Uruk kenti İnannaTapınağı kil koni mozaik cephesi, Pergamon Müzesi	8
Şekil 5: İnanna Tapınağı kil konileri cephe rekonstrüksiyonu, Vorderasiatisches Museum	8
Şekil 6: (a) Düzlemsel ve içi boş kil koniler, (b) M.Ö. 3300-2950 Uruk Kenti dikdörtgen ve daire tabanlı kil konileri	9
Şekil 7: (a)Günümüz Irak Girsu kentinde bulunan Sümer Dönemi tapınağı duvarında bulunan çivi biçimli “kil koni”nin duvardan çıkarılması ve (b) duvardan çıkarılan kil koni	9
Şekil 8: (a) M.Ö. 2500’e tarihlendiği düşünülen Ninhursag Tell-al Ubaid Tapınağı'nda duvar dekorasyonunda kullanılan rozet biçimli seramik koniler, (b) rozet biçimli kil koni ön yüzey görünümü	10
Şekil 9: (a) Step Piramidi seramik karosu ön yüzü ve karonun duvara montajı için kullanıldığı düşünülen delikli arka kısmı görünümü, (b) M.Ö. 2650 Step piramidi seramik karo paneli, Imhotep Museum, (c) Step Piramit’ine ait karonun yan görünümü	11
Şekil 10: Step Piramidi Seramik Karolarının tel ya da ip kullanılarak duvarda harç içine montaj yöntemi	11
Şekil 11: Farklı tekniklerle üretilen M.Ö. 1352-1336 Antik Mısır kentlerinden Tell el-Amarna seramik karo parçalarından oluşan koleksiyon, Petrie Museum	13
Şekil 12: (a) M.Ö. 1352-1336 Mısır Tell el-Amarna 'da bulunan dairesel geometrik şekle sahip desenli sırlı karo parçası, Ebat:10,8 x 9,2cm, (b) Tell el-Amarna, Büyük Saray duvarına ait karma teknikle üretilmiş, bitkisel dekorlu seramik karo parçası.	13
Şekil 13: Tell el-Yahudiya, M.Ö.1184-1153 Yeni Krallık Dönemi bitkisel dekorlu friz seramik karolar, Ebat: 29.1 × 7.1 cm	14
Şekil 14: M.Ö.1279- 1213 Ramses II 'nin seramik karolardan oluşan taht kürsüsü korkuluğu. Metropolitan Museum	14

Şekil 15: (M.Ö. 1184-1153) Tell el-Yahudiya, rozet desenli disk biçimli karolar ön ve arkadan görünümü, Turin, Museo Egizio,	14
Şekil 16: Tel el Yahudiya'dan disk biçimli seramik karolarla süslenmiş yarım daire sütun kaidesi veya basamaklı platformun (a) cepheden ve (b) yandan görünümü, Ebatlar: 27 x 19 cm	14
Şekil 17: (a) M.Ö. 1184-1153 Tel el Yahudiya'ya ait yarı daire seramik karo dekorlu stant çizimi, (b) Tel el Yahudiya'da bulunan rozet disk biçimli seramik karolarla süslenmiş yarım daire basamaklı platform (c) Tell el-Yahudiya Ramses III dönemi rölyefli seramik karoları, Louvre Müzesi	15
Şekil 18: (a ve b) M.Ö. 875-865 İsthar Kidmuri Tapınağı topuzlu duvar karosu, (c) topuzlu duvar karosu üzerinde çivi yazısı olan topuz detayı	17
Şekil 19: (a) M.Ö. 911-609 Neo- Asur dönemi Nemrud Sarayına ait seramik karo ve (b) Karonun topuz etrafındaki çivi yazısı detay görüntüsü	177
Şekil 20: Tell Halaf'ta (Suriye) bulunan bir sunağın sırlı tuğla cephesi, Vorderasiatisches Müzesi, SMB,.....	18
Şekil 21: (a) M.Ö. 875-850 Asur Dönemi (Nimrud) Antik Kalhu kenti saray duvarlarına ait tuğla tipi sırlı seramik karo karşıdan görünümü ve (b) aynı karonun yandan görünümü	18
Şekil 22: M.Ö. 668 -631 Neo-Asur Dönemi, mavi zemin üzerine beyaz ile iki satır çivi yazılı, orijinal olarak kırmızı satır çizgileri sırlı tuğla parçası yazıt, Ebat: 11,43x34,29cm.....	19
Şekil 23: M.Ö. 6. yüzyıl düzeni Babil II Nebuchadnezzar Sarayı'ndan Alay Yolu (Ajibur-Shapu) ve İsthar Kapısı Modeli. Vorderasiatisches Müzesi, Staatliche Museen zu Berlin.....	19
Şekil 24: (a) Sırlı Tuğlalardan oluşan İsthar Kapısı, Pergamon Müzesi, Berlin, (b) İsthar Kapısı duvarı, sırlı tuğlalardan lacivert üzerine beyaz çivi yazılı metin	19
Şekil 25: İsthar Kapısı lacivert üzerine beyaz çivi yazılı sırlı duvar tuğlası detayı .	20
Şekil 26: M.Ö. 202 - M.S. 80 Çin Batı Han Hanedanlığı, Weiyang Sarayı alanı, Xian kazı alanına ait uzun ömür ve refah için dua yazısı içeren geometrik karakterli seramik karo, Ebat: 33 × 33 × 6cm	20
Şekil 27: Çin, M.Ö. 221 - M.S. 220 Qin-Han Hanedanlığı pişmiş toprak tuğla tipi karolar (a) Ebatlar: 7,6 x 33,3 x 17,8cm, (b) Ebatlar: 7,6 x 33,3 x 15,6 cm, (c) Ebatlar: 5,7 x 19,1 x 13 cm	21
Şekil 28: (Çin, Sichuan) M.S. 25- M.S. 220 Doğu Han Hanedanlığı figüratif tuğla tipi karo, Ebatlar: 41x47x5,5cm.	21
Şekil 29: (a) M.S.12.yy Selçuklu Dönemi, Kashan, stonepaste bünye üzerine figüratif lüster dekorlu, sekiz köşeli karo, (b) 12.yy İran kalıpla şekillendirilmiş yüksek ve alçak rölyefli türkuaz sırlı, stonepaste friz karosu 27,3x25x4cm	23

Şekil 30: M.S. 1260-1280 Kashan'da üretilmiş Bitki, hayvan ve insan motifli, beyaz opak sır, lacivert sır üstü ve lüster dekorlu sekiz köşeli stonepaste karolar, British Museum	24
Şekil 31: (a) Ortaçağa (M.S. 350 - M.S.1453) ait Encaustic Karo örneği, (b) M.S. 1250-1252 İngiltere Wiltshire Clarendon Encaustic yer karosu, The British Museum	25
Şekil 32: (a) M.S. 12-14.yy Fransa Earthenware bünye üzerine bej astar ve yeşil renkli, figüratif dekorlu karo, (b) M.S. 14-15. Yüzyılda İtalya'da üretildiği düşünülen Earthenware bünye üzerine kalaylı sırlı Mayolika seramik karo	25
Şekil 33: 14.yy sonları -15.yy başları Valencia kalaylı sır üzerine lüster uygulanmış Hispano-Moresk tarzda üretilmiş seramik karo Ebatları: 21,7x30,5cm ..	26
Şekil 34: 16.yy İspanya Toledo cuencas dekorlu Earthenware bünye üzerine kalaylı beyaz opak, lacivert, mavi, yeşil, sarı-kahve transparan sırlı seramik karo, Ebatlar:18.1 × 11.4 cm	27
Şekil 35: Yuan Hanedanlığı dönemi mavi beyaz dekorlu porselen karo	29
Şekil 36: M.S. 15- 16.yy Ming Hanedanı dönemi, sırlı Fahua tipi, yüksek rölyefli stoneware duvar karosu grubu. (Ebat: 39 x 244 x 12.70cm)	30
Şekil 37: Nanjing Müzesi'nde sergilenen modele göre, 15.yy 'da inşa edilmiş "Nanjing Porselen Kulesi"nin yıkılmadan önceki görünümü	300
Şekil 38: (a) M.S. 15.yy Nanjing Porselen Kulesi kemerli kapısı orijinal blokları ve (b) detay görünümü, Nanjing Müzesi	30
Şekil 39: (a1, a2, a3) Maydos Höyük Levha Biçimli Bezemeli Mimari Kaplama parçaları ve (b1, b2, b3) bu parçalar için birkaç tümlleme önerisi.	31
Şekil 40: (a) M.Ö. 5000-3000 Hassekhöyük kil çivi (kil koni) ve öküz figürü levhalarından yapılmış mozaik pano, (b) Hassekhöyük" kil koni"leri; sol alt sırada kısa boylu kil çiviler, sağ alt ve sağ üst kısımda ortası boş kil koniler,sol üst kısmında hayvan biçimli levha parçası, Urfa Arkeoloji Müzesi	31
Şekil 41: Çorum Pazarlı Höyük kazı yetkilisi Mahmut Akok tarafından 1938 yılında çizilen Pazarlı Höyük çeşitli seramik levhalarla kaplı tepesinde Akroter bulunan Frig yapısına ait illüstrasyon ve çizim detayında mimari terracotta cephe ve çatı kaplamaları	33
Şekil 42: Frig Medeniyetine ait Gordion Antik Kenti çatı kiremitleri ve Çörtenli simalar	34
Şekil 43: (a) Çorum Pazarlı Höyük 'de bulunan Frig Medeniyetine ait mimari terracottalar, (b) Frig Medeniyeti Gordion Antik kenti aslan tasvirli ve geometrik desenli antefixleri	35
Şekil 44: Frig Medeniyeti Düver yerleşimi kazı alanına ait seramik mimari kaplamalarının dönem mimari yapısında uygulanması çizimleri, çatı üstünde yer alan orta akroter uygulaması	35

Şekil 45: (a) Frig Medeniyeti, Düver kolları kendi içine doğru hafifçe kıvrılan, boynuz ya da kanat şekilli bir orta akroterin yarısına ait parça, Burdur Müzesi, (b) söz konusu yarım orta akroter parçasının ön ve arka görünümü, Ebatlar: 62x34cm	35
Şekil 46: Paleo-Frig Areyastis Yazılıkaya Anıtında tasvir edilen megaron üzerinde yer alan taç şeklinde akroter ile ana giriş cephe duvarında yer alan mimari terracotta levhaları, (b) Midas Anıtı'nda tasvir edilen ve Gordion antik Kenti kazılarında bulunan kırmızı terracotta bünye üzerine beyaz astarlı mimari terracotta, (c) Midas şehri anıtlarında görülen Frig seramik sanatında yaygın kullanılan dama desenli karo	36
Şekil 47: Midas Kenti, Midas Anıtı ve anıt üzerinde sağ ve sol yan duvar ile ana girişte yer alan mimari terracotta tasvirleri	37
Şekil 48: Frig Vadisi, Bahşeyiş Anıtı ön yüzüne tasvir edilmiş mimari terracotta levhaları ve Frig çatı sistemi tasviri.....	37
Şekil 49: (a) Pazarlı Höyük Frig mimari terracotta örnekleri, Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Frig Eserleri, (b) Pazarlı Höyük seramik kaplamaları detayı.....	38
Şekil 50: Frig Medeniyetine ait, Midas Tümülüsünden çıkan cephe kaplama ve çatı süslemeleri (tepede antefix, sağ üst köşede çörtlenli sima levhası, ortada friz levhaları, sağ alt köşede sima levhası, Gordion Müzesi	39
Şekil 51: (a) Frig Medeniyetine ait Damalı desenli Gordion Kenti friz levhaları, (b) Burdur Düver'de bulunan üst üste binen eşkenar motifli Frig friz levhası, (c) ve (d) Frig Medeniyeti Düver yerleşimi meander-svastika motifli friz levhaları, Kopenhag Müzesi, (e) Frig Medeniyeti Düver yerleşimi meander-svastika motifli Sima levhası 24x59cm, Zürih.....	39
Şekil 52: Pazarlı Höyük 'de bulunan Frig Medeniyetine ait mimari terracottalar, Çorum Arkeoloji ve Etnografya Müzesi	40
Şekil 53: (a) ve (b) Frig Düver yerleşimi atlı-griffon levhaları, (c) Frig siluet tarzı hayvan figürlü rölyef ve boyama dekoru terracotta levha, Gordion Kale Höyüğü, (d) Frig çizgi tarzı hayvan figürlü rölyef ve boyama dekoru terracotta levha, Pazarlıhöyük	400
Şekil 54: (a) ve (b) M.Ö. 6. yy Lidya, Sardes mimari terracottaları	41
Şekil 55: M.Ö. 6. yüzyıl Lidya dönemi Sardes Kenti' ne ait friz olarak kullanılan lotus ve palmet rölyefli ve kırmızı, kahverengi ve beyaz renk astar dekorlu mimari terracottalar	41
Şekil 56: M.Ö. 6. yy. Sardes antik kenti kırmızı ve siyah lotus motifli mimari terracottaları (a) çörtlenli sima, (b)friz levhası	41
Şekil 57: M.Ö. 6. yy. Lidya Sardes Antik kenti geyik ve aslan figürlü mimari terracotta	41
Şekil 58: (a) M.S. 1271 yılında inşa edilmiş olan Anadolu Selçuklu Dönemi Sivas Gök Medrese Minaresi, sırsız ve sırlı tuğla bezeme tekniği, (b) Selçuklu Döneminde birkaç kez restore edilen Siirt Ulu Cami Minaresi, sırsız ve sırlı tuğla bezeme tekniği.....	42

Şekil 59: (a) Konya Akşehir Küçük Ayasofya Mescidi Kubbe Kasnağı, türkuaz ve lacivert sırla sırlanmış kesme çiniler, tuğlalardan oluşan mozaik, (b) Malatya Ulu Cami sır kazıma ile üretilmiş eyvan bordürü.....	43
Şekil 60: (a) 12-13. Yy Selçuklu Dönemi fırça dekoru ile üretilmiş hayvan ve mitolojik figürlü çini karolar Karatay Çini Müzesi, (b) Selçuklu Dönemi Kubad Abad Büyük Sarayı karosu	44
Şekil 61: Minai tekniği ile üretilmiş çini karolar (a)Konya Alâeddin Sarayı, (b) M.S. 1160- 1170, Selçuklu Konya Sarayı	45
Şekil 62: M.S. 1630- 1830 Osmanlı Dönemi mimari seramikleri, soldan sağa: Kütahya, Tekfur Sarayı, İznik. Sergi Yeri: Louvre Müzesi Paris	45
Şekil 63: Selçuklu dönemine ait barbutin ve minai dekorlu, rölyefli seramik karo Museum für Islamische Kunst, Berlin	45
Şekil 64: (a) M.S. 1419 Bursa Yeşil Cami altınlama tekniği dekorlu çini pano, (b) Bursa Yeşil Cami çini pano detayı görünümü.....	466
Şekil 65: (a) M.S. 1277 Selçuklu Dönemi kazıma sır ve ajur tekniğiyle yapılmış çini panel Sahip Ata Vakıf Müzesi, Konya , (b) M.S. 1211 Kayseri Güllük Medresesi kazıma mozaik, kesme mozaik ve ajur teknikleriyle yapılmış mihrap çinileri.....	46
Şekil 66: 12. yy. sonu Selçuklu Dönemi Kaşan çömlekçileri tarafından lakvardina tekniğiyle üretilmiş seramik karo. Louvre Müzesi	47
Şekil 67: (a) M.S. 1657–1658 Johannes Vermeer 'in, “Sütçü Kız” tablosunda sağ alt bölümde yer alan Delf Seramik Karolarından oluşan süpürgelik (Tablo Ebatları: 45,5 × 41 cm) ve (b) “Sütçü Kız” tablosu sağ alt kısmında yer alan Delf Seramik karolarından oluşan süpürgelik detay görünümü	49
Şekil 68: 18.- 17. Yüzyıl Delf Kobalt Mavisli Karolar, Ortalama Ebatlar:131 × 131 × 7 mm ve 130 × 130 × 9mm	49
Şekil 69: (a) M.S. 1757–1759 İtalya “Capodimonte Porselen Oda” görünümü ve (b) detay görünümü	50
Şekil 70: (a) M.S. 1760- 1765 “Aranjuez Sarayı Porselen Oda” görünümü, (b) M.S. 1770 “Madrid Kraliyet Sarayı Porselen Oda” görünümü	50
Şekil 71: (a) 1760'lar Wedgwood ve Bentley siyah bazalt portre madalyonu formunda seramik karo, (b) 1760'lar Wedgwood üretimi Jasperware seramik karo, (c) Sadler ve Green'in Liverpool'da 1756–1757 yılları arasında “transfer baskı tekniği” ile ürettiği sır üstü baskılı bir karodan detay.....	52
Şekil 72: (a) M.S. 1840'lar Chamberlains of Worcester karo yapımı illüstrasyonu, (b) M.S. 1850'ler civarı vidalı preslerin erken dönemi tek elle çalıştırılan vidalı pres illüstrasyonu	53
Şekil 73: Viktorya Dönemi (1837-1901) Encaustic Karo örneği.....	54
Şekil 74: Osmanlı Döneminde Yıldız Fabrikasının model atölyesi çalışanları	62

Şekil 75: 1970'lerde Sümerbank Bozüyük Seramik Fabrikası genel görünümü (Günümüzde Bien Seramik Bozüyük Fabrikası olarak üretimine devam etmektedir).....	63
Şekil 76: 1960'lı yıllarda Avrupa'da art and Craft ve Bauhause okulunun etkisiyle seramik üreten sanatçılarına ait (sırasıyla Lisa Larson Gustavsberg, Stig Lindberg) duvar karoları.....	70
Şekil 77: Füreyya Koral'a ait Elmadağ Ka Han seramik duvar panosu	71
Şekil 78: Sadi Diren'e ait duvar panoları (a) 1970 tarihinde İstanbul Minyatürü temalı, Dışbank Genel Müdürlüğü Koleksiyonunda yer almakta olan pano ve (b) 1973 yılında Nejat Eczacıbaşı Villası için üretilmiş pano	71
Şekil 79: Atilla Galatalı 'ya ait duvar panoları	72
Şekil 80: Erdinç Bakla'ya ait seramik duvar panoları (a) Bağdat Caddesinde bir apartman duvarında yer alan seramik duvar panosu ve (b) Kuşadası /Aydın Matis Binası Miletisi Seramik dekorundan yola çıkılarak üretilmiş duvar panosu.....	73
Şekil 81: Tüzüm Kızılcan 'a ait seramik duvar panosu	74
Şekil 82: (a) Hamiye Çolakoğlu'a ait seramik duvar panosu ve (b) İlgi Adalan 'a ait duvar panosu (Özçelik, 2018:156-157)	74
Şekil 83: Çalışmada kullanılan Pişmiş Duvar Karosu Atıkları yığının öğütme öncesi genel görünüm	102
Şekil 84: (a) Çalışmada kullanılan Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının ebatlanma sonrası görünümü ve (b) PDKA yakından görünümü	102
Şekil 85: Konileme –Dörtleme Yönteminin Temel Aşamaları	103
Şekil 86: (a)Yarı analitik laboratuvar terazisinde bünye reçetesi tartımı, (b) bilyeli sulu öğütücü, (c) bilyeli sulu öğütücü iç görünümü.....	107
Şekil 87: Reçetelerin toz haline getirilmesinde kullanılan çekiçli öğütücü	107
Şekil 88: (a) Çalışmada kullanılan laboratuvar tipi press, (b) nemli toz haline getirilen reçetelerin presleme işlemi sonrası presdeki ilk görünümleri ve (c) Presle şekillendirilen bünye reçetesi tabletlerinin pişme öncesi genel görünümü	107
Şekil 89: Çalışmada kullanılan kamara tipi laboratuvar fırın içi görünümü.....	107
Şekil 90: Bünye tabletlerinin % küçülmelerinin ölçümü	108
Şekil 91: (a)ve (b) Çalışmada kullanılan kopma modülü cihazı genel görünüm, (c) kopma modülü cihazında kırılan tabletlerin mukavemet ölçümlerinin hesaplanması.....	109
Şekil 92: (a) Su emme testi için kullanılan Vakumlu Su Emme test cihazı ve (b) Vakumlu Su Emme Test cihazına tabletlerin test için yerleştirilmesi....	110
Şekil 93: (a) CIE L*a*b* renk (koordinatları) uzayı ve (b) çalışma için hazırlanan bünye tabletlerin pişme sonrası Colour Spectrophotometer cihazı ile CIE L*a*b* renk koordinat değerleri ölçümü	111

Şekil 94: Referans Bünye Reçetesi 1 ve Referans Bünye Reçetesi 2 tabletleri pişme sonrası görünümleri	113
Şekil 95: (Soldan sağa) Referans Bünye Reçetesi 1 ve Sodyum Feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Bünye Denemeleri D1, D2, D3, D4 tabletleri pişme sonrası görünümleri.....	114
Şekil 96: Referans Bünye Reçetesi 2 ve Sodyum- Potasyum Feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Porselen Stoneware Karo Bünye Denemeleri (soldan sağa) D5, D6, D7, D8, D9 tabletleri pişme sonrası görünümleri	115
Şekil 97: (a) “PDKA İçeren Deneme” karolarının pişme sonrası roller fırından çıkış anı (Bien Bozüyük Fabrikası, 23.09.2021), (b) “PDKA İçeren Deneme” karolarının pişme sonrası “STD Üretim” ile karşılaştırılmak üzere toplanması (Bien Bozüyük Fabrikası, 23.09.2021)	118
Şekil 98: “PDKA İçeren Deneme” bünye karolarının pişme sonrası “STD Üretim” bünyeye kıyasla incelenmesi (Bien Bozüyük Fabrikası, 23.09.2021)....	118
Şekil 99: "STD Üretim" numunesinin EDX analizi 1	122
Şekil 100: "STD Üretim" numunesinin EDX analizi 2.....	122
Şekil 101: "PDKA İçeren Deneme" numunesinin EDX analizi 1	123
Şekil 102: "PDKA İçeren Deneme" numunesinin EDX analizi 2	123
Şekil 103: “PDKA İçeren Deneme” numunesinin SEM cihazında ikincil elektronlarla (SE) alınmış 10000X (a) ve 20000X (b) kesit görüntüsü.....	124
Şekil 104: "STD Üretim " numunesinin ikincil elektronlarla (SE) alınmış 10000X ve 20000X kesit görüntüsü	125
Şekil 105: "STD Üretim " numunesinin SEM cihazında yansıyan elektronlarla (BSE) (a) 200X ve (b)1000X büyütülmüş görüntüsü	126
Şekil 106: "PDKA İçeren Deneme " numunesinin SEM cihazında yansıyan elektronlarla (BSE) (a) 200X ve (b) 1000X büyütülmüş görüntüsü	126
Şekil 107: PDKA kullanımıyla üretilen bünyenin artistik form tasarımında kullanımı için hazırlanması	128
Şekil 108: "Zamanın İzleri 1", 2022. (Cepheden görünümü)	129
Şekil 109: "Zamanın İzleri 1", 2022. (sağ yandan görünümü)	130
Şekil 110: "Zamanın İzleri 2", 2022 (Cepheden görünümü)	131
Şekil 111: "Zamanın İzleri 2", 2022 (sağ yandan görünümü)	132
Şekil 112: "Zamanın İzleri 3", 2022 (Cepheden görünümü)	133
Şekil 113: "Zamanın İzleri 3", 2022 (Sol yandan görünümü)	134
Şekil 114: "Zamanın İzleri 4", 2022 (Sağ yandan görümümü).....	135
Şekil 115: "Zamanın İzleri 4", 2022 (Sol yandan görümümü)	136
Şekil 116: "Zamanın İzleri 5", 2022 (Cepheden görümümü)	137

Şekil 117: "Zamanın İzleri 5", 2022 (Sol yandandan görünümü).....	138
Şekil 118: "Zamanın İzleri 6", 2022 (Sağ yandan görünümü).....	139
Şekil 119: "Zamanın İzleri 7", 2022 (Cepheden görünümü)	140
Şekil 120: "Zamanın İzleri 7", 2022 (Sol yandan görünümü)	141
Şekil 121: "Zamanın İzleri 8", 2022 (Cepheden görünümü)	142
Şekil 122: "Zamanın İzleri 8", 2022 (Sağ yandan görünümü).....	143
Şekil 123: "Zamanın İzleri 9", 2022 (Cepheden görünümü)	144
Şekil 124: "Zamanın İzleri 9", 2022 (Sol yandan görünümü)	145
Şekil 125: "Zamanın İzleri 10", 2022 (Cepheden görünümü)	146
Şekil 126: "Zamanın İzleri 10", 2022 (Sol yandan görünümü)	147
Şekil 127: "Zamanın İzleri 11", 2022. (Cepheden görünümü)	148
Şekil 128: "Zamanın İzleri 11", 2022. (Sağ yandan görünümü).....	149
Şekil 129: "Zamanın İzleri 12", 2022 (Cepheden görünümü)	150
Şekil 130: "Zamanın İzleri 12", 2022 (Sol yandan görünümü)	151
Şekil 131: "Zamanın İzleri 13", 2022 (Cepheden görünümü)	152
Şekil 132: "Zamanın İzleri 13", 2022 (Sağ yandan görünümü).....	153
Şekil 133: "Zamanın İzleri 14", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	154
Şekil 134: "Zamanın İzleri 15", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	155
Şekil 135: "Zamanın İzleri 16", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	156
Şekil 136: "Zamanın İzleri 17", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	157
Şekil 137: "Zamanın İzleri 18", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	158
Şekil 138: "Zamanın İzleri 19", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	159
Şekil 139: "Zamanın İzleri 20", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	160
Şekil 140: "Zamanın İzleri 21", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	161
Şekil 141: "Zamanın İzleri 22", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	162
Şekil 142: "Zamanın İzleri 23", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü	163

Şekil 143: "Zamanın İzleri 24", 2023 (a) cephe görünümünü ve (b) sol yandan görünümü	164
Şekil 144: "Zamanın İzleri 25", 2023 (a) cephe görünümünü ve (b) sol yandan görünümü	165
Şekil 145: "Sodyum Feldispat" içeren Referans $E_b \leq 0,5$ % bünyede "Kaolin ve Kuvars" yerine kullanım denemeleri (soldan sağa) D10, D11, D12, D13, D14 tabletleri pişme sonrası görünüşleri	188
Şekil 146: "Sodyum Feldispat" içeren Referans $E_b \leq 0,5$ % bünyede "Sodyum feldispat ve Kuvars" yerine kullanım denemeleri D15, D16, D17, D18 tabletleri pişme sonrası görünüşleri	189
Şekil 147: Pegmatit yerine PDKA'nın kullanıldığı Duvar Karosu Bünye Denemeleri (soldan sağa) Referans Duvar Karosu Bünye Reçetesi ve sırasıyla PDKA' lı Duvar Karosu Deneme 1, 2, 3, 4, 5 reçete tabletleri pişme sonrası görünüşleri.....	190
Şekil 148: M.Ö. 2500-1500 Türkmenistan Gonur Tepe'de bulunan sarı, mavi, turuncu, beyaz, yeşil renklerde, geometrik motifli duvar mozaığı.....	196
Şekil 149: M.Ö. 2500-1500 Gonur Tepe (a) kalp desenli geometrik duvar mozaığı, (b)Gonur Tepe grifon ve kanat motifli duvar mozaığı	197
Şekil 150: M.Ö. 18.-16. Hitit Uşaklı Höyük mozaiği	197
Şekil 151: (a)Rekonstrüksiyonu yapılan 10x10m 'lik Gordion Megaron II binası renkli çakıl mozaiklerin yukarıdan genel görünümü , (b)Gordion renkli çakıl mozaiklerin detay görünümü	198
Şekil 152: Rekonstrüksiyonu yapılan M.Ö.9.yy'ın ikinci yarısına tarihlenen Gordion MegaronII binası renkli çakıl mozaiklerin suluboya tasviri.....	198
Şekil 153: Yunanistan, Olynthus, A vi 3 evi, Bellerophon mozaiki	198
Şekil 154: Çingene Kızı 'Maenad' mozaığı, Sergi Yeri: Zeugma Müzesi, Gaziantep	199
Şekil 155: (a) M.S. 2. yüzyıl, Roma. Arausio'dan mermer opus sectile döşemesinin bir bölümü, Fransa. (Archaeological Museum, Orange), (b) Erken Roma Dönemi, Perge Antik Kenti mermer opus sectile döşemesi.....	196
Şekil 156: (Erken Roma -Geç Antik Çağ)Lidya Sınır kenti Tripolis'de (günümüzde Buldan/ Denizli sınırları) opus sectile tekniğiyle döşenmiş çarşı ve dükkanların bulunduğu sütunlu yol.....	196
Şekil 157: 14. Yüzyıl Elhamra Sarayı çini mozaik duvar kaplamaları.	197
Şekil 158: Ekim 2021 tarihlerinde Uluslararası Seres 2021 kongresinde sunulan poster bildiri ve bildiri özetleri kitapçığındaki yeri.....	1962

LABORATUVAR DENEMELERİNDE KULLANILAN CİHAZ VE EKİPMANLAR LİSTESİ

1. Memmert UN 110 B416.1655 model etüv
2. M.G.S laboratuvar tipi büyük boy porselen kavanozlu alümina bilyeli öğütücü (değirmen)
3. Ceramic Instruments S.R.L. “Hammer Mill HM/530B çekiçli öğütücü
4. Radwag Yarı analitik terazi
5. Nabertherm 1300°C kamara tipi elektrikli laboratuvar fırını
6. Nannetti S.R.L. Mignon S model manual laboratuvar tipi press
7. Mitutoyo dijital kumpas
8. Ceramic Instruments S.L.R. VSVD Vakumlu Su Emme Test cihazı
9. Ceramic Instruments S.R.L. CI6 “Colour Spectrophotometer” CIE L*a*b* renk koordinatları tayin cihazı



ÇALIŞMADA KULLANILAN KISALTMALAR

Kısaltma	Açıklama
A.Z.	Ateş Zayıtı
D	Pişmiş Duvar Karosu Atığı içeren bünye deneme reçeteleri
XRD	X Ray Difraktogramı
XRF	X Ray Floresans
EDX	Enerji Dağılım X-Işını Spektrometresi
ISO	Uluslararası Standart Organizasyonu
M.Ö.	Milattan Önce
M.S.	Milattan Sonra
PDKA	Pişmiş Duvar Karosu Atığı
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
ISO 13006	Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO) tarafından Seramik Karoların teknik uygunluk ve gerekliliklerinin tarif edildiği kalite standardı
TS EN 14411	Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından Seramik Karoların teknik uygunluk ve gerekliliklerinin tarif edildiği kalite standardı
EN 14411	Avrupa Standardizasyon Komitesi (EN) tarafından Seramik Karoların tanım ve sınıflandırmalarının yapıldığı, teknik uygunluk ve gerekliliklerinin tarif edildiği ve işaretlemeleriyle ilgili özelliklerinin tanımlandığı Avrupa Standardı
EN ISO 10545	Avrupa Standardizasyon Komitesi (EN) tarafından ve Uluslararası Standart Organizasyonu (ISO) tarafından hazırlanan, seramik karoların ürün özelliklerini tayin etmek için gerekli deney işlemlerini açıklayan standart.
TS EN ISO 10545	Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından EN ISO 10545 standardına atıf yapılarak hazırlanan, seramik karoların ürün özelliklerini tayin etmek için gerekli deney işlemlerini açıklayan standart.

ÇALIŞMADA KULLANILAN SİMGELER

Simge	Açıklama
Al_2O_3	Alüminyum oksit
Ca	Kalsiyum
$CaCO_3$	Kalsiyum Karbonat
CaO	Kalsiyum oksit
Eb	Su Emme
Fe_2O_3	Demir III oksit
K	Potasyum
K_2O	Potasyum oksit
kg/cm^2	Kilogram/ santimetrekare
KK	Kızdırma Kaybı
m	Ağırlık
$MgCO_3$	Magnezyum Karbonat
MgO	Magnezyum oksit
mm	Milimetre
N	Newton
N / mm^2	Newton / milimetre kare
Na	Sodyum
Na_2O	Sodyum oksit
SiO_2	Silisyum dioksit
TiO_2	Titan dioksit
μm	Mikronmetre
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
$\leq$	Küçüktür ve eşittir
$^{\circ}C$	Santigrat derece

GİRİŞ

Antik çağlardan günümüze seramik sanatında tasarım süreci, sadece form tasarımıyla sınırlı değil, aynı zamanda üretilecek nesne için kullanılacak bünye, sır gibi malzemelerin seçimi ya da tasarlanarak üretimiyle de bağlantılı bir süreçtir. Günümüzde de çağdaş seramik sanatçılarının pek çoğu tasarımlarında kendi ürettikleri bünye, engob ve sırları kullanmakta ve bunların üretiminde genellikle kolay ulaşılabilir, ucuz hammaddeleri tercih etmektedirler.

21. yüzyılda seramik karo üretim miktarlarının artışına bağlı olarak, hem üretim için gerekli olan hammadde miktarı artmakta, hem de üretim sonrası atıkların miktarı artarak, bu atıkların alanlarda birikmesine neden olmaktadır.

Üretim için giderek daha ucuz hammaddeye ihtiyaç duyulan çağımızda, yeryüzünde giderek çoğalan endüstriyel üretim atıkları, ucuz alternatif malzeme kaynakları olma potansiyeli taşımaktadır. Bu potansiyele sahip kaynaklardan biri de tıpkı yüksek ergiticilik özelliğine sahip feldispatlar gibi kimyasal yapılarında yüksek oranda alkali (Na_2O , K_2O) ve toprak alkali oksitler (CaO , MgO) ve mineralojik yapılarında anortit içeren¹ Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA)'dır.

Pişmiş Duvar Karosu Atıklarında bulunan kalsiyum feldispat olarak da tanımlayabileceğimiz anortit, doğada nadir bulunan² ve Porselen- Porselen Stoneware gibi yüksek sıcaklıkta pişen bünyelerde eritici kullanıldığında; fiziksel dayanım, daha düşük sıcaklıkta sinterlenme gibi üstün teknik özellikler sağlayabilen bir malzemedir.

Ticari olarak Duvar Karosu olarak adlandırılan ($E_b > 10\%$) türü seramik karoların, endüstriyel üretim süreçlerinde pişme sonrası kırılma, pişme ve yüzey kusurları, sır hatası vb. nedenlerle ayrılan, pişmiş sırlı ve sırsız parçalardan oluşan üretim miktarının yaklaşık %7-13'ü oranında Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) ortaya çıkmakta ve bu atıkların mineralojik değeri tam olarak anlaşılamadığı için, gerektiği gibi etkin olarak geri kazanılamadan atık alanlarını doldurmaktadır.

¹ BKZ.. 4.2. Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) ve Kimyasal - Mineralojik Yapıları bölümü.

² Anortit doğada nadir bulunduğu ve ilave edildiği bünyelerin teknik özelliklerini iyileştiren bir hammadde olduğu için yüksek maliyetlerle üretilir (Ceylan, 2021; Kobayashi ve Kato, 1994:833, Ouali, Sahneoune, Belhouchet ve Heraiz, 2017:131 ; Okada, Watanabe, Kumar, Kameshima, Yasumori ve MacKenzie, 2003)

Bu tez çalışmasında, üretimlerinde yüksek oranda feldispat kullanılan, düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware karo bünyesinde, feldispat yerine artan oranlarda Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA)'nın kullanım imkanları araştırılmıştır.

Araştırmada "sodyum feldispat" ve "sodyum- potasyum feldispat" içeren iki farklı referans bünyede feldispat oranı azaltılarak artan oranlarda PDKA'nın kullanım imkânları deney yöntemiyle incelenmiştir.

Türkiye'de büyük ölçekli üreticilerce üretilen Duvar Karoları ile yapılan kimyasal ve mineralojik incelemede, söz konusu ürünlerin kimyasal ve mineralojik yönden benzerlikleri saptandığı için alan sınırlaması yapılarak; bünye deneme çalışmaları tek firmaya ait PDKA ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, feldispat yerine artan oranlarda PDKA kullanımıyla hem endüstriyel hem de artistik seramik üretiminde kullanılabilen yüksek mukavemetli ve düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware Karo bünyesi elde edilerek kullanım uygulamaları yapılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla çalışmada laboratuvar denemelerinde olumlu sonuç alınması nedeniyle "sodyum potasyum feldispat" yerine %6 PDKA kullanılarak hazırlanan bünye ile hem Bien Seramik fabrikası (pişirim sıcaklığı: 1202°C olan) endüstriyel Porselen Stoneware Karo üretim hattında üretim denemesi, hem de Seramik Karo Tarihi'nden esinlenilen (pişirim sıcaklığı: 1217°C olan) 16 adet sırlı artistik karo ve 13 adet heykel tasarımı yapılmıştır. Ayrıca çalışmadaki denemelerin genel sonuçları; Seres21 V. Uluslararası Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Kongresi'nde (13-15 Ekim 2021 tarihleri arasında)"Poster Bildiri" olarak sunulmuştur.

Ayrıca daha fazla bilgi isteyen araştırmacılar için ekler bölümünde çalışma için gerçekleştirilmiş olan; "PDKA'nın Sodyum Feldispat içeren ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware karo bünyesinde kullanımı", " PDKA'nın Sodyum Feldispat ve Kuvars yerine kullanımı" ve " PDKA'nın Kaolin ve Kuvars yerine kullanım" denemeleri ile " PDKA'nın ($E_b > 10\%$) Duvar Karosu Bünyesinde Pegmatit Yerine" kullanımı denemelerine de yer verilmiştir. Çalışmada ekler bölümünde ayrıca Seramik Karoların tarihsel gelişiminde önemli rol oynayan "Tarihsel Süreçte Mozaik kullanımı" ile ilgili genel bilgilere değinilmiştir.

I. BÖLÜM

1. SERAMİK KARO TANIMI, TARİHSEL SÜRECİ VE ÇAĞDAŞ SERAMİK SANATINDA İLK DÖNEM SERAMİK KAROLARINA GENEL BAKIŞ

1.1. Seramik Karo Nedir

Seramik terimi, bir süre öncesine kadar "pişirilmiş kilden yapılan sert, kırılğan malzemeler" olarak tanımlanırken, günümüzde "önce şekillendirilip ardından ısıyla sertleştirilen inorganik malzeme ve bu malzemeden üretilen ürünler" olarak tanımlanmakta(Singer ve Singer, 1963; McColm, 2013; Phillips,1991 ; Carter ve Norton, 2013; Arcasoy, 1983) ya da en yaygın olarak; "süneklik gibi metal özelliklerine sahip olmayan, gevrek ve kırılğan yapıya sahip inorganik katı malzemeler ve bu malzemelerden üretilen ürünler"i tarif etmek için kullanılmaktadır (Kingery vd., 1976). Özellik ve kullanım alanlarına göre “gelişmiş” ve “geleneksel” olarak iki ana grupta incelenen Seramikler arasında “Seramik Karolar”, tuğla, klozet, çömlek gibi yüksek hacimli parçaları içeren, kil ve silis esaslı ürünleri tanımlayan “Geleneksel Seramikler” grubu ürünlerindendir (Carter ve Norton, 2013:5).

Seramik karolar, genel olarak seramik hammaddelerinin belirli oranlarda karıştırılıp öğütülmesi ve preslenmesiyle, 3 - 30 mm kalınlığında levhalar halinde şekillendirilip, sırlı ya da sırsız olarak dekoratif ve dirençli yüzeye sahip olmalarını sağlayan yüzey uygulamalarına tabi tutulan ve genellikle 1100°C'nin üzerinde pişirilerek elde edilen ürünler olarak tanımlanırlar (Korç, 2017:3 ; Özkan, 2008:250-345 ; Serri vd., 2016:2).

Seramik karolar üretimlerinde kullanılan bünye çeşitleri seramik karoların iç veya dış mekânda, yer veya duvar kaplama malzemesi olarak, kullanılacakları yere uygun teknik özelliklere sahip olmasını sağlar ve buna göre; yer karosu, duvar karosu, Porselen stoneware (sırlı porselen) karo ve Porselen karo gibi adlarla anılırlar.

Seramik ürünler ve dolayısıyla seramik karolar, üretildikleri seramik bünye türüne bağlı olarak farklı gözeneklilik (porozite) özelliğine sahiptir ve bu özelliklerine bağlı olarak artan ya da azalan %su emme, eğilme dayanımı (pişmiş mukavemet), çizilme dayanımı, donmaya karşı direnç gibi fiziksel ve kimyasal dayanıklılık özelliklerine sahiptirler (Sánchez vd., 2010:831; Dondi vd., 2014:93).

Seramik karoların % su emme oranı, hangi tür yüzey ve mekânda kullanıma uygun olduklarını belirleyen en temel özelliktir. Seramik karolarda su emme oranı (gözeneklilik) ne kadar fazlaysa, bünyede gözenek miktarı o kadar fazla ve buna bağlı olarak; bünyenin eğilme dayanımı³ ve aşınma dayanımı az, don olaylarında çatlamaya karşı direnci o kadar düşük ve bir o kadar da hafiftir.

Seramik karolara sahip olmaları gereken, teknik (su emme ve fiziksel-kimyasal direnç) özelliklerin kazandırılmasında bünyelerinde kullanılan kil, kaolin, kuvars, feldispat (ya da sadece gözenekli olması istenen ürünlerde kullanımı tercih edilen CaCO₃ içeren) hammaddelerin; nitelik ve kullanım miktarları büyük önem taşır.

1.2. Seramik Karoların Tarihsel Gelişim Sürecine Genel Bakış

Tarihsel süreçte yaşam alanlarının zemin ve duvarları; binaların doğa koşullarından korunması ve dekorasyonu gibi çeşitli amaçlarla; taş, seramik, cam gibi malzemelerden üretilen kaplama malzemeleri ile kaplanmıştır. Milattan önceki devirlerden bugüne seramik karoların ya da diğer adıyla seramik kaplama malzemelerinin ilk üretim serüveninin başlayıp günümüze gelmesi; hem biçimsel olarak kerpiç, tuğla gibi malzemelerin dekoratif amaçlı kullanımları, hem de tüm bu ürünlerin üretimi için kullanılan seramik bünye ve sır gibi malzemelerin keşfi, gelişimi ve bunlara uygun pişirim yöntemlerinin bulunup geliştirmesi süreçleriyle bağlantılıdır.

“Seramik Karoların Tarihsel Gelişim Sürecine Genel Bakış” bölümünün alt başlıklarında konu bütünlüğünün korunması için; bugün kullandığımız seramik karoların üretimlerine, teknolojik ve biçimsel olarak doğrudan etki eden seramik kaplama malzemeleri (kerpiç, tuğla, kil çiviler (kil koniler), çeşitli seramik duvar ve çatı levhaları, seramik karolar vb.) ve bunların üretimi sırasında kullanılan malzemelerin gelişimi açısından ele alınmıştır. Seramik karoların gelişimi açısından önemli olan mozaik tekniğinin kullanımıyla ilgili bilgilere ise; ekler bölümünde ayrıca yer verilmiştir.

³ Pişmiş Mukavemet, Kopma Modülü olarak da bilinen, seramik karoların sabit hızda eğilmeye (esnemeye) karşı dayanımının ölçülmesi yöntemi

1.2.1. Tarihsel Süreçte Dünya'da Kullanılan İlk Seramik Karolar

Seramik kaplama malzemesi olarak da tanımlanan seramik karoların ilk üretim ve kullanımı; kerpiç, güneşte kurutulmuş tuğla ve pişmiş tuğla üretiminin başlamasına dayanmaktadır. Antik Dönemde üretilen ilk tuğlalar, tuğla pişirme işleminin geliştirilmesine kadar tıpkı kerpiç gibi güneşte kurutularak kullanılmıştır (<https://www.britannica.com/technology/brick-building-material>). Seramik karoların atası sayılan “kerpiç” ve “güneşte kurutulmuş tuğla”nın ilk üretim nedeninin; inşa edilmek istenen tapınak için, taş ve ahşap azlığı nedeniyle, doğa koşullarına dayanıklı yeni malzeme arayışı ile geliştiği düşünülmektedir (Del Pasado, 2015).

İlk dekoratif seramik kaplama malzemelerinin; Kalkolitik Çağ (M.Ö. 8000- M.Ö. 5500) sonunda kerpiçten yapılan, özellikle tapınak ve saray gibi anıtsal yapıların rüzgâr, yağmur gibi doğa koşullarından korunması ve dekorasyonu amacıyla yoğun bir şekilde kullanıldığı düşünülmektedir (Anastasio, 2020:33).

Mevcut bulgulara göre en erken tuğla örnekleri Neolitik Çağa (M.Ö. 8000- M.Ö. 5500) tarihlenir ve önceleri düz ya da rastlantısal sayılabilecek formda şekillendirilmiş olan tuğlaların bu dönemden itibaren, Filistin'den (Jericho, Tell Aswad), İran'a kadar geniş bir alanda üzerinde bağlayıcıların daha iyi yapışmasını sağlamak için kullanılmış olması muhtemel olan baskı izi ile şekillendirildiği görülmektedir. Tuğla üretiminin erken dönemi olarak tanımlayabileceğimiz Neolitik Çağda ebat bakımından önemli değişkenlikler gösteren Mezopotamya tuğlaları; bazen 1 metreden uzun ve kullanıldığı yerde duvar gibi görünen büyük kil bloğu olarak, bazen de çok küçük ebatlı olarak, farklı şekil ve boyutta üretilmiştir (Anastasio, 2020: a.g.e.).

Antik Mezopotamya'da Ubeyd Dönemi'nden (Güney Mezopotamya M.Ö. 5900- M.Ö. 4300) itibaren ise hem işlevsel hem de dekoratif amaçlar için pişirilmeden önce özel şekillere dönüştürülen “kalıplanmış” tuğla örneklerine rastlanır. Sütunların ve kolonların yapımında kullanılan kavisli görünümlü tuğlalar (Şekil 2 a, Şekil 2 b), fonksiyonel kalıplanmış tuğlalara iyi bir örnektir (Anastasio, 2020:33). Bu süreçte kalıplanmış tuğla kullanımının aynı zamanda önemli yapılarda figüratif kabartma yapımında da kullanımı görülür (Şekil 1).

Antik Mezopotamya'da tuğla üretiminde kalıp kullanımı ile tuğla boyutlarında "standartlaşma" başlamıştır. Güneşte kurutulmuş tuğlalardan pişirilmiş tuğlalara geçişle birlikte, şekil ve boyutlarda belirli bir tutarlılık ve düzen meydana gelmiştir (Anastasio, 2020:30). Yine bu dönemde zemin kaplanması için de pişmiş tuğlaların kullanımına başlanmıştır (Anastasio, a.g.e.).



Şekil 1: M.Ö. 1559-1155 Uruk'da İnanna tapınağının önünde kalıpla şekillendirilmiş pişmiş tuğladan inşa edilmiş kabartma, Pergamon Museum
(https://en.wikipedia.org/wiki/Uruk#Uruk_period [06.01.2020])



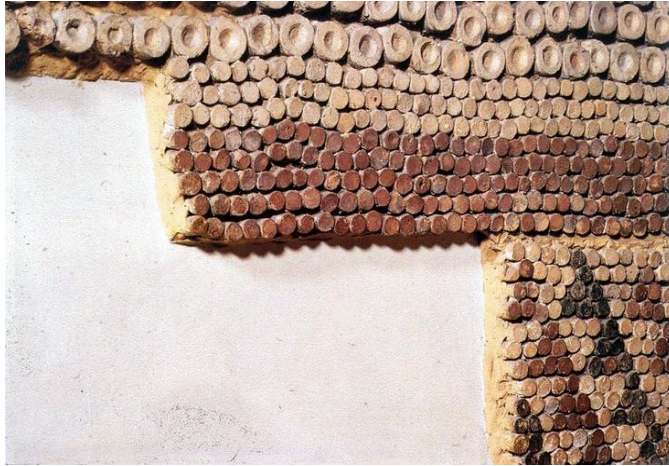
Şekil 2: (a) M.Ö. 15. yy M.Ö. 22.yy Girsu sütun kaidelerine ait kalıpla şekillendirilmiş pişmiş tuğlalar, (b) Uruk, İnanna Tapınağı'nın pişmiş tuğla süslemesinden detay. Tüm panel yüksekliği 205 cm. Berlin, Vorderasiatisches Müzesi (Anastasio, 2020: 33).

Antik Mezopotamya'da yaklaşık M.Ö. 3100'lere tarihlenen (Uruk IVa Dönemi) "Great Court" binası inşasında kullanılan yanık tuğlalardan (<https://en.wikipedia.org/wiki/Uruk>) yola çıkarak; ilk tuğla pişirme denemelerinin bu tarihlerde gerçekleşmiş olduğu ve pişmiş tuğla üretiminin özellikle M.Ö. 2000-M.Ö.1000 yıllarında gerçekleştiği düşünülmektedir (Moorey, 1994:308'den akt. Anastasio, 2020:30). Dekoratif amaçlarla (kabartma figürler oluşturmak için) kalıplanmış tuğla kullanımı ise (M.Ö. 1559-1155) Kassite Dönemi'nde gelişmiştir (Şekil1 ve Şekil 2b) ve bu türün en iyi bilinen örneği Karaindah tarafından M.Ö. 15.

yüzyılda Uruk'ta inşa edilen Tanrıça İnanna tapınağında kullanılan tuğlalardır (Anastasio, 2020:33).

Tarihsel süreçte seramik karoların ilk örnekleri olarak kabul edebileceğimiz seramik kaplama malzemelerinden biri de kerpiç tuğlalar ile aynı dönemlerde kullanımı görülen "kil koni", "kil çivi", "temel çivisi, " ya da "seramik dübel" olarak adlandırılan koni biçimli seramiklerdir (Del Pasado, 2015; Graciani García, 2015:763; Moorey, 1999:309; Hameeuw, 2015:6). Kil Koniler" ya da "Kil Çiviler" in bilinen en eski örnekleri Anadolu'da Kalkolitik Çağ (M.Ö. 5000-M.Ö. 3000) yerleşimi olan Urfa /Siverek, Hassekhöyük 'de (Kavrakoğlu, 2020) ve Mezopotamya'da yaklaşık M.Ö. 3800 yıllarına tarihlendiği düşünülen günümüzde Irak sınırlarındaki Sümer Antik Kenti Uruk "İnanna Yerleşimi"nde görülmektedir (Graciani García, 2015:763 ; <http://uruk-warka.dk/uruk/uruk.pdf> [06.01.2020]).

Estetik ve ritüel anlamlar atfedilerek üretildikleri dönemde büyük önem taşıyan yapıların temellerine ve / veya duvarlarına yerleştirildikleri bilinen Kil koniler ya da kil çiviler (Hameeuw, 2015:6), İnanna (ya da Eanna) Yerleşiminde M.Ö. 3800-3100 yılları arasında inşa edildiği düşünülen çeşitli binalarda; "Beyaz Kireçtaşı Tapınağı (Beyaz Tapınak)"nın bulunduğu alanda çeşitli cephelerin süslenmesi için (Bkz. Şekil 2, Şekil 3) kullanılmışlardır(Graciani García, 2015:763; <http://uruk-warka.dk/uruk/uruk.pdf> [06.01.2020]).



Şekil 3: M.Ö. 3200- M.Ö. 3000 Antik Uruk Kenti "Beyaz Tapınak ve Zigurrat" duvarında üst sırada içi boş koniler, alt sırada düzlemsel tabanlı renkli kil koniler (Del Pasado, 2015)

M.Ö. 3500-3100 yılları arasında Sümer Uygarlığında, (Uruk'un V- IV Seviyelerinde) Kil Konilerin (kil çivilerin) kullanımları artarak, mozaik yapımı için kullanılan önemli parçalar haline gelerek, bu dönemde üretilen binlercesi; tapınak,

saray duvarları, sütun ve tabanlarına uygulanmıştır (Graciani García, 2015:763). Antik Uruk Kentindeki dekoratif mozaiklerin oluşturulmasında kullanılan pişmiş kil koniler (kil çiviler); sıklıkla siyah, beyaz veya kırmızı, daha az sıklıkla sarı veya koyu mavi renge boyanmıştır (Moorey,1999:309; Graciani García, 2015:763).



Şekil 4: M.Ö. 3800-3100 Uruk kenti İnanna Tapınağı kil koni mozaik cephesi, Pergamon Müzesi (<https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89-anna> [06.01.2020])

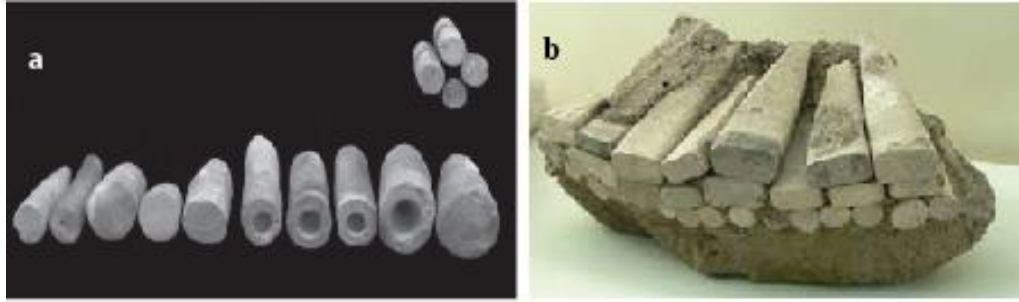


Şekil 5: İnanna Tapınağı kil konileri cephe rekonstrüksiyonu, Vorderasiatisches Museum (https://en.wikipedia.org/wiki/File:Vorderasiatisches_Museum_Berlin_056.jpg [09.01.2020])

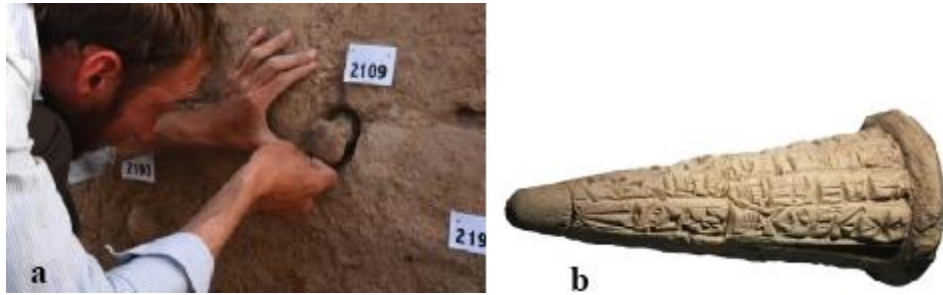
Kil koniler (kil çiviler), koninin sivri kısmı ıslak harca gömülerek, koni tabanı ise çıkıntı oluşturacak şekilde yüzeyde bırakılarak; köşegenler, doğrusal veya zikzak bantlar, eşkenar dörtgenler ve üçgenler gibi (Şekil 4, Şekil 5) sepetçilik, hasır ve kilim, halı gibi tekstil ürünlerinden esinlenildiği düşünülen çeşitli geometrik desenlerle büyük bir estetik güzelliğe ve renkliliğe sahip duvar mozaikleri oluşturulmuştur (Graciani García, 2015; Entidhar vd., 2012; Moorey, 1999). Kil koniler (kil çiviler), sergilenen dış yüzeyleri yani koni tabanlarına göre; düz olan

renkli koniler ve kâse biçiminde ortası boş koniler (Şekil 4 a) olmak üzere iki grupta incelenebilir (Moorey, 1999:309; Graciani García, 2015:763).

M.Ö. 3300-2950 Uruk Kenti kil konilerinde (kil çivilerinde) olduğu gibi daha sonraki dönemlerde “dikdörtgen tabanlı” kil koniler (kil çiviler) de (Şekil 6 b) kullanılmıştır(https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/184816/mod_resource/content/1/5.%20%C3%96NASYA%E2%80%99DA%20GEL%C4%B0%C5%9EEN%20KENTLER.pdf [20.09.2021]). Kil konilerin (kil çivilerin) kullanımıyla hem kullanılan yapının dayanıklılığı arttırılmış hem de tamamen harca gömülmeden uygulanan bu formlarla oluşturulan mozaik desenleri sayesinde yapının dekoratif etkisinin de arttırılması sağlanmıştır (https://es.wikipedia.org/wiki/Clavo_de_fundaci%C3%B3n [01.04.2021]).



Şekil 6: (a) Düzlemsel ve içi boş kil koniler, (Graciani García, 2015:763), (b) M.Ö. 3300-2950 Uruk Kenti dikdörtgen ve daire tabanlı kil konileri (https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/184816/mod_resource/content/1/5.%20%C3%96NASYA%E2%80%99DA%20GEL%C4%B0%C5%9EEN%20KENTLER.pdf [20.09.2021]).



Şekil 7: (a)Günümüz Irak Girsu kentinde bulunan Sümer Dönemi tapınağı duvarında bulunan çivi biçimli “kil koni”nin duvardan çıkarılması ve (b) duvardan çıkarılan kil koni (Weiss, 2019).

Sümer Döneminde kil koniler (kil çiviler) dekoratif amaçların yanı sıra; ritüel amaçlarla da kullanılmışlardır. Sümer Döneminde devlet yöneticileri dindarlık eylemi olarak yaptırdığı binaların zemin ve duvarlarına büyümlü bir sağlamlık vereceği inancıyla; kil çivilerin harca gömülen yüzeylerine, çivi yazısıyla ritüel inançlarla çeşitli yazılar yazmışlardır. Söz konusu kil çivilerde, tanrılara yönelik

yazılar ve bina inşasını yaptıran devlet yöneticilerinin bu dindarlık eylemini anlatan yazılar bulunmaktadır (https://es.wikipedia.org/wiki/Clavo_de_fundaci%C3%B3n [01.04.2021] ; Hameeuw, 2015:6). Üzerinde metin bulunan bu tarz kil konilerde (kil çivilerde), metnin bulunduğu alan harca gömülüdür, yazılı metin kil konilerin göze görünmeyecek bir alanına ve gökyüzüne doğru işaret edecek şekilde yazılmış olması uzmanlar tarafından; yazının yalnızca tanrı tarafından okunabilmesi amacı taşıyor olabileceği yorumuna neden olmuştur (Weis, 2019).

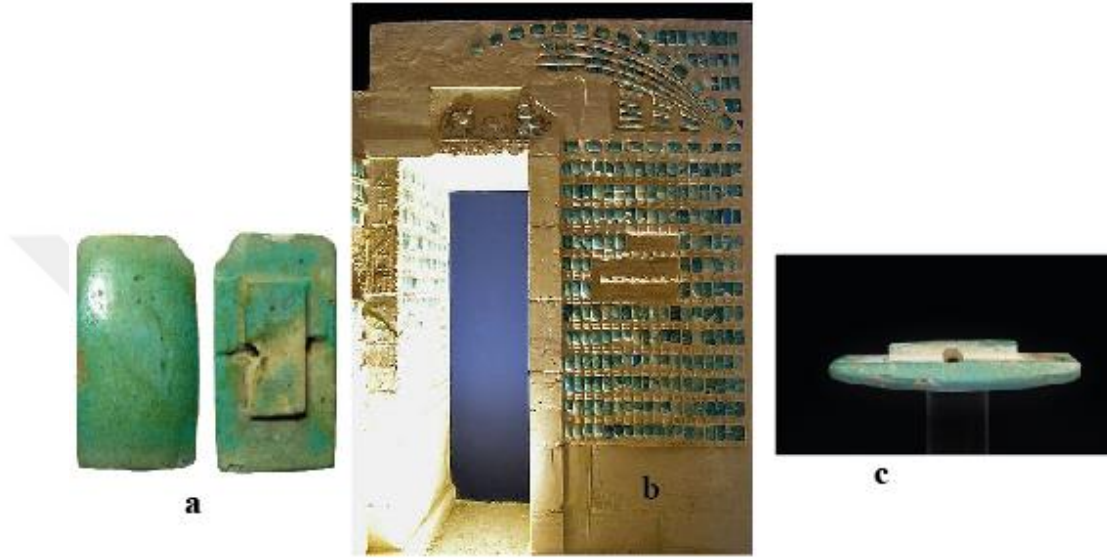


Şekil 8: (a) M.Ö. 2500'e tarihlendiği düşünülen Ninhursag Tell-al Ubaid Tapınağı'nda duvar dekorasyonunda kullanılan rozet biçimli seramik koniler (Graciani, 2015; 764), (b) rozet biçimli kil koni ön yüzey görünümü (https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1919-1011-2591 [29.03.2021]).

Sümer Medeniyetinde, M.Ö. 2900- M.Ö. 2334 yılları arasında, duvar dekorunda kullanım için (kafalarında çiçek süsü bulunan, 11.5cm çaplı, boyları 25 ila 37cm) rozet biçimli yeni bir kil koni formu oluşmuş ve dekorasyon geleneğinde giderek önem kazanmıştır (Graciani García, 2015:763). Türünün en belirgin örnekleri, günümüzde Irak'ın güneyinde bulunan Ninghursag Tell-ak Ubaid Tapınağı'nda bulunmuş olan “rozet biçimli kil koniler”in (kil çivilerin) form bakımından, erken dönem kil konilerine (kil çivilerine) kıyasla belirgin şekilde değişikliğe uğramış olduğu görülür. Erken dönem kil konilerine (kil çivilerine) kıyasla; duvara sabitlenen kısımda çivi formunun giderek incelendiği ve dübele benzer çıkıntılar eklendiği görülürken, izleyiciye dönük olan yüzeyde ise önceki dönemlerde kullanılan daire ya da dikdörtgen taban yerine, sekizgen taban üzerine sekiz yapraklı çiçek motifi rölyefi kullanılmış ve önceki dönem kil konilerine (kil çivilerine) göre rozet biçimli kil konilerin ebat olarak da büyümüş olduğu görülür.

Antik Mısır Medeniyetinde ise en erken seramik karo örneklerine, M.Ö. 2630– M.Ö. 2611 yılları arasında tamamlandığı düşünülen "Step (Dijoser)" Piramit'inde rastlanmaktadır. "Egypt Paste" bünyeden yüzeyleri kendinden sırlı

olarak mavi-yeşil renklerde duvar paneli oluşturan ve yaklaşık 40.000 parçadan oluşan bu karolar, “Step Piramit” den çok daha önce bittiği düşünülen Güney Mezar Odaları'nda yer alır (Madkour ve Khallaf, 2012:63- 64; Kuraszkiewicz, 2015:44-45; <https://artsandculture.google.com/asset/faience-tile-from-the-step-pyramid-of-djoser/xQHCydVyFTtXlA>[27.03.2021]; <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/543904> [27.06.2021]).



Şekil 9: (a) Step Piramidi seramik karosu ön yüzü ve karonun duvara montajı için kullanıldığı düşünülen delikli arka kısmı görünümü (https://www.vcoins.com/de/stores/barry_and_darling/20/product/egyptian_faience_djoser_tile_3rd_dynasty_c_2650_bc/49958/Default.aspx [27.03.2021]),
(b) M.Ö. 2650 Step piramidi seramik karo paneli, Imhotep Museum (<https://www.flickr.com/photos/11413503@N03/2601356557/> [11.01.2021]),
(c) Step Piramit'ine ait karonun yan görünümü (<https://artsandculture.google.com/asset/faience-tile-from-the-step-pyramid-of-djoser/xQHCydVyFTtXlA> [27.03.2021])



Şekil 10: Step Piramidi Seramik Karolarının tel ya da ip kullanılarak duvarda harç içine montaj yöntemi (Kuraszkiewicz, 2015:43).

Orta kısımları şişkin (dışbükey) formda, ortalama olarak 6x4cm (Kuraszkiewicz, 2015:44) ila 10x6cm ebadında ve 6mm kalınlığında(Madkour ve Khallaf, 2012:65) olan bu karolarının arkasında, duvarlardaki kireçli harç içine bastırılmadan önce ip ya da tel gibi bir malzemeyle yan yana dizilip, düzgün bir şekilde sabitlenmelerini sağlayan delikli çıkıntıların yanı sıra, bazı karolarının arkasında üretim seri numaraları veya duvara yerleştirme talimatları olabileceği

düşünülen işaretler ve hiyeroglifler de vardır. Step Piramidi karolarının benzer ebatta ve onbinlerce parça halinde kusursuz gibi görünen ön yüze sahip olarak üretilmiş olmaları nedeniyle; üretimleri için kalıp kullanıldığı fikri yaygın kabul görmektedir (Kuraszkiewicz, 2015:44-47; <https://artsandculture.google.com/asset/faience-tile-from-the-step-pyramid-of-djoser/xQHCydVyFTtXlA> [27.03.2021]; Nicholson, 2009:3). Sır kullanımının henüz bilinmediği çağlarda Antik Mısır Medeniyetinde pişme sonrası ek bir sırlama işlemine gerekmeden "cementation" ve "afflorecance" olarak tanımlanan tekniklerle tek pişirmede kendinden sırlı parlak yüzey elde edilmesini sağlayan İngilizce kaynaklarda "Egypt Faience" ya da "Egypt Paste"⁴ olarak tanımlanan bünyeler (Davidovits ve Davidovits: 2004; Madkour ve Khallaf: 2012; Kuraszkiewicz: 2015), sadece az miktarda kireç ve natron (yani doğal sodyum karbonat cevheri) veya suda çözünen potasyum, sodyum gibi alkaliler içeren bitki külü, öğütülmüş kuvars kullanılarak ve bünyeye mavi-yeşil renk veren bakır bileşiklerinin karışımıyla oluşturulmuştur (Madkour ve Khallaf, 2012:63-64 ; Davidovits ve Davidovits, 2004:2 ; <https://artsandculture.google.com/asset/faience-tile-from-the-step-pyramid-of-djoser/xQHCydVyFTtXlA> [27.03.2021]; <https://www.egypt.swan.ac.uk/the-collection-2/the-collection/faience/> [27.03.2021]).

Tarihsel süreçte seramik üretiminde, ilk başlarda sırsız seramiklerin sonraları seramik formlara işlevsel ve estetik görüntü veren seramik sırlarının keşfedilmiş olduğu bilinmektedir (Ünal ve Akgeyik, 2020:90). Bununla birlikte Antik Mısır'da "Step (Dijoser)" Piramidinde yer alan seramik karoların kendinden sırlı yüzeylere sahip olmaları nedeniyle, diğer medeniyetlerde benzerine rastlanmayan, çağının çok ilerisinde bir gelişim göstermiş olduğu görülür. Antik Mısır'da sahip olduğu parlak yüzey nedeniyle, büyü, güneşin sonsuz yeniden doğuş ve ölümsüzlük güçleriyle dolu olduğuna inanılan "Mısır Fayansı" bünyeden üretilen seramikler (Riccardelli; 2017), zamanının çok ötesinde şaşırtıcı bir teknolojiye sahip olması nedeniyle; malzeme bilimi araştırmalarıyla ünlü bilim insanları olan P. Vandiver ve W. Kingery tarafından 1987 yılındaki çalışmalarında "ilk yüksek teknoloji seramiği" olarak tanımlanmıştır (Vandiver ve Kingery 'den akt. Nicholson, 2009:1).

⁴ "Egypt Faience" ya da "Egypt Paste" Türkçede "Mısır Fayansı" ya da "Mısır Pastası" olarak adlandırılmaktadır.

Antik Mısır seramik karolarının ilerleyen süreçte, M.Ö. 1352-1336'ya tarihlenen El-Amarna ve M.Ö. 1184-1153'e tarihlenen Tell El-Yahudiya antik yerleşimlerinde olduğu gibi; "Mısır Fayansı" bünye ile çok renkli ve farklı kalıplar kullanılarak, kazıma, rölyef, astar, fırça dekoru ya da bunların hepsini bir arada kullanıldığı karma tekniklerle; kare, dikdörtgen, daire gibi farklı geometrik biçimlerde şekillendirilen, bitki, hayvan ve insan desenlerinin sıklıkla kullanıldığı gelişmiş, zengin bir dekor tekniğiyle üretildikleri görülür(Picton, 2013:35).



Şekil 11: Farklı tekniklerle üretilen M.Ö. 1352-1336 Antik Mısır kentlerinden Tell el-Amarna seramik karo parçalarından oluşan koleksiyon, Petrie Museum (Picton, 2013:35)



Şekil 12: (a) M.Ö. 1352-1336 Mısır Tell el-Amarna 'da bulunan dairesel geometrik şekle sahip desenli sırlı karo parçası, Ebat:10,8 x 9,2cm (<https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/3580> [20.05.2021]), (b) Tell el-Amarna, Büyük Saray duvarına ait karma teknikle üretilmiş, bitkisel dekorlu seramik karo parçası (<http://www.globalegyptianmuseum.org/detail.aspx?id=11292> [20.05.2021]).



Şekil 13: Tell el-Yahudiya, M.Ö.1184-1153 Yeni Krallık Dönemi bitkisel dekorlu friz seramik karolar, Ebat: 29.1 x 7.1 cm (<https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/3620> [20.05.2021])



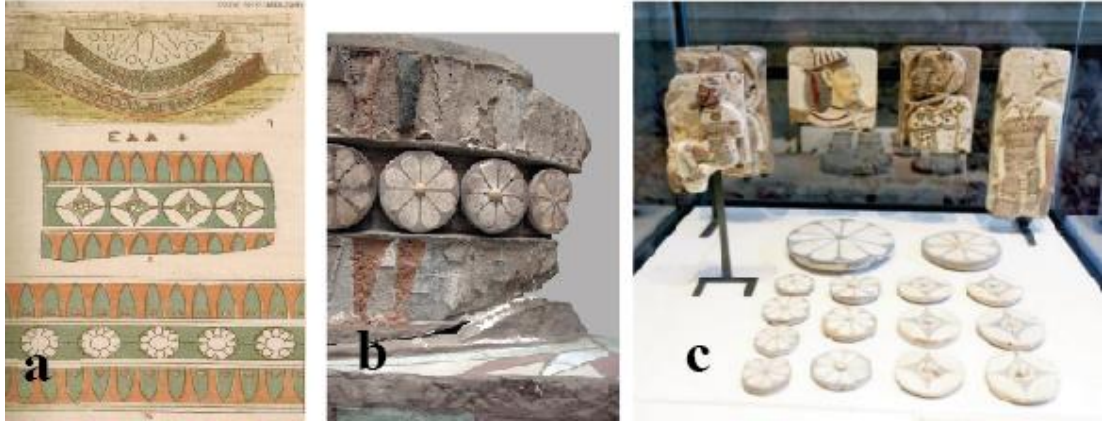
Şekil 14: M.Ö.1279- 1213 Ramses II 'nin seramik karolardan oluşan taht kürsüsü korkuluğu. Metropolitan Museum (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/544759> [12.01.2021])



Şekil 15: (M.Ö. 1184-1153) Tell el-Yahudiya, rozet desenli disk biçimli karolar ön ve arkadan görünümü, Turin, Museo Egizio, (Webb, 2017: 3- 5)



Şekil 16: Tel el Yahudiya'dan disk biçimli seramik karolarla süslenmiş yarım daire sütun kaidesi veya basamaklı platformun (a)cepheden ve (b) yandan görünümü, Ebatlar: 27 x 19 cm, (Webb, 2017: 15)



**Şekil 17: (a) M.Ö. 1184-1153 Tel el Yahudiya'ya ait yarı daire seramik karo dekorlu stant çizimi, (b) Tel el Yahudiya'da bulunan rozet disk biçimli seramik karolarla süslenmiş yarım daire basamaklı platform (Webb, 2017: 15)
(c) Tell el-Yahudiya Ramses III dönemi rölyefli seramik karoları, Louvre Müzesi (<http://ape-egypt.org/user/Seshta/23130> [28.01.2021])**

Antik Mısır' da M.Ö. 1279- 1213 'de çeşitli renklerde ve parlak yüzeyli olarak üretildiği görülen seramik karoların, sadece saray duvarlarında kullanılmakla kalmayıp; taht kürsüsü, merdiven korkuluğu, taht podyumları, basamaklar, pencereler dâhil olmak üzere saraydaki pekçok yüzeyin dekorasyonunda kullanılmıştır. Antik Mısır' da Seti I, Ramesses II 'den başlayarak, her yeni kral adına tüm sarayın yeni seramik karolarla dekore edilip, kralın vefatından sonra adına üretilen tüm karoların tamamen sökülüp, bu seramik karolarla birlikte gömülmesi geleneği görülür. Pi-Ramesse'deki, Ramses II arkeolojik buluntuları bu geleneğin en belirgin örneklerindendir (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/544759> [12.01.2021]).

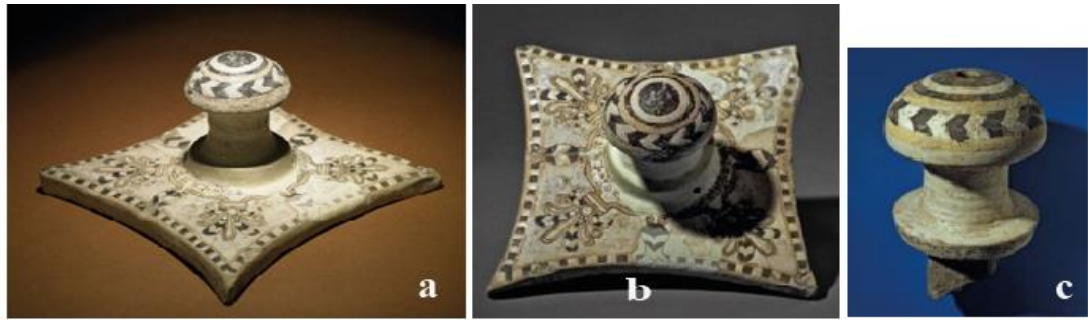
Antik Mısır Medeniyeti dışındaki diğer medeniyetlerde kil objelere seramik sırları uygulanmaya başlanması; Mezopotamya'da M.Ö.16.yüzyılda ilk cam nesnelerin üretiminin gerçekleşmesinin ardından gelişme göstererek, mimari cephelerin yanı sıra, iç mekânlarda sırlı seramik ürünlerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Orta Asur Döneminde ise bina dışları sırlı tuğlalarla kaplanmıştır. Ancak sır kullanımının yaygınlaşmaya başladığı bu dönemde; seramik üretiminde kullanılan kil bünyeler ve kullanılan sırlar birbirinden farklı termal genleşme özelliğine sahip olduğu için; sır tabakaları çoğunlukla kavlanıp, bünyeye tutunamayarak tamamen veya kısmen dökülmüş, bu nedenle erken dönemde sır kullanılan birçok seramik eserin sırlı tabakaları günümüze ulaşamamıştır. M.Ö. 2. binin ikinci yarısından M.Ö.1. yüzyıla kadar dönemin seramik ustaları, sır ve bünyenin termal genleşme

uyumunu sağlayabilen sırların geliştirilmesi için çeşitli çalışmalar yapmış, sır kullanımının başlangıcından itibaren görülen termal genleşme farkından kaynaklanan çatlama, sır dökülmesi ve kavlanma hataları, M.Ö. 1.yüzyılda Mısırlı seramikçilerin, kurşunlu sırları civardaki ülke seramikçilerine tanıtması ile ancak aşılabilmektedir (Fügert ve Gries, 2018:1). Seramik sırlarının kullanılmaya başladığı erken dönemde sır çeşitleri sadece transparan sırlar ve bakır oksit ilavesiyle elde edilen açık mavi ya da yeşil renklerde sırlardan oluşurken, zaman içinde diğer renk veren metal oksitlerin sırlara ilave edilmesiyle renk çeşitliliği artmıştır.

Antik Çağlarda, Mısır Medeniyeti dışında diğer medeniyetlerde seramik üretimindeki bir başka yenilik, yeni bir bünye türünün geliştirilmesiyle gerçekleşmiştir. Silisin ebat değişkenliğini önleyebildiği keşfedilene dek, seramik üretiminde sadece kilin hammadde olarak kullanımıyla üretilen büyük ebatlı seramik duvar kaplama parçalarının pişme sonrası üretimi planlanan ebattan farklı boyutlarda olmasının neden olduğu montaj güçlüğü sorunu ve pişme öncesi bu parçaların geç ya da kontrolsüz kuruması sonucu meydana gelen çatlama ve kırılmalar bugün olduğu gibi erken çağ seramik karo üretiminde üretimi güçleştiren etkenlerden olmuştur. Daha önce kullanılan kil bünyeler yerine, M.Ö. 12. yüzyılda Elam'da geliştirilen kil bünyelere silis ilave edilerek “silisli bünyeler” kullanılmaya başlanmış, daha sonra yine bu coğrafyada Orta Elam, Neo Elam ve Ahameniş Dönemi'nde de silisli bünye üzerine sır uygulanmış rölyefli tuğlalar bina dekorasyonunun karakteristik özelliği olmuştur (Fügert ve Gries, 2018:1). Neo-Asur Döneminde ise silis içeren bünyeler; kil ve yüksek ısıda kalsine edilmiş bitki sapı külü ilave edilmesiyle, yüksek oranda CaO (%18,5-16,4) ve MgO (%4,7-7,1) içeren bir yapıya dönüşerek, erken döneme göre daha açık renkli pişme rengine sahip olmuştur (Freestone, 2014:55).

M.Ö. 911- M.Ö. 540 yılları arasında seramik bünyelerindeki yeniliklerle birlikte Asur, Neo-Asur ve Akad Medeniyetinde yeni bir seramik karo çeşidinin de örnekleri görülür “Topuzlu Duvar Levhaları (knobbed plaques)” ya da “Topuzlu Duvar Karoları” olarak adlandırılan bu seramik karolar görsel olarak, erken dönemde görülen "kil koni (kil çivi)" formunun levha biçiminde şekillendirilen bir başka karonun merkez noktasına eklenmesiyle oluşmuştur(https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_Rm-1102 ; Graciani García, 2015:766). Sümer Medeniyetinde yazılı metnin kil konilerin duvara gömülen kısma yazılmasına karşın; Topuzlu

Duvar Karolarında yazının, büyük ebatlı olarak (28x28x14 cm) üretilmiş olan karo levhasının yüzeyine, izleyicilerin görebileceği şekilde topuz (koni) yuvasının etrafına yazılmaya başladığı görülür. Topuzlu Duvar Karolarının bilinen örnekleri; yaklaşık M.Ö. 911– 609 Asur Medeniyetinde Nemrud Sarayı, M.Ö. 883-859 Istar Kidmuri Tapınağı ve M.Ö. 720-540 Akad Medeniyeti Nabu Tapınağı kazılarında tespit edilmiştir (https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_Rm-1102 [20.05.2021]; <https://isaw.nyu.edu/isaw/exhibitions/ishtar-gate/objects/wall-tile-palmette> [04.04.2021] ; <https://www.ancient.eu/image/9250/glazed-wall-tile-from-nimrud/> [04.04.2021]).



Şekil 18: (a ve b) M.Ö. 875-865 Istar Kidmuri Tapınağı topuzlu duvar karosu (https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_Rm-1102 [20.05.2021]), (c) topuzlu duvar karosu üzerinde çivi yazısı olan topuz detayı (https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1891-0702-2 [18.05.2021])



Şekil 19: (a) M.Ö. 911-609 Neo- Asur dönemi Nemrud Sarayına ait seramik karo ve (b) Karonun topuz etrafındaki çivi yazısı detay görüntüsü (<https://www.ancient.eu/image/9250/glazed-wall-tile-from-nimrud/> [04.04.2021])

M.Ö. 900-600 yıllarında Asur Döneminde, çeşitli tuğla tipi karoların kullanımı görülür, farklı geometrik şekillere sahip tuğlalar kullanılarak; örgüler, çiçekler, dalgalanmalardan oluşan bantlar (gulloche) gibi desen oluşturularak zemin, duvar ve balkon gibi yüzeylerin dekore edildiği ve bu bezeme anlayışının fırça dekorlu tuğlalarda da kullanıldığı görülür. Bu dönemde silisli tuğla üzerine, astar ve

sır uygulaması ile uygulanan çivi yazılı metinler, saray merasim sahneleri, çeşitli mitolojik figürler, hayvan tasvirleri hem rölyefli tuğlalarda hem de fırça dekorlu tuğla tipi karolarda yaygınlaşan temalar olmuştur (Graciani García, 2015:766 ; Fügert ve Gries, 2018:4-11; https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_N-1035 [20.05.2021]).



Şekil 20: Tell Halaf'ta (Suriye) bulunan bir sunağın sırlı tuğla cephesi, Vorderasiatisches Müzesi, SMB, (fotoğraf: Olaf M. Teßmer'den akt. Fügert ve Gries, 2018:8)



Şekil 21: (a) M.Ö. 875-850 Asur Dönemi (Nimrud) Antik Kalhu kenti saray duvarlarına ait tuğla tipi sırlı seramik karo karşıdan görünümü (https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_N-1035 [20.05.2021]) ve (b) aynı karonun yandan görünümü (Amin, 2014)



Şekil 22: M.Ö. 668 -631 Neo-Asur Dönemi, mavi zemin üzerine beyaz ile iki satır çivi yazılı, orijinal olarak kırmızı satır çizgileri sırlı tuğla parçası yazıt, Ebat: 11,43x34,29cm (https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1881-0204-7 [17.01.2021])



Şekil 23: M.Ö. 6. yüzyıl düzeni Babil II Nebuchadnezzar Sarayı'ndan Alay Yolu (Aj-ibur-Shapu) ve İsthar Kapısı Modeli. Vorderasiatisches Müzesi, Staatliche Museen zu Berlin (<https://www.artstor.org/2014/03/27/the-rebirth-of-the-ishtar-gate/> [18.06.2021])



(a)



(b)

Şekil 24: (a) Sırlı Tuğlalardan oluşan İsthar Kapısı, Pergamon Müzesi, Berlin (<https://courses.lumenlearning.com/boundless-arthistory/chapter/mesopotamia/> [22.04.2021]), (b) İsthar Kapısı duvarı, sırlı tuğlalardan lacivert üzerine beyaz çivi yazılı metin (Fügert ve Gries, 2018: 119).

Sırlı tuğlaların Mezopotamya'daki altın çağını yansıtan en önemli örneği ise; M.Ö. 575 yılında Yeni Babil İmparatorluğu kralı Nebukadnezar II Döneminde, savaş ve aşk tanrısı İşthar (İnanna) adına yaptırılmış olan, kent giriş kapısı olan İsthar

Kapısı'dır. İsthar Kapısı, kobalt oksit kullanımıyla elde edilen dönemin kıymetli mücevher taşlarından lazuli rengindeki mavi sırlı tuğlalarla ve bunlarla birlikte; kahverengi, sarı, camgöbeği, siyah ve beyaz renkli sırlarla dekore edilmiş, kutsal kabul edilen çiçek motifleri ve hayvan motifli rölyefli tuğlaları ile Antik Orta Doğunun en ünlü anıtlarından biridir (Fügert ve Gries, 2018:5-8; https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0%C5%9Ftar_Kap%C4%B1s%C4%B1 [30.05.2021]; <https://courses.lumenlearning.com/boundless-arhistory/chapter/mesopotamia/> [22.04.2021]).



Şekil 25: İsthar Kapısı lacivert üzerine beyaz çivi yazılı sırlı duvar tuğlası detayı (Fügert ve Gries, 2018: 117)

Sümer, Babil ve Neo-Asur Döneminde olduğu gibi, Çin'de de Batı Han Hanedanlığı döneminde (M.Ö. 202- M.S. 80) de earthenware bünyeden tuğla ve karolar üretilmiş, ön yüzlerinin dekorlanması için hem kaligrafi hem de çeşitli figüratif ve bitkisel desenler, yüksek rölyef tekniği kullanılmıştır. İlerleyen süreçte Doğu Han mezarlar duvarlarında ise; mezar sahiplerinin hayatta keyif aldıkları faaliyetleri yeniden canlandırmak için, çiçek, geometrik tasarımlar, avlanma, ziyafet, dans vb. ile ilgili anlatı sahneleri betimleyen rölyefli tuğlalar kullanılmıştır (<https://livingculture.lixil.com/en/ilm/museum/permanent/china> [18.09.2022]; <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51963> [20.05.2021]; <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51964> [20.05.2021]).



Şekil 26: M.Ö. 202- M.S. 80 Çin Batı Han Hanedanlığı, Wei Yang Sarayı alanı, Xian kazı alanına ait uzun ömür ve refah için dua yazısı içeren geometrik karakterli seramik karo, Ebat: 33 × 33 × 6cm (<https://livingculture.lixil.com/en/ilm/museum/permanent/china/> [18.09.2022])



Şekil 27: Çin, M.Ö. 221- M.S. 220 Qin-Han Hanedanlığı pişmiş toprak tuğla tipi karolar
 (a) Ebatlar: 7,6 x 33,3 x 17,8cm, (b) Ebatlar: 7,6 x 33,3 x 15,6 cm, (c) Ebatlar: 5,7 x 19,1 x 13 cm
 ((a) <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51963> [20.05.2021]),
 ((b) <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51964> [20.05.2021]),
 ((c) <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51982> [20.05.2021])



Şekil 28: (Çin, Sichuan) M.S. 25- M.S. 220 Doğu Han Hanedanlığı figüratif tuğla tipi karo,
 Ebatlar: 41x47x5,5cm. (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/640967> [11.02.2023]).

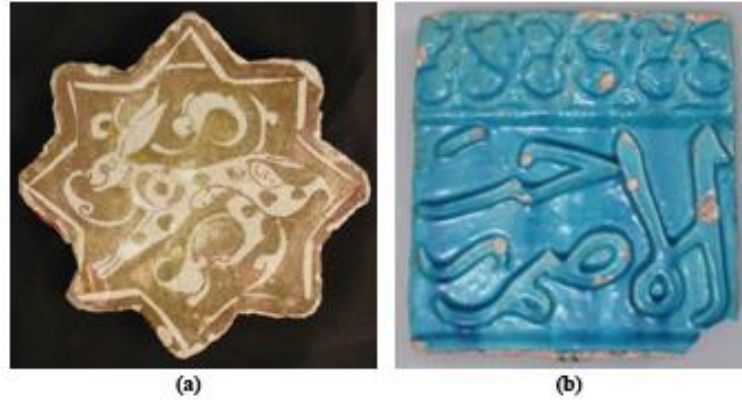
Çin'de seramikçilerin porselen ve stoneware bünyeleri keşfini ve geliştirmelerini sağlayan en önemli unsur, yüksek sıcaklıklarda pişirim yapabilen fırın yapım tekniğinin keşif ve gelişimidir. M.Ö. 1600 yıllarında "Ejderha Fırınları" olarak adlandırılan, Çin'deki ilk fırınlar oldukça dik meyilli arazide eğim korunarak inşa edilmiş olan fırınlardır. Tepe eteğinde yakılan ateşle ısının yükselip, bacada bulunan ısı düzenleyici kapakla fırın içi gaz ve ısı kontrolünün yapılabildiği fırınlardır. Bu periyotta Ejderha fırınları gelişerek, 60 metre ve daha fazla uzunluğa sahip ve 1400 °C 'ye kadar yüksek sıcaklıklarda pişirim yapılabilen, bir seferde 25.000 parçaya kadar ürün pişirebilmeyi sağlayan büyük bir teknolojik yenilik olmuştur (Arcasoy, 2006; Cooper, 1978:14; https://en.wikipedia.org/wiki/Dragon_kiln [14.02.2023]).

Çin'de yüksek ısıda pişirim yapabilen, sıcaklık kontrollü fırınların gelişiminin ardından M.Ö. 1500- M.Ö. 1050 yılları arasında ilk stoneware bünye ve M.S. 600'de gözenekliliği %1 'in altında olan ilk porselen bünye keşfedilmiştir. Porselenin gözenekliliğinin diğer bünyelere göre çok düşük oluşu, üretilen ürünlere çok iyi pekişmiş yapısı sayesinde ısıl şoklara dayanıklılık ve açık bünye rengiyle estetik özelliği de kazandırmıştır. Stoneware ve porselen bünyelerin keşfinin ardından Çin'de bu bünyelerin üretim ve kullanımları artmıştır. Çin porseleni kullanımının diğer coğrafyalarda yaygınlaşması ise M.S. 9. yüzyılda Yuan Dönemi'nde Müslümanlar aracılığı ile olmuştur (Bouquillon, 2007:44-46).

M.S. 9-10. yüzyıllarda Çin porseleninin çok beğenilmesi, Orta Doğu'da porselen ürünlerin taklidi için dönemin çömlekçilerini arayışa yöneltmiş ve bunun sonucu olarak; sırda ve astda kullanımı beyaz örtücülük sağlayan kalay oksit, sırda ve astda kullanılmaya başlamıştır (Cooper, 1978:18). Seramik karoları sırlamada kullanılan ve porcelenden daha koyu renkleri nedeniyle estetik bulunmayan bünyeleri kolayca gizlemeyi sağlayan kalaylı opak sırların kullanılmaya başlanması, seramik üreticileri için bir milat olmuştur. M.S. 9. yüzyılda Mısır'da Fatimiler Dönemi'nde ve Irak'ta Abbasiler Döneminde, kalaylı sır ustalıklı kullanılır hale gelmiş ve kalaylı sırda sırlanarak pişirilmiş seramikler üzerine altın, gümüş, bakır gibi metal tuzlarının uygulanıp, üçüncü pişirim yapılarak indirgenmesi tekniği olan ve uygulandığı yüzeye altın, gümüş gibi değerli metal ya da sedef görünümü veren "lüster" tekniği geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır (Bouquillon, 2007:41; Cooper, 1978:28).

Porselen benzeri ürünlerin üretimi seramik sanatında sadece sırlama tekniklerinde gelişimlerini etkilemekle kalmamış, porselen gibi düşük gözenekli ve açık pişme rengine sahip seramik bünyeler ile üretilmiş ürünlere olan talebin artması nedeniyle; M.S. 8-9. yüzyıllarda Abbasiler Döneminde, Bağdat kentinde üretimde kullanılan çömlekçi kiline frit (sırça) parçacıklarının eklenmesiyle ortaya çıktığı düşünülen İslami Stonepaste (çini) bünyenin gelişimini de etkilemiştir. M.S. 10. yüzyılın sonlarında Abbasi Dönemi çömlekçilerinin Irak'tan, Mısır'a Fatımi Devletine taşınmasından sonra, iki kısım ezilmiş kuvars, üç kısım frit ve beş kısım kilden oluşan Proto-Stonepaste seramik bünyeleri ile üretilerek kullanılmaya başlarken, M.S. 11. yüzyıla gelindiğinde kilin yerini, öğütülmüş kuvarsın ana bileşen

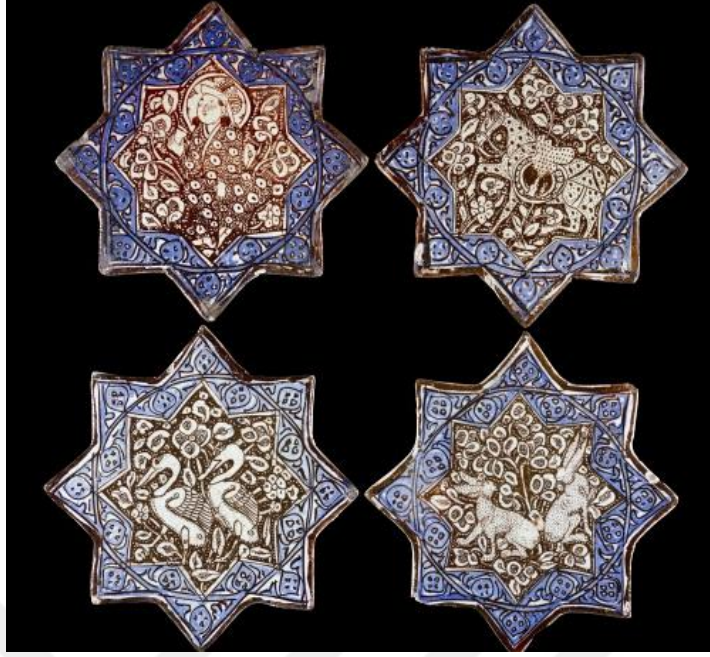
olarak aldığı ve frit oranının azaltıldığı gerçek Stonepaste (çini) seramik bünyelerin kullanımı artmıştır (Tite, Wolf ve Mason, 2011:570).



Şekil 29: (a) M.S.12.yy Selçuklu Dönemi, Kashan, stonepaste bünye üzerine figüratif lüster dekorlu, sekiz köşeli karo (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/447167> [09.06.2021]),

(b) 12.yy İran kalıpla şekillendirilmiş yüksek ve alçak rölyefli türkuaz sırlı, stonepaste friz karosu 27,3x25x4cm (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/451746> [27.06.2021])

Stonepaste(çini) bünyelerin ortaya çıkma nedeni; zamanın seramik ustaları tarafından seramik hammaddelerinin neden olduğu üretim hatalarını azaltma isteği olmuştur. Seramik üretiminin zanaat olarak sürdürüldüğü ve seramik ustalarının göç ederek çalışmakta olduğu eski dönemlerde; hammaddelerin çıkarıldığı maden ocaklarındaki kimyasal yapı değişkenliklerinden kaynaklanan sorunlar meydana gelmekte, başta kil olmak üzere kimyasal değişkenlikler gösteren bu hammaddeler, üretilen üründe; renk tonu farkı, pişme küçülmesi değişkenliği ve yüzey özelliklerinde olumsuz etkiye neden olabilmekte, bu değişkenlikler çömlükçilerin bir bölgeden diğerine taşınırken, yerel hammaddeleri kullanımdan önce dikkatle değerlendirilmesini gerektirmekteydi. Hammadde yapısal değişkenliklerinin neden olduğu sorunlardan kaçınmak için; değişen coğrafyaya bağlı olarak en dikkatle değerlendirilmesi gereken yerel killere kıyasla, özellikleri daha az değişkenlik gösteren kuvars, bünyenin büyük bir kısmını oluşturmak için daha öngörülebilir bir malzeme olacağı ve söz konusu bünyenin sadece %10'unu kil 'den oluşturduğunda hazırlanan bünyenin daha stabil olacağı düşünülmüştür (Tite vd., 2011:571). Stonepaste (çini) bünye sayesinde üretilen seramik karolarda; pişmesi sonrası ebat değişkenliği, gözeneklenme gibi, bünyeden kaynaklanan sorunların aşılması ve bünye renginin daha açık hale getirilmesi ile dekor tekniklerinin ve sır uygulamalarının daha sorunsuz uygulanabilmesi mümkün olmuştur.



Şekil 30: M.S. 1260-1280 Kashan'da üretilmiş Bitki, hayvan ve insan motifli, beyaz opak sır, lacivert sır üstü ve lüster dekorlu sekiz köşeli stonepaste karolar, British Museum (<https://www.bmimages.com/preview.asp?image=01207046001&itemw=4&itemf=0001&itemstp=1&itemx=1>) [27.06.2021])

Stonepaste teknolojisi M.S. 11. yüzyılın sonlarına doğru Mısır'dan çömlekçilerin göçüyle İran ve Suriye'ye, ardından 12. yüzyılda İslami Ortadoğu'ya yayılarak seramik üretiminde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Tite vd., 2011:570). Stonepaste bünyeden üretilen karolar (çini karolar), 12.yüzyılda daha da yaygınlaşarak çeşitli saray, cami gibi çeşitli binaların dekorasyonunda sıklıkla kullanılır hale gelmiştir.

Avrupa'ya seramik karoların ilk gelişi ise; akınlarla Ortadoğu'ya giden Antik Romalıların, Antik Yunan, Etrüsk, Mısır ve Pers Medeniyetlerinin seramik yapım geleneklerinden etkilenecek, bu geleneği Roma İmparatorluğu topraklarına getirmeleri ile gerçekleşmiştir (<https://whytile.com/tile-history/ancient-roman-tile-history-and-inspiration/> [30.05.2022]; Grimmer ve Konrad: 1996:1). Bununla beraber Antik Roma döneminde (yaklaşık M.Ö. 800- M.S. 476), yer duvar gibi yüzeylerin dekorasyonunda levha ve mozaik parçaları haline getirilmiş mermer ve çeşitli doğal taşların çok yaygın kullanımı nedeniyle, seramik karo üretiminin daha geri planda kaldığı görülür (<https://whytile.com/tile-history/ancient-roman-tile-history-and-inspiration/> [30.05.2022]).



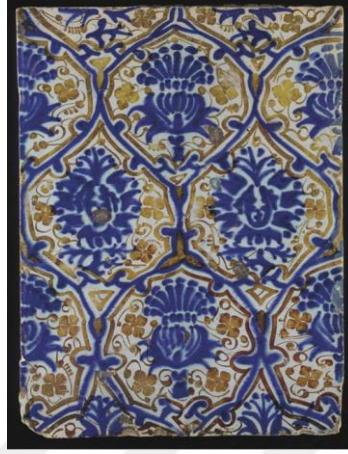
Şekil 31: (a) Ortaçağa (M.S. 350 - M.S.1453) ait Encaustic Karo örneği
 (https://en.wikipedia.org/wiki/Encaustic_tile#:~:text=Encaustic%20tiles%20are%20ceramic%20tiles,of%20different%20colors%20of%20clay.&text=The%20pattern%20appears%20inlaid%20into,the%20tile%20is%20worn%20down [30.03.2021]),
 (b) M.S. 1250-1252 İngiltere Wiltshire Clarendon Encaustic yer karosu ,The British Museum
 (https://www.britishmuseum.org/collection/object/H_1957-1204-12069 [30.03.2021])



Şekil 32: (a) M.S. 12-14.yy Fransa Earthenware bünye üzerine bej astar ve yeşil renkli, figüratif dekorlu karo, (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/470927> [30.03.2021]), (b) M.S. 14-15. Yüzyılda İtalya'da üretildiği düşünülen Earthenware bünye üzerine kalaylı sırlı Mayolika seramik karo (<https://www.alamy.com/stock-image-tile-14th15th-century-made-in-probably-orvieto-italy-italian-earthenware-162571930.html> [30.03.2021])

Ortaçağ'da (M.S. 350- M.S.1453) kakma karolar olarak da adlandırılan, "Encaustic" karolar Avrupa'da seramik karo kullanımının ilk örnekleridir. Karo aşınırken desenin yok olmadan kalmasını sağlayan ve 6 mm kadar derin olabilen kakma tekniğiyle desen oluşturmak için iki ya da daha fazla renkte kil bünyeden üretilen karo türü olan Encaustic karolar, kurşunlu sırla sırlanarak ya da sırsız olarak üretilmiştir. 13. yüzyılda İngiltere'de, Manastır veya Saray zeminlerinin farklı

renklerde birbirine kenetlenen çeşitli şekillerde encaustic karolarla kaplanması yaygınlaşarak bir gelenek haline gelmiştir (<https://theantiquefloorcompany.com/short-history-encaustic-tile> [30.03.2021]).



Şekil 33: 14.yy sonları -15.yy başları Valencia kalaylı sır üzerine lüster uygulanmış Hispano-Moresk tarzda üretilmiş seramik karo Ebatları: 21,7x30,5cm (<https://www.christies.com/en/lot/lot-4596113> [30.03.2021])

Avrupa'da encaustic karolar ya da kırmızı kil bünye üzerine beyaz renkli astar ve renk veren oksitler ve kurşunlu sırlarla dekore edilen karoların üretildiği süreçte, 13. Yüzyılda Endülüs Emevi Devleti'nin İspanya'ya taşıdığı Müslüman zanaatkârların, seramik bilgilerini İspanya'da tanıtır ve öğretmesi "Hispanic- Moorish" ya da "Hispano Moresque" olarak tanımlanan seramik döneminin başlamasına neden olmuştur (Bouquillon, 2007:40). Hispano Moresque dönemde; renk, teknik ve desen bakımından, dönemin Müslüman ülkelerinde üretilen karoların etkisi İspanya'da üretilen seramik karolarda somut bir şekilde görülür. Bu tekniklerden en ünlüsü Müslüman zanaatkârların kullandığı sır ve dekor kullanım tekniği Hispano Moresque dönem seramiklerine karakteristik kimliğini veren ve Avrupalı seramikçiler tarafından kullanılmaya devam eden "Mayolika" olarak adlandırılan beyaz kalaylı opak kullanılarak uygulanan, renkli sır içi dekor tekniğidir. Canlı renklere sahip ve geometrik tasarım duygusu sergileyen Mayolika dekorlu karolar, zamanla İtalya'daki seramik üretim geleneğini de etkilemiş (Cooper, 1978:18; Bouquillon, 2007:41) ve Hispano-Moresk ürünlerin İtalya'da taklidi "İtalyan Mayolikası"nın gelişmesine yol açmıştır (<https://www.britannica.com/art/Hispano-Moresque-ware> [30.03.2021]). Daha sonra kalaylı sırlarla seramik üretim geleneği kısa sürede Kuzey Avrupa'ya da yayılmıştır. Mayolika dekoru ile üretim yapan Faenza ve Urbino 'da pek çok atölye kurulmuş ve bu atölyeler; kalkerli toprak bünyelerin kurşunlu kalaylı sır ve kalaylı

sırın çeşitli renk veren oksitler yardımı ile renklendirilmesinden elde edilen çeşitli sırları kullanarak üretim yapmışlardır (Bouquillon, 2007:41).

15.yüzyıla doğru İspanya ve İtalya'da gelişme gösteren "Lüster" tekniğinin de kullanılmaya başladığı Hispano-Moresk dönem seramiklerinde (Bouquillon, 2007:40-41), erken dönem örnekleri soluk sarı yanardöner, geç dönem ürünleri metalik bakır bir yanardöner görsel etki taşır. İlk tasarımlar İslami kültürel öğeleri olan; hayat ağacı, palmye motifleri ve Arapça yazıtlarken, daha sonraki tasarımlar İslami ve İtalyan Rönesans motiflerini birleştiren özellik gösterir (<https://www.britannica.com/art/Hispano-Moresque-ware> [30.03.2021]).

Hispano-Moresk Dönemin etkisiyle kalaylı sır kullanımı, 14. yüzyıldan itibaren Fransa'nın Güneyi, Hollanda ve İngiltere 'ye de yayılarak, Hollanda'da, kalaylı beyaz opak sır üzerine mavi fırça dekorlu, earthenware bünyeli "Delft İşi" olarak tanımlan seramik geleneğinin doğmasına neden olmuştur (Cooper, 1978:18; Bouquillon, 2007:41). Öyle ki Hollanda'nın Delft kasabası seramikçileri başlangıçta 1584 yılında canlı renklerde üretim yaparken, ilk seramik atölyelerinin kurulmasından yaklaşık 50 yıldan sonra Çin Porselenlerinin etkisiyle geliştirdikleri kalaylı sır üzerine belirgin mavi-beyaz dekorlarıyla ün kazanmış ve 1725'te Delft kasabasındaki birçok seramik atölyesinin iflasına dek ününü korumuştur (Nicholson Bell, 2021; Cooper, 1978:18). Avrupa'da gelişen bu yeni anlayış ile üretilen seramik karolar, 13. ve 14. yüzyıllarda Avrupa kiliselerinin süslü karolarla döşenmesine neden olmuştur (Nicholson Bell, 2021).



Şekil 34: 16.yy. İspanya Toledo cuencas dekorlu Earthenware bünye üzerine kalaylı beyaz opak, lacivert, mavi, yeşil, sarı-kahve transparan sırlı seramik karo, Ebatlar:18.1 × 11.4 cm (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/196931> [30.03.2021])

M.S. 14. ve 15.yy.larda Avrupa’da, Endülüslü Müslüman seramik ustalarının etkisiyle gelişen farklı renkli sırların birbirine karışmadan kullanılmasına olanak sağlayan "Cuerda Seca" (kuru ip) tekniği kullanılmaya, daha sonra bu tekniğin yerine, sırla dolu yüzeyler oluşturmak üzere dış çizgilerin yükseltilmesini sağlayan "Cuencas" olarak adlandırılan çukurlaştırma tekniği kullanılmaya başlanmıştır(<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/196931>[30.03.2021]).

Avrupa'da seramik pişiriminde yüksek sıcaklıklara ulaşılması 14. yüzyılda gerçekleşebilmiş, 1500 °C 'ye ulaşabilen, doğal malzemelerden üretilerek yüksek sıcaklıkta pişirim yapabilen ilk fırınların geliştirilmesinin ardından, 16. yüzyılda "refrakter" olarak adlandırılan, yüksek sıcaklıklara daha dayanıklı, metal ve camı endüstriyel ölçekte eritmenin yanı sıra çimento, kimyasallar ve seramik üretimi için gerekli koşulları da yaratan sentetik malzemeler geliştirilmiştir (<https://ceramics.org/about/what-are-engineered-ceramics-and-glass/brief-history-of-ceramics-and-glass> [06.01.2021]).

Refrakter malzemelerin keşfinin ardından, refrakter malzemelerin seramik fırınlarında kullanımı 300 yıl sonra Avrupa'da 17. yy 'da gerçekleşmiş ve bu tarihe kadar tuğladan yapılmış 1000°C 'ye kadar ulaşabilen tek oda fırınlar kullanılmaya devam etmiştir. 17.yy.'da refrakter malzemelerin yaygınlaşması hem Sanayi Devrimini doğmuş hem de 18.yüzyılda porselen üretmek için 1300°C 'ye ulaşabilen fırınların geliştirilmesi mümkün olmuştur (Cooper, 1978:15).

Öte yandan Çin'de 13.yy öncesinde olgunlaşmış olan porselen sanatı, 13. yüzyılda Çin'de Moğol istilası sonrası Moğollar tarafından kurulan Yuan Hanedanlığı Döneminde (M.S. 1279- 1368); Çin'in Arap Yarımadası ve İran'la ticarete başlaması, İranlı seramikçiler tarafından mavi renk elde etmek için kullanılan kobalt oksidin Çin'e götürülerek, "mavi-beyaz dekorlu porselen" üretiminin başlaması ve Moğol kültürünün ilham kaynağı olduğu dekoratif motiflerle birleşmesiyle yepyeni bir kimlik kazanmıştır (Arcasoy, 2006 ; <http://www.sunrise-art.com/sunriseartgallery/a-blue-and-white-underglaze-decorateddragonmoonflask-y0002-4.html> [17.02.2015]). Çin'in "Porselenin Başkenti" olan Ching-te Chen kenti, Moğol egemenliği ile birlikte çeşitli ülkelere kitlesel ölçekte porselen üreten bir merkez haline gelmiş, Avrupa'nın hayranı olduğu "mavi-beyaz porselenler" in

üretildiği en parlak dönem, Cengiz Han'ın torunu yönetimindeki Kubilay Hanlığı, diğer adıyla Yuan Hanedanlığı Döneminden başlayıp, Erken Ming Devri'ne (M.S. 1368-1398) kadar süren süreçte üretilmiştir.



Şekil 35: Yuan Hanedanlığı dönemi mavi beyaz dekorlu porselen karo
(<https://www.invaluable.com/auction-lot/a-fine-chinese-blue-and-white-porcelain-tile-yuan-76-c-33b4ee094d> [30.03.2021])

Çin'de 14-15. yüzyılda Ming Hanedanlığı Dönemine şekillendirmesi ustalık gerektiren porselen ve stoneware bünyeler kullanılarak üretilen ürün çeşitleri ve ürün boyutları artar. Bu dönemde üzeri rölyeflerle süslü, dekoratif büyük boyutlu pano ya da blok tuğla gibi tasarımlar ve dekoratif seramik karo yapımında porselen ve stoneware bünyelerin ustalıkla kullanıldığı görülür.

M.S. 15- 16. Yüzyılda Çin, dönemin en ünlü seramik üreticisi haline gelmiştir. Bu dönemde Çin'de inşa edilmiş olan ve Çin'in seramik üretimindeki ustalık ve gücünün yansıması olan “Nanjing’in Porselen Kulesi”, tüm kule duvarlarını kaplayan; mitolojik yaratıklar, hayvanlar, çiçekler, manzaralar ve Budist imgeleriyle oluşan desenlerle süslenmiş, beyaz, kahve, sarı, yeşil renkli sırla kaplanmış, beyaz porselen tuğlalar, porselen karolar ve stoneware karoları ile bu kule inşaa edildiği çağda Dünyanın yedi harikasından biri olarak düşünülmüştür (https://en.wikipedia.org/wiki/Porcelain_Tower_of_Nanjing [20.05.2021]).



Şekil 36: M.S. 15- 16.yy Ming Hanedanı dönemi, sırlı Fahua tipi, yüksek rölyefli stoneware duvar karosu grubu. (Ebat: 39 x 244 x 12.70cm)
(https://www.britishmuseum.org/collection/object/A_2006-0503-1-1-20 [10.04.2021]).



Şekil 37: Nanjing Müzesi'nde sergilenen modele göre, 15.yy 'da inşa edilmiş "Nanjing Porselen Kulesi" nin yıkılmadan önceki görünümü
(https://en.wikipedia.org/wiki/Porcelain_Tower_of_Nanjing [20.05.2021])



(a)

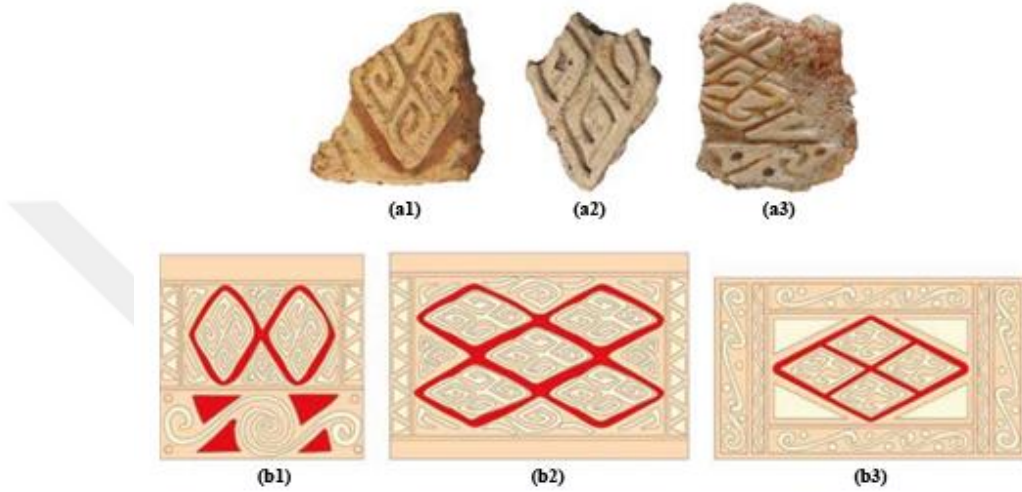


(b)

Şekil 38: (a) M.S. 15.yy. Nanjing Porselen Kulesi kemerli kapısı orijinal blokları ve
(b) detay görünümü, Nanjing Müzesi
(https://en.wikipedia.org/wiki/Porcelain_Tower_of_Nanjing [20.05.2021])

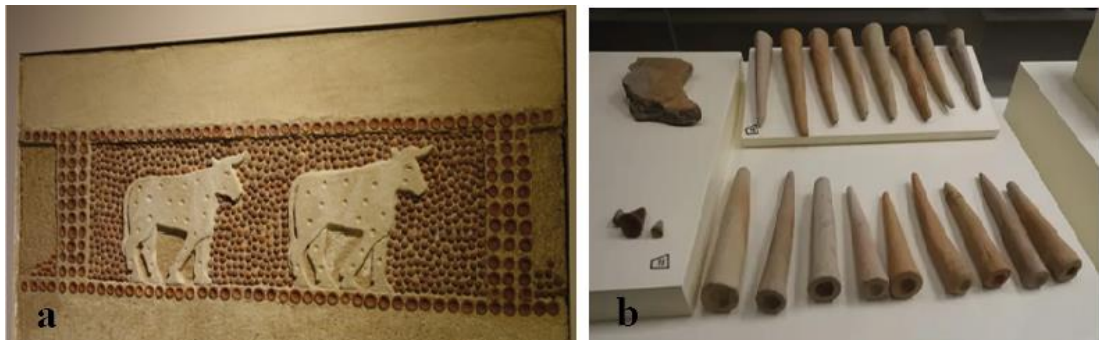
1.2.2. Tarihsel Süreçte Anadolu'da Kullanılan İlk Seramik Karolar

Mezopotamya'da tuğla kullanımının tespit edildiği (M.Ö. 10000- M.Ö. 5500) Neolitik Dönemde Anadolu'da da Çatalhöyük, Hacılar, Çayönü, Alacahöyük'te kurutulmuş kerpiç tuğlalar kullanıldığı, sonraki arkeolojik çağ medeniyetlerinde de (Truva, Hitit, Frig, Urartu, Likya, Lidya) kerpiç tuğla kullanımının devam ettiği tespit edilmiştir (Salihoğlu, 2017).



Şekil 39: (a1, a2, a3) Maydos Höyük Levha Biçimli Bezemeli Mimari Kaplama parçaları ve (b1, b2, b3) bu parçalar için birkaç tümlene önerisi (Başaran, 2019:33-34).

Neolitik Dönem sonrası yaklaşık M.Ö. 2000- M.Ö. 1500 yıllarına tarihlenen süreçte; Çanakkale Maydos Kilisetepe Höyüğü'nde pişmemiş dekorlu kil levhaların kullanımı görülür. İç ve dış mekân duvar üzerine levha şeklinde yapıştırılarak kullanılan boyalı ve rölyefli (kerpiç gibi içerisinde yoğun miktarda bitki lifleri bulunan) kil levhalar dekorasyon amaçlı kullanılmıştır (Başaran, 2019:27-44).



Şekil 40: (a) M.Ö. 5000-3000 Hassekhöyük kil çivi (kil koni) ve öküz figürü levhalarından yapılmış mozaik pano, (b) Hassekhöyük" kil koni"leri; sol alt sırada kısa boylu kil çiviler, sağ alt ve sağ üst kısımda ortası boş kil koniler, sol üst kısımda hayvan biçimli levha parçası, Urfa Arkeoloji Müzesi (Kavrakoglu, 2020)

Mevcut kaynaklara göre, Anadolu'da tuğla dışında seramik kaplama malzemesi kullanımı ile ilgili en eski arkeolojik örnek Urfa /Siverek, Hassekhöyük yerleşiminde bulunmuş olan, Kalkolitik Çağ'a ait (M.Ö. 5000-M.Ö.3000) kil çiviler (kil koniler)dir(Kavrakoğlu, 2020). Benzerleri yine Kalkolitik Çağ'a tarihlenen Sümer Medeniyeti yerleşimlerinde görülen Hassekhöyük kil çivileri, duvar dekorunda kullanım bakımından Sümer'deki örneklerinden ayrılır. Sümer Medeniyetinde, geometrik motifler oluşturulmak üzere, sergi yüzeyi çukur ve düz olarak şekillendirilmiş kırmızı, siyah, beyaz gibi farklı renklerde boyanmış kil koniler kullanılırken; Hassekhöyük yerleşmesinde benzer şekilde sergi yüzeyi çukur ve düz kil konilerin Sümer dekorasyon anlayışından farklı olarak seramikten yapılmış levha biçiminde şekillendirilmiş hayvan (öküz) figürleri ile kullanıldığı, özgün bir dekor anlayışı görülür.

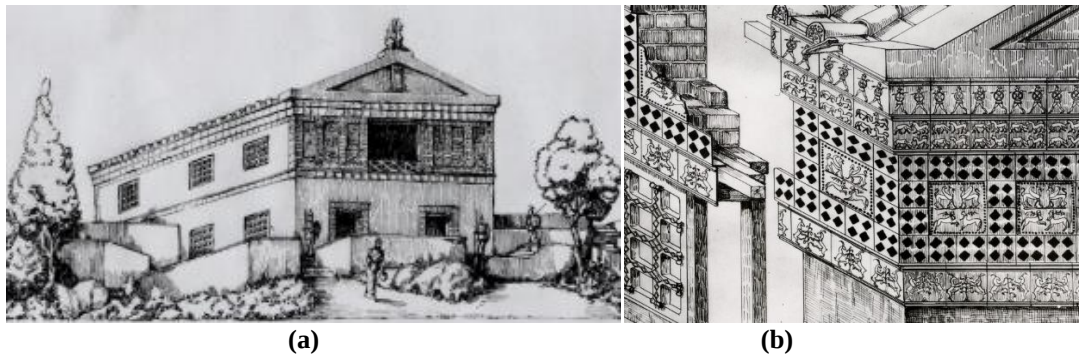
Anadolu'da yaklaşık M.Ö. 950- M.Ö. 850 tarihlenen süreçte ise, Frig (Phryg) medeniyetinde diğer medeniyetlerde rastlanmayan bir çeşitlilikle çatı, yer ve duvar kaplaması türlerinin bir arada ortaya çıktığı görülür. Seramik karo üretiminin Anadolu'daki öncülleri sayabileceğimiz, güncel kaynaklara göre yaklaşık M.Ö. 950- M.Ö. 850 tarihlerinden başlayarak, şaşırtıcı bir form, uygulama ve dekor zenginliği gösteren, terracotta bünyeden üretilmiş bu ürünler; "kil çiviler", "akroter", "antefix", "simalar" ve "friz Levhaları"ndan oluşmaktadır.

Anadolu'da Kalkolitik Çağ'dan sonra "kil çivi (koni)" kullanımının Erken Dönem Doğu Frig yerleşim alanı olan Çorum'da bulunan "Pazarlı" Ören Yeri ya da "Pazarlı Höyük"de de kale kalıntısı içerisinde de kullanıldığı görülür. Frig Dönemi'ne ait Pazarlı Höyük yerleşimi yapı tabanlarında çeşitli seramik kaplama malzemeleri ile birlikte; tepeleri siyah ve bej renklerde boyanmış kil çivilerle oluşturulmuş mozaik dekorları tespit edilmiştir (<https://corum.ktb.gov.tr/TR-58773/kazi-alanlari.html>[15.01.2022]; Akurgal 1955; [http://www.tayproject.org/TAYages.fm\\$Retrieve?CagNo=9039&html=ages_detail_t.html&layout=web](http://www.tayproject.org/TAYages.fm$Retrieve?CagNo=9039&html=ages_detail_t.html&layout=web)[15.01.2022]; Koşay/Akok 1941'den akt. Dinarlı, 2011:13). Dayanıklı bir balçık üzerine geometrik süsleme üslubu ile yan yana dizilmesi ile oluşturulmuş Pazarlı Höyük döşeme mozaiklerini oluşturan kil çiviler; başları kürevî, kesitleri dairevi ve kısmen kare biçimli 7 cm uzunluğunda siyah ve krem renklidir. Bu döşeme örneklerinin benzerlerinin kullanımı yine diğer Frig yerleşmeleri Mecitözü'nün Kozluca Köyü'nde de

rastlanmıştır([http://www.tayproject.org/TAYages.fm\\$Retrieve?CagNo=9039&html=ages_detail_t.html&layout=web](http://www.tayproject.org/TAYages.fm$Retrieve?CagNo=9039&html=ages_detail_t.html&layout=web) [15.01.2022]).

Mimari Terracotta Elemanı Adı	Yapılarda Yaygın Kullanım Yeri	Mimari Terracotta Örnek Görselleri
Akroter	Çatı Üstünde	
Antefix	Kiremit Sonlarında	
Simalar ve Çörtenli Sima	Yağmur suyunun tahliyesi için Kiremit Kenarlarında	
Geison Levhası ve Friz Levhası	Dış duvarların kaplanması	

Tablo 1: Frig Mimari Terracottaları çeşitleri

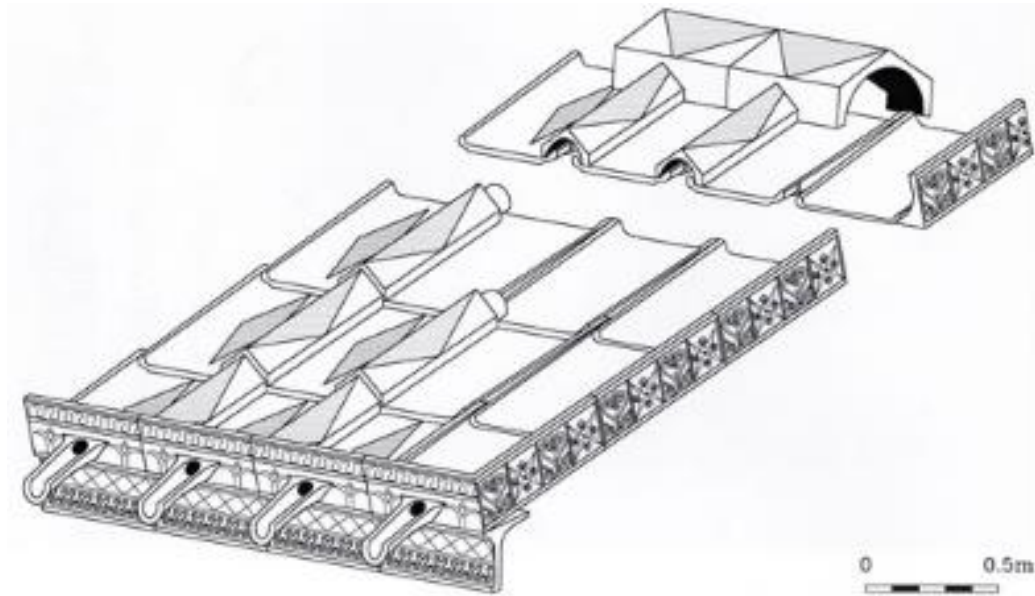


Şekil 41: Çorum Pazarlı Höyük kazı yetkilisi Mahmut Akok tarafından 1938 yılında çizilen Pazarlı Höyük çeşitli seramik levhalarla kaplı tepesinde Akroter bulunan Frig yapısına ait illüstrasyon ve çizim detayında mimari terracotta cephe ve çatı kaplamaları (<https://archives.saltresearch.org/handle/123456789/70680> [10.05.2021])

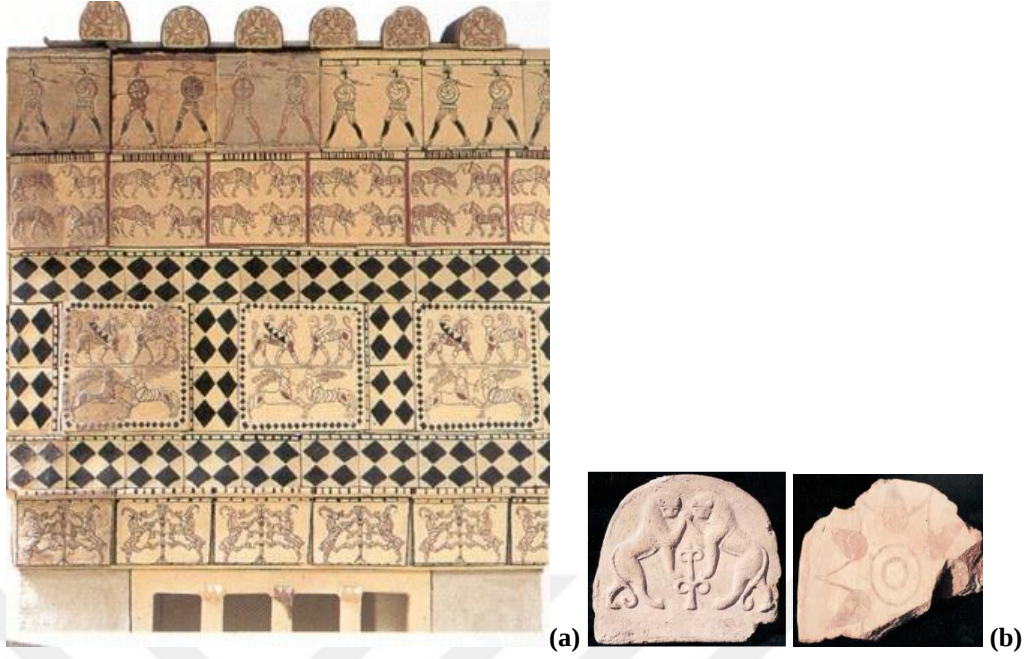
Frig medeniyetinde ortaya çıkan diğer seramik kaplama türleri ise "Mimari Terracotta Levhaları"adı altında toplanmaktadır. Anadolu'da, ilk örneklerine Frig

Medeniyetinde rastlanan Mimari Terracotta Levhaları hem bina duvarlarının, hem de çatı ve çatı alınlığının korunarak dekore edilmesi için, earthenware (kil) bünye kullanılarak farklı formlarda şekillendirilmiş, üzerleri genellikle bitki, hayvan ve insan rölyefleriyle ve (kırmızı, kahve, siyah ve krem) renkli astarlarla dekore edilmiş seramik ürünlerdir. Frig mimarlığının temel özelliklerinden olan ahşap yapıların maruz kaldığı yağmur ve rüzgâr gibi doğa koşullarına karşı direncinin oldukça düşük olması, mimari terracottaların ortaya çıkışında önemli rol oynamıştır (Erdan, 2015:104).

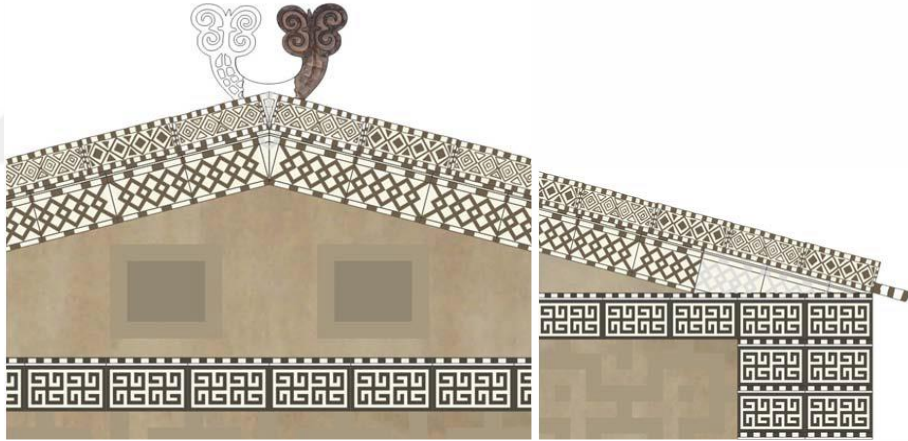
Frig Megaron plânlı ahşap yapılarının dış yüzeylerinin korunması için üretilmiş Frigya 'ya özgü mimari terracotta kaplama elemanları temel olarak; friz levhaları simalar ve uzun çörtenli simalar, çatı kiremitleri ve diğer medeniyetlerde de görülen antefix ve akroter gibi seramik kaplama malzemelerinin, yapıyı sağlamlaştırıp daha estetik bir görünüm katmak amacıyla örttüğü varsayılmaktadır (Kahya, 2011:233; Erdan, 2015:104). Frig Medeniyeti mimari terracottaları bir süre sonra etkileyici bir sanat üslubu haline gelerek, Gordion şehrinin soyluları ve yöneticilerinin refah ve güçlerinin görsel bir sembolü olmuştur (Glendining, 2002:29).



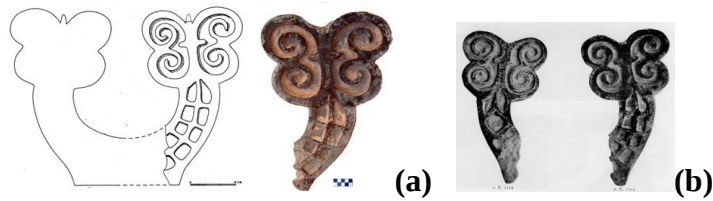
Şekil 42: Frig Medeniyetine ait Gordion Antik Kenti çatı kiremitleri ve Çörtenli simalar (<https://www.penn.museum/sites/gordion/articles/art-architecture/architectural-terracottas/> [10.05.2021])



Şekil 43: (a) Çorum Pazarlı Höyük 'de bulunan Frig Medeniyetine ait mimari terracottalar (Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Müze Rehberi Kitapçığı,185), (b) Frig Medeniyeti Gordion Antik kenti aslan tasvirli ve geometrik desenli antefixleri (Glendining, 2002:35)



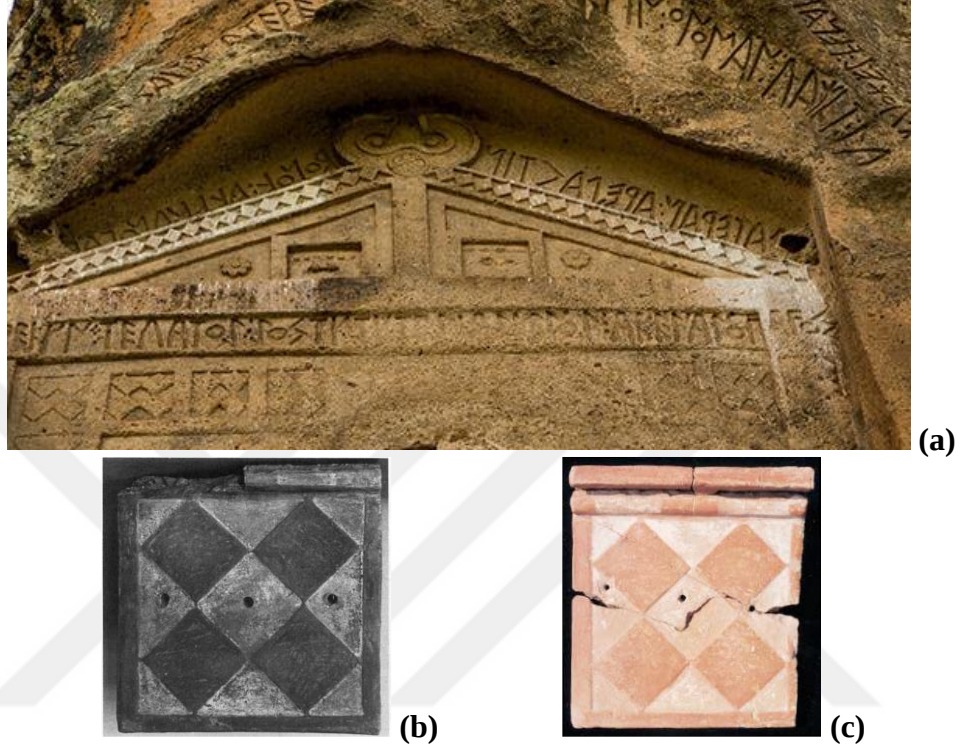
Şekil 44: Frig Medeniyeti Düver yerleşimi kazı alanına ait seramik mimari kaplamalarının dönem mimari yapısında uygulanması çizimleri, çatı üstünde yer alan orta akroter uygulaması (Kahya: 2017:111)



Şekil 45: (a) Frig Medeniyeti, Düver kolları kendi içine doğru hafifçe kıvrılan, boynuz ya da kanat şekilli bir orta akroterin yarısına ait parça, Burdur Müzesi (Kahya, 2017:105), (b) söz konusu yarım orta akroter parçasının ön ve arka görünümü, Ebatlar: 62x34cm, (Cummer, 1970:55-71).

Mimari terracotta kaplamaları, kullanım alanlarına göre genel olarak; çatı üzerinde taç biçiminde görünen "akroter", kiremit sonlarında çatıların korunması için

kullanılan "antefix", çatı kısmında yağmur suyu oluğu olarak kullanılan "sima" ve bu oluklardaki suyun binadan uzak bir yere tahliyesini sağlayan "çörtenli sima" ile yapının dış duvarlarının kaplanması için korniş bölümünde kullanılan "geison levhası" ve yapının orta bölümünde kullanılan "friz levhası" gibi çeşitlerden oluşur.



Şekil 46: Paleo-Frig Areyastis Yazılıkaya Anıtında tasvir edilen megaron üzerinde yer alan taç şeklinde akroter ile ana giriş cephe duvarında yer alan mimari terracotta levhaları (<https://arkeopolis.com/frig-kaya-anitlari/> [20.03.2022]), (b) Midas Anıtı'nda tasvir edilen ve Gordion antik Kenti kazılarında bulunan kırmızı terracotta bünye üzerine beyaz astarlı mimari terracota (DeVries, 1988:56), (c) Midas şehri anıtlarında görülen Frig seramik sanatında yaygın kullanılan dama desenli karo (Glending, 2002:28)

Frig mimarisine ait megaron yapılarının ön cephelerinde bulunan tüm mimari ve süslemelerin detaylarıyla kayaya oyularak tasvir edildiği Frig Kaya Anıtları (Tüfekçi Sivas, 1997: 32), Friglerde mimari terracotta kullanımı konusundaki bilgileri gününüze ulaşan en önemli kaynaklarıdır (Glending, 2002 ; DeVries, 1988). DeVries 1988 yılında yayınlanan çalışmasında, bu anıtlardaki mimari terracotta tasvirleri konusunda en eski tarihli Frig Anıtı olan Midas Anıtı da dâhil birçok Frig Anıtında birim tekrarı ile kullanılan geometrik bezemeli rölyeflerin, Gordion arkeolojik kazılarında bulunan dama desenli Frig dönemi mimari terracotta levhaları ile birebir benzerliklerine vurgu yapmıştır. Frig Anıtlarında mimari terracottaların tasvir edildiği görüşünü sonraki dönem arkeolojik araştırmacıları tarafından da benimsemiştir (Glending, 2002:28).



Şekil 47: Midas Kenti, Midas Anıtı ve anıt üzerinde sağ ve sol yan duvar ile ana kirişte yer alan mimari terracotta tasvirleri (C. H. E. Haspels, 1971 'den akt. DeVries, 1988:54)



Şekil 48: Frig Vadisi, Bahşeyiş Anıtı ön yüzüne tasvir edilmiş mimari terracotta levhaları ve Frig çatı sistemi tasviri (Haspels, 1971 'dan akt. DeVries, 1988:5)

Güncel arkeolojik bulgulara göre Erken Frig Dönemi olarak adlandırılan dönemin, daha önce kabul gören tarihten 100 yıl kadar eskiye yani M.Ö. 950-800'lere tarihlendirilmeye başlanması (Rose, 2017:142) nedeniyle, Frig mimari

terracotta uygulama tasvirlerini gördüğümüz, Frig Vadisi Frig Anıtlarının tahmini yaşının da; güncel yönteme göre yaklaşık 8. yüzyıla tarihlenmesine neden olmaktadır (Işın, 2021:29, 18:46-19:08). Güncel bulgulara göre Frig Anıtlarının yaklaşık 8. yüzyıla tarihlenmesi ve bu anıtlarının mimari terracotta levhalar konusunda bilgi veren en güvenilir kaynaklar kabul edilmesi (Kahya, 2012:80; Akerstrom,1966'dan akt. DeVries, 1988); tarihte bilinen en eski mimari terracotta uygulamalarının, daha önce yaygın kabul gören tarihler⁵ yerine, yaklaşık M.Ö. 8. Yüzyıla Frig Medeniyetine dayandığı söylenebilir.

İnce veya kalın kum ya da bazılarının mika gibi katkı malzemelerini içerdiği tespit edilen (Kızıl, 2020:9) Frig mimari terracottaları üzerindeki bezemelerin önce rölyefle şekillendirilerek, rölyef üzerinde beyaz, siyah ve/ veya kırmızı renkli astarlarla renklendirilmiş ve sırsız ürünler olan bu seramiklerin astarlama perdahlama yöntemleri ile parlatılmış olduğu ve bitkisel⁶, geometrik⁷, insan⁸ ve hayvan figürleri⁹ ile mitolojik yaratık¹⁰ motifleri ile dekore edilmiş olduğu görülür (Erdan, 2015:106-107 ; Kızıl, 2020:22-27)



(a)



(b)

Şekil 49: (a) Pazarlı Höyük Frig mimari terracotta örnekleri, Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi (<https://sanalmuze.gov.tr/muzeler/ankara-anadolu-medeniyetleri-muzesi/> [10.05.2021]),

(b) Pazarlı Höyük seramik kaplamaları detayı

(http://rubens.anu.edu.au/turkey/ankara/museums/anatolian_civilizations/architecturaal_decoration/phrygia/pazarli/DSCN0697.JPG [10.05.2021])

⁵ M.Ö. 7. yüzyıl Apollon Korinth Tapınağı ya da M.Ö. 5. yüzyıl (Erdan, 2015:107)

⁶ üç yapraklı lotus çiçeği, yapraklar, kıvrık dallar, palmetler, hayat ağacı, dil motifi

⁷ meanderler, üçgenler, baklava motifleri, sivastikalar, dama tahtası

⁸ savaşçı askerler tören alayı şeklinde miğfer, silah ve kalkanlarıyla at üstünde tasvir edilmiştir

⁹ at, geyik, boğa, aslan, keçi, keklik

¹⁰ grifonlar, kentaurosar ve sfenksler



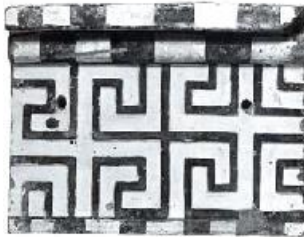
Şekil 50: Frig Medeniyetine ait, Midas Tümülüsünden çıkan cephe kaplama ve çatı süslemeleri (tepede antefix, sağ üst köşede çörtlenli sima levhası, ortada friz levhaları, sağ alt köşede sima levhası, Gordion Müzesi
<https://www.shutterstock.com/tr/search/midas+tumulus> [17.01.2022])



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 51: (a) Frig Medeniyetine ait Damalı desenli Gordion Kenti friz levhaları
<https://www.penn.museum/sites/gordion/tarih/akhamenid-gordion/> [17.01.2022]), (b) Burdur
 Düver'de bulunan üst üste binen eşkenar motifli Frig friz levhası (Kahya: 2017:84),
 (c) ve (d) Frig Medeniyeti Düver yerleşimi meander-svastika motifli friz levhaları, Kopenhag
 Müzesi (Kahya, 2017:85-82), (e) Frig Medeniyeti Düver yerleşimi meander-svastika motifli Sima
 levhası 24x59cm, Zürih. (Kahya: 2017:87)



Şekil 52: Pazarlı Höyük 'de bulunan Frig Medeniyetine ait mimari terracottalar, Çorum Arkeoloji ve Etnografya Müzesi (<https://turkisharchaeonews.net/museum/%C3%A7orum-archaeology-and-ethnography-museum> [10.05.2021])



Şekil 53: (a) ve (b) Frig Düver yerleşimi atlı-griffon levhaları (Kahya, 2017:23), (c) Frig siluet tarzı hayvan figürlü rölyef ve boyama dekoru terracotta levha, Gordion Kale Höyüğü (<https://thepenngazette.com/beyond-the-golden-touch/> [17.01.2021]), (d) Frig çizgi tarzı hayvan figürlü rölyef ve boyama dekoru terracotta levha, Pazarlıhöyük (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goats_near_the_tree_of_life,_tile,_Pazatli,_6th_century_BC,_MACA,_3089.jpg [17.01.2021])

Anadolu'da mimari terracotta kullanımı Lidya Medeniyetinde de görülür. M.Ö. 560-546'da Lidyalı'ların Frig topraklarını işgal ederek genişlediği Mermnad Döneminde (özellikle Karun hükümdarlığı zamanında), Lidya seramik üslubunda; Frig seramik anlayışının derin etkilerini taşıyan ve Doğu Yunan seramik üsluplarının iç içe geçtiği eklemeci bir üslup gelişmiştir (Gürtekin-Demir, 2014:223-235). Lidya seramiklerini belirgin şekilde etkileyen bu eklemeci anlayış M.Ö. 6.yy 'a tarihlenen Sardeis'de, sivil binaların çatı ve dış duvarlarını süsleyen, kalıp yapımıyla üretilmiş

mimari terracottalarında da görülür. Frig mimari terracotta geleneğinde de görülen; svastika-meander motifleri, S kıvrımlı bitkisel motifler ve Doğu Yunan dekorasyon geleneğinde yaygın görülen; lotus çiçekleri, yumurta ve ok desenleri Antik Lidya mimari terracottalarını da süsleyen temel motifler olmuştur (<http://www.ipernity.com/doc/laurieannie/24385881> [17.01.2021]).



Şekil 54: (a) ve (b) M.Ö. 6. yy Lidya, Sardes mimari terracottaları
(a): <http://www.ipernity.com/doc/laurieannie/24385995> [17.01.2021])
(b): <http://www.ipernity.com/doc/laurieannie/24386021> [17.01.2021])



Şekil 55: M.Ö. 6. yüzyıl Lidya dönemi Sardes Kenti' ne ait friz olarak kullanılan lotus ve palmet rölyefli ve kırmızı, kahverengi ve beyaz renk astar dekorlu mimari terracottalar
(a): <http://www.ipernity.com/doc/laurieannie/24386083> [17.01.2021]),
(b): <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/252581> [17.01.2021])

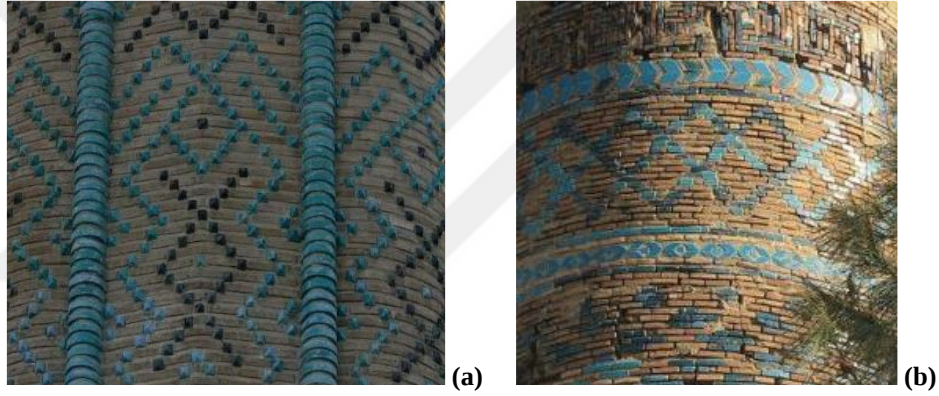


Şekil 56: M.Ö. 6. yy. Sardes antik kenti kırmızı ve siyah lotus motifli mimari terracottaları
(a) çörtenli sima (<http://www.ipernity.com/doc/laurieannie/24385881> [17.01.2021]),
(b) friz levhası (<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/252566> [17.01.2021])



Şekil 57: M.Ö. 6. yy. Lidya Sardes Antik kenti geyik ve aslan figürlü mimari terracotta
(<https://oxfordbyzantinesociety.files.wordpress.com/2017/04/abstracts-booklet-lydia-symposium-1.pdf> [17.01.2021])

Anadolu'da sırlı seramik karoların öncüleri sayabileceğimiz sırlı tuğla kullanımı Selçuklu Döneminde görülmeye başlar. Bununla birlikte Türklerin Asya'da kurdukları kentlerin dekorasyonunda da sırlı tuğla kullandıkları bilinmektedir. Uygur Kağanlığı Dönemi yapılarında; beyaz, sarı, kurşuni mavi renkte sırlı tuğlaların kule ve şehir sur duvarlarında, köşk kaideleri ve havuz iç dekorasyonunda kullanımı Türklerde sırlı tuğlalarla yapı dekorasyonu uygulaması geleneğinin bilinen ilk örnekleridir(Esin, 1972'den akt. Uğraş, 2010:40). Selçuklu sırsız tuğla ve türkuaz ve lacivert renkli sır kullanımıyla tuğla kullanımı dekorasyon geleneğiyle benzerlik taşıyan örnekler ise; hem Uygur Kağanlığı'nın kurduğu yerleşimler (M.S.840-1250) Koço (ya da Koçu) , Yar-hoto ve Karahoço (M.S. 1-14.yy) yer ve duvar dekorasyonu için, hem de Karahanlılar dönemi mimari eserlerinde de karşımıza çıkar.



Şekil 58: (a) M.S. 1271 yılında inşa edilmiş olan Anadolu Selçuklu Dönemi Sivas Gök Medrese Minaresi, sırsız ve sırlı tuğla bezeme tekniği (Özkul, 2020: 296), (b) Selçuklu Döneminde birkaç kez restore edilen Siirt Ulu Cami Minaresi, sırsız ve sırlı tuğla bezeme tekniği (Şekil: Özkul, 2020: 300)

Sonraki süreçte Türklerde Uygur Kağanlığı Döneminden itibaren görülen sırlı tuğla dekorasyon geleneğinin, Selçuklu Döneminde de (M.S. 1037-1157) devam ederek Malazgirt Zaferi (M.S. 1071) sonrası Selçukluların Anadolu'da taht şehri olarak kullandıkları Sivas, Kayseri, Antalya, Alanya, Konya kentlerinde ve başkentleri olan Merv 'de sürdürülerek, Osmanlı İmparatorluğunda Fatih Sultan Mehmet Döneminde yaptırılan Çinili Köşk'ün inşasına kadar yaşatıldığı görülür(Uğraş, 2010:19-39). 12-13. yüzyılda Selçuklu döneminde başlayan, Osmanlı İmparatorluğunda Anadolu'da, sır altı ve sır üstü boyama tekniklerinin kullanımıyla sürdürülen seramik karo (çini) üretimi geleneğinin bir devamı olduğu söylenebilir.



(a)

(b)

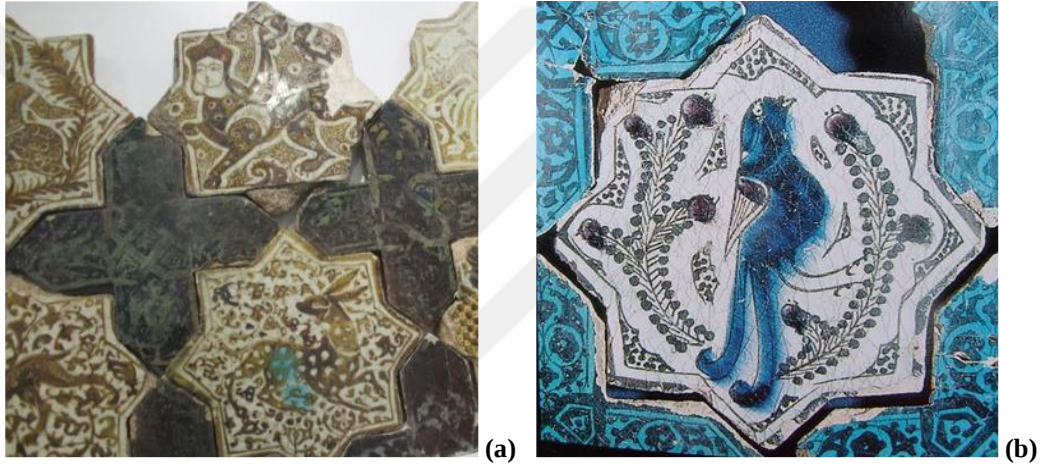
Şekil 59: (a) Konya Akşehir Küçük Ayasofya Mescidi Kubbe Kasnağı, türkuaz ve lacivert sırta sırlanmış kesme çiniler, tuğlalardan oluşan mozaik (Özkul, 2020:30), (b) Malatya Ulu Cami sır kazıma ile üretilmiş eyvan bordürü (Ayduslu, 2013:16)

Duvarda kullanılan çinilerin öncüsü kabul edilen "sırlı tuğlalar", ilk üretilmeye başlandığında rölyefsiz düz yüzeyli, tek renk sırta sırlanan, sadece dış mekânlarda kullanılan ürünler olmuştur (Karaca, 2016: 300). Gazneliler, Karahanlılar ve Büyük Selçuklular'a ait yapılarda kullanılan tuğla, terracotta vb. süslemeler, Anadolu Selçuklu mimari eserlerinde kullanılan çok renkli sır tekniği ile daha da gelişmiştir. Anadolu'daki ilk eserlerde çini bezeme ve tuğla birlikte kullanılmış, Anadolu Selçuklu mimari süslemesinde cami, mescit, türbe gibi dini yapılar ve saraylar çini ve sırlı tuğla kullanımıyla zenginleştirilmiştir (Karaca, 2016:300). 13. yüzyıldan itibaren çini sanatının gelişimiyle; önce sırlı tuğla, sonrasında da çini kaplama tekniği uygulanmaya başlanmıştır (Yetkin, 1972'den akt. Uğraş, 2010:40-41). Çini terimi; mimaride süsleme amaçlı uygulanan her türden seramik öğeler, kimi zaman özel terkipli seramik bünyelerden üretilmiş ürünler, kimi zaman geleneksel seramik üslubunda üretilmiş kap-kaçak anlamında kullanılmıştır (Avşar ve Avşar, 2014: 5). 11.yüzyılın ikinci yarısında Anadolu'da seramik karo üretiminde kullanılan kırmızı kil (earthenware) bünye yerine, İngilizce kaynaklarda "Stonepaste" ve "Fritware" isimleriyle de tanımlanan, yüksek oranda kuvars içeren "Çini"¹¹ bünyeler kullanılmıştır (Çalışıcı Pala, 2018:348; Avşar ve Avşar, 2014:9).

"Çininin mimaride kullanılması ve geliştirilmesi, İran'da ilk çini eserleri meydana getiren Büyük Selçuklular ile başlayarak gelişimini sürdürmüş" (Aslanapa, 1989: 317) ve bu dönemde Selçukluların çini üretim merkezi 12. ve 13.yy'da Kaşan olmuştur. Selçuklu Döneminde alkali içeren bileşikler, Osmanlı Döneminde ise kurşun içeren bileşikler (fritler); çini (stonepaste) bünyelerde eritici olarak

¹¹ Türk seramik sanatında "Fritli Çamur", "Taş Çini", "Silisli" isimleriyle de anılır

kullanılmıştır (Çalışıcı Pala, 2018:348). Selçuklularla Orta Asya'dan gelen çini geleneği, Anadolu'da zamanla Anadolu'da kullanılan bezeme unsurlarıyla yerel, benzeri görülmemiş, kendine özgü yeni bir üslup kazanmıştır (Avşar ve Avşar, 2014:3, Karaca, 2016:300). Özellikle Selçuklu Döneminde üretilen çini (stonepaste bünye ile üretilen) seramik karolar birbirinden farklı dekor tekniklerinin, ayrı ayrı, ya da birkaçının bir arada kullanımıyla dekorlanmıştır. Selçuklu ve Erken Osmanlı dönemlerinde de kullanıldığı görülen bu dekor teknikleri arasında; Kesme Mozaik¹², Sır Kazıma¹³, lüster¹⁴, mozaik, cuerde secca (kuru ip), ajur, minai¹⁵ sıraltı fırça dekoru, barbutin¹⁶, altınlama¹⁷ ve tüm bu tekniklerin bir arada kullanıldığı lakverdina yer almaktadır (Çalışıcı Pala, 2018:347-368).



Şekil 60: (a) 12-13. Yy Selçuklu Dönemi fırça dekoru ile üretilmiş hayvan ve mitolojik figürlü çini karolar Karatay Çini Müzesi (Çalışıcı Pala, 2018:365), (b) Selçuklu Dönemi Kubad Abad Büyük Sarayı karosu, (Özkul, 2020:299)

¹² Bu dönemde renkli sırlı seramik parçaların kesilip ve tuğlalarla birleştirilmesiyle kullanılmış mimari süsleme üslubu.

¹³ “Sahte çini mozaik (Kaşıtraş)” olarak da adlandırılan, tek renk sırlı seramik üzerine çizilen motif dışında kalan sırlı yüzeylerin sert bir cisimle kazınıp sırlı ve sırsız alanlarla desen oluşturulması.

¹⁴ Metal bileşiklerinin kil macununa ilave edilerek, pişmiş sırlı yüzeyine uygulanıp, düşük ısıda fırınlanarak form yüzeyine sabitlenip indirgenmesiyle metalik parlak ya da sedef görünümlü sır üstü dekor tekniği

¹⁵ Seramik üzerinde birçok rengin birarada kullanımına imkan tanıyan bu teknik, astar üzerine sıraltı dekoru uygulanarak sırlanması ve pişme öncesi sır üstü fırça dekoru uygulanarak, sırlı pişirim sonrası sır üzerine emaye boyalarla net kontur çizgilerin elde edilebildiği ve bunlara zaman zaman altınlama tekniğinin de eklenerek kullanıldığı, Selçuklu döneminde 12.yy'ın ikinci yarısında İran'da ortaya çıkan, 13.yy'ın ilk çeyreğinde ortadan kalkan, hiçbir coğrafyada bir benzeri bulunmayan özgün seramik dekor tekniklerinden biri. (Çeken, 2010:374-378).

¹⁶ Form nemliken form üzerine, kalıpla ya da istenilen şeklin sıkarak uygulamaya yarayan aletlerle nemli bünye kullanılarak şekillendirilip form üzerine eklenmesiyle oluşturulur.

¹⁷ Sır üzerine altın sürülerek yaklaşık 600 °C gibi düşük ısıda tekrar pişirilmesi (Çalışıcı Pala, 2018:364).



(a)



(b)

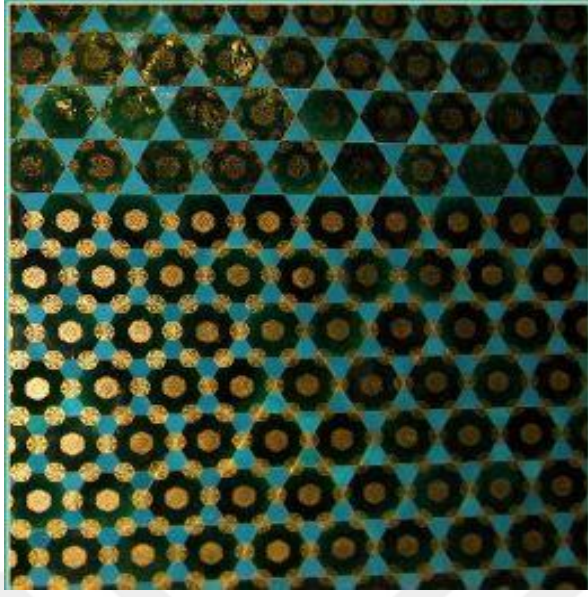
Şekil 61: Minai tekniği ile üretilmiş çini karolar (a)Konya Alâeddin Sarayı (Özkul, 2020:298), (b) M.S. 1160- 1170, Selçuklu Konya Sarayı (Çalışıcı Pala, 2018:362)



Şekil 62: M.S. 1630- 1830 Osmanlı Dönemi mimari seramikleri, soldan sağa: Kütahya, Tekfur Sarayı, İznik. Sergi Yeri: Louvre Müzesi Paris (Çalışıcı Pala, 2018:350)



Şekil 63: Selçuklu dönemine ait barbutin ve minai dekorlu, rölyefli seramik karo Museum für Islamische Kunst, Berlin (Mc Clary, 2017:17)

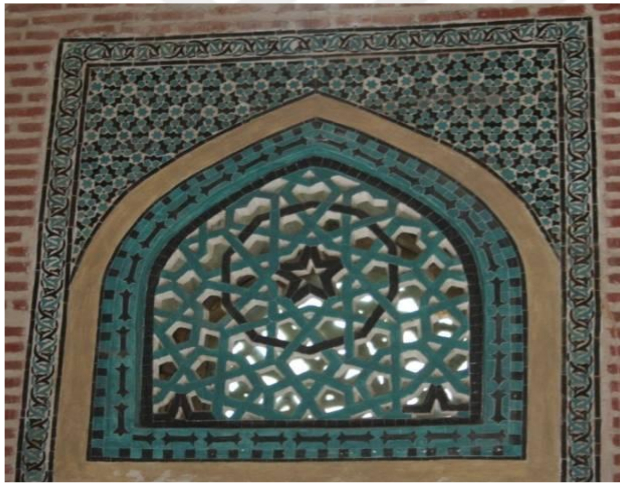


(a)



(b)

Şekil 64: (a) M.S. 1419 Bursa Yeşil Cami altınlama tekniği dekorlu çini pano (<http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=11244&start=80> [21.03.2021]), (b) Bursa Yeşil Cami çini pano detayı görünümü (<https://images.bursadabugun.com/haber/2011/07/14/35961-900-kase-altin-varakla-yesil-cami-yi-canlandirdilar-4e1e9b33bf097.jpg> [21.03.2021])



(a)



(b)

Şekil 65: (a) M.S. 1277 Selçuklu Dönemi kazıma sır ve ajur tekniğiyle yapılmış çini panel Sahip Ata Vakıf Müzesi, Konya (Çalışıcı Pala, 2018:359), (b) M.S. 1211 Kayseri Güllük Medresesi kazıma mozaik, kesme mozaik ve ajur teknikleriyle yapılmış mihrap çinileri (Özkul, 2020:301)

Pahalı ve yoğun emek gerektiren çini mozaik tekniği yerine kullanılmaya başlanmış olan "Kuru İp (Cuerda seca) tekniği" de Anadolu'da 14. yüzyıl sonu ile 15. yüzyıl başlarında Osmanlı Dönemi çini dekorlarında 16. yy ortalarına kadar sıklıkla kullanılan dekor tekniklerinden biridir (Turan, 2018: 3549; Çalışıcı Pala, 2018:358) ve tekniğin uygulanmasında ağırlıklı olarak siyah konturların tercih edilmesinden dolayı "siyah çizgi tekniği" olarak da adlandırılmıştır (Samkoff, 2014: 200'dan akt.Turan, 2018:3550)



Şekil 66: 12. yy. sonu Selçuklu Dönemi Kaşan çömlekçileri tarafından lakvardina tekniğiyle üretilmiş seramik karo. Louvre Müzesi (Çalışıcı Pala, 2018:362)

Tüm bu tekniklerin dışında, Selçuklu Dönemi'nde (Kaşan çömlekçileri tarafından, seramik üretimi için çeşitli teknikleri bir arada kullanmayı denemeleri sonucunda keşfedilip, geliştirilen) ve İlhanlılar Dönemi'nde de kullanılmaya devam edilen; kalıpla şekillendirilmiş rölyefli seramiklere lüster, minai ve hatta üstü sırla kaplı ajur tekniğinin çeşitli kombinasyonlarda bir arada kullanıldığı "Lakvardina tekniği" de geliştirilmiştir(Çalışıcı Pala, 2018:364).

İlhanlılar Döneminde (1256-1335) Moğolların İran istilalarının saray seramikleri üzerinde sadece sınırlı bir etkisi olduğu, 6. – 12. yüzyıllar ve erken 7.-13. yüzyıllarda oluşan Selçuklu seramik geleneklerinin hemen hemen kesintisiz olarak devam ettiği söylenebilir. Uzak doğu ile kurulan yeni bağlantılar, stilde bazı değişikliklere neden olsa da İlhanlı Dönemi ile erken dönem seramikleri arasında teknik açıdan büyük bir değişim olmadığı gözlemlenir (Çalışıcı Pala, 2018:364).

1.2.3. Tarihsel Süreçte Dünyada Endüstriyel Seramik Karo Üretiminin Başlaması ve Gelişimi

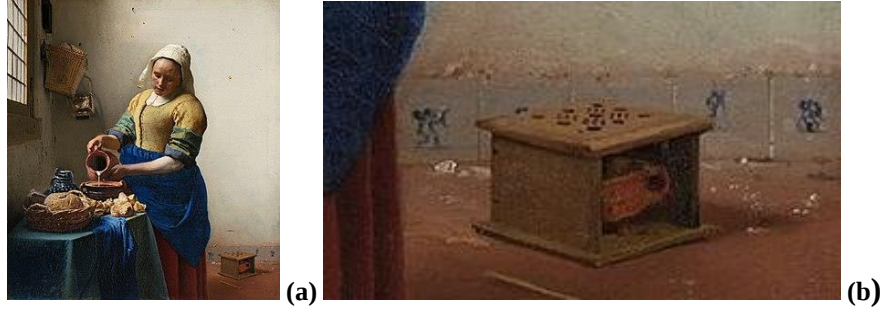
Endüstriyel ölçekte seramik karo üretiminin başlamasının temelleri Orta Çağ (M.S.350- M.S.1453) Avrupa'sında; Arap, Osmanlı ve diğer kültürlerin etkisiyle seramik karo üretimiyle atılmış (Özkan, 2008: 250), bu dönemde Endülüs Devletinin etkisiyle Avrupa'da gelişmeye başlayan seramik üretimi geleneği Delf, Faenza ve Urbino gibi çeşitli seramik üretim merkezlerinin etkisiyle Avrupa'ya yayılmış ve el işçiliği ile sınırlı sayıda üretilebildiği için pahalı ürünler olmuşlardır. Avrupa'da

endüstrileşmesinin başlaması ve büyük ölçekli üretime geçişle 18. yüzyılda seramik karoların endüstriyel üretimine başlanmıştır (Grimmer ve Konrad, 1996:2; Carter ve Norton, 2013:23).

Avrupa’da, Çin porseleninin çok talep gören ve pahalı bir ürün oluşu, bu ürünün benzerlerinin Avrupa’da üretilmesi fikrini doğurmuş, Porselen bünye üretimi konusunda Avrupa’daki ilk çalışmalar 1704 yılında Alman matematikçi, fizikçi, Doktor Ehrenfried Walther von Tschirnhaus'un öncülüğünde başlamıştır (https://en.wikipedia.org/wiki/Ehrenfried_Walther_von_Tschirnhaus [12.05.2021]). Tschirnhaus'un erken yaşta vefatından sonra, Tschirnhaus 'un yardımcısı olan Johann Friedrich Böttger tarafından porselen üretimi için devam ettirilen çalışmalar sonucunda, 1708 yılında Avrupa’da porselen üretimi için; yıllarca süren deneylerden sonra, porselen bünye bileşenleri bulunup, en az 1300°C ‘ye kadar ısıtılarak ilk porselen bünye üretimi adımları atılmaya başlamıştır (Carter ve Norton, 2013: 32; https://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Friedrich_B%C3%B6ttger [12.05.2021]).

1763'teki en önemli gelişmelerden biri olan ve makine çağını başlatan buharla çalışan makinenin icat edilip geliştirilmesi ve 1830-1860 yıllarında daha etkili maden tasfiye yöntemlerinin geliştirilmesi sayesinde artan kömür ve hammadde ihtiyacının daha kolay karşılanabilmesinin sağlanması; Sanayi Devrimi’nin ortaya çıkışındaki önemli teknolojik gelişmelerden biri olmuştur (https://tr.wikipedia.org/wiki/Sanayi_Devrimi [12.05.2021]). Sanayi Devriminin gerçekleşmesinde seramik endüstrisi de etkin bir rol oynamıştır (Carter ve Norton, 2013:23).

Tarihteki önemli dönüm noktalarından biri olan Sanayi Devrimi, geleneksel el işçiliğinin yerini makinelerle üretim aldığı için, seramik üretimi ve dekorasyonu süreçlerini de önemli ölçüde etkileyerek seramik üretiminde belirgin değişikliklerin başlatıldığı Batı Avrupa'da seramik karo üretiminin büyük merkezleri şekillendirmiştir (Stock, 2016:54). Böylelikle 18. yüzyılın başında seramik üretimi çanak çömlek vb. üretiminin yapıldığı zanaat kurumları ile sürdürülmekteyken; Fransa'da Vincennes ve Se`vres’de, Almanya'da Meissen ve İngiltere’de Staffordshire’da seri olarak seramik üretebilecek fabrikaların kurulmasıyla seramik üretim biçimi değişime uğramıştır (Carter ve Norton, 2013:23).



Şekil 67: (a) M.S. 1657–1658 Johannes Vermeer 'in, “Sütçü Kız” tablosunda sağ alt bölümde yer alan Delf Seramik Karolarından oluşan süpürgelik (Tablo Ebatları: 45,5 × 41 cm) ve (b) “Sütçü Kız” tablosu sağ alt kısmında yer alan Delf Seramik karolarından oluşan süpürgelik detay görünümü ([https://en.wikipedia.org/wiki/The_Milkmaid_\(Vermeer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Milkmaid_(Vermeer)) [22.05.2021])



Şekil 68: 18.- 17. Yüzyıl Delf Kobalt Mavisi Karolar, Ortalama Ebatlar:131 × 131 × 7 mm ve 130 × 130 × 9mm (<https://livingculture.lixil.com/en/ilm/museum/permanent/neth/> [22.05.2021])

M.S. 17. ve 18.yüzyıllarda porselen karoların henüz yaygınlık kazanmadığı süreçte, atölyelerde el yapımı olarak üretilen, Çin porselenlerinden esinlenen beyaz zemin üzerine mavi desenleriyle Avrupa tarihinin en popüler seramik karolarından olan Delftware seramik karoları önem kazanmıştır. Bu dönemde Hollanda'da Keşif Çağı'ndan yararlanarak servet sahibi olan varlıklı orta sınıf zenginler, tıpkı Vermeer'in “Sütçü Kız” tablosunda bir ev ortamında süpürgelik karolarını tasvir eden resminde görüldüğü gibi, sahip oldukları servetin göstergesi olarak günlük yaşamlarında seramik karo kullanmaya başlamışlardır.

Bununla birlikte 18.yy'da ise İspanya ve İtalya saraylarına hizmet veren seramik üreticileri tarafından Avrupa'da porselen üretimine başlanmıştır. Bu nedenle 18.yy Avrupa saray soyluları, güçlerinin ve iktidarlarının simgesi olarak dönemi için nadir bulunan ve çok pahalı bir ürün olan porselen karolarla kaplanmış saray odaları dekore ettirmişlerdir. Prestij sembolü olarak düşünülen bu porselen odaların duvar dekorasyonu için, levha üzerine yüksek rölyef tekniği kullanılarak üretilmiş, çeşitli renklerde sır kullanımıyla renklendirilerek dekore edilmiş porselen karolar kullanılmıştır (https://en.wikipedia.org/wiki/Porcelain_tile [22.05.2021]). Beyaz renkli porselen levha üzerine yüksek rölyefler ile şekillendirilmiş ve rölyefleri renkli

sır ve lüster gibi malzemeler kullanılarak dekore edilmiş karolardan oluşan “Porselen Oda” ların bilinen ilk örnekleri; İtalya’da M.S. 1757–1759 yıllarında İtalya sarayı için porselen üreten "Capodimonte Porselen" tarafından üretilen “Capodimonte Porselen Oda”, İspanya’da M.S. 1760 ve 1765 yıllarında Real Fábrica del Buen Retiro tarafından üretilen Gricci tarafından tasarlanan “Aranjuez Sarayı Porselen Oda” ile M.S. 1770’li yıllarda yine aynı firma tarafından üretilen Carlo Schepers tarafından tasarlanan “Madrid Kraliyet Sarayı Porselen Oda”dır (https://en.wikipedia.org/wiki/Capodimonte_porcelain [22.05.2021] ; https://en.wikipedia.org/wiki/Real_F%C3%A1brica_del_Buen_Retiro [22.05.2021]; https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Palace_of_Aranjuez [22.05.2021]).



(a)



(b)

Şekil 69: (a) M.S. 1757–1759 İtalya “Capodimonte Porselen Oda” görünümü ve (b) detay görünümü (https://en.wikipedia.org/wiki/Capodimonte_porcelain [22.05.2021])



(a)



(b)

Şekil 70: (a) M.S. 1760- 1765 “Aranjuez Sarayı Porselen Oda” görünümü (https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Palace_of_Aranjuez [22.05.2021]), (b) M.S. 1770 “Madrid Kraliyet Sarayı Porselen Oda” görünümü (https://en.wikipedia.org/wiki/Real_F%C3%A1brica_del_Buen_Retiro [22.05.2021])

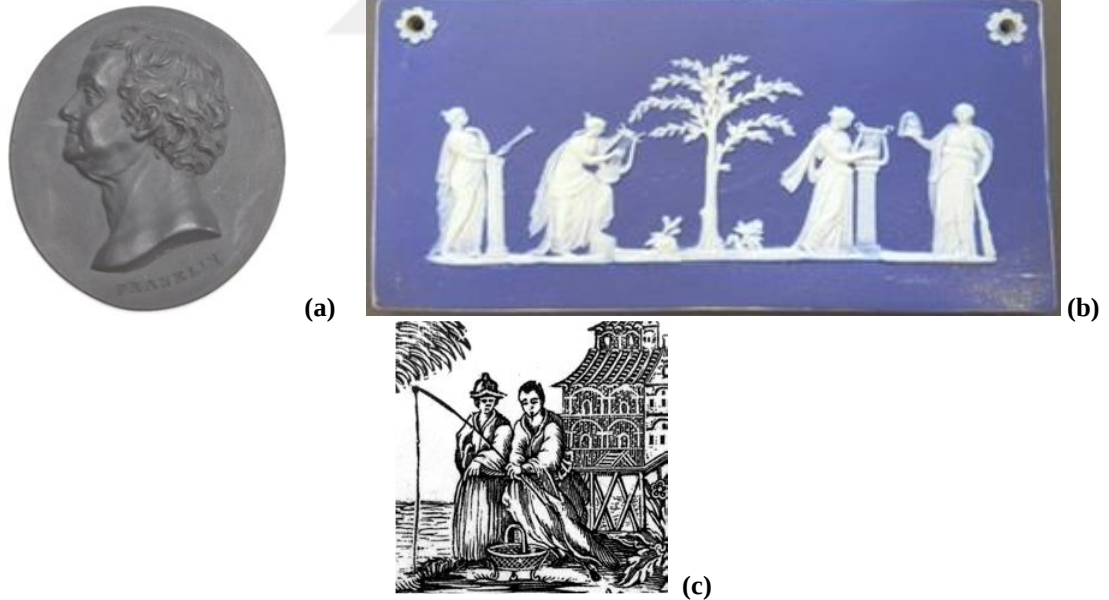
Sınırlı sayıda bulunabildiği için çok pahalı olan ve bu nedenle güç ve servet simgesi olan porselen karolara ve porselen benzeri karolara olan talep, özellikle Sanayi Devriminin gerçekleşmesinden sonra yavaş yavaş artmaya başlamıştır. Sanayi Devrimi öncesi daha çok çeşitli seramik merkezlerindeki atölyeler tarafından sürdürülen seramik karo üretimi, Sanayi Devrimi sonrası giderek büyük işletmeler ve daha sonra fabrikalar tarafından gerçekleştirilmeye başlamıştır. Farklı alanlarda kullanılan makine ve üretim yöntemlerinin seramik üretimine uyarlanarak kullanılmaya başlanması ile teknolojik yeniliklerin desteklenmesi büyük işletme ve fabrikalarda üretim sürecini hızlandıran etmenler olmuştur.

Örneğin söz konusu süreçte 18. yüzyılın ikinci yarısında kuzeybatı İngiltere'de ortaya çıkan transfer baskı (hazırlanan imgenin mürekkep ve baskı yöntemi kullanılarak özel baskı kâğıdı üzerine ısı ve basınç ile aktarımı) tekniğinin, endüstriyel seramik karo üretiminde de kullanımı; bu yüzyılda endüstriyel karo üretimini geliştiren en önemli uygulamalardan biri olmuştur (Stock, 2016:54). 1756'da İngiltere'de matbaacı John Sadler ve yardımcısı Guy Green tarafından patent başvurusu yapılan “transfer baskı tekniği” ile seramik karoların dekorlanması, el ile dekorasyon yöntemiyle üretime göre üretim süresini kısalttığı için seramik karoların daha hızlı üretilmesini sağlamıştır (Lemmen, 2017:1-2).

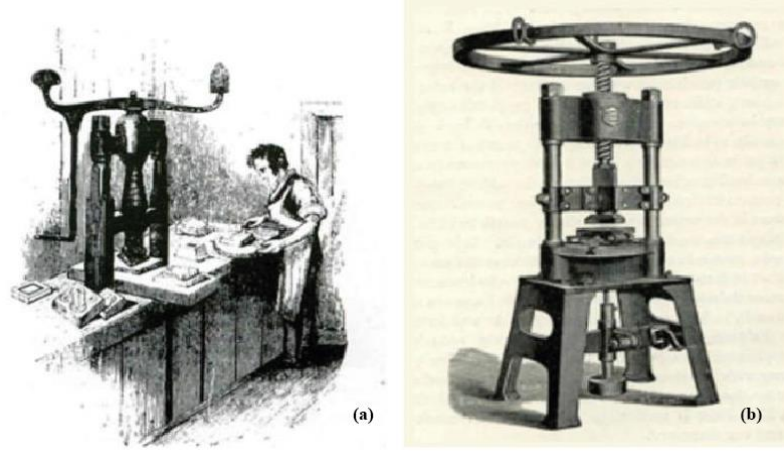
18. yüzyılın sonuna gelindiğinde ise, seramik malzemelere daha bilimsel açıdan yaklaşılmaya başlanması (örneğin, hammaddelerin kimyasal analizi) seramik alanını önemli bir şekilde etkileyerek değiştirmiştir (Carter ve Norton, 2013:23). Seramik hammaddelerinin kimyasal analizlerinin bilinmesi üretim için daha önceden kullanılan maden ocaklarından çıkan malzemelerle üretim yapma zorunluluğunu ortadan kaldırmış, alternatif maden ocaklarından çıkan malzemelerin üretimde kullanımını kolaylaştırmıştır. Bununla birlikte seramik üretiminde ortaya çıkabilen malzeme kaynaklı üretim hatalarının temel nedenlerini inceleyebilme imkânı da sunmuş, seramik malzemelerin temel özellikleri ile ilgili araştırma çalışmalarının gelişmesine de imkân sağlamıştır.

Yine 18. yüzyılın sonunda İngiltere ve Avrupa'daki fabrika sistemleri, seramik girişimcileri ve mühendislerini; modern üretim ve pazarlama yöntemleri geliştirmeye yönelten, büyüyen önemli bir ihracat endüstrisi haline gelmiştir. Bu

devrimin liderlerinden biri Josiah Wedgwood'dur. Wedgwood, seramik üretim sürecinde üretimin yapma şeklini değiştirmeden, süreci birçok ayrı bölüme ayırarak ve her işçinin üretimin yalnızca bir aşamasında uzman olması uygulamasını başlatmıştır. Zamanı için devrim niteliğinde olan bu yaklaşım ile; seramik sektöründeki, her çalışanın sadece belirli bir alandaki performansını artırmak ve belirli bir alanda uzmanlaşmasını sağlamak ve endüstriyel sırların gizliliğinin korunması konusundaki ilk adımlar atılmıştır(Carter ve Norton, 2013:23). Wedgwood, hem sınırlı sayıda üretilmiş sırlı ve sırsız dekoratif ürünleri, hem de günlük yaşamda kullanıma yönelik çoğunlukla dekorsuz üretilen krem rengi karoların üretimini de yapmıştır. Bunlardan en bilinenleri; 1767'de üretilmiş olan şeffaf sırla kaplanmış 17.78 cm² büyüklüğünde çoğunlukla dekorsuz üretilen krem rengi karoların üretimine başlamış, bazı karolarda Sadler ve Green tarafından sır üzerine “transfer baskı tekniği” ile yeşil emaye dekoru da uygulanmıştır (Lemmen, 2017:2). Wedgwood yine 1767 yılında "bazalte" adını verdiği sırsız siyah stoneware bünyeli ürünlerin ve daha sonra farklı iki renk bünye kullanılarak üretilen “jasperware” olarak tanımlanan ürünleri de üretmiştir (Carter ve Norton, 2013:23).



Şekil 71: (a) 1760'lar Wedgwood ve Bentley siyah bazalt portre madalyonu formunda seramik karo (https://www.liveauctioneers.com/item/101156909_a-wedgwood-and-bentley-black-basalt-portrait-medallion-of [28.05.2021]) , (b) 1760'lar Wedgwood üretimi Jasperware seramik karo (<https://www.collectorsweekly.com/stories/250890-wedgwood-jasperware-cobalt-blue-plaque> [28.05.2021]), (c) Sadler ve Green'in Liverpool'da 1756–1757 yılları arasında “transfer baskı tekniği” ile ürettiği sır üstü baskılı bir karodan detay (Hans van Lemmen, 2017:1)



Şekil 72: (a) M.S. 1840'lar Chamberlains of Worcester karo yapımı illüstrasyonu, (b) M.S. 1850'ler civarı vidalı preslerin erken dönemi tek elle çalıştırılan vidalı pres illüstrasyonu (Blanchett, [30.03.2021])

19. yüzyıla gelindiğinde Richard Prosser ve (daha sonra Amerika' ya göç edecek olan kardeşi) Tomas Prosser tarafından icat edilen ve daha sonra Richard Prosser tarafından 1840 yılında patenti alınan "toz presleme yöntemi" seramik karo üretiminde seri üretim açısından çığır açmıştır (Baeck:2019).

Islak seramik bünyenin elle şekillendirilmesi yöntemi ile uygulanan yaş şekillendirme yöntemine göre üretim süresini oldukça kısaltılmasını sağlayan; neredeyse kuru denebilecek kadar düşük nem oranına sahip kilin iki metal kalıp arasında sıkıştırılmasıyla oluşan "toz presleme" yönteminin geliştirilmesiyle karo üretim sürecini kolaylaştıran üretim devrimi yapılmıştır (Grimmer ve Konrad, 1996:2). Başlangıçta kil bünyelerin preslenmesi için kullanılan bu yöntem, günümüzde de endüstriyel seramik karo üretiminde üretim süresini belirleyen en önemli unsurlardan biri olan bünyenin kuruma süresini oldukça kısaltmıştır. 1840'lı yıllarda Avrupa'daki seramik üreticileri (Boch ailesi Berlin'de Ernst March, Lüksemburg'da Septfontaines, Almanya'da Mettlach, Belçika'da La Louvière, Fransa'da Maubeuge ve Auneuil'de Boulenger Kardeşler), o tarihlerde yeni geliştirilmiş olan toz presleme tekniğinin ve bu teknikle üretilen ürünlerinin avantajlarını hemen fark ederek; dönemin hem popüler, hem de yüksek maliyetli ürünleri olan İngiliz seramik mozaikleri ve desenin kakma tekniği ile karolara nakşedildiği "encaustic" seramik karolarını düşük maliyetle üretebilecekleri yeni bir yöntem olduğu için, toz presleme ile şekillendirme yöntemini kullanmaya başlamışlar (Baeck, 2019), İngiltere'de ise encaustic seramik karo üretiminin yeniden

canlandırılması için Herbert Minton çalışmalar yürütmüştür (Grimmer ve Konrad, 1996:2).



Şekil 73: Viktorya Dönemi (1837-1901) Encaustic Karo örneği
(https://en.wikipedia.org/wiki/Encaustic_tile#:~:text=Encaustic%20tiles%20are%20ceramic%20tiles,of%20different%20colors%20of%20clay.&text=The%20pattern%20appears%20inlaid%20into,the%20tile%20is%20worn%20down [30.03.2021])

Toz presleme yönteminin geliştirilip kullanılmaya başlamasından kısa süre sonra Avrupalı endüstriyel seramik karo üreticisi ülkelerin bireysel zevklerine daha uygun motiflerle karo üretimi başlamış ve diğer birçok fabrikanın da onları izlemesiyle; seramik karo üretiminde yerel pazarlarda olduğu kadar uluslararası pazarda da şiddetli rekabet ortamı oluşmuştur (Baeck, 2019).

1840'lı yılların ikinci yarısından sonra, seramik karo üretiminde artan rekabetin, toz presleme tekniği ile üretilen ürünler ve toz presleme makinesi hakkında dönemin dergi ve gazetelerinde çıkan çeşitli yayınların etkisiyle; Avrupa'da toz presleme makinesine ilginin artmasına ve Avrupa'nın çeşitli ülkelerinde yerel ve geliştirilmiş toz presleme makinelerinin üretimini teşvik etmiştir (Baeck, 2019).

Amerika Birleşik Devletleri'nde Seramik karoların zemin kaplaması olarak yaygınlaşıp ünlenmesinde; ünlü mimar ve eleştirmen Andrew Jackson Downing 'in 1850'de yayımlanan "Kır Evleri Mimarisi" adlı kitabında, pratikliği nedeniyle encaustic yer karolarını önermesi ve ardından 1876 yılında Philadelphia Centennial Fuarı'nda sergilenen dekoratif yer karoları önemli bir faktör olmuştur (Grimmer ve Konrad, 1996:2). ABD 'deki kaba yer karoları dışındaki çoğu seramik karo, başlangıçta yüksek maliyetleri nedeniyle, yalnızca zengin Amerikalıların karşılayabileceği, İngiltere'den ithal ürünler olmuştur. İngiliz seramik karo şirketlerinin, kârlı ihracat potansiyelini fark etmelerinden, kısa süre sonra büyük ABD şehirlerinde bayiler açıp, ABD 'de tekelleşmeye başlamışlardır (Grimmer ve

Konrad, 1996:2-3). Bu tekelleşme 1870'lerde ABD'de bu duruma tepki olarak karo endüstrisinin büyümesini teşvik ederek, 1876-1894 yılları arasında en az 25 seramik karo fabrikası kurulmuştur (Grimmer ve Konrad, 1996:3).

20. yüzyıla gelindiğinde Sanayi Devriminin etkisiyle seramik karo üretiminde de makineleşmenin artması seramik karoların daha hızlı üretilebilir hale gelmesine neden olmuştur. Bununla birlikte sanayileşmenin etkisiyle büyüyen kentlerde halk sağlığı için temizlikle ilgili kuralların artması, kolay temizlenebilen ürünler olan seramik karo kullanımını artırmıştır (Turner, 2020).

II. Dünya Savaşı (1939-1945) dönemi öncesine gelindiğinde, toz presleme yöntemiyle üretilen sırlı karoların üretim süreci baştan sona yaklaşık yetmiş saatte tamamlanabilir hale gelmiştir (Turner, 2020). İkinci Dünya Savaşı 'na (1939'a) kadar Avrupa'da seramik karo üretim hacmi bugünkünden çok daha azdır ve büyük ölçekli üretim 1940'ların sonunda hızla artmıştır (Russo, 1985:329-330).

İkinci Dünya Savaşından sonra, savaş sırasında yıkılan Avrupa'nın yeniden inşası ve restorasyonu için gelişen inşaat sektörüyle birlikte seramik karo endüstrisi de gelişmeye başlamıştır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra farklı bünye özelliğine sahip temel olarak gözenekli ve sırlı duvar karoları (beyaz gövde: kireçli toprak; kırmızı gövde: mayolika) ve yer karoları gibi birkaç çeşit seramik karo üretilmiştir. Bu ürünler çoğunlukla endüstriyel ve dış mekânda kullanıma yönelik sırsız; ekstrüzyon yöntemiyle üretilen (klinker, rusticcotto) veya kuru presleme yöntemiyle üretilen (kırmızı stoneware ve fine stoneware) kırmızı ve beyaz stoneware çeşitlerinden oluşmaktadır (Dondi, 2014:93).

Sanayi Devrimi Döneminden sonra seramik karo üretiminde en büyük ikinci gelişim dönemi seramik karo üretim tekniklerinin gelişimi alanında, 1985 'e kadar olan süreçte yaşanmıştır (Russo, 1985:333).

II. Dünya Savaşından 1985 'e kadar yaşanan teknik değişim sürecini, seramik karo üretim makineleri imalatı ve geliştirilmesinde gösterdiği büyük gelişmelerle ilk akla gelen ülkelerden biri olan ve Türkiye 'de de endüstriyel seramik karo üretiminin 1970'li yıllarda ve sonrasında makine ve teknik araştırma faaliyetlerinde en çok destek alınan ülkelerden biri olan İtalya'daki teknik gelişmeler üzerinden inceleyecek

olursak, bu süreci: “İlk sanayileşme (1945-1963)”, “On yıllık büyüme (1964-1973)”, “Radikal dönüşüm (1974-1980)” dönemi olarak üç alt dönemde tanımlayabiliriz.

Dünya seramik karo üretiminde ilk sanayileşme dönemi olarak tanımlanan 1945-1963 sürecinde; özellikle 1950'lerde küçük boyutlu seramik atölyelerinin de endüstrileşmeye başladığı bir süreç başlamış, bu süreç yeni endüstriyel tekniklerinin, seramik üretim süreçlerinin ve malzemelerinin gelişimine neden olmuştur (Özkan, 2008:250). II. Dünya savaşından sonra yıkıma uğrayan Avrupa şehirlerinin yeniden inşası süreci de olan 1945-1963 yılları seramik karo üretiminde ilk büyük ölçekli üretim için çalışmalar dönemi olmuş, bu yeniden inşa sürecinde artan seramik karo ihtiyacını karşılayabilmek için daha büyük ebatlarda ve daha fazla miktarda karo üretmek fikri gelişmiştir. Bu nedenle söz konusu yıllarda daha büyük ebatlarda karo üretmek ve her bir presin üretim miktarını artırmak için preslerin daha fazla basınç uygulayarak çalışabilmesi için gerekli değişiklikler elektrik kullanımının başlamasıyla gerçekleştirilmiş, doğalgazın pişirmede yakıt olarak kullanılması, tünel fırınların kullanımının benimsenmesi ve sırlama işlemlerinin hareketli hat üzerinde uygulanmaya başlanması da yine bu dönemde gerçekleşmiştir (Russo, 1985:333).

1945-1963 döneminde öğütülerek kuru presleme ya da toz presleme olarak adlandırılan yöntemle karo yapımı için hazırlanan seramik bünyeler; süt tozu gibi granül elde edilmesi yöntemlerinden yola çıkarak, granül hale getirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Granülleştirme uygulamasının gelişip yaygınlaşması ise; sonraki dönemlerde öğütme işleminin iyileştirilmesi ve iyi öğütme sonucunda ürünlerin daha iyi pişirilebilmesine neden olmuştur (Russo, 1985:333). 1962 yılında Spray Dryer tekniğinin geliştirilmesi, 1968'de rulolu fırınların ve 1969'da stok arabalarının geliştirilmesi, 1960'lı yıllarda seramik karo üretim teknolojisini hızlandıran en önemli gelişmeler olmuştur (Reh, 1991:7).

II. Dünya Savaşı'ndan sonra (yani 1945 sonrası) birkaç çeşit seramik karo piyasaya sürülmüş, söz konusu dönemde gözenekli yapıda Duvar Karoları "calcerous earthenware" ve "mayolika" bünyelerden ve üst yüzeyleri sırlanarak üretilirken; Yer Karoları çoğunlukla endüstriyel ve dış mekân uygulamalarına yönelik "stoneware" sırsız ürün çeşitlerinden oluşmuş ve ekstrüzyonla ("klinker" ve "rustik cotto"

bünyeler) ve kuru preslemeyle ("kırmızı stoneware" ve "fine stoneware" bünyeler) ile üretilmiştir (Dondi vd., 2014).

1945-1963 döneminde, seramik karo fabrikalarındaki değirmen ve presler hariç tüm araç-gereç, temel mekanik nitelikte, mühendislik zanaatkârları tarafından inşa ve monte edilmiş veya (fırınlarda olduğu gibi) basitçe tuğladan yapılmıştır (Russo, 1985:333).

1964-1973 yılları arasındaki dönemde giderek büyüyen şehirlerin inşası devam etmekte, şehirlerin temizliğinin sağlanması kadar, dekorasyonu önem kazanmaktaydı. Bu süreçte 1960'ların başlarına kadar üretilen seramik karoların büyük bir kısmı tek renkli karolardan oluşurken, 1964-1973 döneminde seramik karolara olan talebin artması, üretim geliştirme araştırmalarının çok renkli karoların düşük maliyetle üretimi ve çok renkli karo üretiminde dekorasyon sürecinin el dekor uygulama yönteminden kurtarıp, mekanize etmeye yöneltmiştir. 1964-1973 döneminde çok renkli dekorasyon sürecinin mekanize edilmesi ile bir yandan üretim miktarını ve seramik karolara olan talebin artmasına, öte yandan da elle boyanan zengin dekor anlayışının hâkim olduğu seramik karoların üretim sayısının azalmasına neden olmuştur (Russo, 1985:334).

1960'ların ikinci yarısında artan seramik karo üretiminde kullanılan, makinelerin miktarları ve kullanım süreleri artmış, fırınların ve sır hattının uzatılması ihtiyacı doğmuştur. 1970'ler Seramik Karo üretimine yapılan yatırımların ve araştırma-geliştirme faaliyetlerinin artması, üretim sürecinin de daha kolay olması gerektiği yönünde beklentiyi arttırmış, bu yıllarda İtalyan seramik üretim makineleri imal eden Sacmi; üretimde yeni pişirim yöntemi ile çalışan fabrika fırınları ve preslerden fırınlara dek uzanan üretim hatlarının daha hızlı üretim yapabilmesini sağlayan taşıyıcı bant ve stok sistemini geliştirmiştir (Russo, 1985:332).

1974 'te Avrupa'da seramik karo tüketiminde ciddi bir talep azalması başlamış ve 1970'lerin sonuna kadar sürerek, özellikle en kötü donanımlı ve en kötü organize olmuş fabrikaları etkilemiştir. Ancak söz konusu kriz, gelecekteki gelişmeler hakkında yaratıcı düşünmek; yeni pazarların açılması için çok büyük çabalar gerektireceğinin farkına varmak için birçok firmaya önemli bir fırsat sunmuştur. Bununla birlikte 1970'lerin sonlarında fabrikalarda seramik karo

üretiminde bekllemeler nedeniyle boşa geçen sürelerin ve pişme süresinin azaltılarak ve üretimde birim maliyetlerde bir düşüş sağlamak için; yeni preslenen ham karoların otomatik olarak istiflenmesi, pres haznesinin otomatik temizlenmesi, kendini temizleyen baskı makineleri, (paketleme bölümünde seçim birimleri ve sırlama biriminde kullanılan) önce yarı otomatik daha sonra tamamen otomatik olarak yükleme-boşaltma yapılabilen üretim hatları ve üretim sürecinin çeşitli aşamalarında malzemelerin mekanize taşınmasını sağlayan yeni makinelerin tanıtılmasıyla yapılmıştır (Russo, 1985:334). Otomasyondaki gelişmelerle, tüm seramik karo üretim süreci otomasyonla yürütülebilir hale gelmiştir. Seramik Karo üretiminde otomasyona geçiş sayesinde; daha ince karolar üretebilen, eşit bir sır uygulayan, pişiren, soğutan ve kısa bir sürede kutulayarak, maliyeti önemli ölçüde azaltan ve daha kullanışlı bir konveyör (taşıma) sistemi geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır (Turner: 2020).

Endüstriyel seramik karo üretimini etkileyen en önemli olaylardan biri 1970-1980'li yıllarda yüksek maliyetli "geleneksel çift pişirim" den, düşük maliyetli "hızlı çift pişirim" ve "hızlı tek pişirim" yönteminin, tünel fırınlardan rulolu fırınların kullanımına geçişle gerçekleşmiştir. 1970'lerdeki şiddetli enerji krizi, seramik endüstrisini daha az enerji tüketerek üretmeye zorlayarak (ıslak öğütme, hızlı kurutma, spreyleme dahil); tüm üretim sürecini yeni bir teknolojiye dönüştüren "roller (merdaneli) fırınlar"da hızlı pişirimin gelişmesini teşvik etmiştir (Dondi vd., 2014).

Çok daha hızlı ve verimli üretim yapabilme kapasitesine sahip bu yeni teknoloji; alışıla gelmiş, yavaş hızla seramik karo üretimi yapılan (mayolika, kil, ve stoneware gibi) klasik bünyeleri kullanarak üretim yapmaya uygun olmadığı için, seramik karoların üretiminde kullanılan bünyelerde önemli değişiklikler yapılmıştır.

Bu dönüşüm süreci, nihayetinde (hızlı tek pişirim) monoporosa ve ardından birapida (hızlı çift pişirim) adı verilen yeni ürünlere yol açarak, üretilen bu ürünler de zaman içinde mayolika veya earthenware (kil)'den üretilen ürünlerin yerini almıştır. Kırmızı monoporosa / birapida olarak mayolika'dan türetilen white birapida, calcerous earthenware'den ortaya çıkmakla beraber, beyaz monoporosa, stoneware seramik bünye formüllerinden yola çıkılarak geliştirilmiştir. Bu süreçte yer

karolarının evrimi daha karmaşık olmuş; ilk olarak sırsız stoneware ve cottoforte yığınlarının modifiye edilmesiyle tek pişirimli sırlı kırmızı bir stoneware bünye elde edilmiştir ve bu hala yarı vitrifiye veya vitrifiye kırmızı bünyeler için referans üründür (Dondi vd., 2014).

1970'li yılların sonunda geniş bir ürün çeşitliliğine sahip hale gelmiş olan seramik karo endüstrisine, yüksek teknik özellikleriyle karakterize edilen Porselen karolar eklenmiştir. Camsı yapısı nedeniyle son derece düşük gözenek yapısına sahip bu karolar özellikle donma, kimyasal madde, aşınma ve kırılma dirençleri sayesinde; trafiğin yoğun olduğu dış mekânlarda bile çok tercih edilen ürünler haline gelmiştir (Sánchez vd., 2010:831-832).

1980'li yıllarda hızlı pişirim yönteminin dışında seramik karo teknolojisindeki en önemli gelişmeler; 1983'te (günümüzde karo üretiminde çamur (bünye) hazırlamada en yaygın kullanılan yöntem olan) granül yapımının, 1984'te şekillendirilen karoların kurutulması için kullanılan süper hızlı kurutucuların, 1985'te kontinü(durmadan çalışabilen) değirmenlerin geliştirilmeleri olmuştur (Reh, 1991:7). 1980'lerde yerel kırmızı renkli pişen killer yerine, "ball clay" olarak adlandırılan killerin kullanılması çeşitli avantajlar sağladığı beyaz renkli bünyelere geçiş meydana gelmiş, böylelikle 1990'larda lider ürün haline gelen tek pişirimli sırlı porselen stoneware ürün geliştirilmiştir. Porselen Stoneware 'in dikkat çeken yüksek mekanik direnç, eğilme dayanımı, ısıl şoklara dayanıklılığı vb. teknik performansı onun hızlı bir şekilde seramik karo pazarına sunulmasına ve Dünya çapında talep gören en önemli ürün haline dönüşmesine neden olmuştur. Başlangıçta yoğun trafiğin bulunduğu alanlar da kullanım için sırsız olarak üretilen "porselen stoneware seramik karolar", sırlı, parlatılmış, süper beyaz ve yarı saydam gibi özel bünye türlerinin yaratılmasıyla geniş bir yelpazedeki dekorasyon teknikleriyle giderek estetik değer de kazanmıştır (Dondi vd., 2014).

1990'larda endüstriyel seramik karoların dekorasyonunda 1960'lardan itibaren kullanılmaya başlayan ipek baskı tekniği yerine, yine elek baskı tekniğinin farklı malzemelerle geliştirilip, dönen silindir şeklindeki elek baskı ile seramik karoların dekorlanmasını sağlayan Rotocolor tekniği daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Muniz ve Barro, 2016).

2000 yılında İspanya Cevisama'da Dijital Baskı (inkjet) dekorasyonuna yönelik ilk makinelerin sergilenmesinden sonra, dijital baskı teknolojisinde mekanik, elektronik, mürekkep, pigment ve kimyasal içeriklerinde istikrarlı bir gelişme yaşanmış ve sonucunda dijital baskı teknolojisi gelişmiştir. 2018 yılında ise dijital baskı makineleri çarpıcı bir şekilde ilerleyerek bir düzine mürekkep rengiyle çalışıp ve dakikada 100m kadar karo üretebilir hale gelmiştir (Hutchings, 2010; Tozzy, 2021). Günümüzde seramik karo yüzeyine dijital baskı için yaygın kullanılan yüksek çözünürlük normalde 300 dpi (dots per inchs) (inch başına 300 nokta) iken, “İpek Baskı” ve “Rotocolour” tekniği ile 80 dpi çözünürlük elde edilmekte; “Dijital Baskı” tekniği ile 1000 dpi’ya kadar ulaşabilir hale gelmiştir (Muniz ve Barro, 2016). Dijital baskı makinesi kullanılarak üretilen seramik karolar; baskı çözünürlüğünün artması sayesinde fotografik gerçekçilik kazanmış, tüm bu süreçler; ürün çeşitliliği, kalitesi, üretim hızı ve üretim miktarının artırılmasını önemli ölçüde etkilemiştir (Tozzy,[19.05.2021] ; Muniz ve Barro, 2016).

21. yüzyılda (yapısal ve kimyasal bilgiler sağlayan) X-ışını kırınımı, elektron mikroskobu gibi gelişmiş inceleme tekniklerinin geliştirilmesi ve seramik işleme teknolojisindeki bilimsel gelişmeler sayesinde; seramik araştırma, işleme ve üretimi temel bilimsel ve mühendislik ilkelerinin anlaşılmasına ve ilerlemesine dayalı olarak değişmiştir (Carter ve Norton, 2013: 24). Bununla birlikte 21. yüzyılda birçoğu önceki dönemde çok deneysel bir biçimde de olsa zaten mevcut olan üretimde kullanılan çeşitli makinelerin benimsenmesinin sonucunda; üretim hızı artık işçi müdahalesiyle değil, makinelerin programladığı bir sürece dönüşmüştür. Makineleşme sonrası, ürün seçimi ve pişirilmesi gibi süreçlerde mikroişlemcilerin kullanılması, makinenin gerçekleştirdiği eylemlerin kaydedilmesi ve gerekli değişikliklerin otomasyonla yapılabilmesini mümkün kılmıştır.

Tüm bu gelişmelerin sonucu olarak 21. yüzyılda, artan otomasyon ve gelişmiş inceleme tekniklerinin yardımıyla; seramik karo endüstrisinde üreticilerin, üretim hacmi ve üretim kapasitesi geçen yüzyıllara göre daha da artmış, bunun sonucunda hammadde tedariki ve üretim atıklarının geri dönüşümü gibi konular da giderek önem kazanmaya başlamıştır. Bu nedenle 21. yüzyılda endüstriyel seramik karo üreticileri daha düşük maliyetle, daha çok miktarda ve sürdürülebilir seramik karo üretiminin yapılabilmesi konusuna yönelmiştir. Hammadde kaynaklarının sonlu

olduğu hem üretim hem de tüketim sonrasında oluşan atıklarla birlikte büyük atık alanlarını yeryüzünü giderek kapladığı düşüncesi; 21. yüzyıl üreticilerini ve araştırmacılarını “Sürdürülebilir Üretim” düşüncesine yöneltmiştir (Settembre-Blundo vd., 2019). Bu bağlamda günümüzde özellikle Avrupalı üreticiler, hammaddelerin madenlerden işletmelere ulaşımı nakliye masrafları, işgücü kaybı, nakliye sırasında ortaya çıkan karbon gazı salınımı, üretim sonrası ortaya çıkan atığın çevreye olan etkisi gibi koşulları değerlendirdiklerinde; atıkların yeniden kullanımı ile ilgili projelere öncelik tanımaktadırlar(Settembre- Blundo vd., 2019 ; Dondi vd., 2020 ; Elmas, 2019 ; Garcia-Muiña vd., 2019).

Seramik endüstrisinin gelişmeye başladığı erken yıllardaki, salt mekanizasyon ve ürün çeşidinin arttırılması temelli endüstri gelişimi yerini; günümüzde mekanizasyonun daha da arttığı, çevre bilincinin yükseldiği, yerel hammaddelerin ve atıkların yaygın olarak kullanıldığı, mümkünse üreticilerin üretimde kullandıkları enerjinin en azından bir kısmını kendilerinin ürettikleri sürdürülebilir üretim modeline bırakma eğilimindedir.

1.2.4. Tarihsel Süreçte Türkiye’de Endüstriyel Seramik Karo Üretiminin Başlaması ve Gelişimi

Türk kültüründe seramiğin mimaride kullanımı, Göktürk ve Uygur devirlerine dayanmakta (Çoruhlu, 2000 akt. Okutur, 2017:487) ve çiniciliğin 12. Yüzyıldan sonra özellikle Türklerin hâkim oldukları bölgelerde büyük bir gelişim gösterdiği bilinmektedir (Kuban, 1973 akt. Okutur, 2017:487). Ülkemizde seramik karo üreticiliği, Selçuklu ve Osmanlı Dönemlerinde, bir zanaat dalı olarak çini üreticiliğiyle özellikle; İznik ve Kütahya’da başlamıştır (Sümer, 1976:39).

Seramik ürünlerin seri üretimine yönelik ilk girişimler ise 1660 yılında İstanbul Tekfur Sarayı Çini Atölyesi, 1839-1861 yıllarında Beykoz-İncirli Köyü Seramik Fabrikası, 1894 yılında Yıldız Porselen Fabrikası’nda Osmanlı Sarayına Yönelik Ürünler üretilmesi amacıyla kurulmuştur (Salman Çevik, 2016:84). Bu dönemde Yıldız Fabrikası ve Çini Atölyesi gibi Avrupa Porseleninin benzerlerini üretmek için devlet tarafından kurulan fabrikalarda üretim faaliyetlerinden sorumlu olarak çoğu Fransız uzmanlar ve işçiler çalıştırılmıştır (Damalıbağ, 2011:78).



Şekil 74: Osmanlı Döneminde Yıldız Fabrikasının model atölyesi çalışanları (Kala, 2011:48)

Osmanlı Dönemi işletmelerinde; feldispat ve kaolin gibi bir fabrikada üretim yapılabilmesinin vazgeçilmez unsuru olan hammaddeler; yurtiçinden de tedarik edilebilir durumdayken, fabrikaların kurulup işletilmesinde destek olması için çalıştırılan Fransız uzmanların yönlendirmesiyle, bu fabrikaların üretimde bulunduğu sürenin büyük bir kısmında, yüksek meblağlar karşılığı Fransa'dan tedarik edilmiştir (Damlıbağ, 2011:78-236).

Öncesinde yerli hammadde ile üretim konusunda bazı girişimler olsa da; 1.Dünya Savaşının sebep olduğu yokluklarla yurtdışından malzeme gelme imkânı kalmayınca, ülke içindeki kaynakların araştırılarak, üretimde kullanımlarına ancak cesaret edilmiş, araştırma çalışmaları sonucunda, yerli hammaddelerle de başarıyla üretim yapılabildiği sonucuna ulaşılmıştır (Damlıbağ, 2011:236).

Cumhuriyet'in ilk yıllarında İzmir I. İktisat Kongresi'nde, dışa bağımlılığın azaltılması için Sümerbank'ın kurulması ve 1933 yılında İstanbul ve Kütahya'yı kapsayan seramik endüstrisi projelerinin başlaması; Türkiye'de seramik endüstrisinin temellerini oluşturan ilk girişimler olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte Türkiye'de tamamı ithal edilen seramik kaplama malzemelerinin yerli alternatiflerinin kitlesel çapta üretimi fikri 1950'lerin sonuna doğru gelişerek yerli kaplama sanayisi yatırımlarına dönüşmüş (Salman Çevik, 2016:84-85) bu fabrikalarda üretim faaliyetlere ise 1960'lı yıllarda başlanmıştır (Sümer, 1976:39).



**Şekil 75: 1970’lerde Sümerbank Bozüyük Seramik Fabrikası genel görünümü
(Günümüzde Bien Seramik Bozüyük Fabrikası olarak üretimine devam etmektedir)
(Fotoğraf: Hakan Alkan’dan akt. Hasan Şen)**

1960’lar ve sonrasında inşaat sektörünün giderek gelişmesiyle, seramik karolara olan talebi de artırmıştır (Salman Çevik, 2016:85). Türkiye’de seramik kaplama ürünlerinin fabrikalarda üretimi; ilk olarak 1961 yılında Çanakkale Seramik Fabrikasının, ardından 1966 yılında Bozüyük Sümerbank ve yine aynı yıl Gorbon Işıl Seramik Tesisinin faaliyete geçmesiyle başlamıştır (Sümer, 1976: 39). O yıllarda seramik kaplama sanayisinin gelişiminde; hem Bozüyük Sümerbank Seramik Fabrikası gibi devlet destekli işletmeler, hem de Çanakkale Seramik Fabrikası gibi özel sektör yatırımları gerçekleştirilmiştir.

1960’lı yılların sonunda kitlesel üretime başlandığında, duvar karoları ilk üretilen karo türü olmuş, bu tarihlerde Çanakkale Seramik ve Bozüyük Sümerbank Karo Fabrikalarında 10x10cm, 15x15cm gibi küçük ebatlı, beyaz renkli duvar karoları üretilmiştir (Ulueren, 2005, Mart-Nisan: 94). Seramik karo fabrikalarının kurulma süreçlerinde fabrikaların kurulacağı yerlerin seçiminde en önemli etken; kurulacak fabrikanın üretilmesi plânlanan ürün için kullanılacak hammaddelere yakın olması sayesinde nakliye masraflarını azaltılabilmesidir. Bu bağlamda, Türkiye’de kurulan ilk seramik karo fabrikaları, duvar karosu üretiminin temel hammaddelerinden olan kil ihtiyacı göz önünde bulundurularak, İstanbul-Şile kil havzasına yakın yerlere inşa edilmiştir (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021). Bunu takip eden yıllarda uzun bir süre sadece “duvar karosu” üretimi

yapılırken 1972’de Türkiye’de kurulan ilk yer karosu fabrikası; Çanakkale Seramik’in yer karosu üretimi için kurduğu “Kalebodur Seramik Sanayi A.Ş.” üretime başlamıştır (<https://web.archive.org/web/20130224070032/http://www.seramikfirmalari.com/canak-kale-seramik.html> [23.06.2021]).

9 Eylül 1972 yılında Ege Seramik; cottoforte (%11- %12 su emme grubu özelliğine sahip, yüksek oranda demir içeren kırmızı kil ile üretilen seramik karo türü) üretmek üzere 42 kurucu ortak tarafından kurulmuş ve Haziran 1975’te üretime başlamıştır (Saatçioğlu, 2004: 42-43). Bunu takip eden yıllarda Türkiye Seramik Kaplama Sanayisindeki gelişim farklı firmaların da katılımıyla büyüme göstererek, Güner Sümer’in 1976 yıllarında yayınladığı makalesinde belirttiği üzere;

“1976-1977 yıllarında 7500 Ton/Yıl kapasiteli Söğüt Seramik Sanayii, 7500 Ton/Yıl kapasiteli Bilecik Seramik Sanayii, 7000 Ton/Yıl kapasiteli Uşak Porselen Sanayii, 15000 Ton/Yıl kapasiteli ikinci Sümerbank Seramik Fabrikası’nın üretime başlayacağı ve kurulan fabrikaların üretim hacmi artışlarından söz edilir hale gelinmiştir (Sümer,1976).

1982 yılında Toprak Seramik, Duvar Karosu Fabrikasının açılışıyla seramik karo sektörüne yeni katılan isim olmuş ve 1983 yılında da üretim Yer Karosu üretim faaliyetlerine başlamıştır (Seramik Türkiye, 2005, Mart-Nisan:32).

1985 yılında Türkiye’de gelişen inşaat sektörünün etkisiyle seramik karo sektörü de büyümüş, bir süre sonra iç pazardaki taleplerin azalması ile dış pazara satış yaparak büyümesini sürdürmüştür (Sazcı, 2006: 45). Yine 1980 ve 1990’lı yıllarda Seramik kaplama sektörüne katılan firmalar; Kütahya Seramik, Söğüt Seramik, Serel Seramik, Vitra Karo ve Graniser’dir (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021). 1987 yılında Serel Seramik, Bilecik Bilser firmasını satın alarak (Devlet Planlama Teşkilatı [DPT], 1995:2) ve Vitra 1991 yılında İtalyan Marazzi firması işbirliği ile kurulmuştur (DPT, a.g.e. ; Eczacıbaşı, [17.06.2023]). Hitit Seramik ve Kütahya Seramik 1991 yılında üretime başlamıştır (DPT, a.g.e.). 1992 yılında Seranit Granit Seramik Sanayi Ticaret A.Ş, 500 000 metrekarelik kapasiteyle çalışabilen bir tesis inşaa ederek; yurtdışında da çok rağbet gören Türkiye'nin ilk granit seramik (Porselen Karo) üreten fabrikasını kurmuştur(<https://www.seranit.com.tr/tr/tarihce>[06.03.2021]). 1993’te Seranit (Seramik Türkiye, 2005,

Kasım-Aralık: 48), 1994'te Termal Seramik (Gündoğan, 2006:48), 1996 Eylül ayında hem Yurtbay Seramik (Ulueren, 2007:52), hem de Yüksel Seramik ilk ürünlerini üretmeye başlarken (Tatlıcan, 2011:50), 1997 yılında da Graniser karo fabrikası faaliyete başlamıştır (Graniser, 2014).

Avrupa Seramik Karo üretiminde 1974-1980'li yıllardaki Seramik Karo üretiminde otomasyona geçiş sonucu kullanılan makina ve üretim şekillerinde yaşanan, üretim hızı ve üretim hacminde artışa neden olan radikal değişim süreci (Russo, 1985:334), 1980-1990 yıllarında Türkiye'deki seramik karo üretim yöntemlerini de etkilemiştir (DPT, 1995: 2-6 ; KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021). Türkiye'deki seramik karo üreticileri de dünyadaki seramik karo üretimi için kullanılan makina ve malzemelerin bu değişimine uzak kalamayarak, özellikle 1990'lı yıllarda üretim makina ve malzemelerinde değişimler ve yenileştirmeler yapmaya başlamışlardır (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021).

İtalya'daki teknolojik gelişmelerin etkisiyle, Türkiye'de 1980-1990'lı yıllarda, pişirim teknolojisi içinde bir değişim süreci başlamış; 1980'li yıllarda üretimde bisküvi ve sırlı ürün pişirimi için kullanılan Tünel Fırınlar yıkılıp, 1990'lar da yerlerine sırlanan ürünü sırlama hattından alıp otomatik olarak kontrol edilen hareket halinde bir bant ile fırına taşıyan, "Roller Fırınlar" kullanılmaya başlanmıştır (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK7, 2021; KK5, Aydın, 2021).

1990'lar da roller fırınların kullanımıyla, tünel fırınlarındaki pişirim süresi azalmış, hızlı ve daha yüksek kapasiteyle, durmaksızın üretim yapılabilir hale gelmiştir (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK7, Aydın, 2021; KK5, Aydın, 2021).

Türkiye'de seramik karo üretimindeki bu değişimler bünye (masse) hazırlama yöntemlerini de etkilemiş, 1990'dan önce öğütmede üretim kapasitesi daha düşük Rotary Değirmenler kullanılırken; 1990 ve sonrasında durmaksızın çalışabilen Kontinü Değirmenlerin kullanımının yaygınlaşması sayesinde, karo üretiminde kullanılan bünyelerin öğütme süresi de azalmıştır. Bünyelerin öğütme süresinin azalması, daha hızlı ve daha çok karo bünyesi üretimi yapabilme imkânını sağlamıştır (KK6, Aydın, 2021; KK2, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021).

Seramik karo üretiminde kullanılan makine ve malzemelerin değişim sürecinden seramik karolara dekor uygulamaları da etkilenmiş; 1990’lardan önce düz renkli, dekorsuz genellikle düz renk sırlı karolar üretilirken, 1990’ların başında “Düz Kare Serigrafi Elek Baskı” makineleri ile “sır pastası” ve “lüster” uygulamaları yapılmaya, ardından da Düz Kare Serigrafi Elek Baskı yerine, içinde raglesi, pasta beslemesi ve silindirik baskı eleği bulunan “Rotatip Elek Baskı” makinelerinin kullanımına başlanmıştır (KK2, Aydın, 2021; KK8, Aydın, 2021).

Sır dekorlamada kullanılan makine malzemelerindeki yenilikler sonucu “Rotatip Elek Baskı” makinelerindeki baskı ipek eleği yerine, baskı yüzeyi silikondan üretilen “Rotacolour Elek Baskı” yönteminin geliştirilmesiyle daha hızlı ve daha çok ürün dekorlanmasına olanak sağlanmıştır (KK2, Aydın, 2021; KK8, Aydın, 2021).

Seramik üretiminde kullanılan makinelerdeki değişimlerle birlikte, sır, frit, engob vb. malzemelerin kullanım, tedarik ve üretim süreçlerinde de bir dizi değişim yaşanmıştır. 1990’lı yıllarda araştırma ve analiz faaliyetlerinde kullanılan makine ve cihazların gelişimi ve yaygınlaşması neticesinde seramik karo üretiminde kullanılan malzemelerin ve bu malzemelerdeki kimyasal, mineral vb. değişkenlikler daha detaylı incelenmeye başlanmış; bu da seramik karo üretiminde, malzemedan kaynaklanabilecek sorunların en aza indirgenerek daha nitelikli ürün üretilmesine imkân tanımıştır (KK2, Aydın, 2021)

1980’lerde Seramik Kaplama Sanayisinde ithal edilerek kullanılan hazır sır, hazır engob, frit vb. malzemelerin yerine; yerel alternatiflerinin üretimi ve kullanımı için ilk adımlar atılmaya başlanmış, 1980’li yılların sonuna doğru araştırma ve geliştirme faaliyetleri hem üretim yapan fabrikalarda hem de üniversitelerde giderek yaygınlaşmıştır. 1990’larda araştırma ve geliştirme faaliyetleri daha da hız kazanmış ve tüm bu çalışmaların sonucu olarak günümüzde üretimde kullanılan malzemelerde ithalata bağımlılığın büyük ölçüde azaltılması sağlanmıştır (KK4, Aydın, 2021; KK2, Aydın, 2021).

1980-1990’lı yıllarda otomasyona geçiş imkânı sağlayan makinelerin kullanımının Türkiye’de de yaygınlaşması; üretim sürelerinin azalması ve üretim kapasitelerinin artmasına neden olmuştur. 1990’larda Türkiye’de artan seramik karo

üretimi sonucunda; seramik karolar yaygınlaşarak daha çok talep gören ürünler haline gelmiş, bu talep artışı çok geçmeden Türkiye’de yeni Seramik Karo üreticisi firmalarının da ortaya çıkmasına neden olmuştur. Seramik Karoların çok talep görmeye başlamasının ardından 1980’li yılların sonu ve 1990’lı yıllarda; Söğüt Seramik, Ege Seramik, Toprak Seramik, Serel Seramik, Termal Seramik ve Vitra seramik kaplama sektörüne yeni katılan firmalar olmuştur (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021).

1990-2000 yılları arasında doğalgazın yaygınlaşması yakıt maliyetinin ucuzlamasına, bu da Türkiye’nin dış pazardaki rekabet gücünün artmasına neden olmuştur (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021). Seramik karoların üzerine, başka dekor teknikleriyle elde edilemeyen fotogerçekçi özellikte basım alınmasına imkân veren Digital Baskı Makinelerinin 2000’li yıllarda Türkiye’de kullanımına başlanmış ve sonrasında giderek yaygınlaşmıştır. Seramik karo üretiminde Digital Baskı Makinesi kullanımı ile seramik karo yüzeylerine çok yüksek çözünürlükte (1000 dpi) ve fotoğraf kalitesinde baskı yapılabilme imkânına erişilmiş bu da seramik karo dekorlarının görsel olarak daha etkileyici ve daha sınırsız uygulanabilmesini sağlamıştır (KK2, Aydın, 2021).

Dünya da Porselen Stoneware karolara rağbetin artması nedeniyle; 2000’lerin başında birçok fabrikada hemen hemen aynı dönemde Türkiye’de seramik karo üretimi yapan fabrikalarda, Porselen Stoneware seramik karoların üretimine başlanmış ve bu ürünlerin üretimi aynı dönemde giderek yaygınlaşmıştır (KK2, Aydın, 2021). Serel Seramik Karo fabrikasını devralan Bien Seramik, 2015 yılında Türkiye’de ilk kez 2cm kalınlığında Porselen Stoneware (Sırlı Porselen) karo üretimine başlayarak, Türkiye’de yeni bir ürün çeşidinin üretilmesinde öncü olmuştur (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK1, Aydın, 2021). 2017 yılından itibaren ise Türkiye seramik Kaplama Sanayisinde Qua Granite, Avrupa’nın en hızlı ve en çok Porselen Stoneware karo üreten firması olmuştur (KK2, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021).

Seramik Karo Sektörünün, üretim hacminin artış dönemi olarak tanımlayabileceğimiz 1990-2000 yılları arasındaki süreçte, ihracat yapılan ülke ve firmalarla iletişimin artması ile dünyadaki seramik karo tüketim eğilimleri

değişimleri daha yakından takip edilmeye başlanmıştır. İhracat yapılan ülkelerden gelen tasarım, nihai ürünün sahip olması istenen teknik özelliklerine dair çeşitli talepler, uluslararası alanda rekabet gücünü koruyabilmek için Türkiye’de üretilen seramik karoların, dünyada kabul gören uluslararası standartlara uygunluğunun belirlenmesi ve kalite standartlarına uygunluğunun korunmasını gündeme getirmiştir. Böylelikle, Türkiye’de üretilen seramik karoların uluslararası kalite standartlara uygunluğunun test edilmesi için; dünyada kabul gören ISO 13001 ve EN 14411 gibi seramik karoların, sınıflandırma ve teknik uygunluklarının tanımlandığı standartlar ve bu standartlarda tanımlanan ürünlerin teknik uygunluklarının test edilmesi için EN ISO 10545 test metotlarının kullanımı benimsenmiştir.

1997 yılında Türkiye’de de iç pazara yönelik olarak üretilen ürünlerin kalite standartlarına uygunluğunun belirlenmesi için, TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından EN ISO 15454 referans olarak kabul edilerek “TS EN ISO 15454 test metotları” oluşturulmaya başlanmıştır. Yine 1997 yılında “TS EN ISO 15454-9 Sırın Çatlama Dayanımı” “TS EN ISO 15454-11 Isı Şokuna Dayanıklılık Tayini” test metotları TSE tarafından seramik karolar için yayınlanan ilk test metotları olmuştur. 2004 yılında ise Türkiye’de de iç pazara yönelik olarak üretilen ürünlerin kalite standartlarının belirlenmesi için, Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS EN 14411 kalite standartları oluşturulmuştur.

Günümüzde Türkiye’de yaygın olarak; Duvar Karosu, Yer Karosu, Porselen Stoneware (Sırlı Porselen) Karo, Porselen (Teknik Granit) Karo bünyelerde seramik karo üretimi gerçekleştirilmektedir ve Türkiye, dünya Seramik Kaplama Pazarında giderek satış gücünü arttıran bir ülke haline gelmektedir. Bu bağlamda “Türkiye Seramik Federasyonu” Yönetim Kurulu Başkanı, Erdem Çenesiz, 2019 yılında Amerika’da gerçekleştirdiği sunumunda; Seramik Kaplama Malzemeleri ihracatında Türkiye’nin Dünya 5.’si olduğunu, orta vadeli hedefinin Dünya 4.’lüğü olduğunu beyan etmiştir (Çenesiz, 2019:33). Ülkemizin satış hacmini artırma hedefi ile birlikte günümüzde Türkiye’nin İhracat yaptığı Amerika ve Avrupa ülkelerinde, kitlesel üretim sırasında ortaya çıkan atıkların kullanımıyla sürdürülebilir ürünler üretilmesi ve bu ürünlerin çevresel etiketlerle sertifikalandırılıp yaygınlaştırılmasını hedefleyen yaklaşımlar, giderek daha da çok kabul görmektedir (Settembre- Blundo vd., 2018; Settembre- Blundo vd., 2019). Dünya Seramik Sektöründe, atık

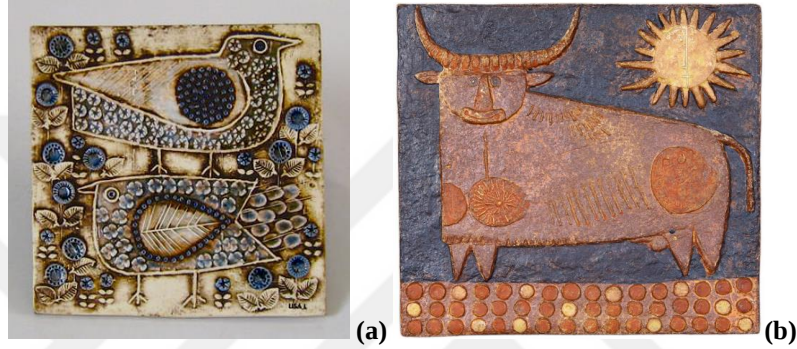
kullanılarak gerçekleştirilen sürdürülebilir üretim çalışmaları aynı zamanda; kitlesel üretim sırasında ortaya çıkan atıkların neden olduğu çevre kirliliğini önlemenin yanı sıra, maliyeti azaltma ve üretim hacmini artırma hedefi taşımaktadır (Settembre ve ark.,2018; Settembre ve ark., 2019). Türkiye’de Seramik Kaplama (Karo) Sanayisinin tarihsel sürecinde, Türkiye Seramik Kaplama Sanayisinin gelişimi ve dünya pazarında yer edinmesinde; öncelikle hammadde ve malzeme tedarik edilmesinde dışa bağımlılığın büyük ölçüde azaltılması, sonrasında üretimde kullanılan teknoloji, makine, malzeme vb. alanlarda gerçekleşen yeniliklerin benimsenmesi ve kullanımının, üretim kapasitesi arttırmasının büyük önem taşıdığı görülmektedir.

Türkiye’nin seramik kaplama malzemelerinin rekabetçi dünya pazarında daha iyi bir yer edinmesi için; düşük maliyetli ve yüksek kaliteli ürün üretiminin geliştirilmesi, dünya karo sektöründe yükselen eğilimlerin takibi ve bu bağlamda yerel hammaddelerle birlikte, atıkların hammadde olarak etkin kullanım imkânlarının değerlendirilmesi dış pazarda satış hacmini arttırmak için giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Seramik karolara olan talebin artışı ile birlikte tüketicilerin çevre koruma etiketi taşıyan, sürdürülebilir üretim yöntemleriyle üretilmiş seramik karolara olan talebinin artması, Türkiye Seramik Kaplama Sanayisinin geleceğini şekillendirecek unsurlar olarak görünmektedir.

1.3. Çağdaş Seramik Sanatında İlk Dönem Seramik Karolarına Genel Bakış

Seramik karoların Milattan Önceki çağlarda başlayan tarihsel sürecinde; tuğla, kerpiç, pişmemiş rölyefli kil levhalar, kil koniler, kil çiviler, mimari terracottaları, egypt paste karolar, çiniler ve porselen karolar gibi çeşitli malzeme ve formların kullanımıyla başlayan süreç sonunda; üretim teknikleri, malzeme çeşitliliği, dekor, biçim ve form çeşitliliğinde zamanla artan bir gelişme görülür. Bu gelişim sürecinde başlangıçta sanat ve zanaat ayrımı yokken, 18 . yüzyılda sanayi devrimi ile başlayan teknolojik gelişmeler ve bununla birlikte savaş - yıkım, imparatorlukların çökerek yeni siyasi sınırların çizilmesine paralel değişimler ile birlikte Avrupa’da sanat alanında yeni eğilimlerin doğmasına ve bu eğilimlerle birlikte günümüz seramik sanatının ortaya çıkmasına neden olan seramiğin bir ifade

aracı olarak kabul görmesi süreci gerçekleşmiştir (Özçelik, 2018:153-154). Bu süreçte 19. yy sonuna doğru İngiltere'de Endüstri Devriminin neden olduğu; sosyal, ahlaksal ve sanatsal karmaşasına bir karşı çıkış olarak, döneminin seri üretim mallarının niteliksizliğini vurgulayarak, el sanatlarını yeniden canlandırmayı, işlevsel nesneleri güzelleştirmeyi ve tasarımın işleve uygun olması gerekliliğini savunan, sonraki nesillerce sanat ve endüstriyi birleştirme olarak algılanan sanat akımı olan "Art and Craft" akımını doğurmuştur (https://tr.wikipedia.org/wiki/Arts_and_Crafts_ak%C4%B1m%C4%B1 [30.06.2023]).



Şekil 76: 1960'lı yıllarda Avrupa'da art and Craft ve Bauhause okulunun etkisiyle seramik üreten sanatçılara ait (sırasıyla Lisa Larson Gustavsberg, Stig Lindberg) duvar karoları (<https://www.veniceclayartists.com/lisa-larson-gustaveberg-studio/> [03.05.2023], (<http://www.midcenturia.com/2011/09/stig-lindberg-ceramic-plaques.html> [12.06.2023])

Yine Avrupa'da 20.yy'da gerçekleşen değişim sürecinde Bauhaus Okulu akademik sanat eğitimi ve modern obje tasarımını işlevselleştirme buluşturan (Pek, 2022: 222), usta - çırak ilişkisiyle malzeme bilgisi ve renk, kompozisyon, doku, form gibi temel bilgilerin öğretildiği (Şan Aslan, 2019: 408), sanat ve zanaatı teknolojinin sağladığı imkânlarla birleştirmeyi hedefleyerek dünyadaki sanatsal üretimi derinden etkileyen bir ekol haline gelmiştir (Ünal, 2021: 204-219). Bu süreçte İsmail H. Oygur, Vedat Ar, Hakkı İzzet ve ardından Türkiye'de akademik seramik eğitimi verilmesinde büyük katkıları olan Sadi Diren, Türkiye'de 1833'te Güzel Sanatlar Okulu olarak kurulan Sanayi Nefise Mektebi'nden yetişen ve Cumhuriyetin ilk yıllarında yurtdışına gönderilerek "Art and Craft" akımı ve Bauhause ekolünün etkisiyle eğitim alan ilk sanatçılardır. Cumhuriyet Döneminde yurtdışında ilk eğitim alan bu sanatçıların yetiştirdiği öğrenciler Modern Türk Seramik Sanatının başlaması ve gelişiminde etkin olmuştur (Ünal, 2021: 207-218).



Şekil 77: Füreyya Koral'a ait Elmadağ Ka Han seramik duvar panosu
(Çeken ve Cantürk, 2022: 26)



(a)

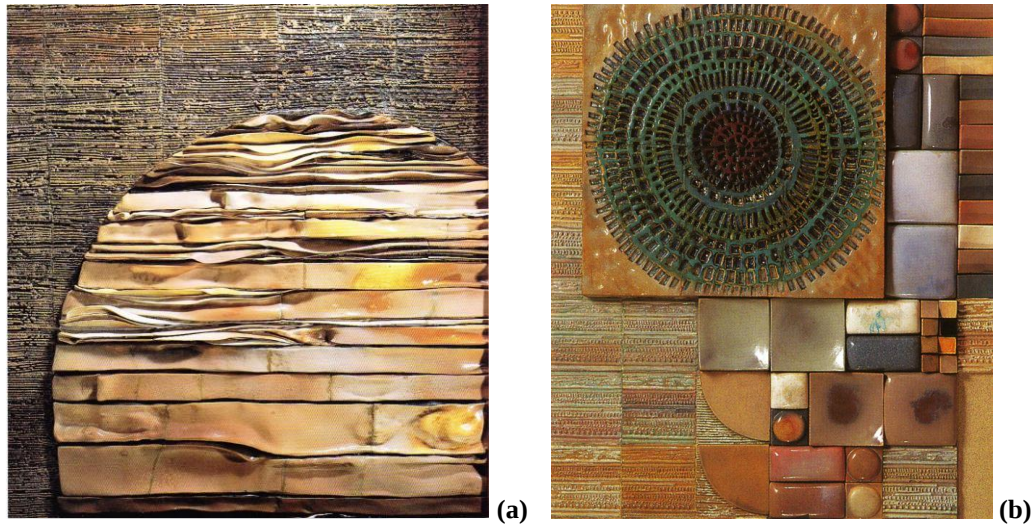


(b)

Şekil 78: Sadı Diren'e ait duvar panoları (a) 1970 tarihinde İstanbul Minyatürü temalı, Dışbank Genel Müdürlüğü Koleksiyonunda yer almakta olan pano ve (b) 1973 yılında Nejat Eczacıbaşı Villası için üretilmiş pano (Özaslan, 2015)

1960 'larda ve sonrasında Türkiye'de başta Füreyâ Koral ve Sadi Diren olmak üzere, "Bauhause" ve "Art and Craft" ekolünün etkisi üretim yapan seramik sanatçıların çabalarıyla modern seramik sanatına olan ilgi artmış, seramik malzemenin yalnızca çini ve kullanım eşyaları ile bağdaştırılması, seramiğin aynı zamanda sanatsal bir ifade aracı ve malzemesi olduğu bakış açısı ile yer değiştirmiştir (Ünal, 2021: 204-219). Bundan önceki süreçte daha çok geleneksel seramiklerle bağdaştırılan (Özçelik, 2018:153), genellikle düz levha üzerine geleneksel dekor teknikleriyle üretilen seramik kaplama malzemelerine yönelik estetik yaklaşım; modernist estetikle üretim yapan Cumhuriyet Dönemi sanatçılarının öncülüğünde yenilikçi bir yaklaşımla yer değiştirmiştir. Kimi zaman seramikte kullanımı görülmemiş geleneksel bezeme unsurlarının, seramik formlarda alışılmışın dışında kullanıldığı, yenilikçi renk ve modernist üslupla harmanlanmış desenlerden oluşan ve yüksek rölyef kullanımıyla derinlik duygusunun arttırıldığı tasarımlar bu dönemin belirgin özellikleri olmuştur.

Yine bunu izleyen süreçte Avrupa'da olduğu gibi Türkiye'deki seramik sanatçıları da, o yıllarda henüz yeni gelişmekte olan seramik karo endüstrisi ile birlikte çalışarak kimi zaman doğrudan üretimde görev alırken, kimi zamanda sanat atölyeleriyle hem eserler üreterek, hem de bu atölyelerden yetişen yeni kuşak seramik öğrencilerini modern sanat eğitimiyle buluşturmışlardır.



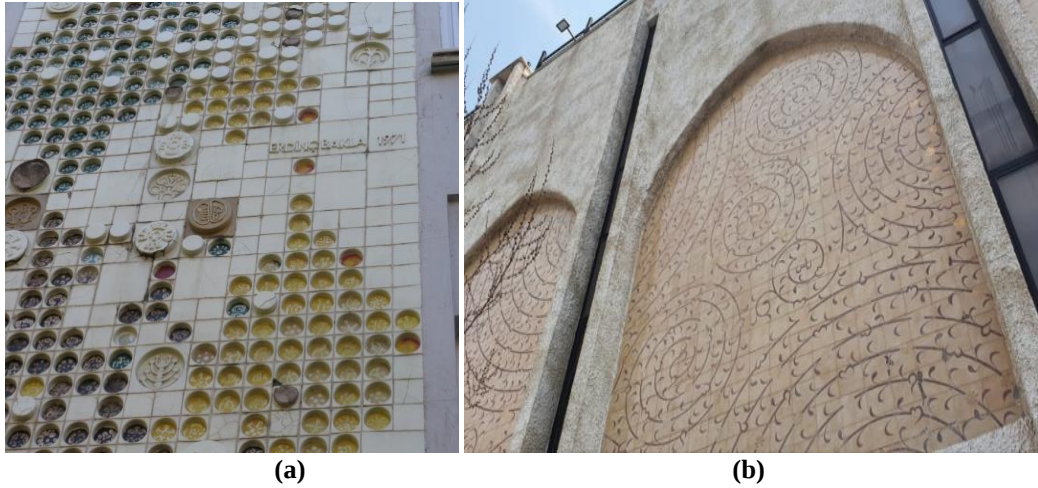
Şekil 79: Atilla Galatalı 'ya ait duvar panoları (Şekil 79a: Özçelik, 2018:158),
(Şekil 79b: <https://tr.pinterest.com/pin/46373071138629216/> [14.06.2023])

Seramik sır, boya ve farklı seramik bünyeleri gibi seramik tasarımları için önem arz eden malzemelerin 1960'lı ve 1970'li yıllarda yaygın olarak bulunmayışı

modern sanat ile uğraşan seramik sanatçıları hareketle geçirerek kendi seramik dekor malzemelerini üretmeye yöneltmiştir. Türkiye'de de seramik sanatı eğitiminde ve sanat atölyelerinde aynı yaklaşımla başlayan bu süreç, daha sonra günümüz çağdaş seramik eğitimi anlayışının temelini oluşturan; seramik sanatı eğitimi veren üniversitelerde seramik kimyası ve seramik teknolojisi eğitimleri verilmesinin de nedeni olmuştur.

Türkiye'de çağdaş seramik sanatı Avrupa'da sanat eğitimi almış ve aynı zamanda geleneksel seramik sanatını da iyi bilen sanatçıların Türkiye 'de 1960'lı yıllardan başlayarak Anadolu motiflerinden de esinlendikleri modern seramik eserler üretmeye başlamışlardır(Ünal, 2021; Özçelik, 2018).

Modern seramik sanatı ile üretim yapan sanatçıların eserlerini dönemin mimari eğilimiyle 1960'lardan başlayarak yoğunluklu olarak seramik duvar panolar üretmeleri ve ürettikleri seramik duvar panolarının sivil mimari eserlerinde ve devlet kurumlarında toplumla doğrudan buluşabilmesi nedeniyle; modern estetiğin doğrudan topluma ulaşarak benimsenmesine ve Türkiye'de seramik sanatının çağdaş sanatlar arasında hak ettiği değeri kazanmasındaki önemli dönüm noktalarından biri olmuştur.



Şekil 80: Erdinç Bakla'ya ait seramik duvar panoları (a) Bağdat Caddesinde bir apartman duvarında yer alan seramik duvar panosu (Demirtaş, 2022) ve (b) Kuşadası /Aydın Matis Binası Miletisi Seramik dekorundan yola çıkılarak üretilmiş duvar panosu
(<https://kulturenvanteri.com/tr/yer/matis-binası-seramik-panosu/#15/37.86117/27.25797>
[12.06.2023])

Bu süreçte Füreyâ Koral ve Sadi Diren, geleneksel çini sanatını, çağdaş sanat anlayışıyla yeniden yorumlayan öncü sanatçılarıdır. Attila Galatalı, Bingül Başarır, Erdinç Bakla, Hamiye Çolakoğlu, İlgi Adalan, Jale Yılmabaşar, Mustafa Tunçalp,

Mehmet Tüzüm Kızılcın ve Tülin Ayta yine aynı dönemde seramik pano üreten sanatçılardır. 20.yy'ın başında Avrupa'da gelişen bu sanat akımlarının etkisiyle, yenilikçi seramik eğitimi ile yetişen bu sanatçılar, edindikleri çeşitli teknik- teorik bilgilerle ürettikleri özgün çalışmalar ve verdikleri eğitimlerle; hem Türkiye'de, hem de dünyada günümüz Çağdaş Seramik Sanatının temellerini oluşturmuşlardır (Ünal, 2021:204-219).



Şekil 81: Tüzüm Kızılcın 'a ait seramik duvar panosu (Güngör, 2022)

Bu dönemde hem Türkiye'de hem de dünyada; sanat, zanaat ve seramik teknolojisinin (seramik mühendisliğinin) bilgileriyle ve toplumsal gereksinimlerle bir araya getiren Bauhaus ekolü sayesinde, daha önce daha çok zanaat ile bağdaştırılan seramik malzeme artistik ifade aracı haline gelerek, günümüz Güzel Sanatlar Fakültelerinde yerini almıştır (Ünal, 2021:213).



(a)



(b)

Şekil 82: (a) Hamiye Çolakoğlu'na ait seramik duvar panosu ve
(b) İlgi Adalan 'a ait duvar panosu (Özçelik, 2018:156-157)

II. BÖLÜM

2. SU EMME ÖZELLİKLERİNE GÖRE SERAMİK KARO ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

"Duvar Karosu" ve "Yer Karosu" olarak kullanım alanlarına göre adlandırılan seramik karolar, teknik uygunluklarının tanımlandığı ISO 13006, EN 14411 ve TS EN 14411 standartlarında; su emme oranı ve şekillendirme yöntemlerine göre grup kodları ile tanımlanmıştır.

Seramik karoların sınıflandırılması için kullanılan grup kodlarında; büyük harf ile tanımlanan ilk harf şekillendirme tekniğini tanımlar. Grup kodlarında ekstrüzyon tekniği ile şekillendirilenler için A harfi, preslemeyle şekillendirilenler için B harfi kullanılır.

Seramik karo grup kodlarının son bölümü, “Eb” ile sembolize edilen " % su emme "özelliklerine bağlı olarak seramik karoların kullanıma uygun olduğu yeri tanımlamak için kullanılır. Buna göre; (Grup III) duvar kaplaması olarak ve (Grup I , Grup IIb ve Grup IIa) zemin kaplaması olarak satışı yapılan ürünlerdir(ISO 13006, EN 14411, TS EN 14411; Dondi vd., 2014; Korç, 2017:4).

Seramik Karoların % su emme oranları arttıkça sürtünme, darbeye, kimyasallara, don olaylarına dayanıksız hale gelir ve pişmiş mukavemetleri (eğilme dayanımları) azalır. Bu nedenle, zemin ve dış mekânda kullanıma uygun olan ürünlerde % su emme oranı oldukça düşüktür.

Ülkemizde seramik karoların şekillendirilmesi için genel olarak, düşük nem oranı ile hızlı şekillendirme, kurutma ve pişirmeye imkân sağlayan presle şekillendirme yöntemi kullanılmaktadır (Korç, 2017: 3-4).

Seramik karolar % su emme özelliklerine göre ticari olarak; “Duvar”, “Yer” ve “Porselen” ya da “Porselen Stoneware Karolar (Sırlı Porselen Karolar) isimleri ile adlandırılmaktadırlar.

Seramik karoların ticari olarak adlandırılmaları, ISO 13006, EN 14411, TS EN 14411 standartlarında tanımlanan maksimum % su emme, minimum eğilme dayanımı özellikleri ve kullanıma uygun oldukları yüzey bilgilerine Tablo 2'de yer verilmiştir.

Seramik Karo Ticari Adı	Sorunsuz Kullanılabileceği Yüzeyler	% Su Emme (Eb) Kapasitesine Göre Standartlarda Tabi Olduğu Grup	Maksimum % Su Emme Kapasitesi	Sahip Olması Gereken Minimum Eğilme Dayanımı (N/mm ²)
Duvar Karosu	Duvar (iç mekânda)	Grup B III ($E_b > 10\%$)	% 20	12 N/mm
Yer Karosu	Yer ve Duvar (Dış mekânda - don olayı görülüyorsa)	Grup B Ib ($0,5\% < E_b \leq 3\%$) Grup B IIa ($3\% < E_b \leq 6\%$) Grup B IIb ($6\% < E_b \leq 10\%$)	% 3 % 6 % 10	30 N /mm ² 22 N /mm ² 18 N /mm ²
Porselen Karo ve Porselen Stoneware Karo	Yer ve Duvar (Dış mekânda)	Grup B Ia ($E_b \leq 0,5\%$)	% 0,5	35 N /mm ²

Tablo 2: Kuru preslemeyle üretilen seramik karoların ticari olarak ve Uluslararası Standartlara göre adlandırılmaları, teknik özelliklerine göre kullanıma uygun oldukları yüzeyler, sahip olmaları gereken minimum eğilme dayanımı, maksimum % su emme değerleri

2.1. Duvar Karoları

Duvar karoları yaygın olarak kuru preslemeyle şekillendirilerek üretilmiş, en yüksek (%10'dan fazla) su emme özelliği gösteren seramik karolardır. Uluslararası Standartlarda “**Grup B III ($E_b > 10\%$)**” karolar olarak gruplandırılırlar. En büyük özellikleri Duvar döşeme malzemesi olması itibarıyla daha hafif, çok düşük pişmiş mukavemet (eğilme dayanımı) özelliğine sahiptirler

Duvar karoları %10'dan fazla su emme özelliği gösterdikleri için dış mekânda kullanıldıklarında, çok gözenekli yapıları nedeniyle ortamdaki su ve nemi bünye tabakasında biriktirirler. Bu durum Duvar karolarının ani hava değişiklikleri sırasında gözeneklerine dolan suyun, donma olayı sırasında donarak Duvar karosunda çatlatarak hasarı oluşturmaya neden olur. Bu nedenle Duvar karoları sadece iç mekân duvarlarında kullanıma uygundur.

2.2. Yer Karoları

Yer karoları, yaygın olarak kuru preslemeyle şekillendirilerek üretilmiş, sırlı, düşük ve orta derecede (%10- 6, %3-6 ve %3-0,5 arasında) su emme oranına sahip seramik karolardır. En büyük özellikleri su emmelerinin duvar karolarına kıyasla

daha düşük olmasıdır. Bu nedenle duvar karolarına kıyasla sertlikleri biraz daha fazla, sürtünmeye, aşınmaya ve darbelere karşı biraz daha dayanıklıdır.

Yer karoları Uluslararası Standartlarda, "*Grup BII b* ($6\% < Eb \leq 10\%$)", "*Grup BII a* ($3\% < Eb \leq 6\%$)" ve "*Grup BI b* ($0,5\% < Eb \leq 3\%$)" karolar olarak tanımlanan 3 seramik karo grubundan oluşur.

"*Grup BII b* ($6\% < Eb \leq 10\%$)" seramik karolar; diğer yer karolarına kıyasla yüksek su emme özelliğine ve çok düşük eğilme dayanımına sahip olması nedeniyle, dış mekânda kullanımları durumunda kış aylarında ani hava sıcaklığına bağlı olarak don olaylarında veya soğuk hava deposu gibi yerlerde donarak çatlayabildikleri için, özellikle dış mekânlarda kullanıma uygun değildir. Ani hava sıcaklığına bağlı kırılma ve çatlama meydana gelmemesi için seramik karoların su emme değerinin %3'ten düşük olması gerekmektedir. Yer Karolarının fiziksel özelliklerinin, Porselen Stoneware Karolar kadar iyi olmaması nedeniyle, günümüzde Porselen Stoneware Karolar kadar rağbet görmemektedirler.

2.3. Porselen Stoneware Karolar ve Porselen Karolar

Porselen Stoneware ve Porselen karolar, yaygın olarak kuru preslemeyle şekillendirilerek üretilmiş en düşük su emme oranına ($0,5\%$ 'ten düşük) sahip seramik karolardır ve hem iç hem de dış mekânda, yer ve duvar kaplaması amacıyla kullanıma uygundur. Porselen Stoneware ve Porselen karolar karoları Uluslararası Standartlarda "*Grup BIa* ($Eb \leq 0,5\%$)" karolar olarak gruplandırılır. ($Eb \leq 0,5\%$) türü seramik karoların bünye rengi bej olanlar "Porselen Stoneware", bünye rengi beyaz olanlar ise "Porselen" karolar olarak adlandırılırlar.

Düşük su emme özelliğine sahip bu bünyeler, kompakt yani çok az gözenekli oluşu nedeniyle diğer seramik karo türlerine kıyasla; daha yüksek aşınma direncine ve eğilme dayanımına sahiptirler. Düşük su emme özelliğine sahip bünyeler, gözeneksiz, toklaşmış yapıları nedeniyle; aşınma riskinin yüksek ve m^2 başına düşen ağırlığın fazla olduğu zeminler için de son derece uygun malzemelerdir. Bununla birlikte diğer seramik karolarda ani hava değişiklikleri sırasında karo bünyesinin su ile dolması, donma olaylarında bu gözeneklere dolan suyun donarak seramik karoları çatlaması sorunu, çok düşük gözenek yapıları sayesinde "Porselen Stoneware" ve "Porselen" karolarda görülmez.

III. BÖLÜM

3. SERAMİK KAROLARIN ÜRETİMLERİNDE KULLANILAN BÜNYE KOMPOZİSYONLARI VE SERAMİK KAROLARIN ÜRETİM SÜREÇLERİ

3.1. Seramik Karo Üretimlerinde Kullanılan Bünye Kompozisyonları

Seramik karoların; ISO 13006 ve TS EN 14411 gibi standartlarda tarif edilen yüksek pişmiş mukavemeti (kopma modülü), aşınma direnci, donma direnci, boyutsal karakteristik gibi sorunsuz olarak kullanılabilmelerini sağlayan teknik özelliklere sahip olması istenmektedir.

Seramik karoların pişme sonrası sahip oldukları teknik özellikleri büyük ölçüde, üretimlerinde kullanılan hammaddelere ve bu hammaddelerin kullanım oranlarına bağlıdır. Bu nedenle, dolayısıyla yüksek su emme özelliğine ve düşük pişmiş mukavemete sahip bünyeler olan "Duvar Karoları" için ve düşük su emme özelliğine ve yüksek pişmiş mukavemete sahip bünyeler olan "Porselen Stoneware Karolar" ve "Porselen Karolar" için farklı hammaddelerden oluşan kompozisyonlar kullanılmaktadır.

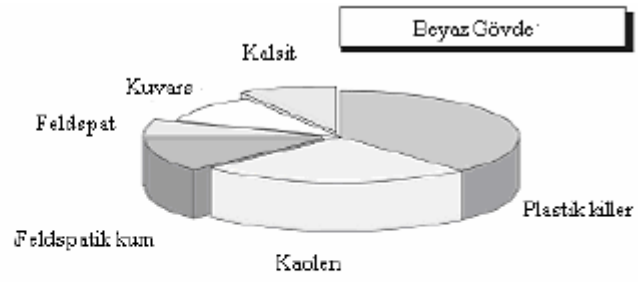
3.1.1. Duvar Karosu Bünye Kompozisyonları

Duvar karoları, ya da diğer adıyla "Grup BIII (Eb> 10%)" karolar; roller (rulolu) fırınlarda 1105- 1120 °C arası sıcaklıkta çift veya tek pişirimle üretilir. Duvar karoları bünyelerinde kullanılan temel hammaddeler; killer, feldispatik kumlar, feldispatlar, kuvarsitler ve eğer gerekli ise kalsit ve/veya dolomitlerdir.

Çift pişirim ve tek pişirim bünyeler arasındaki en önemli fark; çift pişirimde daha yüksek oranda kalsit ve/veya dolomit (%15-18'e kadar) kullanımındır, bazı durumlarda daha düşük saflıktaki hammaddelerde kullanılabilir.

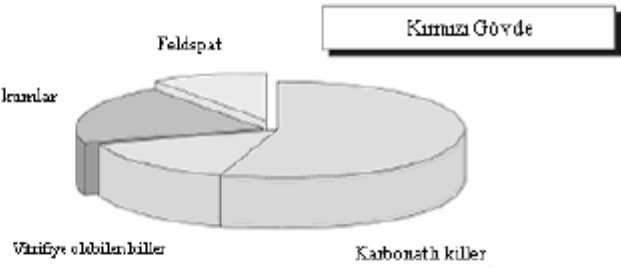
Bünyede kullanılan hammaddeler, kırmızı ve beyaz pişen ürünler elde etmeye yardımcı olur. Pişme rengi kırmızı ürünler; demir oranı yüksek karbonatlı killeri içerir. Pişme rengi beyaz pişen bünyeler, açık renkli killer kullanılarak üretilirler (Özkan, 2008:259)

Plastik kiler	30 - 40 %
Kaolen	20 - 30 %
Feldspatik kumlar	10 - 15 %
Feldspat	5 - 10 %
Kuvars	5 - 10 %
Kalsit	7 - 10 %



Karbonatlı kiler	50 - 60 %
Vitrifiye olubilen kiler	10 - 20 %
Feldspatik kumlar	15 - 20 %
Feldspat	5 - 10 %

Feldspatik kumlar



Karbonatlı kiler	70 - 80 %
Vitrifiye olubilen kiler	10 - 20 %
Şamot	5 - 10 %



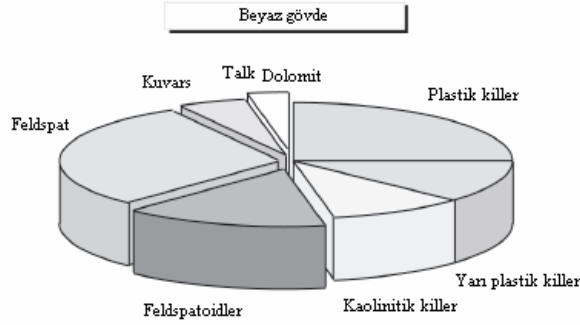
Tablo 3: Sacmi Uygulamalı Seramik Teknolojisi I kitabında, Poroz tek pişirim (kırmızı - beyaz) ve Poroz çift pişirim bünyeler için olası kompozisyonlar (Özkan, 2008: 260)

Duvar Karosu bünyelerinde kullanılan karbonatlı kiler ve "kalsiyum karbonat" ya da "kalsiyum karbonat - magnezyum karbonat" içerikleri, pişme sırasında bozunarak pişme sonrası duvar karosu bünyelerinde; kullanılan hammaddelere bağlı olarak anortit gibi kalsiyum bileşiklerini meydana getirirler (Özkan, 2008:262).

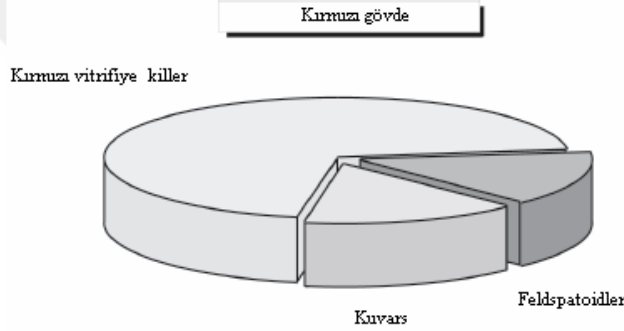
Duvar karolarında şekillendirilen karonun pişme sonrası ebadının küçülmeden kalması ve pişme sırasında da verilen formu koruması oldukça önemlidir. Feldspatik kumlar-feldspatlar ve kuvars, duvar karosu bünyesine; plastik olmayan kumlu yapıları nedeniyle, fırınlama esnasında karbonatlı hammaddelerden buharlaşan gaz bileşiklerinin çıkışını kolaylaştıran dolgu malzemeleri olarak ilave

edilirler. Potasyum feldispatlar, sodyum feldispatlara göre daha az reaktif (kuvars gibi genleşme katsayısını arttıran yapıda) oldukları için tercih edilirler.

3.1.2. Yer Karosu Bünye Kompozisyonları



Plastik killler	%10-15
Yarıplastik killler	%15-25
Kaolen	%10-20
Feldspatoidler	%25-35
Feldspatlar	%5-10
Kuvars	%10-15
Talk	%1-2



Kırmızı vitrifiye killler	%10-15
Feldspatoidler	%15-25
Kuvars	%10-20

Tablo 4: Sacmi Uygulamalı Seramik Teknolojisi I kitabında Kırmızı ve Beyaz bünyeler için Yer Karosu hazırlamada kullanılabilecek hammadde oranları (Özkan, 2008: 295)

Yer Karoları, ya da "Grup B Iİb ($6\% < Eb \leq 10\%$)", "Grup Bİb ($0,5\% < Eb \leq 3\%$)" ve "Grup Bİİa ($3\% < Eb \leq 6\%$)"karolar; beyaz ve kırmızı olmak üzere iki farklı bünye renginde, genellikle tek pişirimle $1120-1185\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta roller fırınlarda pişirilerek üretilmektedir.

Tıpkı Duvar Karolarında olduğu gibi Yer Karolarında da bünye renginin temel belirleyicisi bünye üretiminde kullanılan killerdir. Beyaz pişen yer karosu bünyeleri, demir içeriği oldukça düşük killerden üretilirken, kırmızı pişen yer karosu bünyeleri yüksek demir içerikli killerin kullanımıyla üretilir. (Özkan, 2008:295). Yer Karosu bünyeleri temel olarak, kıl, kaolin, feldispat, feldispatoid, kuvarsit ve talk, dolomit gibi malzemeler içerirler.

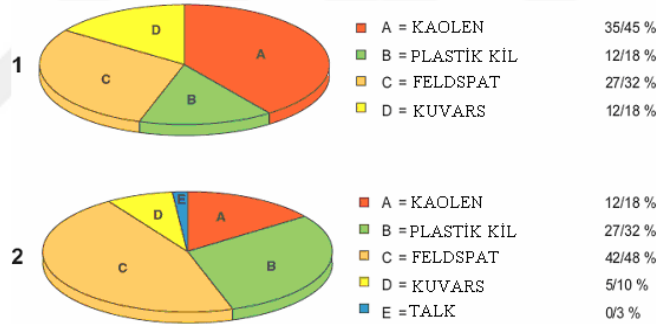
Beyaz bünyeli Yer karoları genel olarak; %10-15 Ball clay türü plastisitesi oldukça yüksek killler, %15-25 yarı plastik killler, %10-20 kaolin, %25-35

feldispatoidler, %5-10 feldispatlar, %10-15 kuvars ve %1-2 talk içeren bünye reçeteleri ile hazırlanırlar.

Kırmızı bünyeli Yer karoları ise genel olarak; %10-15 kırmızı renkli vitrifiye (içerdikleri alkali ve toprak alkaliler nedeniyle pişme sonrası su emme oranı çok düşük olan) killer, %15-25 feldispatoidler, %10-20 kuvars içeren bünye reçeteleri ile hazırlanırlar.

3.1.3. Porselen Stoneware ve Porselen Karoların Bünye Kompozisyonları

Tek pişirimle 1190 - 1230 °C sıcaklık aralığında roller fırınlarda pişirilerek üretilen "Grup BI a ($E_b \leq 0,5$ %)" olarak da tanımlanan düşük su emme özelliğine sahip Porselen Stoneware ve Porselen karo bünyelerinde; başta killer, feldispatlar ve kaolinler olmak üzere feldispatik kumlar, kuvars ve tercihe bağlı olarak talk temel olarak kullanılan hammaddelerdendir. Porselen karoların bünye pişme renginin açık olması için, Porselen Stoneware karolara kıyasla demir ve titan içeriği çok daha düşük, genellikle flote hammaddeler kullanılarak üretilirler.



Tablo 5: Sacmi Uygulamalı Seramik Teknolojisi I kitabında Porselen Stoneware Karo bünyesi hazırlamada kullanılabilecek hammadde oranları (Özkan, 2008:327)

Kuvars, yüksek erime noktası sayesinde termal ve boyutsal kararlılığı destekler (Sánchez vd., 2010:832). Söz konusu bünyelerde, plastik kil presleme esnasında ihtiyaç duyulan kolay şekil alabilme (plastiklik) ve presleme- kuruma sonrası pişmiş mukavemet verir. Kaolin plastik kilin pişme özelliklerini desteklemek ve bünyenin alümina içeriğini artırmak için, çeşitli feldispatlar ise bu bünyelerde ergitici olarak kullanılır.

Porselen Stoneware ve Porselen karolarda camsı faz gelişimi ve sinterlenme işlemine yardımcı olmak, düşük su emme (0,5 %) özelliğini elde etmek için bünyede temel hammadde olarak (başta sodyum feldispat olmak üzere) çeşitli feldispatlar

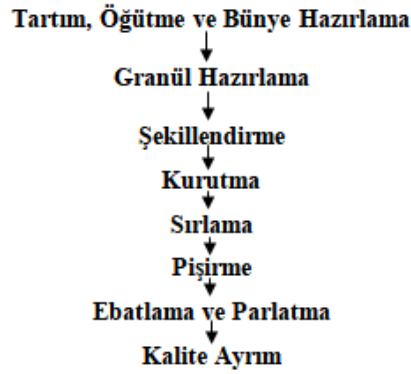
kullanılır. Bünyede %27- 48 arasında feldispat kullanımının düşük pişirim sıcaklıklarında neredeyse sıfır ($< 0,5 \%$) açık gözeneklilik elde edilir.

“Porselen Karo” ve “Porselen Stoneware Karo” bünyelerinin temel olarak birbirinden farkı; Porselen Karo¹⁸ bünyelerinin, demir ve titan içeriği çok düşük pişme rengi beyaz hammaddelerle hazırlanması ve pişme sonrası yüzeylerinin sırlı gibi görünmesini sağlayan parlatma işlemine tabi tutulmalarıdır.

Bünyelerindeki demir ve titan içeriği farkı nedeniyle Porselen Stoneware karo bünye renkleri bej rengine yakın tonlarda iken, Porselen karo bünyeleri renklendirici ilave edilmemişse genellikle beyaz renk tonlarındadır.

3.2. Seramik Karoların Üretim Süreçleri

Seramik karolar, pişmiş ürün haline dönüşene dek, aşağıda sıralandığı gibi çeşitli üretim aşamalarından geçerler.



3.2.1. Tartım, Öğütme ve Bünye Hazırlama

Seramik karo yapımında bünye hazırlama süreci, üretim için belirlenen bünye reçetesinde yer alan hammaddelerin tartılıp karıştırılması ve öğütülmesi sürecini içerir. Seramik karo bünyelerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin öğütülmesi işleminde, bilyeli değirmenlerle ya da kuru öğütme yöntemiyle öğütme yapabilen öğütücülerle gerçekleştirilir.

Öğütme işlemi kullanılan hammaddeler istenen tane boyutuna gelene dek sürdürülür. Endüstriyel seramik karo üretiminde en çok tercih edilen bünye hazırlama yöntemi; öğütülen tanelerin çok ince ve birbirine eşit büyüklükte olmasını ve bu nedenle üretilen ürünlerdeki pişme sonrası deformasyon, su emme farkı vb.

¹⁸Porselen Karolar, Sırsız Porselen Stoneware Karo olarak da adlandırılırlar.

hataların en aza indirgenmesine olanak sağlayan "sulu öğütme" yöntemidir. Sulu öğütmede istenen tane boyutuna gelen sıvı haldeki bünyeler granülleştirme (spreyleme) işlemine kadar, öğütülen hammadde taneciklerinin çökmesini engelleyen sürekli döner haldeki pervaneli havuzlara alınır ve içerisindeki demir içeriğinin azaltılmasına yarayan manyetik tutuculardan geçirilerek, spreyleneceye dek istenilen belirli bir akışkanlık ve yoğunluğa sahip sıvı halinde dinlendirilir.

3.2.2. Granül Hazırlama

Yaş öğütme yöntemiyle hazırlanarak havuzlarda bekletilen sıvı haldeki bünyelerden öğütmede kullanılan suyu uzaklaştırılması ve presle şekillendirmeye uygun (yaklaşık %5,5 – 6,5 nem içeren) bünyelerin hazırlanması için; spreyle püskürtülen sıvı bünyeleri, yaklaşık 400-500 °C sıcaklıkta kuru hava üfleyerek küresel formda granüller halinde kurutan, sprey kurutucular kullanılır. Sprey kurutucu yardımıyla hazırlanan istenilen nem oranına sahip bünye granülleri spreyleme sonrası, nem homojenizasyonunun sağlanması için granül silolarına alınarak en az 6 saat dinlendirilir.

3.2.3. Şekillendirme

Presleme, seramik karoların kalıp içinde basınçla şekillendirilme ve mukavemet verme işlemidir. Seramik karoların şekillendirilme işleminde; karonun şekillendirip, sertleştirilmesini sağlayan ve bünneyi oluşturan hammadde içeriklerinden kaynaklanan karbon, sülfür vb. içeren gazların pişme sırasında rahatlıkla atılabilmesini sağlamak amacıyla yaklaşık olarak 300-450 kg/cm² (29,419-44,129 N/mm²) basınç uygulanarak hidrolik preslerde yapılır. Presle şekillendirme sonrası şekillendirilen, yeterli ham mukavemete sahip ham karolar, yüzeyleri fırça ve hava yardımıyla temizlenerek kurutuculara taşınmalarını sağlayan banda aktarılır.

3.2.4. Kurutma

Seramik karoların presleme işlemi sonrası, bünye içerisinde bulunan nemin uzaklaştırılması için, tek pişirim karolarda pişme öncesi gerçekleştirilecek engob ve sır gibi uygulamalarda karonun verilen şekli koruyarak kırılıp çatlamadan fırına kadar taşınması ve pişme işleminde patlama sorununa neden olmaması için özel ısıtıcılı yatay veya dikey kurutucularda bekletilerek, pişirim öncesi bünyedeki nem miktarının % 0,5'i geçmeyecek şekilde kurutma işlemine tabi tutulurlar.

3.2.5. Sırlama

Kurutucudan çıkan karolara uygulanacak dekor çeşidine göre; engop, dijital baskı ve sır uygulamaları yapılır. Çift pişirim duvar karosu bünyelerine bisküvi pişirimi sonrası sır uygulaması yapılırken, tek pişirim (monoporoza) Duvar karosu, Stoneware ve Porselen Stoneware bünyelerde bisküvi pişirimi uygulanmaksızın presleme ve kurutma sonrası sır uygulaması yapılır.

3.2.6. Pişirme

Seramik karoların pişirilmesinde duvar karosu, yer karosu ve porselen stoneware karolar için kullanılan pişirim yöntemleri farklıdır. Hızlı pişirme uygun bünyeler olan; Tek Pişirim (monoporoza) duvar karosu, stoneware karolar ve porselen stoneware karolara sırlama sonrası ve porselen karolara presleme ve kurutma sonrası tek pişirim uygulanır. Çift pişirim duvar karolarında ise, bisküvi pişirimi ve pişme sonrası sırlama ve gerekli ise 3. pişirim denen 1000°C'den düşük sıcakta sırüstü dekor uygulaması için dekor pişirme işlemi uygulanır.

3.2.7. Ebatlama ve Parlatma

Seramik karolar bünye veya sır özelliğine göre parlatılarak kullanıma uygun olarak da tasarlanabilmektedirler. Parlatılarak üretilmek istenen karoların bünye türüne ve istenilen yüzey özelliğine uygun olacak şekilde çeşitli parlatma taşları, parlatma keçeleri ve çeşitli parlaticı solüsyonlar kullanılır. Mat yüzeyli ürünlerde parlatma işlemi uygulanmaz.

Pişmiş karoların, ebat benzerliğinin sağlanabilmesi için pişme sonrası karoların kenarları karo için belirlenen dış kenar ölçülerine uygun olarak tıraşlanarak ebatlama işlemi gerçekleştirilir. Parlatma ve ebatlama işlemi daha çok, düşük su emme özelliğine sahip karo türlerine uygulanır.

3.2.8. Kalite Ayrım

Bu aşamada ürünlerin seçimi ve sınıflandırılması yapılır. Renk tonu farklılıkları, yüzey görünüm özellikleri (dijital baskı, sır özellikleri farklılıkları), deformasyon ve ebat gibi ürün özellikleri tespit edilir ve sınıflandırılır. Teknik özellikleri kırık, yüzey hatası vb. şekilde standartlara uymayan ürünler pişmiş atık olarak ayrılırlar.

IV. BÖLÜM

4. SERAMİK KARO ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER VE ÖZELLİKLERİ

4.1. Kil ve Kaolinler

“Özlü Seramik Hammaddeleri” olarak da tanımlanan kil ve kaolinler; kimyasal olarak su içerikli alümina silikatlarıdır ve genel olarak kil mineralleri olarak tanımlanmaktadır. Kil mineralleri formül halinde $Al_2(Si_2O_5)(OH)_4$ olarak ifade edilen ve alümina hidrosilikat yapısına sahip (Mete, 2020:115), tabakalı yapıda minerallerdir.

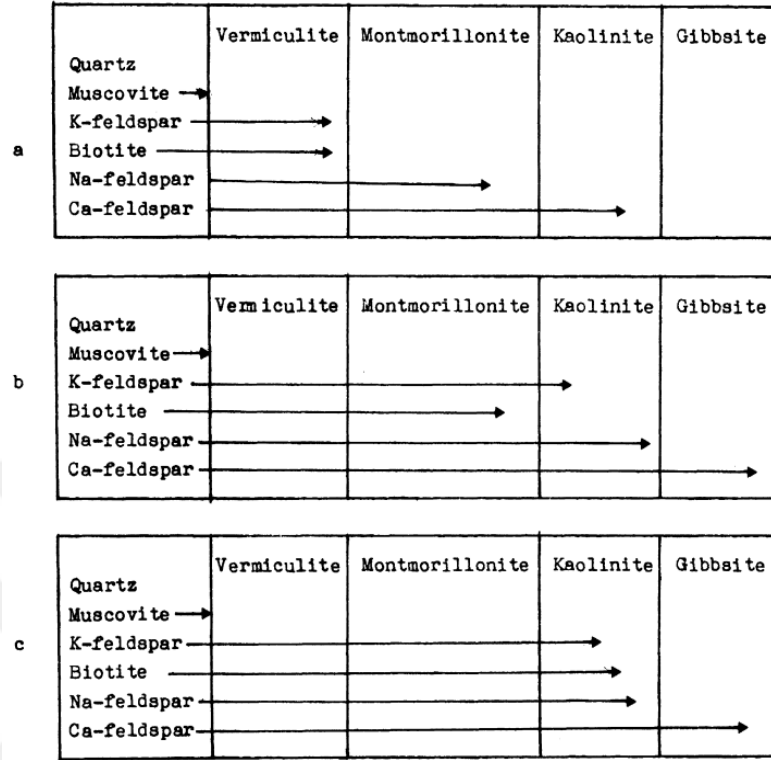
Kil ve Kaolinler, feldispatik kayaçların (granit, feldispat, siyenit ve pegmatit gibi magmadan çıkıp donan birincil kayaçların) bitki artıklarının bozunmasıyla oluşan hümin asitler ve havadaki karbon dioksitin (CO_2) yağmur suyu ile oluşturduğu karbonik asit (H_2CO) yardımıyla, toprağın derinliklerinde uzun jeolojik sürelerde bozunması ve bünyelerinde bulunan SiO_2 , K^+ , Na^+ , Fe_2O_3 , S , CaO , MgO oksitlerin yağmur ve sel sularıyla birlikte yıkanarak, büyük oranda ana kayaktan uzaklaşması sonucunda kil ve kaolinin temel minerali olan “kaolinit” mineralini oluşturur (Mete, 2020:114; Sazcı, 2001:28). Kaolinit’in, sel suları ile taşınmadan toprak altında kalması sonucu kaolin yatakları olan “primer (kalıntı)” yatakları oluşur. Kaolinitin, sel sularıyla sürüklenip ufalması, organik ve inorganik yabancı maddelerle karışıp çökmesi sonucu ise kil yatakları olan “sekonder (ikincil)” yatakları oluşur (Mete, 2020:113-114; Arcasoy, 1983:8).

İdeal kil ve kaolin bileşimi $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ olarak tanımlanmakla birlikte, kil mineralleri doğada bulundukları yere göre farklı oranlarda; silisyum, alüminyum, magnezyum, demir, kalsiyum, alkali metal, sülfatlar, sülfidler ve karbonatları içerebilirler.

4.1.1. Kaolinler

Kaolinler oluşum süreçlerinde fazla taşınmadıkları için, killere kıyasla daha iri taneli, daha temiz ve genellikle beyaz renklidirler (Sazcı 2001: 28; Mete, 2020:114). Genel olarak kaolinlerin, plastiklik özellikleri killere kıyasla düşük olmakla beraber, yüksek sıcaklığa dayanıklı oksitler olan Al_2O_3 ve SiO_2 içerikleri

nedeniyle seramik karoların da dâhil olduğu “Geleneksel Seramik” ürünlerin üretiminde iskelet yapı oluşturuıcı olarak kullanılırlar.



Tablo 6: Granit kayaçlarının, iklim koşullarının etkisiyle ayrışarak çeşitli kalıntı ürünlerine dönüşümleri (a)-yarı kurak iklimlerdeki ayrışma, (b)-yarı nemli iklim, (c) nemli iklim (Kužvart, 1984:48)

Kaolin kalitesini belirleyen unsurlardan biri kaolin yataklarındaki silis fazlasının; silis bantları olarak katı kütleler halinde kalmak yerine, çözünerek bünyeden yoğun olarak atılarak serbest silis taneleri haline dönüşmüş ve dolayısıyla daha kolay işlenebilir hale gelmiş olmasıdır. Kaolin yataklarında K_2O ve Na_2O gibi alkalilerin oranları ne kadar düşükse kaolinlerdeki Al_2O_3 oranı ve kaolinin kalitesi de o kadar artmaktadır. Ayrıca seramik üretimine uygun kaliteli kaolinlerde, seramik üretiminde erken sıcaklıklarda kolayca bünyeden atılamayarak iğne deliği oluşumu ve gözeneklenmeye neden olmaması için SO_3 oranının maksimum %0,5 olması da önem taşımaktadır (Yılmaz, 2008:5-7).

Seramikte Al_2O_3 kaynağı olarak kullanımı açısından kaolinler, özlü ve özsüz olmak üzere iki grupta incelenebilir. Özsüz Kaolinler; düşük plastisiteye (yoğrulabilme özelliğine) sahip, sert yapılarıyla yani suya atıldığı zaman dağılmayan yapılarıyla karakterize olan kaolinlerdir. Özlü Kaolinler ise; killere kıyasla düşük olmakla birlikte plastisiteye sahip, suda dağılan, yıkama yöntemiyle feldispat ve

kuvars gibi sert maddeler uzaklaştırılarak kaolinit mineralince zengin kaolin elde etmeye uygun özellik gösteren yapıdadır(Mete, 2020:114).

4.1.2. Killer

En eski endüstriyel hammaddelerden biri olan ve insanlık tarihinin başlangıcından beri kullanılan kil (Mete, 2020:112), seramik karo, vitrifiye gibi geleneksel seramiklerin şekillendirilmesinde kullanılan temel hammaddedir. Kil terimi, uygun miktarda su ilave edildiğinde yoğrulup dağılmadan şekillendirilebilen, kurutulduğunda ve pişirildiğinde sertleşip verilen şekli koruyabilen (plâstisite özelliği gösteren), doğal ince taneli mineralleri tanımlamak için kullanılır (Arcasoy,1983:8; Do Nascimento, 2016:2; Guggenheim ve Martin, 1995:258).

Killerin sürüklenerek oluşmuş olmaları, kaolinlerden ve diğer tüm seramik malzemelerinden olağan üstü derecede küçük ve ince taneli yapıya sahip olmalarına ve kaolinlere göre daha özlü olmalarına neden olur (Mete, 2020:114; Phillips, 1991:12). Killerin tane boyutu, Ventworth ölçeğinde kil minerallerinin tanımlanmaları için en çok kabul gören tane boyutu olan 4µm'den küçük taneli olarak belirtilir (Demirbilek, 2007:1; Guggenheim ve Martin, 1995:258).

Kil minerallerini oluşturan küçük taneli levha şekilli tanecikler, kil minerallerine su ilave edildiğinde birbiri üzerinde kayarak plastiklik (plastisite) özelliği vermektedir (Sazcı 2001: 28). Killerin su ilave edildiğinde kaygan hale gelmesi özelliği, aynı zamanda killerin plastiklik özelliğinin tespiti içinde kullanılmaktadır. Buna göre bir kil şekillendirme sırasında ne kadar az suya ihtiyaç duyuyorsa ve su ilave edildikçe akışma özelliği çabuk değişmiyorsa; plastiklik özelliği o derece yüksektir (Sazcı 2001:28). Atterberg plastiklik indeksine göre de genel olarak akışkan hale gelmeden, bünyesine daha fazla su alabilen killer en plâstik özellik gösterenlerdir(Kadıoğlu, 2019:15).

Killer kurutulduklarında sertleşir, su ile ıslatıldıklarında ise tekrar yumuşayarak kolay şekillendirilebilir hale gelirler. Isıtıldıklarında 80-160 °C arasında absorpsiyon sularını, 400-600 °C arasında ise yapı sularını kaybederler. Bu sıcaklık aralıkları, kil mineralinin türüne göre farklılık gösterebilir (Demirbilek, 2007:1). Killer yapılarında, kuvars, feldispat, mika, volkanik tozlar, fosil parçaları,

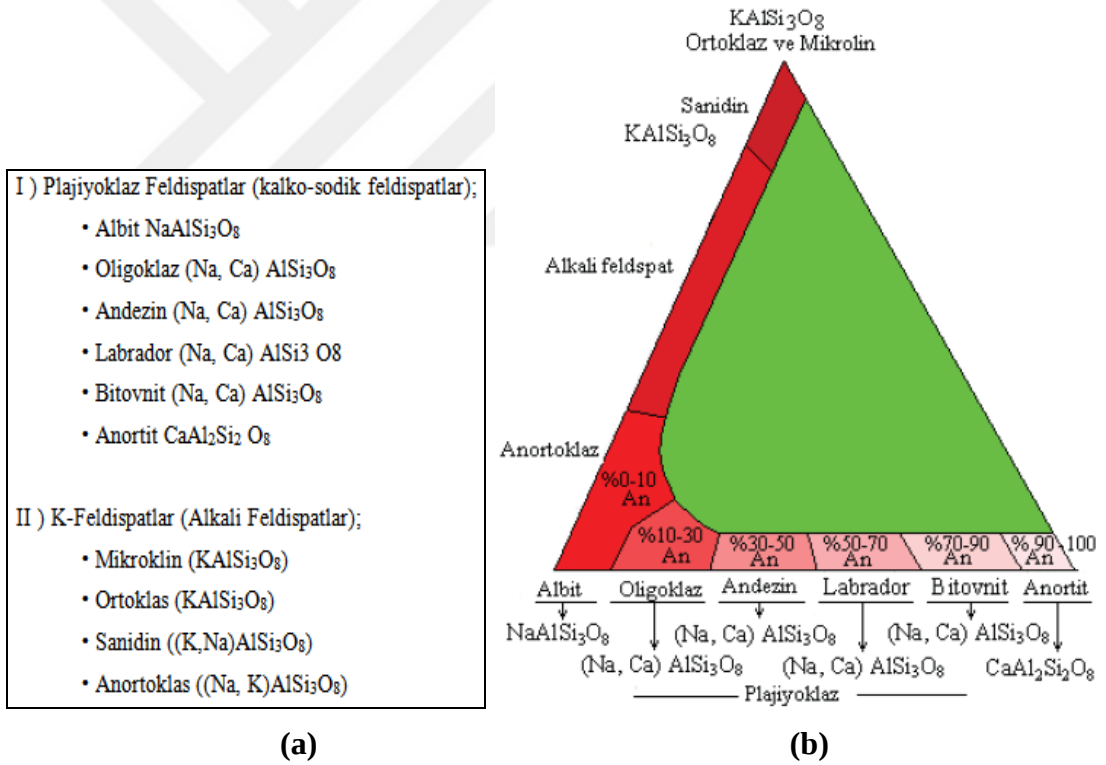
sülfatlar, sülfidler ve karbonatlar gibi safsızlıklar ile birlikte pişme renklerini koyulaştıran demir ve titan bileşiklerini de içerebilirler(Demirbilek, 2007:2).

Kil minerallerinin oluşumunda hava koşulları, pH ve ortamdaki katyonlar etken olmaktadır. Ortamda yüksek oranda K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^2 iyonlarının bulunuşu öncelikle montmorillonit ve illit gibi üç katmanlı kil minerallerinin oluşmasına neden olur. Eğer K^+ iyonları fazlaysa illit mineralleri, Mg^2 iyonları fazlaysa montmorillonit mineralleri, Mg^2 iyonunu çok fazla ise de klorit minerali oluşur (Mete, 2020:114; Ryan, 1978:58). Seramik karo yapımında plastisite özelliklerinin yüksek oluşu nedeniyle illitik killer ("montmorillonite bitişik illit" ve "kaolinit illit") özellikle tercih edilir(Sacmi, 2005:71).

Kil mineralleri farklı oranlarda; silisyum, alüminyum, magnezyum, demir, kalsiyum, alkali metal, sülfat, sülfid ve karbonatları içermeleri; onların, karbonat içeren killer, kumlu killer, magnezyumlu killer gibi farklı özellikler taşımalarına neden olur. Seramik karo üretiminde üretilen seramik bünyelerin teknolojik ve görünüm gereksinimleri, büyük ölçüde kullanılan killerin pişirme sonrası rengi, viskozite, plastiklik, kuruma hassasiyeti, eriyebilirlik, gözenek oluşturma gibi özelliklerine, yani kil mineralojisi ve tane boyut dağılımına bağlıdır (Dondi, 2014:4). Seramik üretim sürecinde bünyede kullanılan kil, sıvı çamur hazırlamada süspansiyonu sağlamak, şekillendirmede plastisiteyi yani malzemenin çatlamadan veya kırılmadan şekillendirilmesini, verilen şeklin pişme gerçekleşinceye dek korunmasını (mukavemet) sağlamak için kullanılan en önemli hammaddedir (Ryan, 1978:12; Phillips, 1991:12). Killerin plastiklik (plastisite) yani özlülük özellikleri arttıkça pişme sonrası küçülmeleri ve pişmiş mukavemetleri artar, pişme sonrası % su emme değerleri azalır. Killerin plastiklik yani özlülük özelliklerinin düşük olması durumunda ise; pişme sonrası küçülmeleri ve pişmiş mukavemetleri azalır, pişme sonrası % su emme değerleri artar. Serbest silis oranının yüksek oluşu ise killerin plastikliğine olumsuz etki eder. Serbest silis tanelerinin, boyutlarının iri olması durumunda, killerin eğilme dayanımlarında (mukavemetlerinde) azalma görülür (Koroğlu, 2007:16).

4.2. Feldispatlar

Seramik- cam endüstrisinde kullanılan önemli bir endüstriyel hammadde olan ve volkanik kökenli mineraller grubuna giren “feldispatlar”, silikatlar grubuna dâhildirler ve alümina-silikatlar olarak da tanımlanırlar (Haddar ve Tişljar, 2020:75 ; MTA, [28.01.2020] ve silikat minerallerinin bir araya gelmesiyle yer kabuğunun neredeyse %58’ini oluşturlar (Haddar ve Tişljar, 2020:75). Kimyasal olarak feldispatlar; sodyum, potasyum, kalsiyum, lityum, baryum, sezyum içeren ya da bunların çeşitli oranlarda bir araya gelmesiyle oluşan alümina silikatlardır (Kyonka ve Cook, 1954; Singer ve Singer,1963; Arcasoy, 1983; TBMMO, 2010). Feldispatlar doğada nadiren saf halde bulunurlar (Mete, 2020:140). Feldspatlarda bulunan alkaliler neredeyse suda çözünmez haldedir ve feldispatlarda alkalilerin oranı arttıkça, ergime noktasının düştüğü gözlemlenir (Singer ve Singer, 1963:103).



Tablo 7: (sol) Kalko-Sodik ve K-feldispatların adlandırılması ile (sağ) içeriklerine göre Sodyum, Potasyum ve Kalsiyum içeren feldispatların isimlendirilmesi(TBMMO, 2010: 8)

Feldispatların kimyasal yapılarında bulunan alkali oksit (Na_2O , K_2O , CaO) oranları ve SiO_2 , Al_2O_3 oranları değişkenlik gösterir ve kimyasal yapılarında ilaveten MgO , Fe_2O_3 , TiO_2 vb. oksitleri de içerebilirler. Kimyasal içeriklerinin birbirinden farklı oluşu nedeniyle doğada bulunan feldispatlar, sabit bir ergime noktasına sahip

olmayıp, birbirinden farklı ergime intervaline (aralığına) sahiptir (Kyonca ve Cook, 1954; Singer ve Singer, 1963; Mete, 2020:140) ve feldispatlar içerdikleri renk veren oksitlere göre farklı renklerde olabilirler (Singer ve Singer, 1963. 103; Mete, 2020:140). İçerdikleri oksitlere göre farklı renklerde, transparan ya da mat olabilirler (Singer ve Singer, 1963.103). Feldispatlar kimyasal bileşim ve yapıları açısından; Plajiyoklaz Feldispatlar (kalko-sodik feldispatlar) ve K-Feldispatlar (Alkali Feldispatlar) olarak iki ana gruba ayrılmaktadırlar (TBMMO, 2010; Haddar ve Tişljar, 2020).

Mineral	% $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (%Anortit)	% $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (%Albit)
Albit	0-10	100-90
Oligoklaz	10-30	90-70
Andezin	30-50	70-50
Labrador	50-70	50-30
Bitovnit	70-90	30-10
Anortit	90-100	10-0

Tablo 8: Plajiyoklaz Feldispatları Albit ve Anortit % içeriklerine göre sıralanması (Haddar ve Tişljar, 2020:77)

Plajiyoklazlar, Sodyum feldispat (Albit) ve Kalsiyum feldispat (Anortit) ve bunların farklı oranlardaki bileşimlerinden oluşan feldispat grubudur. Plajiyoklazlar ($x\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ $y\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) genel formülü ile gösterilirler ve içerikleri anortit oranına göre 6 gruba ayrılırlar (TBMMO, 2010). Anortit ve Albit içeriklerine göre Plajiyoklaz Feldispatları Albit ve Anortit % içeriklerine göre Tablo 8'deki gibi sıralayabiliriz.

Kimyasal yapılarında %10'dan fazla K_2O içeren feldispatlar "Potasyum feldispat" veya "Potas feldispat", %7'den fazla Na_2O içerenler "Sodyum Feldispat", "Soda Feldispat" ve "albit" olarak adlandırılırken (MTA, [28.01.2020]), kimyasal yapılarında yüksek oranda CaO içeren feldispatlar "Anortit" veya "Kalsiyum Feldispat" olarak tanımlanırlar (TBMMO, 2010).

Anortit, doğada nadir bulunan ve sahip olduğu teknik özellikler nedeniyle çok talep edilen bir feldispat olduğu için yüksek maliyetlerle sentetik olarak üretilmektedir (Cheng vd., 2012:3227). Anortitin içerdiği CaO , alkali oksitlerle birlikte kullanıldığında ötektik oluşturarak seramik sır ve bünyelerinde düşük sıcaklıklarda sinterlenme ve geniş bir ergime intervali özelliği kazandırır.

Nefelin (Na, K)AlSiO_4 , L       (KAlSi_2O_6), Sodalit ($\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$) olarak sıralabileceğimiz Feldispatoid grubu mineraller, doğada nadir bulunurlar (Haddar ve Ti      , 2020: 85; Klein ve Philpotts, 2012:402). L       ve Sodalit mineralleri, Nefeline göre doğada daha nadir bulunan feldispatoid mineralleridir (Klein ve Philpotts, 2012:401-406). Feldispatoidler, yapı ve fiziksel özellikleri feldispatlara benzeyen (Klein ve Philpotts, 2012:402) ancak feldispatla kıyasla silis içeriği çok d       ve sodyum, potasyum ve lityum gibi alkali elementler bakımından zengin minerallerdir (Haddar ve Ti      , 2020:85; Klein ve Philpotts, 2012:402). Feldispatoidlerin cam ve seramik üretiminde, feldispatlara göre daha d       sıcaklıkta pi  ebilmesi ve pişme sırasında pişme deformasyonuna daha az neden olması; feldispat yerine daha çok feldispatoidlerin kullanımının tercih edilmesinin nedenidir (Klein ve Philpotts, 2012:404; Ryan,1978:80). Feldispatoidler arasında ‘‘Nefelin’’, alkali içeriğinin yüksek olması nedeniyle feldispatlara kıyasla; daha yüksek ergiticilik (daha d       pişme sıcaklarında ergiticilik)   zellięine sahip olması nedeniyle seramik üretiminde özellikle tercih edilen bir hammaddedir (Klein ve Philpotts, 2012:404; Mete, 2020:139; Ryan, 1978:80).

Seramik   retiminde feldispatlar; içerdikleri alkaliler nedeniyle seramik bünyeye ve sırlarında, belirli bir pişme sıcaklığına çıkıldığında ergiticilik özellikleri nedeniyle kullanılan en önemli malzemelerdir (Singer ve Singer, 1963; Arcasoy, 1983;   zkan, 2008; Dondi, 2018; Zanelli vd., 2011) Feldispatlar yüksek sıcaklıklarda sıvı fazına geçerek, viskoz akışla bünyedeki gözenekli alanları (porları) doldurarak bünyenin yoğunlaştırılmasını sağlar ve bu da bünyedeki % su emme oranını azaltır (  zkan, 2008; Dondi, 2018; Zanelli vd., 2011).

Seramik bünyelerde yüksek oranda sodyum içeren feldispatların kullanımı, yüksek oranda potasyum içeren feldispatlara göre vitrifikasyon ısısını daha fazla düşürür, bununla birlikte sodyum feldispatlar, potasyum feldispatlara kıyasla pişme deformasyonu oluşumuna daha yatkındırlar (Ryan, 1978: 80). Bunun nedeni, sodyum feldispatların genleşme katsayısını düşürmede, potasyum feldispatlara kıyasla daha aktif olmalarıdır.

Bünyede eritici görev yapması için ilave edilen feldispatların kimyasal ve mineralojik özellikleri kadar, bünyeye hazırlama işlemi sırasında ince tanecikler

halinde öğütölmeleri (tane boyut dağılımının % 40-50'sinin 10 µm altında olması), pişme sırasında eşit oranda bünyeye yayılmaları ve ergiticilik özelliklerinden en iyi şekilde yararlanabilmek için oldukça önem taşımaktadır (Ryan, 1978:80; Fortuna 2000'dan akt. Oytaç, 2011:33).

Seramik üretiminde kullanılacak feldispatların kullanım oranları; kayaçların alkali içeriğine, üretmek istenen nihai ürünün teknik özelliklerine (%su emme, eğme dayanımı, renk vb.) göre belirlenmektedir (Özkan, 2008; TBMMO, 2010). Porselen Stoneware karolar gibi bünyede yüksek derecede vitrifikasyon (camlaşma) istenen durumlarda düşük poroziteli (gözenekli) ürünlerde %25-55 arasında değişen yüksek oranlarda feldispat kullanılır (Özkan, 2008:94).

Seramik bünyelerde feldispat-kil-kuvars karışımlarında, pişme sırasında kil ve kuvars katı parçacıklar olarak kalırken, feldispat yumuşayarak; camsı sıvı (eriyik) haline gelerek, ergir ve katı parçacıkları ıslatırarak parçacıkları yavaş yavaş birbirine çeker ve bünyedeki gözeneklere dağılır. Pişme sırasında erimiş durumdaki feldispat aynı zamanda katıların bir kısmını da çözüp kimyasal olarak reaksiyona girmesi nedeniyle, pişme sonrası ortaya çıkan ürünün fazlarının, hammaddelerin fazlarından farklılaşmasına neden olur (Singer ve Singer, 1963:103).

Feldispat ve feldispatoidlerin dışında seramik üretiminde sıklıkla kullanılan diğer magmatik kökenli ergiticiler; pegmatit, aplit, felsit ve feldispatik kökenli kumtaşlarıdır (Özkan, 2008; Dondi, 2018). Pegmatitler, potasyum feldispatın hâkim mineral olarak bulunduğu ve başka ekonomik minerallerde içerebilen (Kayacı, 2007:21), iri taneli magmatik kayalardır (Klein, 2012:1154). Pegmatitler, magmanın kristalleşen son ve en çok su içeren bölümünü temsil eder ve bu su içeren tortuda yüksek oranda yoğunlaşan çeşitli mineralleri içerebilir (Klein, 2012:986). Düşük alkali içeren kimyasal yapıları nedeniyle pegmatitler; feldispatlara ve feldispatoidlere göre ergiticilik özellikleri daha düşük minerallerdir. Pegmatitlerin düşük alkali içerikleri ve dolayısı ile düşük ergiticilik göstermeleri, yüksek su emme özelliğine sahip olması gereken duvar karosu üretiminde sıklıkla tercih edilen hammaddeler haline getirmektedir (KK2, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021).

4.3. Kuvars

Özsüz hammaddelerden biri olan kuvars (SiO_2), seramik üretiminde bünynin bozulmadan kalan temel iskeletin oluşturulmasını sağlar, bünyede iskelet gibi hareket ettiği için kuruma ve pişme küçülmesini kontrol etmek, yüksek sıcaklıklarda piroplâstik deformasyonu azaltmak için kullanılır. Bünyede kullanılan kuvars oranı arttıkça sinterlenme için gereken ısı artar, bununla birlikte pişme sonrasında bünynin su emme oranı artar, mukavemet değerleri azalır ve ebat büyümesi meydana gelir. Kuvars, seramik bünyelerine çok ince taneli öğütülmüş olarak ya da feldispatik kumlarla ilave edilebilir. Bünyeye doğrudan kuvars ilave edilmişse, çok ince taneli öğütülmüş olmasına özellikle dikkat edilmelidir. Kuvarsın 573°C sıcaklıkta meydana gelen faz geçişleri sırasında ebadının ani büyümesi, seramik bünyelerde gözle görülemeyen ve pişmiş bünynin mukavemetini azaltan kılcal çatlaklara neden olabilmektedir.

4.4. Mermer- Tebeşir- Kalsit:

Kalsiyum karbonat mineralleri olan; mermer, tebeşir ve kalsit 'in genel olarak CaCO_3 formülü ile ifade edilmektedir. Kalsiyum karbonat mineralleri 900°C ye kadar ısıtıldığında, bozunarak CaO ve CO_2 olarak ayrışır ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$). CaCO_3 , kuvars ile birlikte ısıtıldığında kolay eriyip camlaşan kalsiyum silikası meydana getirir ($\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$).

CaCO_3 'ın ergime sıcaklığı seramik bünyeleri ve sırları için oldukça yüksek sıcaklık olan 2700°C 'dir. Bununla birlikte CaCO_3 , feldispatlarla ısıtma reaksiyona sokulduğunda kullanım oranına göre feldispatların erime noktasını düşürerek, daha kolay eriyen bir cam meydana getirir. Örneğin ergime sıcaklığı 1280°C olan potasyumlu feldispatla birlikte %10 CaCO_3 , %90 potasyumlu feldispat oranında ısıtma reaksiyona sokulduğunda ötektik karışım oluşturarak, potasyumlu feldispatın ergime sıcaklığını 1210°C 'ye düşürürler (Mete, 2020:144). Bu ergiticilik özelliğinden dolayı sır ve frit üretiminde de sıklıkla kullanılırlar.

Karbonat içeren hammaddelerle üretilen bünyelerin, hızlı pişirim karo üretiminde, üründe şişme şeklinde deformasyon, gözenekli yüzey oluşumu gibi hatalara yol açtığı için CaCO_3 içerikli mermer, kalsit gibi hammaddeler Porselen Stoneware bünyelerde kullanılmaz.

4.5. Vollostonit

Kalsiyum silikat olan Vollostonit $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ olarak formülüze edilir. Lifsi yapıda bir mineraldir. Stoneware  retiminde pişme küçülmesini azaltmak için kullanılır (Tanı an ve Mete, 1986:22). Seramik ürünlere ilave edildiğinde mekanik direnci arttırması, kurumayı  abukla tırması, çamurda ergiticilik özelliği göstererek pişme sıcaklığını düşürmesi yaygın kullanımının nedenidir (Mete, 2020:145). İçerdiği CaO 'in toprak alkali olması nedeniyle, alkalilerle birlikte kullanıldığında kullanım oranına bağlı olarak sinterlenmeyi arttırıcı etki gösterir.

4.6. Manyezit

MgCO_3 olarak formülize edilir. Tek başına ısıtıldığında refrakter (ısı yalıtımı)  zellik gösterirken, diğer hammaddelerle karışım halinde pişirildiğinde içerdiği MgO 'in toprak alkali olması nedeniyle, alkalilerle birlikte kullanıldığında ergiticilik özelliği gösterir (Tanı an ve Mete, 1986:22).

4.7. Dolomit

Kalsiyum Magnezyum karbonattır ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Seramik bünyelerde yüksek sıcaklıklarda ergiticilik özelliği gösterir. Seramik sır ve bünyelerinde hem CaO , hem de MgO 'in bir arada kullanılmak istendiği kompozisyonlarda kullanılır.

4.8. Talk

$3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ olarak formülüze edilen, lifsi yapıda bir mineraldir. Bünyeye ilave edilip pişirildiğinde Kordierit ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) formuna dönüşür (Taçyıldız, 2018:22). İçerdiği MgO 'in toprak alkali olması nedeniyle, alkalilerle birlikte kullanıldığında ergimeyi arttırıcı etki gösterir.

V. BÖLÜM

5. $E_b \leq 0,5$ % KARO BÜNYESİNDE FELDISPAT YERİNE PIŞMIŞ DUVAR KAROSU ATIKLARI (PDKA) KULLANIMININ SAĞLAYABİLECEĞİ KATKILAR

5.1. Duvar Karosu Üretiminde Pişmiş Atıkların Oluşumu

Seramik karo üretimi sırasında pişme öncesi süreçlerde¹⁹; çeşitli nedenlerle pişirime uygun olmayan ham karolar ile sır- bünye hazırlama uygulama işlemlerindeki yıkama sularının filter presten süzülmesiyle elde edilen atıklar "Ham Atık", pişme sonrası deformasyon (şekil bozukluğu), kenar- köşe kırığı, sır yüzeyi hataları bulunan bazı karolar ile karoların standart ebatta olması için kesilmesi sırasında ortaya çıkan kesim artığı parçalar "Pişmiş Atık" olarak adlandırılırlar.

“Pişmiş Duvar Karosu Atıkları" olarak adlandırılan atıklar “Duvar Karoları” ya da diğer adıyla "Grup III ($E_b > 10$ %)" seramik karoların üretimleri sırasında, bisküvi pişirimi veya sırlı pişirim sonrası kırılma, çatlama, yüzey kusurları, defo oluşumu sonucunda kullanıma uygun olmadıkları için atık olarak güvenli stok alanlarına ayrılırlar(KK2, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021; Kayacı, 2019:345).

Duvar Karosu üretiminde, üretilen ürünün yaklaşık %7-13’ü oranında PDKA meydana gelmektedir (KK2, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021).

PDKA, atık sahasında biriken PDKA miktarının azaltılması için, Duvar Karosu bünyelerine düşük oranda alkali içeren ucuz feldispatik kumlar (pegmatit) yerine az miktarda (yaklaşık %2-6 oranında) ilave edilirler. Karo üretim süreçleri sırasında ortaya çıkan atıkların üretime geri kazandırılarak kullanımına özen gösterilse de; Duvar Karolarında yüksek oranda alkali ve / veya bor içeren, düşük sıcaklıkta gelişen ergiticilik özelliği yüksek sırların kullanımı (Özkan, 2008:148-159); özellikle sırlı pişmiş atıkların fazla olduğu PDKA yığınlarında, alkali oranının yüksek olması ve bu oranın Duvar Karosu için belirleyici olan fiziksel özelliklerde olumsuzluklara²⁰ yol açarak üretilen ürünün kalitesini düşüreceği çekincesiyle, PDKA'nın Duvar karosu üretiminde %2-6 ‘dan fazla kullanımı genellikle pek tercih edilmemektedir (KK2, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021; Kayacı , 2006:13).

¹⁹ presleme, kurutma ve sırlama süreçlerinde

²⁰ %su emme oranında azalma, pişme sonrası ebatta küçülme, düzlemsellikten sapma gibi

Üretime kazandırılmayan PDKA üreticinin kararına göre; ya sahip oldukları değere uygun olmayan alanlarda²¹ kullanılabilir ya da genellikle çevreye zarar vermeyecek şekilde Güvenli Atık Sahalarında toplanarak yığınlar halinde biriktirilirler (KK2, Aydın, 2021; KK3, Aydın, 2021; KK6, Aydın, 2021). Bununla birlikte üretici beyanlarına dayanılarak PDKA'nın halen %100 geri dönüştürülerek kullanılmadığı bilinmektedir.

5.2. Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) Seramik Bünyelerde Kullanım İmkânları Nelerdir?

Türkiye'de üretilen Duvar Karolarının, pişmiş atıklarının kullanımı konusundaki yayınlar incelendiğinde; PDKA'nın "Duvar Karosu Bünyesinde" (Kayacı, 2019 ; Kayacı, 2020 ; Durgut vd., 2015) ve "Yer Karosunda kullanımı (Elmas, 2019) imkânlarının incelenmiş olduğu görülmektedir.

Dünyada ise seramik üretiminde giderek azalan feldispat rezervlerinin korunması için, feldispat yerine alternatif atık malzemelerin kullanımı için çeşitli araştırmalar da yapılmakla birlikte (Conte vd., 2020), söz konusu çalışmalarda PDKA'nın düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware Karo bünyelerinde feldispat yerine geri dönüşümlü olarak kullanımı ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır.

5.3. Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) ve Kimyasal - Mineralojik Yapıları

Türkiye'de üretilen Duvar Karolarının, pişmiş atıklarının kullanımı konusundaki yayınlarda PDKA'nın temel olarak, Anortit, kuvars ve mullit mineral fazlarından meydana geldiği saptanmıştır (Kayacı, 2019:346 ; Durgut vd., 2015:597 ; Küçüker vd., 2008:20 ; Kara vd., 2006:3777 ; Kayacı, 2020:6).

Tez çalışması kapsamında genel olarak Türkiye' de üretilen Duvar Karolarının kimyasal ve mineralojik yapılarının incelenmesi için, Türkiye'de yaygın satışı bulunan 13 farklı Duvar Karosu üreticisi belirlenerek, her bir firmaya ait birer adet karo örneği, yetkili satış bayilerinden toplanmış ve firmaların ticari sırlarının korunması amacıyla, numunelere firma adı yerine numara verilerek, SAM A.Ş.'de

²¹ İnşaat, yol vb. işlemler için dolgu malzemesi veya alçıya alternatif malzeme olarak çimento yapımında kullanım gibi (Altın, 2003)

kimyasal analiz ve mineralojik analiz uygulanarak incelenmiştir. Analiz çalışmaları sonucunda aşağıda Tablo 9 ve Tablo 10'da yer alan "Kimyasal Analiz" ve "Miktarsal Mineralojik Analiz" sonuçları elde edilmiştir.

Malzeme Adı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃	KK
Nunune 1	68,62	17,00	2,31	1,10	2,92	0,72	6,37	0,44	0,05	0,04	0,11	0,34
Nunune 2	64,44	19,52	2,36	1,21	1,88	0,76	8,16	0,54	0,09	0	0,09	0,97
Nunune 3	66,68	17,61	2,04	1,15	2,05	0,66	8,04	0,53	0,10	0	0,15	0,98
Nunune 4	63,20	19,32	2,60	1,30	2,69	0,76	8,36	1,13	0,24	0,04	0,13	0,23
Nunune 5	63,79	19,26	2,47	0,92	2,85	0,81	8,07	0,48	0,08	0	0,13	1,13
Nunune 6	68,32	16,69	2,13	1,35	2,79	0,60	6,02	0,61	0,10	0	0,10	1,29
Nunune 7	69,52	16,31	3,29	1,39	2,26	0,45	5,28	0,62	0,07	0,04	0,07	0,71
Nunune 8	64,71	14,74	1,68	2,45	4,29	0,86	8,49	1,96	0,21	0,10	0,08	0,43
Nunune 9	70,77	15,07	1,32	1,24	2,15	0,52	7,80	0,21	0,12	0	0,28	0,50
Nunune 10	64,67	20,35	1,59	1,46	2,96	0,93	6,98	0,22	0,12	0,04	0,40	0,27
Nunune 11	65,68	13,55	2,76	1,80	2,85	0,56	10,04	0,65	0,07	0,06	0,09	1,89
Nunune 12	68,41	15,87	2,15	0,98	2,63	0,89	7,75	0,70	0,08	0	0,14	0,41
Nunune 13	69,14	17,56	2,35	0,91	2,09	0,74	6,38	0,34	0,08	0	0,13	0,28

Tablo 9: Piyasada yaygın olarak satışı bulunan 13 farklı karo üreticisine ait Duvar Karosu Bünyesi kimyasal analizleri tablosu

Malzeme Adı	Quartz SiO ₂ %	Anortit CaAl ₂ Si ₂ O ₈ %	Gehlenit Ca ₂ Al ₂ [AlSiO ₇] %	Albit NaAlSi ₃ O ₈ %	Kristobalit SiO ₂ %	Müllit Al ₆ Si ₂ O ₁₃ %	Amorf (Camsı Faz) %
Numune 1	30,57±0	5,24±0,5	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	64,19±1,3
Numune 2	26,81±0	8,62±0,5	2,37±0,3	0,00±0	0,00±0	0,00±0	62,20±1,6
Numune 3	31,19±0	6,67±0,4	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	62,14±1,6
Numune 4	21,45±0	6,82±0,4	0,00±0	7,75±0,6	0,00±0	0,00±0	63,98±1,5
Numune 5	29,17±0	6,50±0,4	2,58±0,2	0,00±0	0,00±0	0,00±0	61,74±1,8
Numune 6	35,13±0	5,91±0,3	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	58,95±1,3
Numune 7	34,20±0	5,46±0,3	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	60,33±1,3
Numune 8	34,89±0	5,64±0,4	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	59,47±1,3
Numune 9	31,11±0	9,97±0,5	0,00±0	0,00±0	1,03±0,1	0,00±0	57,89±1,5
Numune 10	33,76±0	5,96±0,4	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	60,28±1,4
Numune 11	36,11±0	5,21±0,3	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	58,68±1,4
Numune 12	34,56±0	6,47±0,4	0,00±0	0,00±0	0,00±0	0,00±0	58,97±1,4
Numune 13	33,42±0	6,34±0,4	0,00±0	0,00±0	0,00±0	1,34±0,1	58,90±1,4

Tablo 10: Piyasada yaygın olarak satışı bulunan 13 farklı karo üreticisine ait Duvar Karosu Bünyesi mineralojik analizleri tablosu

Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, Türkiye'de üretilen Duvar Karolarının kimyasal ve mineralojik yapılarının büyük oranda benzerlik taşıyarak; yüksek ergimeli feldispatlar gibi yaklaşık toplam %9 alkali ve toprak alkali oranına sahip oldukları, mineralojik yapılarında "anortit", "cam fazı" ve "kuvars" fazının en yaygın görülen mineral fazlar olduğu görülmektedir.

5.4. Feldispat Yerine PDKA Kullanımının Düşük Su Emme Özelliğine Sahip ($E_b \leq 0,5 \%$) Karo Bünyesine Sağlayabileceği Katkılar

Duvar Karosu yani Grup B III ($E_b > 10\%$) bünyeleri; kil, kaolin, kuvars ve alkaliler içeren hammaddeler ve Duvar karoları için gerekli gözenekli yapının oluşturularak, pişme renginin açılması için sıklıkla $\%7-10$ CaCO_3 içeren hammaddeler olan mermer, kalsit, tebeşirden üretilir ve bu hammaddelerin birlikte ince öğütülüp pişirilmeleri sonucu Tablo 10'da da görüldüğü gibi mineral fazları farklılaşarak cam fazı, kuvars ve doğada nadir bulunan bir feldispat olan anortit²²e dönüşür.

Duvar karolarının üretiminde kullanılan CaCO_3 ve kaolin, aynı zamanda sentetik anortit elde etmek için de kullanılan kaynaklardır ve yüksek maliyetli bir işlem olan sentetik anortit üretim yöntemi de, CaCO_3 içeren ince öğütülmüş hammaddelerin pişme sırasında kimyasal yapılarının bozunarak, karbon gazının atılması ve kalsiyum oksite dönüşerek alüminyum ve silisyum atomları ile bağ yapması prensibine dayanmaktadır (Kobayashi ve Kato, 1994:833; Ceylan, 2021; Ouali vd., 2017; Okada vd., 2003; Ceylan, 2021).

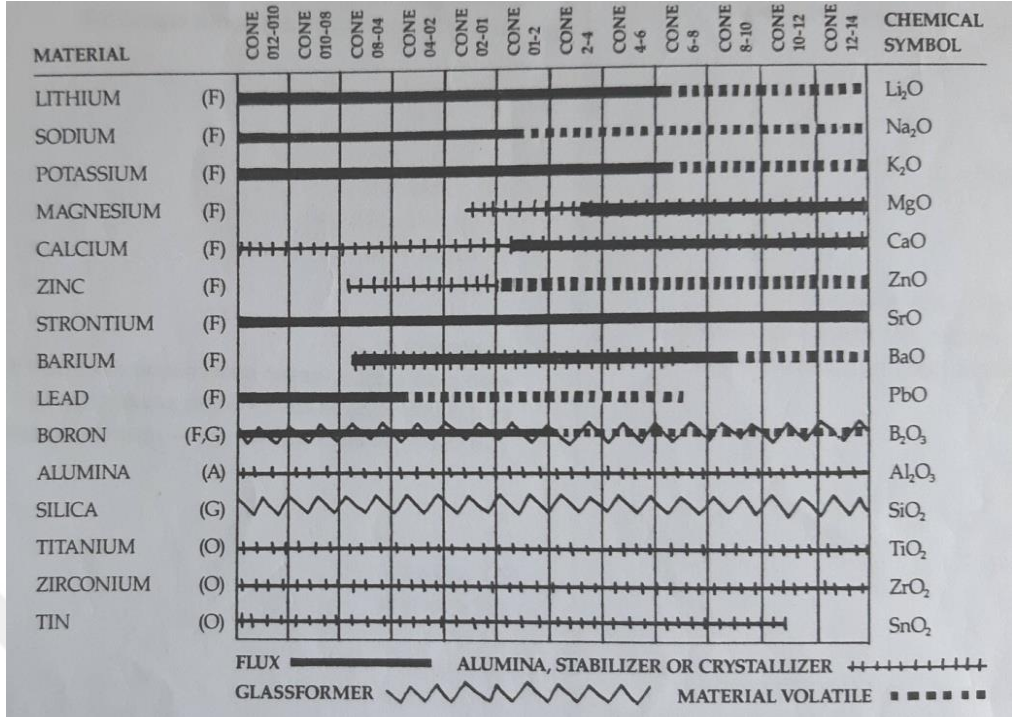
Anortit, düşük termal genleşme, yüksek termal şok direnci gibi çeşitli özelliklere sahip olması nedeniyle; pek çok ürünün teknik özelliklerini iyileştirmek için kullanılır (Cheng vd., 2012: 3227; Harabi vd., 2017:311).

Kendi başına pişirildiğinde $1500-1550$ °C ergime sıcaklığına sahip olan “Anortit” (TMMOB, 2010:9), alkali oksitlerle karışım halinde pişirildiğinde kimyasal yapısında bulunan CaO nedeniyle ergime sıcaklıklarını düşürür. Anortit'in içerdiği CaO, alkalilerle birlikte ötektik oluşturarak alkali oksitler gibi pişme sıcaklığının düşürülmesine yardımcı olur (Kayacı, 2006:29). Alkali oksitlerle birlikte ötektik oluşturan CaO Cone 1'de²³ ergiticilik görevi yapmaya başlar²⁴(Hopper, 1984:218).

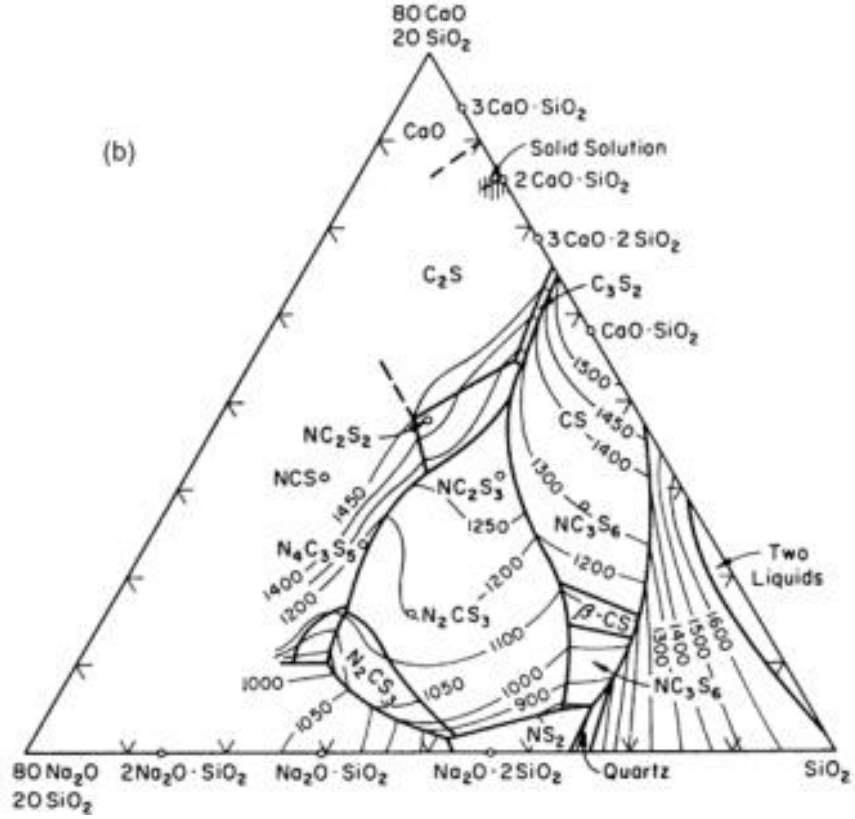
²² Kimyasal formülü $\text{Ca} [\text{Al}_2\text{SiO}_8]$ olan bir kalsiyum feldispat

²³ yaklaşık 1154 °C 'de

²⁴ Bkz.Tablo 11



Tablo 11: Seramikte yaygın kullanılan oksitlerin etkin pişirim sıcaklıkları (Hopper, 1984:218)



Tablo 12: CaO–Na2O–SiO2 sistemi faz diyagramı (Tablodaki kısaltmaların anlamları C=CaO; N=Na2O; S=SiO2) (Zhang vd., 2012)

PDKA, toprak alkali oksitler grubuna dâhil olan CaO içermektedir. CaO, alkali oksitlerle²⁵ birlikte kullanıldığında pişme sırasında daha az viskoz²⁶ yapının oluşumunu ve daha kısa bir zaman- sıcaklık aralığında sinterlenme ve sıvı faz gelişimini destekler²⁷(Çiğdemir vd., 2010: 178). Bununla birlikte CaO, Porselen bünyeler ve Porselen Stoneware gibi düşük su emme özelliğine sahip bünyelerde kullanılan alkali oksitlerin ergiticilik özelliğini arttırarak pişme sonrası gözenek oluşumunu azaltıp sinterlenmeyi arttırmak²⁸ ve bu sayede bünyenin daha düşük sıcaklıkta sinterlenmesini sağlamak, ürünün eğme dayanımı²⁹ arttırmak gibi fiziksel özelliklerini iyileştirmek için kullanılan ideal bir oksittir(Taşkıran vd., 2005; Selli, 2015; Nizamoğulları, 2007 ; Çiğdemir vd., 2010 ; Tarhan, B. 2019; Tangil, 2012 ; Türkkan, 2014 ; Tarhan, M. 2019 ; Lo vd., 2003 ; Selli, 2015 ; Kobayashi ve Kato, 1994 ; Özkan, 2008:139).

Bununla birlikte PDKA, yüksek karbonat içeriğinin hızlı pişirim sırasında erken evrede tam olarak atılamayarak gözeneklenme sorunlarına yol açması nedeniyle Porselen bünyeler ve Porselen Stoneware bünyelerde kullanımları uygun olmayan, kalsit, mermer gibi hammaddelere ve CO₃ içermeyen pahalı bir CaO kaynağı olan Vollostonite kıyasla genellikle daha düşük kızdırma kaybı özelliğine sahiptir(BKZ. Tablo 13).

Bileşikler	Kızdırma Kaybı %
Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0,56 - 0,28
Mermer, Kalsit (CaCO ₃)	44,00-45,00
Vollostonit (CaSiO ₃)	1,00
Dolomit (CaCO ₃ . MgCO ₃)	45,00

Tablo 13: Kalsiyum içeren bileşiklerin Kızdırma Kaybı % oranları

Anortit'in tüm bu özellikleri, mineral yapılarında anortit içeren Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının; Porselen Stoneware Karo bünyeleri için ideal bir malzeme olarak kullanılabilme imkânı taşıdığını göstermektedir.

²⁵ Na₂O, K₂O, Li₂O

²⁶ akmağa karşı daha az dirençli

²⁷ Bkz. Tablo 12 'da CaO—Na₂O—SiO₂ sistemi faz diyagramı %20 CaO ilavesinin ötektik oluşturarak pişme ısını düşürmesi gösterilmektedir.

²⁸ pekişme

²⁹ pişmiş mukavemetini

VI. BÖLÜM

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Çalışmada toplanan Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA)'ya, XRF ve XRD analizleri uygulanarak, kimyasal yapıları çalışmada kullanılan hammaddelerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilerek, PDKA 'nın bünye reçetesinde kullanımı laboratuvar denemeleri gerçekleştirilmiştir.

Deneme bünye çalışmalarında düşük su emme özelliğine sahip yani TS EN 14411'e ve ISO13006'da tanımlanan düşük su emme özelliğine sahip, BI a Grubu ($E_b \leq 0,5 \%$) Porselen Stoneware Karo bünyesinde feldispat azaltılarak yerine PDKA kullanımı, deney yöntemiyle araştırılmıştır.

Çalışmada ayrıca PDKA'nın Duvar Karosu bünyesinde pegmatit yerine hammadde olarak kullanım etkilerinin incelenmesi için; BIII b Grubu ($E_b > 10\%$) seramik karo bünyesi kullanımına yönelik araştırma da yapılmıştır.

Deneyisel çalışmada, bünye denemelerinin Referans Bünyelere uygunluklarının karşılaştırılması için %su emme ve eğilme dayanımı (pişmiş mukavemet ya da kopma modülü) değerleri, TS EN 14411'e ve ISO13006'da tanımlanan % su emme ve eğilme dayanımı değerlerine uygunlukları, EN ISO10545 test metoduna uygun olarak referans bünyelerle karşılaştırmalı olarak test edilmiştir.

6.1. Bünye Denemesi Çalışmalarında Kullanılan Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının (PDKA) Toplanması ve Hazırlanması:

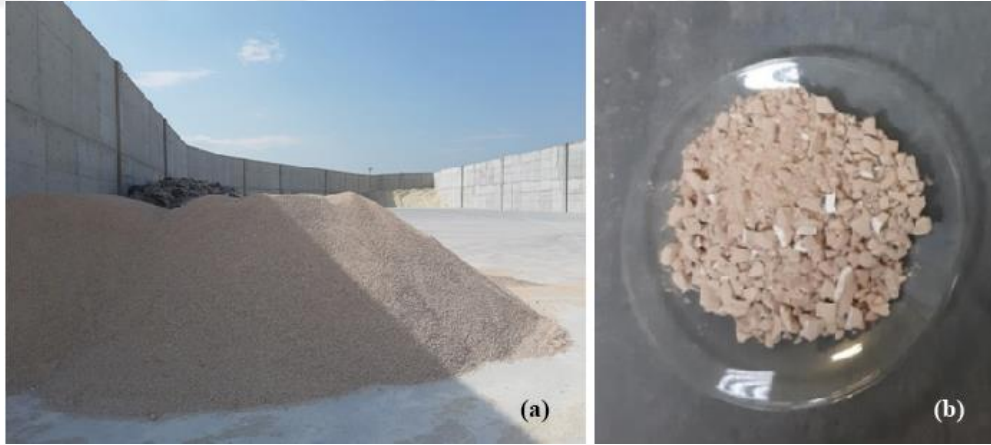
Çalışmada Laboratuvar ve Üretim denemelerinde yüksek su emme özelliğine sahip ($E_b > 10\%$) Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) Bien firmasına ait üretim ve ambalajlama gibi çeşitli nedenlerle biriken sırlı ve sırsız pişmiş duvar karosu atıklarının kullanımıyla gerçekleştirilmiştir.

PDKA kullanılarak gerçekleştirilen laboratuvar denemeleri için, çeneli kırıcıda 0,9- 0,3mm boyutunda kırılarak ebatlanmış, kepçe yardımıyla karıştırılıp mümkün olduğunca homojen bir yığın oluşturularak konileme dörtleme yöntemiyle homojen karışım halinde örneklenmiştir. Alınan örnek çalışma öncesi kimyasal ve mineralojik analiz çalışması ile incelenmiştir.

PDKA kullanılarak gerçekleştirilen laboratuvar denemeleri ve fabrika üretim denemeleri arasında yaklaşık 1 yıllık uzun bir süreç olduğu için; endüstriyel üretim denemesi için Pişmiş Duvar Karosu Atıklarından yeni yığın hazırlanarak ebatlanıp homojenleşmesi için iyice karıştırılarak, konileme dörtlleme yöntemiyle yığından numune alınıp SAM A.Ş. 'de kimyasal ve mineralojik analiz çalışması yapılmıştır(Bkz. Tablo 14).



Şekil 83: Çalışmada kullanılan Pişmiş Duvar Karosu Atıkları yığının öğütme öncesi genel görünüm

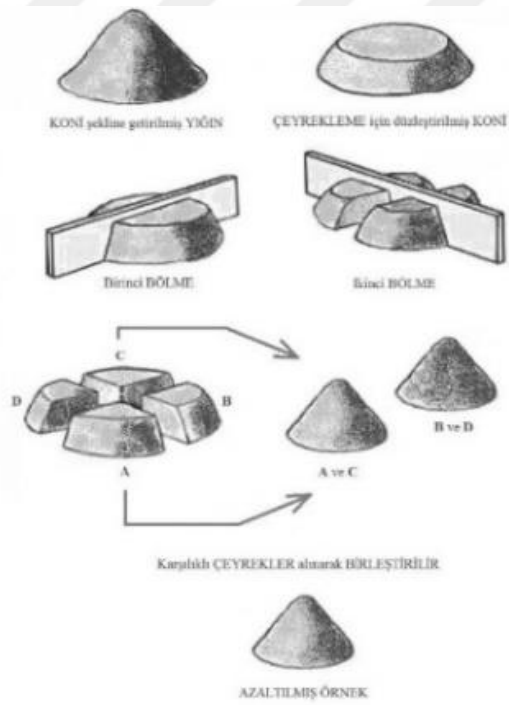


Şekil 84: (a) Çalışmada kullanılan Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının ebatlanma sonrası görünümü ve (b) PDKA yakından görünümü

Ayrıca çalışmada kullanılması hedeflenen kil, kaolin, feldispat gibi hammaddeler de çeneli kırıcıdan geçirilerek 1cm altı tane boyutunda olacak şekilde ebatlanmış, hammaddelerin nem farklılıklarının, tartım sırasında farklılıklara yol açmasının engellenmesi amacıyla etüvde 110 ° C 'de 12 saat ön kurutma uygulanmıştır.

6.2. Çalışma İçin Toplanan Pişmiş Duvar Karosu Atığının XRF (Kimyasal) ve XRD (Mineralojik) Analizi:

Toplanan pişmiş duvar karosu atığı (PDKA) 'nın kimyasal ve mineralojik analiz çalışmalarının yapılması için Konileme –Dörtleme yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Konileme –Dörtleme yönteminde, çalışma için hazırlanan 1cm altı tane boyutunda olacak şekilde kırıcıdan geçirilip ebatlanan PDKA, iyice karıştırılıp önce bir koni oluşturacak şekilde bir tepside yığın olarak biriktirilmiştir. Koni şeklinde biriktirilen pişmiş duvar karosu atığı tepesinden hafifçe bastırılarak yassılatılmış ve dört farklı parçaya ayrılmıştır. Dört parçaya ayrılan karşılıklı çeyrekler alınarak tekrar koni oluşturulup yine karşılıklı çeyrek parçalarının alınması işleminin tekrarı ile hazırlanan PDKA'dan analiz çalışmalarında kullanılan 200gr'lık numune hazırlanmıştır.

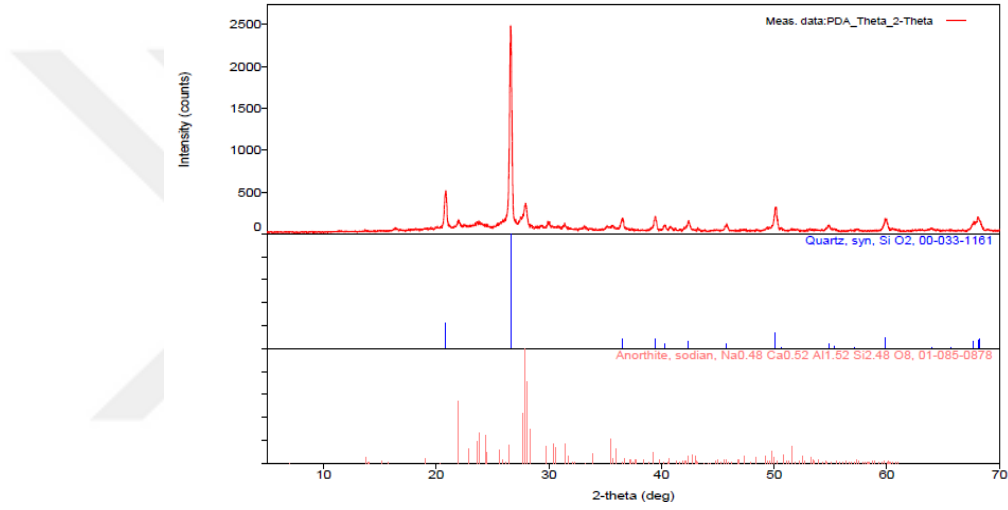


Şekil 85: Konileme –Dörtleme Yönteminin Temel Aşamaları (Erdemoğlu, [06.03.2021])

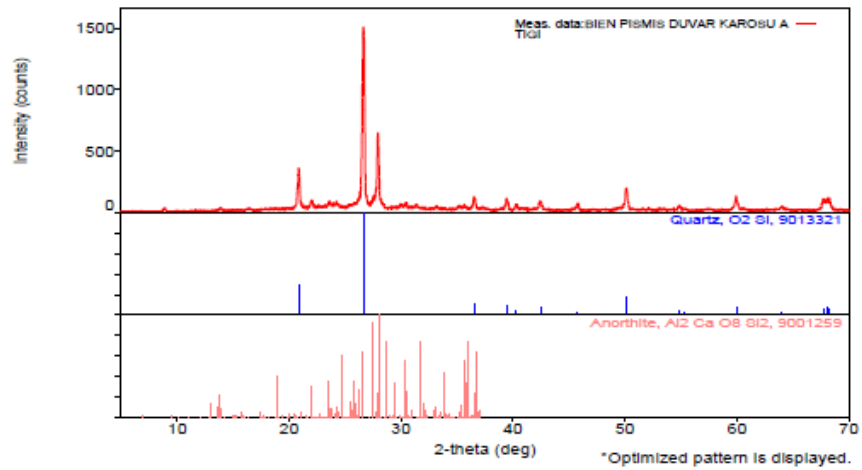
Konileme- Dörtleme yöntemine göre hazırlanan, pişmiş duvar karosu atığı numunesinin XRF (X-Ray Florescence) Kimyasal Analizi ve XRD (X-Ray Diffraction) Mineral Analizleri SAM A.Ş. laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kimyasal Analiz sonuçları Tablo 14 ve Mineralojik Analiz sonuçları Tablo 15 - Tablo 16 belirtildiği gibidir:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂	TiO ₂	SO ₃	A.Z.
Bien Üretim Denemesinde Kullanılan PDKA	69,18	16,72	6,92	0,46	0,73	2,49	0,05	0,07	1,94	0,00	0,69	0,18	0,56
Laboratuvar Denemelerinde Kullanılan PDKA	68,50	16,75	6,35	0,52	1,62	2,36	0,05	0,14	2,07	0,12	0,66	0,21	0,62

Tablo 14: Çalışma için toplanan PDKA'nın Kimyasal Analiz sonuçları



Tablo 15: Laboratuvar denemelerinde kullanılan PDKA'nın Mineralojik Analiz sonucu



Tablo 16: Endüstriyel Üretim denemesinde kullanılan PDKA'nın Mineralojik Analiz sonucu

Çalışma için toplanan PDKA'nın Kimyasal ve Mineralojik Analiz sonuçları incelendiğinde; Piyasada yaygın olarak satışı bulunan 13 farklı karo üreticisine ait Duvar Karosu mineralojik ve kimyasal analiz sonuçlarına ve PDKA'nın kullanımına yönelik daha önce gerçekleştirilen analiz sonuçlarına³⁰ benzer şekilde temel olarak Anortit (Kalsiyum Feldispat) ve kuvars fazlarından oluştuğu, yüksek ergitici feldispatlarda gözlemlendiği gibi alkali oksitler ve CaO toplamının ortalama %9 olduğu tespit edilmiştir.

6.3. Bünye Çalışmalarında Kullanılan Hammaddelerin ve PDKA'nın Karşılaştırmalı Kimyasal Analizleri:

Tez çalışmasında "Porselen Stoneware Karo" ve "Duvar Karosu" bünyelerinin oluşturulması için laboratuvar çalışmalarında kullanılan çeşitli ham maddelerin ve çalışmada kullanılan pişmiş duvar karosu atığının kimyasal analizleri aşağıdaki Tablo 17' de belirtildiği gibidir.

Hammaddeler	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SO ₃	A.Z.
İstanbul Kili	61,84	23,1	0,22	0,75	0,56	2,28	0	0,05	3,05	1,25	0,11	6,79
Ukrayna Kili	59,37	26,94	0,33	0,55	0,51	2,49	0,05	0,05	0,97	1,4	0,05	7,29
Sodyum Feldispat	68,84	19	0	0	10	0,6	0	0	0,21	0,35	0	1
Potasyum-Sodyum Feldispat	73	15	0,45	0,13	4,96	5	0	0,44	0,4	0,21	0	0,41
Kuvars 63µm	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Balıkesir Kaolin	54,19	29,12	0,38	0,03	0,54	0,42	0,57	0,46	0,63	1,23	0,77	11,7
Kalsit	0,23	0,11	56,07	0,12	0,38	0	0	0	0,13	0,11	0	42,96
Pegmatit	74,18	18,17	0,40	0,41	1,77	3,11	0	0,07	1,281	0,518	0	0,09
Laboratuvar Denemelerinde Kullanılan PDKA	69,18	16,72	6,92	0,46	0,73	2,49	0,05	0,07	1,94	0,69	0,18	0,57
Bien Üretim Denemesinde Kullanılan PDKA	68,50	16,75	6,35	0,52	1,62	2,36	0,05	0,14	2,07	0,66	0,21	0,62

Tablo 17: Laboratuvar denemelerinde kullanılan hammaddelerin Kimyasal Analizleri

Denemede kullanılan hammaddelerin ve PDKA'nın kimyasal analizleri karşılaştırıldığında; PDKA'nın yüksek ergimeli feldispatlarda olduğu gibi ortalama

³⁰ Kayacı, 2019:346 ; Durgut vd., 2015:597; Küçüker vd., 2008:20 ; Kara vd., 2006: 3777; Kayacı, 2020:6

olarak %9-10 oranında alkali ve toprak alkali oksit (CaO, Na₂O, K₂O, MgO) içerdği ve kızdırma kaybının %1'den düşük olduğu dikkat çekmektedir.

6.4. Bünye Denemelerinin Hazırlanma Yöntemi

Çalışmada reçete tartımları Tablo 17'de kimyasal analizleri belirtilen hammaddelerle ve yarı analitik laboratuvar terazisi kullanılarak tartılmıştır. Laboratuvar test çalışmalarının tamamlanabilmesi için her bir reçetenin toplam kuru madde ağırlıkları 800gr olacak şekilde tartılarak hazırlanmıştır. Tartım işlemi tamamlanan bünye reçeteleri, öğütölmeleri için, sulu öğütücünün öğütme haznesini oluşturan porselen kavanozlara doldurup, öğütmeyi sağlayan 1100gr alümina bilye ile birlikte, 420cc su ve %1 camsuyu ilave edilerek, 1saat süreyle, laboratuvar tipi büyük boy 1800cc kapasiteli porselen kavanozlu alümina bilyeli öğütücüde (değirmende) sulu öğütme yöntemiyle (öğütme sonrası 63µm elek bakiyesi maksimum 0,5gr olacak şekilde) 1 saat süre ile öğütülmüştür.

Değirmenlerde öğütülen sıvı haldeki bünye reçeteleri, öğütme sonrası 63µm elekten geçirilip metal tepsilere dökülerek etüv 'de 150°C 'de tamamen kuruyuncaya dek bekletilerek kurutulmuş ve tamamen kuruyan tepsideki bünyeler oda ısısında soğutulmuştur.

Tepside soğutma işlemi tamamlanan öğütülmüş bünye reçeteleri, spatula yardımıyla tepside kazınarak alınmış ve çekiçli öğütücüden geçirilip, kuru toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen reçeteler, pres yardımıyla şekillendirme (tablet basımı) için piset yardımıyla %8 oranında nemlendirilmiştir. Nemlendirilen bünye reçetesi tozları, nem oranının homojenleşmesi için 1mm'lik laboratuvar eleğinden geçirilerek elenmiş ve presleme öncesi naylon poşet içerisinde 1 saat bekletilerek kuru presleme yöntemiyle şekillendirmeye hazır hale getirilmiştir.

Toz hazırlama ve nemlendirme çalışmaları tamamlanan bünye reçeteleri; laboratuvar tipi manuel press ile 5x10cm çerçeveli kalıp kullanılarak, 110 Bar basınçla preslenerek tablet haline getirilmiştir.

Presle şekillendirme için ilave edilen nemin bünye tabletlerinden atılması için pişirme öncesi tabletler etüvde 1 saat kurutulmuştur. Presleme yöntemi ile şekillendirilip kurutulan bünye reçeteleri, kamara tipi elektrikli laboratuvar fırında, oksidan atmosferde pişirilmiştir. Tabletlerin pişirimleri; Porselen Stoneware Karo

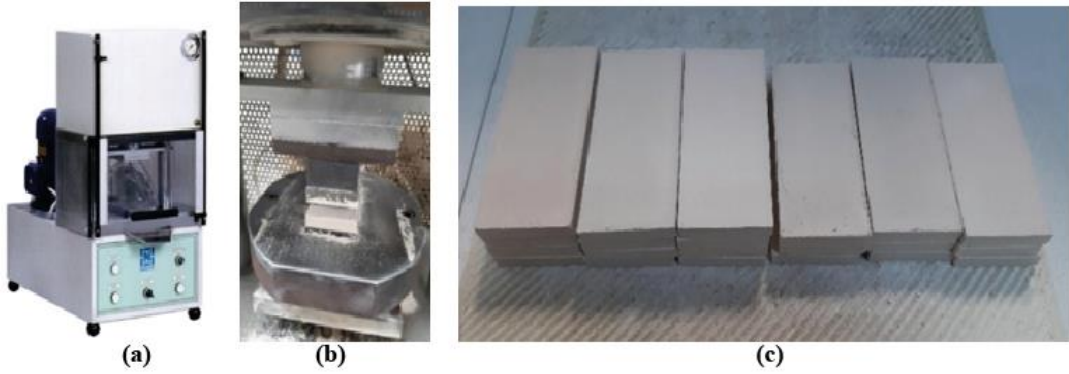
bünyeleri için 1217°C 'de ve ekler bölümünde deney sonuçları yer alan Duvar Karosu bünyeleri için 1000°C 'de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 86: (a)Yarı analitik laboratuvar terazisinde bünye reçetesi tartımı, (b) bilyeli sulu öğütücü, (c) bilyeli sulu öğütücü iç görünümü



Şekil 87: Reçetelerin toz haline getirilmesinde kullanılan çekikli öğütücü



Şekil 88: (a) Çalışmada kullanılan laboratuvar tipi pres, (b) nemli toz haline getirilen reçetelerin presleme işlemi sonrası presteki ilk görünümleri ve (c) Presle şekillendirilen bünye reçetesi tabletlerinin pişme öncesi genel görünümü



Şekil 89: Çalışmada kullanılan kamara tipi laboratuvar fırın içi görünümü

6.5. Bünye Denemelerine Uygulanan Test ve Analiz Yöntemleri

Çalışmada hazırlanan bünye reçetelerine, pişme öncesi ve pişme sonrası fiziksel özelliklerinin tespit edilmesi için; toplam küçülme (%küçülme), ham mukavemet, kuru mukavemet, pişmiş mukavemet (eğilme dayanımı), % su emme, pişmiş bünyelerin renk değerleri analizi uygulanmıştır.

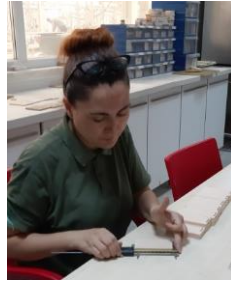
Çalışmada kullanılan test yöntemleri alt başlıklarda tanımlandığı şekilde uygulanmış ve elde edilen sonuçlar ilgili reçetelerle birlikte tablolar halinde gösterilmiştir.

6.5.1. Toplam Küçülme (% küçülme) Test Yöntemi:

Laboratuvar presiyle 5x10cm kalıp kullanılarak, preslenerek tablet haline getirilen bünye reçeteleri; önce etüvde 110°C 'de 1 saat kurutularak, ardından tabletlerin kamara tipi fırında, bünye türlerine uygun sıcaklıkta (Duvar Karosu reçeteleri 1000°C 'de, Porselen Stoneware Karo reçeteleri 1217°C'de) pişirilmeleri sonrası ebatları kumpas yardımı ile ölçülmüştür.

Kuru ve pişme ölçümü sonrası elde edilen sonuçların aşağıdaki formüle göre hesaplanmasıyla "toplam küçülmesi (% küçülme) değerleri" hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Küçülme} = \frac{(\text{Kuru numune boyu (mm)} - \text{Pişmiş numune boyu (mm)})}{\text{Kuru numune boyu (mm)}} \times 100$$



Şekil 90: Bünye tabletlerinin % küçülmelerinin ölçümü

6.5.2. Mukavemet (Kopma Modülü) Test Yöntemi:

Seramik karo bünyelerin pişme öncesi üretim süreçlerindeki işlemler sırasındaki dayanıklılıklarının ölçülmesi için; ham ve kuru mukavemet testleri, pişme sonrası gözenek miktarına bağlı olarak; pişme sonrası pişmiş mukavemetlerinin (kopma modülü) tespiti için, TS EN ISO 10545-4'de Kopma Modülü olarak tanımlanan test yöntemi uygulanmıştır. Karo Bünyelerinin Mukavemetlerinin

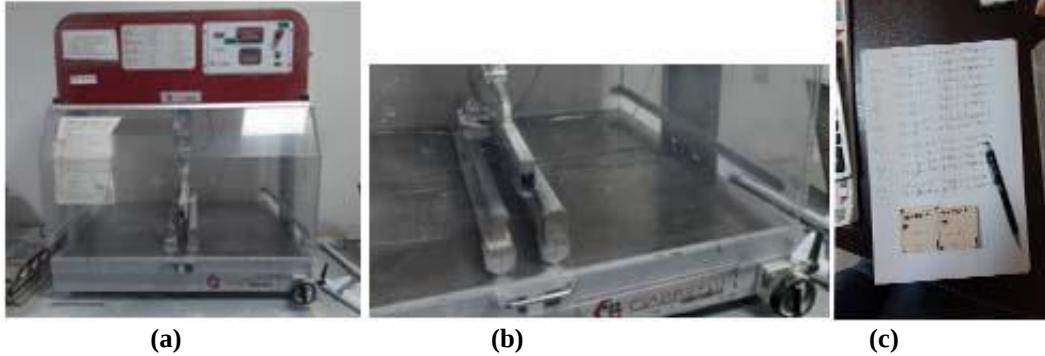
(Kopma Modülü) belirlenmesi için Gabrielli Flexi 1000 LX-650 Model mukavemet test cihazı kullanılmıştır.

Kopma Modülünün belirlenmesi için; hazırlanan bünye tabletlerin boylarına göre cihaz zemininde bulunan mesnet çubuklarının mesafesi, mesnet çubuklarından dışarı çıkıntı yapacak şekilde mesnet çubuklarına arasına eşit uzaklıkta olacak şekilde yerleştirilmiştir. Mesnet çubukları arasındaki mesafe (L) ölçülmüştür. Mukavemet cihazındaki silindirik çubuk ile saniyede 0,8-1,2 N/mm²'lik gerilme artış oranı elde edilecek şekilde düzgün bir yük uygulanarak ölçümü yapılan bünye tabletleri cihaz tarafından otomatik olarak kırılır ve kırılma anında cihazda okunan kırılma yükü(F) kaydedilir.

Mukavemet değeri (Kopma Modülü- Eğilme Dayanımı) aşağıdaki denklem ile N/mm² cinsinden hesaplanır:

$$R = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times h^2}$$

R: Kopma Modülü (N/mm²)
F: Kırılma kuvveti (Newton)
L: Mesnetler arası mesafe (mm)
b: numune uzunluğu (mm)
h: numune kalınlığı (mm)



Şekil 91: (a)ve (b) Çalışmada kullanılan kopma modülü cihazı genel görünüm, (c) kopma modülü cihazında kırılan tabletlerin mukavemet ölçümlerinin hesaplanması

6.5.3. % Su Emme Test Yöntemi

Çalışmada bünye tabletlerinin (karolarının) % su emme değerleri TS EN ISO 10545-3 standardında belirtildiği gibi, Seramik karoların % su emme oranlarını sabit basınç koşullarında, sabit sürede ölçmeye yarayan “Vakumlu Su Emme Cihazı” ile test edilmiştir. Laboratuvarda hazırlanıp pişirilen bünye denemesi tabletleri, pişme sonrası yarı analitik laboratuvar terazisinde "kuru ağırlık" tartımları yapılarak, tartım

değerleri asetatlı kalemle tabletlerin üzerine kayıt edilmiş, kuru tartımları kaydedilen tabletler her biri dik durumda ve birbirlerine değmeyecek şekilde, Vakumlu Su Emme Test cihazı vakum hücreğine bulunan çelik sepet içine yerleştirilip, kapağının hava alışverişine izin vermeyecek şekilde sıkıca kapatılmasıyla cihaz çalıştırılmıştır.



Şekil 92: (a) Su emme testi için kullanılan Vakumlu Su Emme test cihazı ve (b) Vakumlu Su Emme Test cihazına tabletlerin test için yerleştirilmesi

Vakumlu Su Emme Test cihazında, basınç (10 ± 1) kPa olacak şekilde otomatik olarak boşaltılıp ve 30 dakika süre ile bu değerde tutulmuştur. Daha sonra, cihaz vakum değerini korurken, otomatik olarak karoları 5 cm yüksekliğinde kaplayacak şekilde yeterli miktarda yavaşça su alıp, cihazdaki vakum otomatik olarak boşalarak, karolar su içinde 15 dakika bekledikten sonra cihaz tahliyeye uygun hale gelince durur. Bünye tabletleri duran Vakumlu Su Emme Test Cihazından çıkarılarak, ıslatılıp elle sıkarak hazırlanan ve düz bir yüzeye yerleştirilen güderi yardımıyla her iki tarafları da hafifçe kurularak, beklemeden "yaş ağırlık" tartımları yapılp, sonuçları kaydedilmiştir. Her bünye tableti için "% su emme" oranı TS EN ISO 10545-3 test yönteminde tarif edildiği gibi ölçülen kuru ve yaş ağırlık değerleri kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Su Emme} = \frac{(\text{Kuru ağırlık (gr)} - \text{Yaş (su emdirilmiş) ağırlık (gr)})}{\text{Kuru ağırlık (gr)}} \times 100$$

6.5.4. Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri (L.a.b.) Analiz Yöntemi

Tez çalışmasında hazırlanan 5x10cm tablet olarak şekillendirilip pişirilen tüm bünyelerin pişme sonrası renk tonu farklılıklarının belirlenip ölçmesi, formüle edip doğrulayarak daha kesin renk ölçümü elde etmek için; numuneye 380 nm ila 780 nm dalga boyu aralığında ışık vererek, iletilen veya yansıtılan ışık miktarını spektral (renk tayfı) olarak ölçmeye yarayan(<https://www.xrite.com/blog/color-measurement>)

“Colour Spectrophotometer” CIE L*a*b* renk koordinatları ya da renk alanı tayin cihazı kullanılmıştır.

Çalışmada gün ışığında, gözle görünen renk tonu farklarının formülize edilebilmesi için Colour Spectrophotometer cihazı; çalışma ışığı "D65" (gün ışığı), Spex ve CIE L*a*b* renk koordinatları seçilerek ölçüm yapılmıştır.

CIE L*a*b* renk koordinatları CIE Lab renk uzayının bileşen değerlerinde; "L" renk tonunun açıklığını, "a" ve "b" ise rengi oluşturmaktadır (Yılmaz, 2002:347).

CIE L*a*b* renk koordinatlarında:

L *100 beyaz,

L *0 siyah,

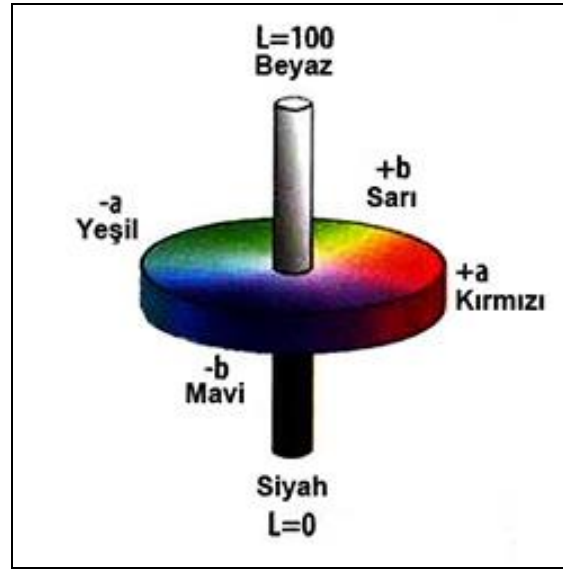
+ a * kırmızı renk değeri,

- a* (yeşil renk) değeri,

+ b* (sarı renk) değeri,

- b (mavi renk) değerini ifade etmektedir.

Tez çalışmasında pişirilen bünye tabletlerinin Colour Spectrophotometer cihazıyla gerçekleştirilen renk ölçümleri; bünye reçeteleri ve test sonuçları tablolarında “Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri” bölümünde yer almaktadır.



Şekil 93: (a) CIE L*a*b* renk (koordinatları) uzayı (Yılmaz, 2002:347) ve (b) çalışma için hazırlanan bünye tabletlerin pişme sonrası Colour Spectrophotometer cihazı ile CIE L*a*b* renk koordinat değerleri ölçümü

6.6. Düşük Su Emme Özelliğine Sahip ($E_b \leq 0,5$ %) Bünyede, Feldispat Yerine PDKA Kullanımı Denemeleri Referans Bünyelerinin Hazırlanması

Çalışmada, Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA)'nın, feldispat yerine düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) bünyesinde kullanım çalışmalarında deneme reçetelerini fiziksel özelliklerinin uygunluklarının karşılaştırılması için, Tablo 18'de % hammadde oranları ve fiziksel test sonuçları yer alan Referans Bünyeler belirlenmiştir.

Referans Bünyeler; "Sacmi Uygulamalı Seramik Teknolojisi 1" kitabında düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) "Porselen Stoneware Karo" hızlı döngüleri için önerilen ortalama hammadde oranları (Özkan, 2008:327) göz önünde bulundurularak; TS EN 14411:2013-04 standardı sf:41 'de tarif edildiği şekilde eğilme dayanımı minimum 35 N/mm², su emme değeri % 0,5 den büyük olmayacak şekilde özellik göstermesine önem verilmiştir.

"Referans Porselen Stoneware" Karo Bünyesi reçetelerini oluşturmak için hammadde olarak; kaolin, plastik kil, feldispat ve kuvars kullanılmış, reçetede talk oranı %0 esas alınmıştır.

Denemelerde kullanılan feldispat türü belirlenirken, Dünya genelinde Porselen Stoneware karo üretiminde bünyede eritici olarak, kimi firmaların Sodyum Feldispat, kimi firmaların Sodyum - Potasyum Feldispat karışımı kullanımını tercih etmesi (Zanelli vd., 2011:3251-3252) göz önünde bulundurularak; eritici olarak "Sodyum Feldispat" ve "Sodyum - Potasyum Feldispat karışımı" içeren 2 farklı Referans Porselen Stoneware reçetesi hazırlanmasına dikkat edilmiştir.

Çalışmada "Referans Bünye Reçetesi 1"de sodyum feldispat ve "Referans Bünye Reçetesi 2" de sodyum-potasyum feldispat eritici olarak kullanılmıştır.

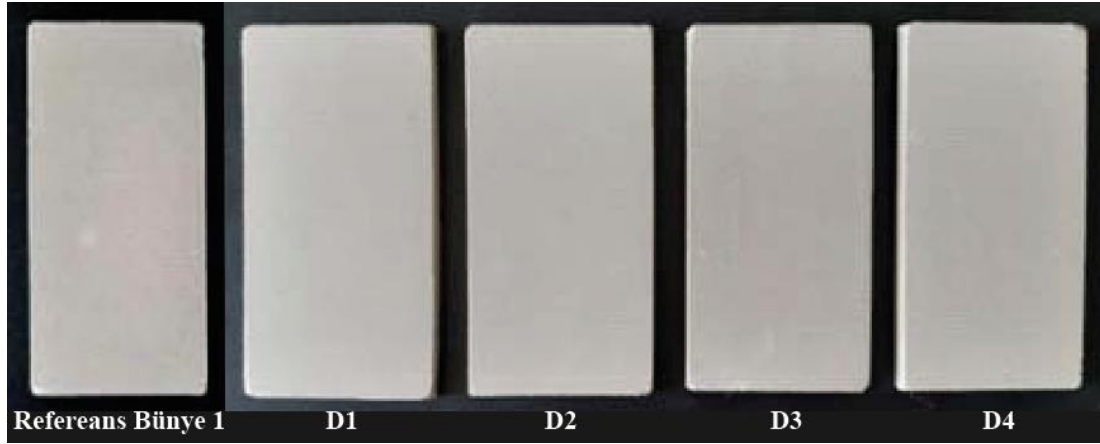


Şekil 94: Referans Bünye Reçetesi 1 ve Referans Bünye Reçetesi 2 tabletleri pişme sonrası görünüşleri

		Reçete Adı	
		Referans Bünye Reçetesi 1	Referans Bünye Reçetesi 2
Bünyelerin Test Sonuçları	Reçetede Kullanılan Hammaddelerde Yüzde (%)	Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0
		Ukrayna Kili	10
		İstanbul Kili	24
		Kaolin	18
		Sodyum Feldispat	38
		Sodyum Potasyum Feldispat	0
		Kuvars	10
	Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri	Ebat	91,38
		% Küçülme	% 8,62
		Ham Mukavemet (N/mm ²)	0,83
		Kuru Mukavemet (N/mm ²)	1,86
		Pişmiş Mukavemet (N/mm ²)	57,35
		% Su Emme	% 0,09
	Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri	L. (Beyazlık Değeri)	61,58
		a. (Kırmızı-Yeşil Renk Değeri)	3,96
		b. (Sarı-Mavi Renk Değeri)	16,04
	Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri		

Tablo 18: "Referans Bünye Reçetesi 1" ve "Referans Bünye Reçetesi 2" de kullanılan % hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası söz konusu bünyelere uygulanan test sonuçları

6.6.1. PDKA'nın, $E_b \leq 0,5$ % Bünyede "Sodyum Feldispat" Yerine Kullanımı Denemeleri:

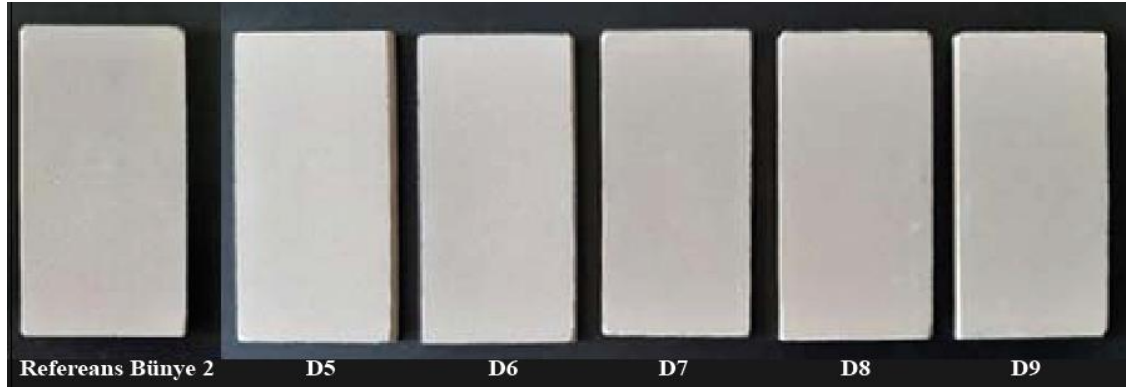


Şekil 95: (Soldan sağa) Referans Bünye Reçetesi 1 ve Sodyum Feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Bünye Denemeleri D1, D2, D3, D4 tabletleri pişme sonrası görünüşleri

			Reçete Adı					
			Referans Porselen Stoneware Bünye Reçetesi 1	D1	D2	D3	D4	
Bünyelerin Test Sonuçları	Kullanılan Reçetede Hammadde Yüzde (%)	Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0	2	4	8	12	
		Ukrayna Kili	10	10	10	10	10	
		İstanbul Kili	24	24	24	24	24	
		Kaolin	18	18	18	18	18	
		Sodyum Feldispat	38	37	35	31	27	
		Kuvars	10	10	10	10	10	
			Ebat	91,38	91,32	90,90	90,55	90,46
			% Küçülme	% 8,62	% 8,68	% 9,10	% 9,45	% 9,54
			Ham Mukavemet (N/mm2)	0,83	0,92	1,02	0,92	1,02
			Kuru Mukavemet (N/mm2)	1,86	1,88	2,19	1,85	1,92
			Pişmiş Mukavemet (N/mm2)	57,35	64,07	77,18	77,44	59,95
			% Su Emme	0,089	0,037	0,000	0,000	0,114
		Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri	L. (Beyazlık Değeri)	61,58	63,07	62,61	60,8	59,85
			a. (Kırmızı-Yeşil Renk Değeri)	3,96	3,95	3,87	3,89	4,19
	b. (Sarı-Mavi Renk Değeri)		16,04	15,39	15,39	16,2	15,99	

Tablo 19: Referans Porselen Stoneware Bünye Reçetesi 1 ve sodyum feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Porselen Stoneware Karo Bünye Deneme Reçetelerinin % hammadde oranları ve pişme öncesi - pişme sonrası söz konusu bünyelere uygulanan test sonuçları

6.6.2. PDKA'nın, $E_b \leq 0,5$ % Bünyede "Sodyum-Potasyum Feldispat" Yerine Kullanımı Denemeleri:



Şekil 96: Referans Bünye Reçetesi 2 ve Sodyum- Potasyum Feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Porselen Stoneware Karo Bünye Denemeleri (soldan sağa) D5, D6, D7, D8, D9 tabletleri pişme sonrası görünüşleri

			Reçete Adı					
			Referans Porselen Stoneware Bünye Reçetesi 2	D5	D6	D7	D8	D9
Bünyelerin Test Sonuçları	Reçetede Kullanılan Hammaddeler	Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0	4	6	8	10	12
		Ukrayna Kili	10	10	10	10	10	10
		İstanbul Kili	24	23	23	23	23	23
		Kaolin	18	18	18	18	18	18
		Sodyum -Potasyum Feldispat	38	35	33	31	29	27
		Kuvars	10	10	10	10	10	10
		Bünyelerin Renk Değerleri	Ebat	91,25	91,47	91,68	91,10	90,91
	% Küçülme		8,75	8,53	8,32	8,90	9,09	8,74
	Ham Mukavemet (N/mm2)		0,78	1,00	1,07	1,12	1,07	0,51
	Kuru Mukavemet (N/mm2)		1,92	1,92	2,00	1,63	1,60	1,88
	Pişmiş Mukavemet (N/mm2)		72,02	73,03	77,71	79,34	81,61	85,31
	% Su Emme		0,058	0,047	0,030	0,030	0,050	0,053
	L. (Beyazlık Değeri)		60,43	60,12	60,33	59,06	59,7	59,18
	a. (Kırmızı-Yeşil Renk Değeri)		4,61	4,34	4,43	4,74	4,45	4,40
	b. (Sarı-Mavi Renk Değeri)		15,61	15,41	15,30	16,12	16,27	15,91

Tablo 20: Referans Bünye Reçetesi 2 ve Sodyum-Potasyum Feldispat yerine PDKA'nın kullanıldığı Bünye Deneme Reçeteleri hammadde oranları ve pişme öncesi - pişme sonrası bünyelere uygulanan test sonuçları

6.6.3. PDKA ‘nın Endüstriyel Porselen Stoneware ($E_b \leq 0,5\%$) Karo Üretiminde Sodyum-Potasyum Feldispat Yerine Kullanımı Denemesi:

Çalışmada elde edilen laboratuvar verileri ışığında PDKA ‘nın, Grup BIa ($E_b \leq 0,5\%$) olarak tanımlanan "Sırlı Porselen Stoneware Karo" üretiminde feldispat yerine kullanılabilirliğinin incelenmesi için Bien Seramik Bozüyük Fabrikasında üretim denemesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, firmaya ait Grup BIII ($E_b > 10\%$) türü Duvar Karosu üretiminde sırlama öncesi ve sırlama sonrası; uygun olmayan yüzey özellikleri nedeniyle (deformasyon, kenar-köşe kırıkları vb.) pişme sonrası atık sahasına ayrılmış Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan PDKA'nın bünye hazırlama işleminde kolay öğütülebilmesi için, denemeden önce çeneli kırıcıdan geçirilerek ortalama 0,5cm tane boyutu altında ebatlanmış ve PDKA 'nın yüksek gözenekli oluşu nedeniyle, ebatlama işlemi, paletli kırıcı ile kolaylıkla gerçekleştirilmiştir. Üretim denemesinde, firmanın Sırlı Porselen Stoneware Karo üretiminde kullandığı bünye reçetesindeki Sodyum-Potasyum Feldispat oranı %6 azaltılarak, yerine %6 oranında PDKA kullanılmıştır.

Söz konusu fabrikanın üretim koşullarına uygun olması için, bünye hazırlama işleminde sıvı bünyenin öğütme sonrası 63µm Elek Bakiyesi %5 olacak şekilde yüksek elek bakiyeli olarak bilyeli değirmende sulu olarak öğütülmüştür. Öğütme süreci tamamlanan sıvı bünye denemesi; spray dryer ile spreylenecek %6,20 nem içeren bünye granülü haline getirilmiştir. Nem oranının homojen hale gelmesi için presleme deneme öncesi 1gün süreyle silolarda dinlendirilmiştir. PDKA içeren Porselen Stoneware ($E_b \leq 0,5\%$) karo üretim denemesinden alınan örnekler “PDKA İçeren Deneme” ve üretimden alınan Standart Porselen Stoneware Karo örnekleri “STD Üretim” olarak adlandırılmıştır.

Çalışmada “PDKA İçeren Deneme” bünye, “STD Üretim” bünye granülleri, üretim koşullarına uygun olarak; 259 Bar basınçla 60x120x1cm ebadında karo üretimi için preslenip, engob, dijital aplikasyon ve sır uygulanarak, roller fırınında alt sıcaklığı 1202°C ve üst sıcaklığı 1202°C olacak şekilde, 47 dk süre ile pişirilmiştir.

“PDKA İçeren Deneme” bünyenin, “STD Üretim” bünyeye kıyasla teknik özelliklerinin uygunluğunun kıyaslanabilmesi için, her iki bünyeye preslenme

sonrası; %küçülme, % su emme, mukavemet (kopma modülü), pişmiş bünyelerin renk değerleri, düzlemsellikten sapma özelliği testleri uygulanmıştır

		STD Üretim Bünye	PDKA İçeren Deneme Bünye
Bünyelerin Test Sonuçları	Kullanılan Hammaddeler	Bien Karışım Kili	40
		Kaolin	12
		Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0
		Sodyum Potasyum Feldispat	48
	Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri	% Küçülme	7,46
		Kuru Mukavemet (N/mm2)	24,1
		Pişmiş Mukavemet (N/mm2)	52
		Kopma Modülü	57
		% Su Emme	0,19
		L. (Beyazlık Değeri)	59,26
		a. (Kırmızı-Yeşil Renk Değeri)	4,48
		b. (Sarı-Mavi Renk Değeri)	12,44

Tablo 21: “STD Üretim” ve “PDKA İçeren Deneme” bünyelerinin içerikleri ve üretim denemesi test sonuçları karşılaştırması

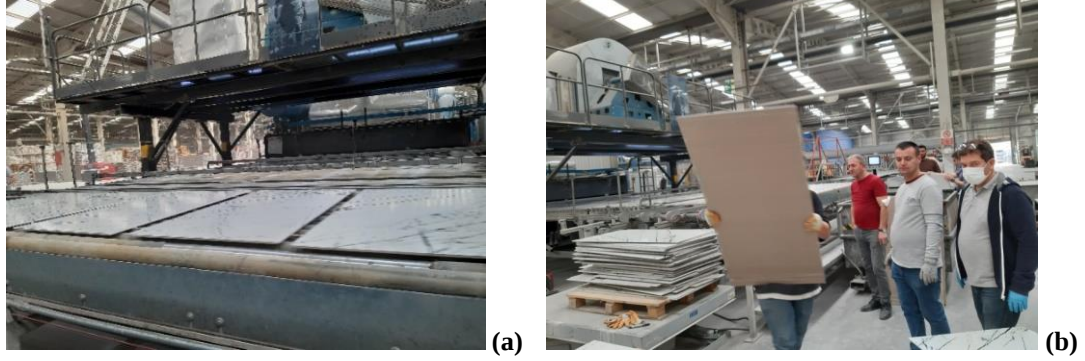
Üretim denemesi test sonuçlarına göre;

- ($E_b \leq 0,5\%$) seramik karolar için belirleyici olan, pişme sonrası % su emme oranının "STD Üretim" bünyeye kıyasla belirgin şekilde azaldığı,
- “PDKA İçeren Deneme” bünyede pişmiş mukavemetinin (kopma modülünün) “STD Üretim” bünyeye kıyasla arttığı,
- “PDKA İçeren Deneme” bünyede pişme sonrası % küçülmesinin “STD Üretim” bünyeye kıyasla arttığı,
- “PDKA İçeren Deneme” bünyede fırın çıkışı ve 4 saat soğuma sonrası deformasyon değerlerinin “STD Üretim” bünyeye kıyasla belirgin şekilde iyileştirdiği tespit edilmiştir.³¹

“PDKA İçeren Deneme” bünyenin, “STD Üretim” bünyeye kıyasla, Porselen Stoneware Karonun teknik özelliklerini arttırmaya; su emme yüzdesinin azaltılması,

³¹ Düzlemsellikten sapma raporlarına EK1 ve EK2’te yer verilmiştir.

pişme sonrası ürünün deformasyon özelliklerinin iyileştirilmesi ve Pişmiş Mukavemet (Kopma Modülü) değerlerini artırılmasına katkı sağladığı üretim denemesiyle de tespit edilmiştir.



Şekil 97: (a) “PDKA İçeren Deneme” karolarının pişme sonrası roller fırından çıkış anı (Bien Bozüyük Fabrikası, 23.09.2021), (b) “PDKA İçeren Deneme” karolarının pişme sonrası “STD Üretim” ile karşılaştırılmak üzere toplanması (Bien Bozüyük Fabrikası, 23.09.2021)



Şekil 98: “PDKA İçeren Deneme” bünye karolarının pişme sonrası “STD Üretim” bünyeye kıyasla incelenmesi (Bien Bozüyük Fabrikası, 23.09.2021)

Genel olarak analiz sonuçları değerlendirildiğinde çalışmada kullanılan, anortit esaslı olarak tanımlayabileceğimiz Pişmiş Duvar Karosu Atığı, Porselen Stoneware ($E_b \leq 0,5\%$) karo bünyede mullit oluşumunu arttırmış, böylelikle "PDKA İçeren Deneme" bünyede sıvı faz oluşumu desteklenerek sinterleme sıcaklığını düşürmüş ve pişme sonrası mullit oluşumunu arttırarak mukavemet ve deformasyon özelliklerinin iyileşmesine katkı sağlamıştır.

6.6.3.1. “PDKA İçeren Deneme” ve “STD Üretim” Bünyelerinin Isı Mikroskobu ile Ergime Davranışlarının Analizi:

Spreyleme yöntemiyle hazırlanmış “STD Üretim” ve “PDKA İçeren Deneme” bünye granülleri arasındaki pişme davranış farklılıklarının incelenmesi için SAM A.Ş. 'de "Isı Mikroskobu ile Ergime Davranışı Analizi" yapılmıştır. Isı Mikroskobu ile

Ergime Davranışı analiz çalışması için; “STD Üretim” ve “PDKA İçeren Deneme” bünye granülleri, yaklaşık 2mm çapında, 3mm yüksekliğinde numune hazırlama aparatıyla silindirik formda preslenerek, alümina altlık üzerinde cihaza yerleştirilip, Misura ODHT HSM 1600-80 marka cihazla ile incelenmiştir. Isı Mikroskobu ile Ergime Davranışı analiz çalışması sonuçları Tablo 22' de yer almaktadır.

Ürün Adı	Sinterleme Sıcaklığı (°C)	Yumuşama Sıcaklığı (°C)	Tam Küre Sıcaklığı (°C)	Yarı Küre Sıcaklığı (°C)	Akma Sıcaklığı (°C)
"PDKA İçeren Deneme" Bünye Granülü	1146	1350	-	1424	1454
"STD Üretim" Bünye Granülü	1164	1368	-	1474	1490

Tablo 22: “STD Üretim” ve “PDKA İçeren Deneme” bünye granüllerinin Isı mikroskobu ile ergime davranışı analiz sonuçları

Isı mikroskobu ile ergime davranışı analiz sonuçlarına göre; “PDKA İçeren Deneme” bünyenin, “STD Üretim” bünyesine kıyasla; 18°C daha düşük sıcaklıkta sinterlenip, yumuşadığı ve “PDKA İçeren Deneme” bünyenin, “STD Üretim” bünyeye kıyasla daha düşük sıcakta ya da daha kısa sürede pişirilebilme imkânına sahip olduğu tespit edilmiştir.

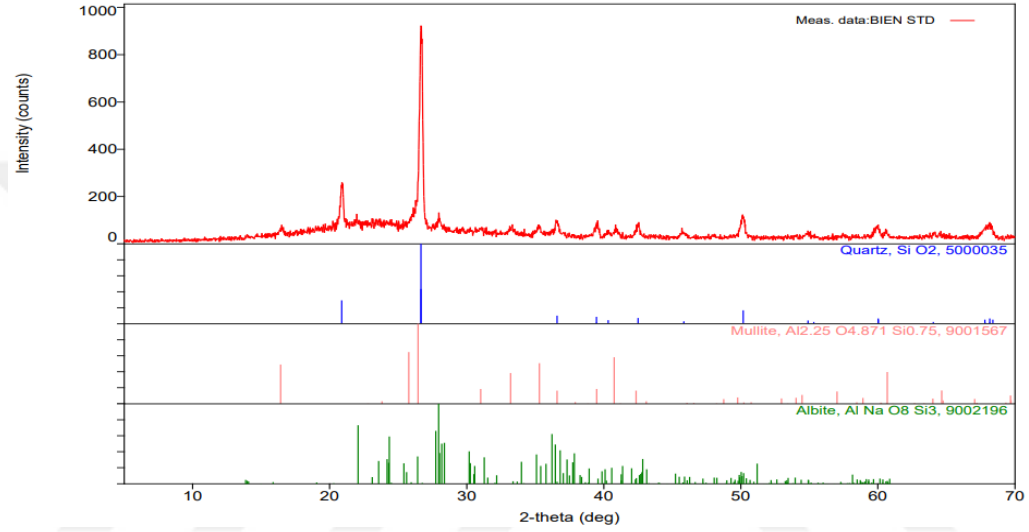
6.6.3.2. “PDKA İçeren Deneme” ve “STD Üretim” Bünyelerinin Mineralojik ve SEM - EDX Analiz Sonuçları:

Çalışmada Bien Seramik Fabrikası Porselen Stoneware ($E_b \leq 0,5\%$) Karo üretim denemesinde fırın çıkışından alınan pişmiş “PDKA İçeren Deneme” ve “STD Üretim” Sırlı Porselen Stoneware Karo numuneleri, mullit oluşum özelliklerinin incelenmesi için Eskişehir Seramik Araştırma Merkezi A.Ş. ‘de XRD (X-Işınları Difraksiyonu) ile mineralojik analiz gerçekleştirilmiştir. Söz konusu miktarsal mineralojik analiz çalışması raporuna göre aşağıda yer alan sonuçlar tespit edilmiştir. Bien “STD Üretim” numunesinin mineralojik yapısında;

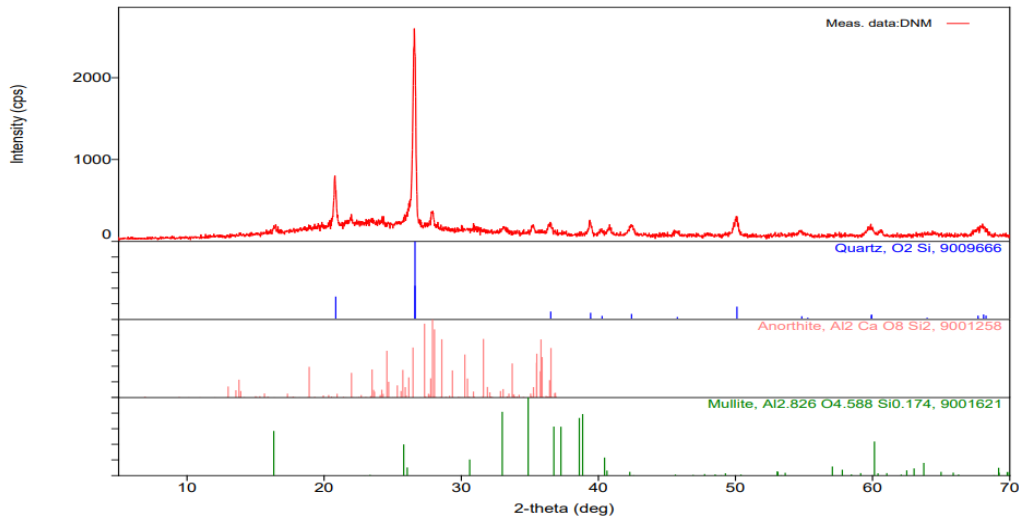
%15,87 $\pm$ 0,2 Kuvars [SiO_2],
 %2,46 $\pm$ 0,2 Albit [$\text{AlNaO}_8\text{Si}_3$],
 %5,16 $\pm$ 0,3 Mullit [$\text{Al}_2(\text{Al}_{2,8}\text{Si}_{1,2})\text{O}_9,6$],
 %76,51 $\pm$ 1,9 Amorf [Camsı Faz],

“PDKA İçeren Deneme” numunesinin mineralojik yapısında;
 %17,30 ± 0 Kuvars [SiO_2],
 %3,01 ± 0,2 Anortit [$\text{Al}_2\text{CaO}_8\text{Si}_2$],
 %5,77 ± 0,3 Mullit [$\text{Al}_2,826\text{O}_4,588\text{Si}_0,174$],
 %73,98 ± 1,9 Amorf [Camsı Faz] fazlarının yer aldığı tespit edilmiştir.

"STD Üretim" karosuna kıyasla, "PDKA İçeren Deneme" karosunda; amorf (camsı) fazın azalarak, kuvars ve mullit oranlarının arttığı ve ilaveten anortit varlığı tespit edilmiştir.



Tablo 23: “Bien STD Üretim” karo numunesinin XRD cihazında saptanan mineral fazları



Tablo 24: “Bien PDKA Deneme” karo numunesinin XRD cihazında saptanan mineral fazları

Çalışmada üretilen "STD Üretim" ve "PDKA İçeren Deneme" karolarının kristal yapılarının incelenmesi ve bu kristal yapılarını mineral türlerinin belirlenmesi için; pişme sonrası söz konusu bünyelerden örnekler alınmıştır.

STD Üretim" ve "PDKA İçeren Deneme" karo örneklerinin sır ve engob tabakası hariç tutulacak şekilde yüzey ve kesitleri Seramik Araştırma Merkezi A.Ş. tarafından SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) cihazında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Seramik Araştırma Merkezi A.Ş. inceleme raporunda numunelerin geri yansıyan elektronlarla (BSE) Şekil 105-Şekil 106 ve ikincil elektronlarla (SE) alınmış görüntüleri Şekil 103 -Şekil 104 'de sunulmuştur.

SAM A.Ş. tarafından paylaşılan numunelerin dağlama sonrası SEM görüntüleri (Şekil 127-Şekil 136) ve mineralojik analiz sonuçları ile birlikte incelendiğinde her iki bünyede de;

- İğnemsî yapıda ve yüksek miktarda silisyum (Si) ve alüminyum (Al) elementlerini içeren mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$),
- Yüksek miktarda silisyum (Si) elementi içeren ve kuvars (SiO_2)
- Yüksek miktarda silisyum (Si), alüminyum (Al) ve sodyum (Na) elementlerini içeren ve albit ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) olduğu düşünülen (XRD ile desteklenen) yapıların mevcut olduğu tespit edilmiştir.

- Numunelerdeki mullit yüzdesi " STD Üretim" %5,16±0,3 iken, "PDKA İçeren Denemede" %5,77 ± 0,3 olduğu yani artmış olduğu,
- “STD Üretim” den farklı olarak; "PDKA İçeren Deneme" bünyede mullit oranının artmış olduğu ilaveten “Anortit” fazının da bulunduğu görülmektedir.

Mullit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), doğada nadiren yüksek sıcaklık – düşük basınç şartları altında sanidin (Potasyum içeren feldispat türü) ve bazaltik (Kalsiyum-magnezyumca zengin ve sodyum- potasyum bakımından düşük) eriyikle beraber, zengin alümina içeren metamorfik kayalarda bulunmaktadır (Elmas, 2009:20). Mullit, seramik üretiminde nihai ürünün; yüksek termal şok direnci, düşük termal genleşme, sürtünme, eğilme dayanımı (pişmiş mukavemet) vb. gibi mekanik özelliklerini iyileştirmede oldukça önem taşıyan unsurlardan biridir (Elmas, 2009:26).

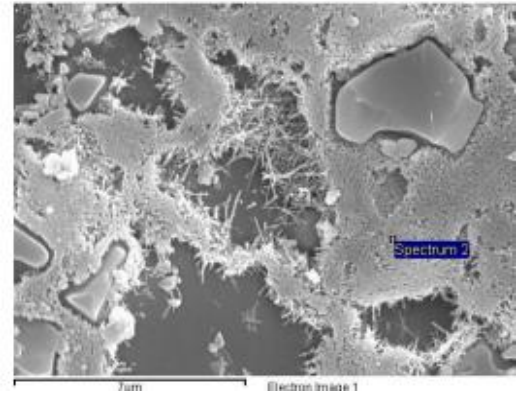
CaCO₃ ilavesinin ve dolayısıyla CaO ilavesinin sinterleme sıcaklığının 150°C düşürülmesinde, yüksek ısılarda mullit oluşumunu arttırmada ve daha düşük sıcaklıklarda sıvı faz oluşumu ile bünynenin yoğunlaştırılarak bünyedeki mullit kristallerinin (iğnelerinin), gittikçe daha ince hale gelerek, bu sayede tane inceltme güçlendirme mekanizması yoluyla seramik bünyelerin tokluğunu ve mukavemetini geliştirmede etken olduğu bilinmektedir (Qin vd., 2020: 1026-1031). SEM cihazıyla özellikle ikincil elektronlarla (SE) alınmış görüntülerde “STD Üretim”e kıyasla; CaO içeriği fazla olan “PDKA İçeren Deneme”de mullit iğnelerinin daha incelikli ve uzamış olduğu ve mullit iğnelerinin kısa olduğu alanlarda ise “STD Üretim”e kıyasla daha sık örgülü bir yapı sergilediği görülmektedir, bu da “PDKA İçeren Deneme”deki mullit iğnelerinin daha uzun ve ince kristal formda oluşu ise; STD Üretim’e kıyasla “PDKA İçeren Deneme”deki mukavemet artışını açıklamaktadır.

Spectrum processing :
No peaks omitted

Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)
Number of iterations = 3

Standard :
Al Al2O3 1-Jun-1999 12:00 AM
Si SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	20.63	15.42	38.97	Al2O3
Si K	28.53	20.48	61.03	SiO2
O	50.85	64.10		
Totals	100.00			



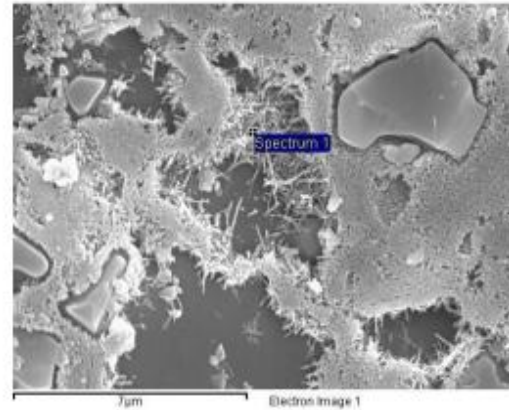
Şekil 99: "STD Üretim" numunesinin EDX analizi 1

Spectrum processing :
Peak possibly omitted : 9.670 keV

Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)
Number of iterations = 3

Standard :
Al Al2O3 1-Jun-1999 12:00 AM
Si SiO2 1-Jun-1999 12:00 AM

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	18.61	13.90	35.16	Al2O3
Si K	30.31	21.75	64.84	SiO2
O	51.08	64.35		
Totals	100.00			



Şekil 100: "STD Üretim" numunesinin EDX analizi 2

No peaks omitted

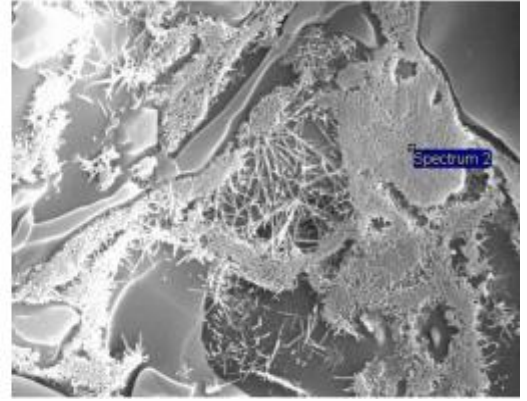
Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)
Number of iterations = 3

Standard :

Al Al₂O₃ 1-Jun-1999 12:00 AM

Si SiO₂ 1-Jun-1999 12:00 AM

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	16.39	12.23	30.96	Al ₂ O ₃
Si K	32.27	23.14	69.04	SiO ₂
O	51.34	64.63		
Totals	100.00			



Şekil 101: "PDKA İçeren Deneme" numunesinin EDX analizi 1

Spectrum processing :
Peak possibly omitted : 9.690 keV

Processing option : Oxygen by stoichiometry (Normalised)
Number of iterations = 2

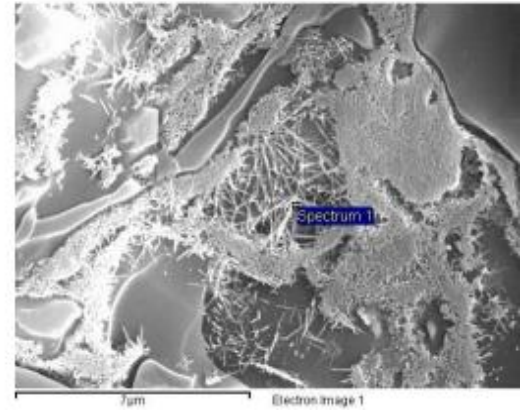
Standard :

Al Al₂O₃ 1-Jun-1999 12:00 AM

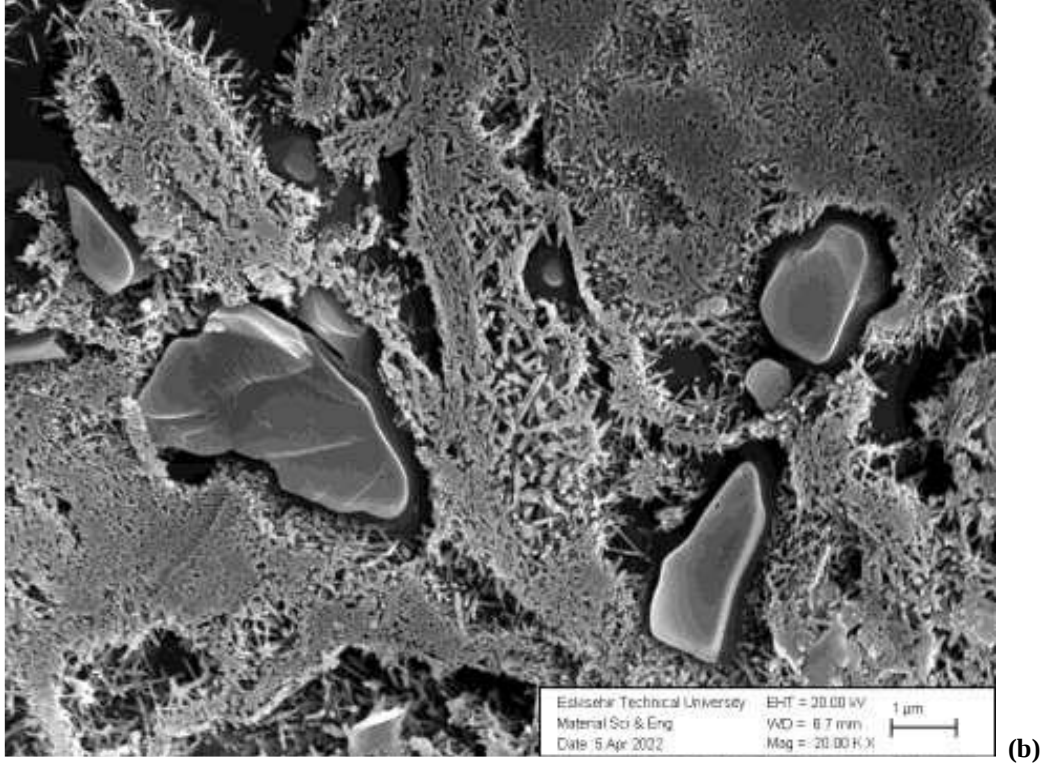
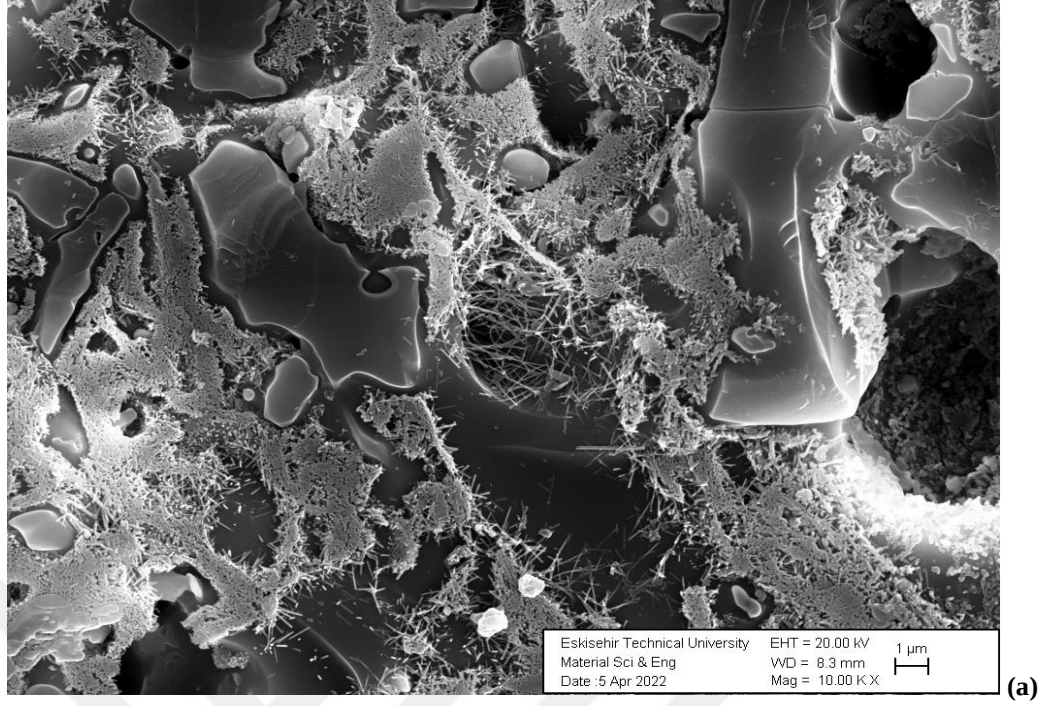
Ki K₂O 1-Jun-1999 12:00 AM

K MAD-10 Feldspar 1-Jun-1999 12:00 AM

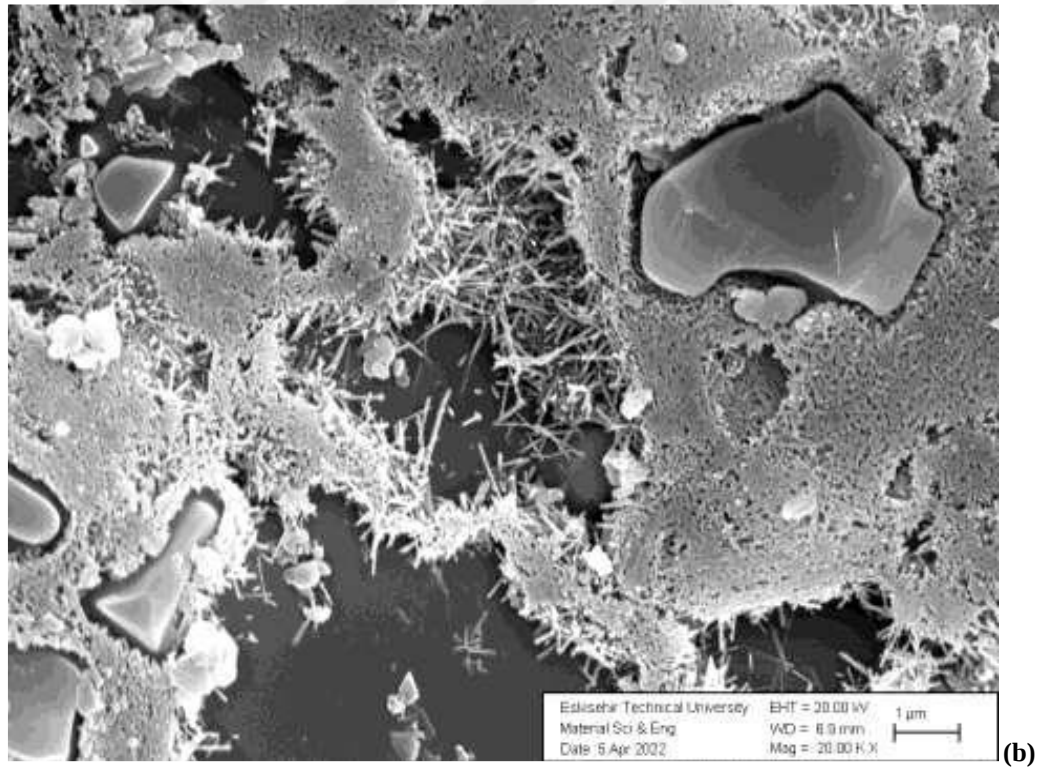
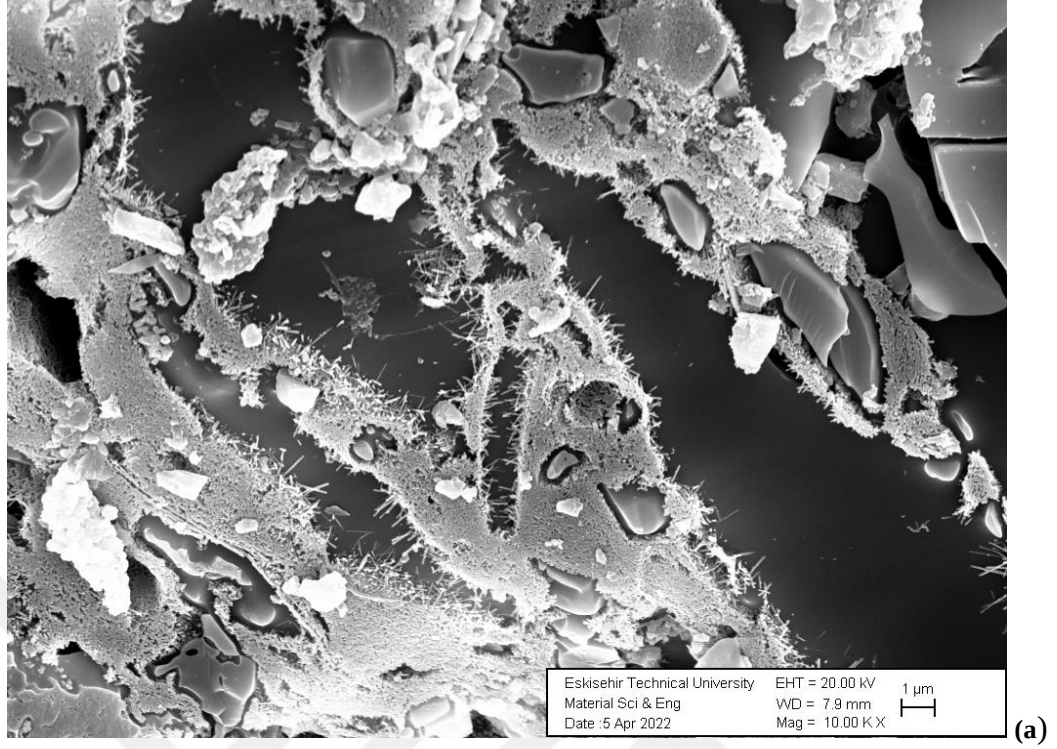
Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Al K	14.15	10.70	26.73	Al ₂ O ₃
Si K	32.45	23.58	69.42	SiO ₂
K K	3.19	1.67	3.85	K ₂ O
O	50.21	64.05		
Totals	100.00			



Şekil 102: "PDKA İçeren Deneme" numunesinin EDX analizi 2



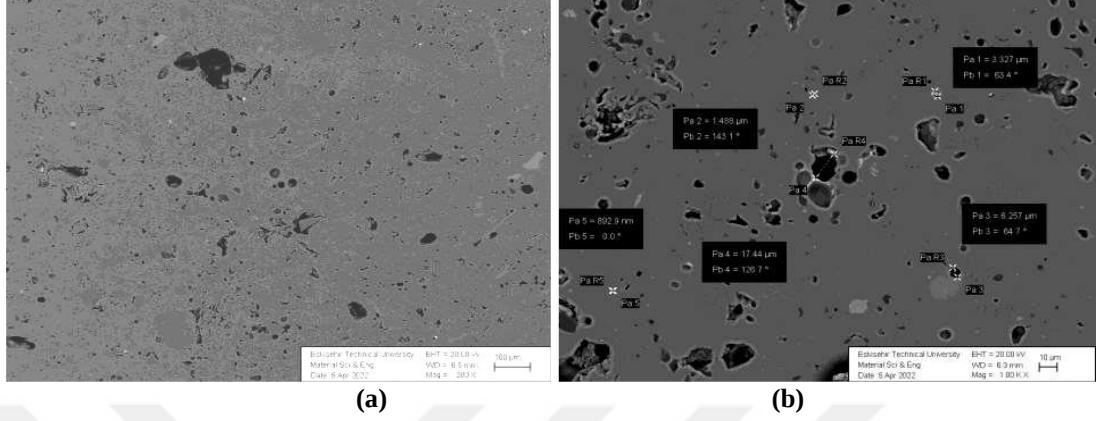
Şekil 103: “PDKA İçeren Deneme” numunesinin SEM cihazında ikincil elektronlarla (SE) alınmış 10000X (a) ve 20000X (b) kesit görüntüsü



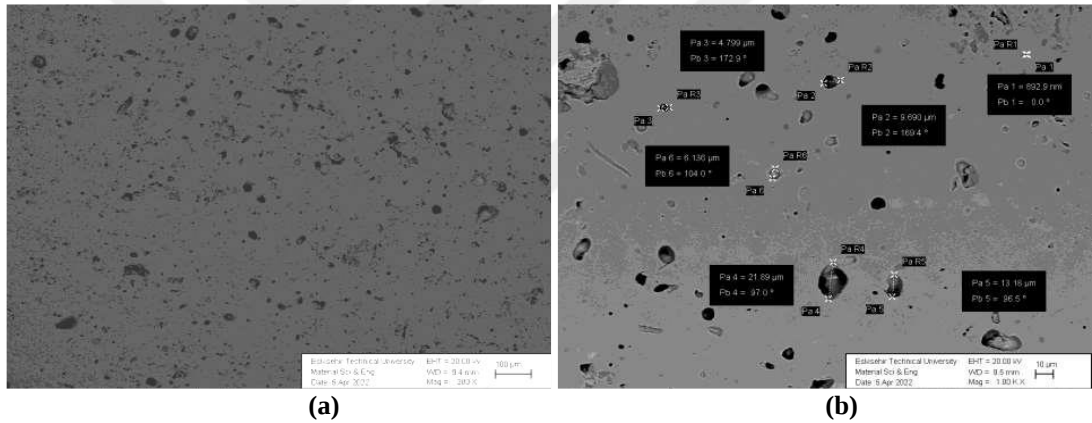
Şekil 104: "STD Üretim " numunesinin ikincil elektronlarla (SE) alınmış 10000X ve 20000X kesit görüntüsü

Endüstriyel üretim denemesi numunelerin geri yansıyan elektronlarla (BSE) elde edilen görüntüleri incelendiğinde de yine "STD Üretim" bünyesine kıyasla "PDKA İçeren Deneme "nin; daha az kapalı por oluşumuna sahip ve daha kompakt

bir yapı sergilediği görülmektedir. Kapalı porların az oluşu da yine "PDKA İçeren Deneme " ile üretilen karoların yüksek eğilme dayanımını (pişmiş mukavemetini) açıklamaktadır.



Şekil 105: "STD Üretim " numunesinin SEM cihazında yansıyan elektronlarla (BSE) (a) 200X ve (b)1000X büyütülmüş görüntüsü



Şekil 106: "PDKA İçeren Deneme" numunesinin SEM cihazında yansıyan elektronlarla (BSE) (a) 200X ve (b) 1000X büyütülmüş görüntüsü

Elde edilen test sonuçlarına göre; feldispat azaltılarak PDKA ilave edilen "PDKA İçeren Deneme" nin; düşük su emme özelliğine sahip Porselen Stoneware ($E_b \leq 0,5\%$) karo bünyesinde, pişme sıcaklığını düşürüp, mullit oluşumunu ve dolayısı ile eğilme dayanımını arttırmada olumlu etki gösterdiği ve feldispat oranı azaltılarak geri kazanım yöntemiyle Pişmiş Duvar Karolarından elde edilen atıkları ilave edilmesinin hem endüstriyel hem de sanatsal tasarımlar için olumlu sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.

VII. BÖLÜM

7. UYGULAMA ÇALIŞMALARI

Antik Çağlardan günümüze dek kutsiyet atfedilen tapınak ve saraylarda ritüel amaçlardan, yazılı bir mesajın iletimine ya da dekoratif ve hijyenik alan oluşturma kaygısına varan çeşitli kullanım amaçları ile üretilen seramik karolar, üretildikleri çağın bilgi, inanç ve kültürel sisteminin yansıması olurken, aynı zamanda kerpiçten tuğlaya ve kil çiviye, tuğladan heykele, çeşitli çatı ve duvar süslemelerine ve düz levha biçimli karolara kadar şaşırtıcı bir şekil ve form çeşitliliğine sahip olmuşlardır.

Seramik karoların üretimindeki her adım, usta çırak ilişkisiyle bugün bile kullanmaya devam ettiğimiz şekillendirme, dekor, pişme ve sırlama vb. tekniklerin geliştirilmesinden, bu gelişimin farklı kültürlerle taşınmasına, ilerleyen zaman içerisinde seramik sanatı ve seramik malzeme biliminin ve hatta makineleşmenin gelişiminde bile etkin rol oynamıştır.

Seramik karolar, insanoğlunun bin yıllardır gözlem, hesaplama ve deneme yanılma yöntemiyle elde ettiği sonuçlardan yola çıkarak en iyi malzemeyi üretmek için yeni denemeler yaparak elde ettiği gelişimlerin, daha iyi seramiklerin üretimi için bir sonraki kuşağa aktarmasından doğup gelişen bilimsel serüveni ve bundan doğan endüstriyel üretimin de bir parçası, seramik sanatı ve seramik biliminin gelişiminin tanıklarındır.

Bu bağlamda uygulama çalışmalarında üç boyutlu artistik form tasarımında, seramik karoların tarihsel süreçteki teknolojik gelişim serüveni ve bu serüvenden doğan seramik üretim süreçlerinden ilham alınmıştır. Seramiğin gizemli güçlerle dolu olduğuna inanılan Antik Çağ medeniyetlerinden günümüze dek, üretim süreçleri boyunca dokuma mekiği gibi; başlangıç noktasına dönerek tüm eylemlerin tekrarını gerektiren, olumlu gelişmelerden olduğu kadar hatalardan da ders almayı barındıran, "deneysellik" ve "gözlem" seramik karo üretimi ve seramik sanatındaki gelişimin temel kaynağı olmuştur.

Çalışmada artistik karo tasarımında, farklı biçimlerde üretilen Antik Çağ karolarından ve onlara atfedilen boyutlar ötesi güçlerle dolu oldukları inanışlarının oluşturduğu imgeler esin kaynağı olmuştur.

Uygulama çalışmalarında artistik form tasarımları için, endüstriyel üretim denemesinde kullanılan %6 oranında feldispat azaltılarak yerine PDKA ilave edilen düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) seramik bünye reçetesi kullanılmıştır.

Uygulama çalışmaları için PDKA içeren bünye, hem %7 nemli olarak kuru presleme yöntemiyle 5x10cm ebadında tablet olarak, hem de yoğrulabilir hale gelene dek su ilave edilip slab (yaş hamur) yöntemiyle yüksek nemli halde el ve merdane yardımıyla levhalar halinde şekillendirilmiştir. Kuru preslemeyle levha yöntemiyle şekillendirilen parçalar; testere, metal el aletleri ve zımpara yardımıyla geometrik formlarda kesilip yontularak şekillendirilmiştir. Slab yöntemiyle şekillendirilen levhalar serbest el ve kalıp kullanımı ile şekillendirilmiştir.

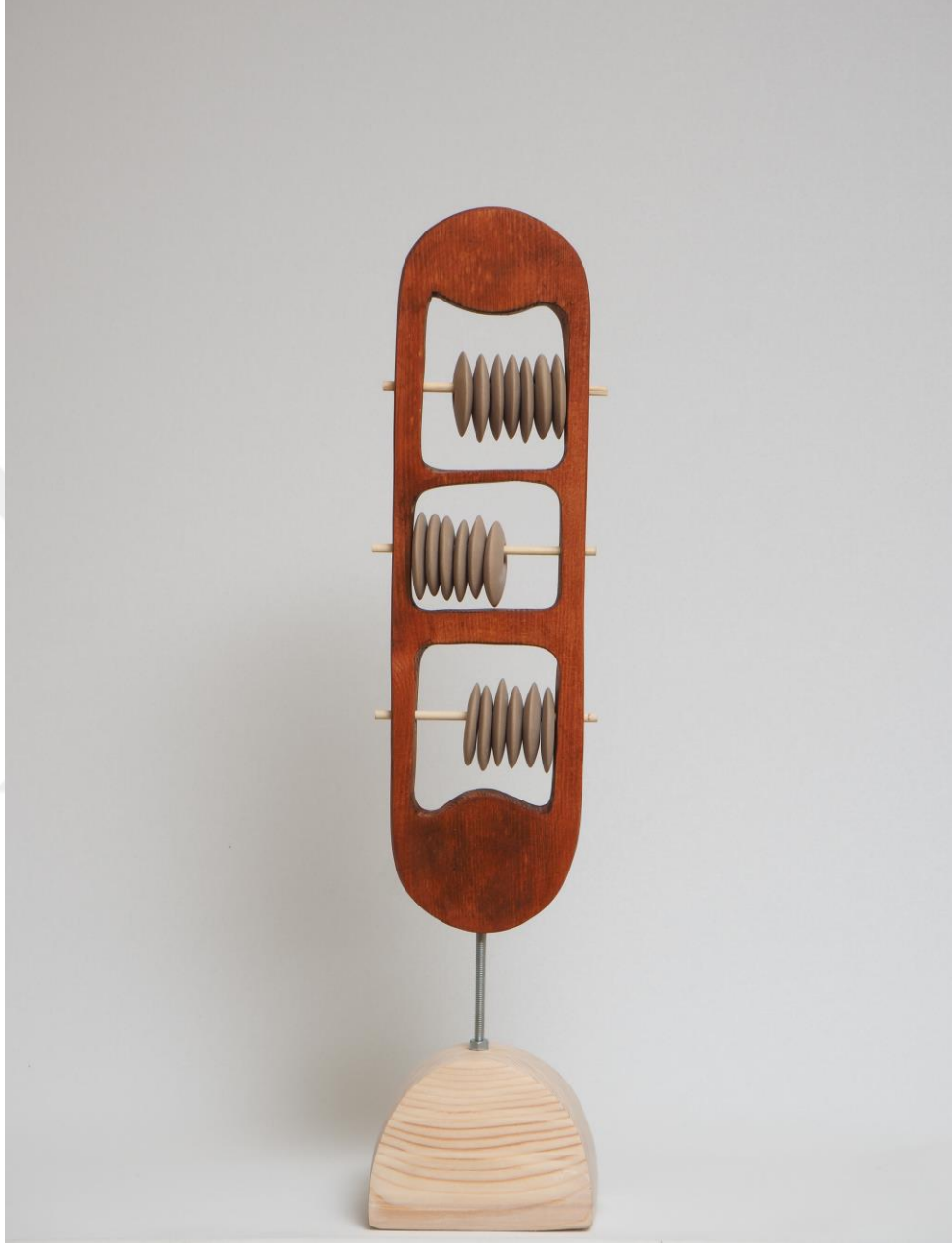
Çalışmada üç boyutlu form çalışmaları için hazırlanan ahşap konstrüksiyon parçaları dekupaj testere ile serbest el ile şekillendirilmiştir. Üç boyutlu form için PDKA içeren bünye kullanılarak şekillendirilen seramik parçalar; sırsız ve renkli astarlı, sırlı olarak, endüstriyel üretim tipi roller fırında tek pişirim yöntemiyle pişirilmiştir. Pişirilen parçaların ahşap konstrüksiyon parçaları ile birleştirilmesi için ahşap ve metal malzemelerden faydalanılmıştır.

Çalışmada PDKA içeren bünye kullanılarak artistik karo tasarımı için şekillendirilen seramik parçalar renkli astar ve çeşitli renklerde parlak ve mat sır kullanımıyla renklendirilerek kamara tipi fırında ve roller fırında 1217 °C 'de pişirilerek hazırlanmıştır.



Şekil 107: PDKA kullanımıyla üretilen bünyenin artistik form tasarımında kullanımı için hazırlanması

7.1. PDKA Kullanılarak Üretilen ($E_b \leq 0,5\%$) Seramik Bünyenin, Artistik Form Tasarımında Kullanımı:



Şekil 108: "Zamanın İzleri 1", 2022. (Cepeden görünümü)

Zamanın İzleri 1:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 51,5 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 109: "Zamanın İzleri 1", 2022. (sağ yandan görünümü)

Zamanın İzleri 1:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 51,5 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 110: "Zamanın İzleri 2", 2022 (Cepheden görünümü)

Zamanın İzleri 2:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 54 x 11 x 8cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye üzerine saten sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 111: "Zamanın İzleri 2", 2022 (sağ yandan görünümü)

Zamanın İzleri 2:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 54 x 11 x 8cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye üzerine saten sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 112: "Zamanın İzleri 3", 2022 (Cepeden görünümü)

Zamanın İzleri 3:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 54 x 15 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 113: "Zamanın İzleri 3", 2022 (Sol yandan görünümü)

Zamanın İzleri 3:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 54 x 15 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 114: "Zamanın İzleri 4", 2022 (Sağ yandan görünümü)

Zamanın İzleri 4:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 15 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye üzerine opak sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 115: "Zamanın İzleri 4", 2022 (Sol yandan görünümü)

Zamanın İzleri 4:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 15 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye üzerine opak sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 116: "Zamanın İzleri 5", 2022 (Cepeden görünümü)

Zamanın İzleri 5:

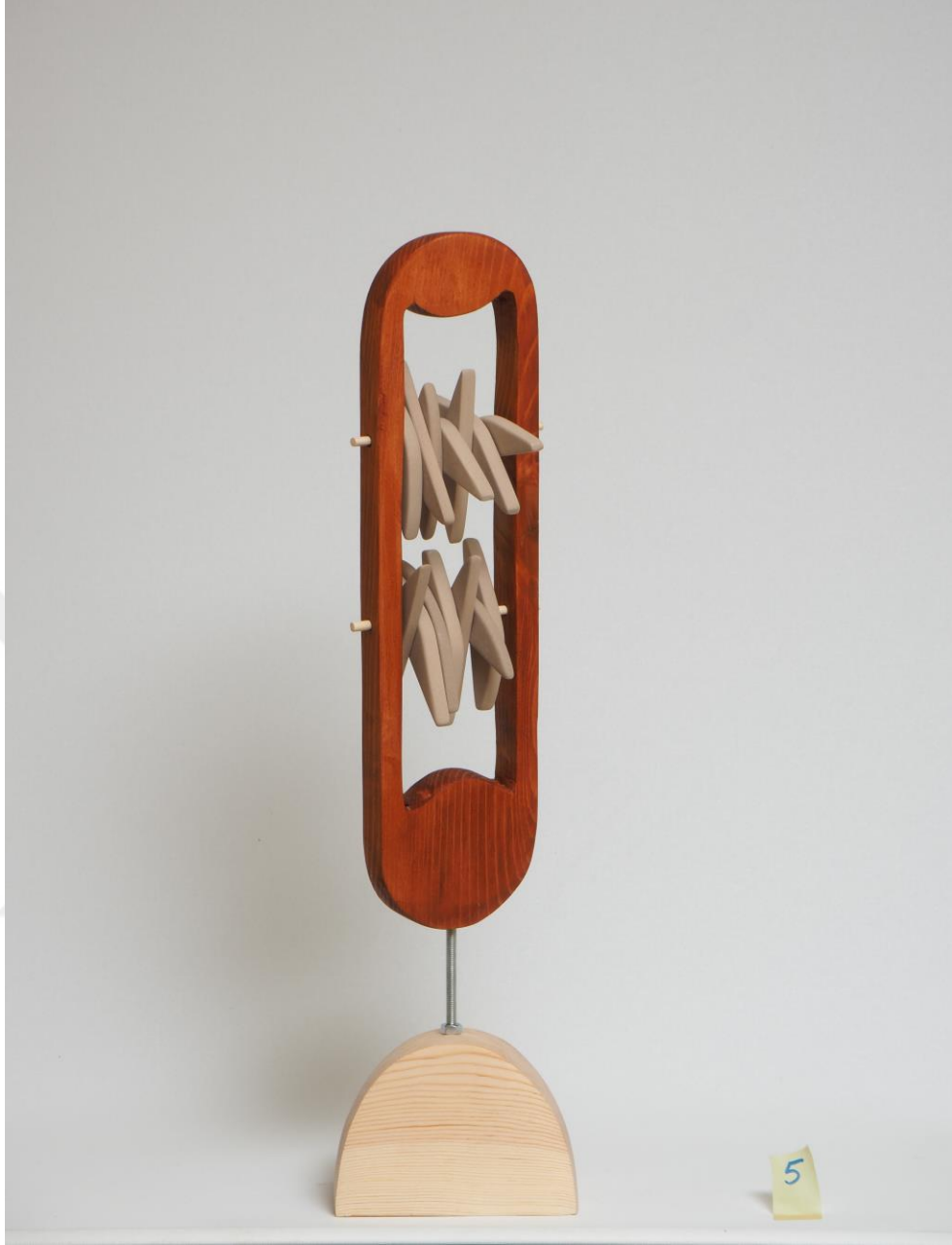
Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 52 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 117: "Zamanın İzleri 5", 2022 (Sol yandan görünümü)

Zamanın İzleri 5:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 52 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 118: "Zamanın İzleri 6", 2022 (Sağ yandan görünümü)

Zamanın İzleri 6:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 54 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 119: "Zamanın İzleri 7", 2022 (Cepheden görünümü)

Zamanın İzleri 7:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 11,5 x 7,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye üzerine opak sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 120: "Zamanın İzleri 7", 2022 (Sol yandan görünümü)

Zamanın İzleri 7:

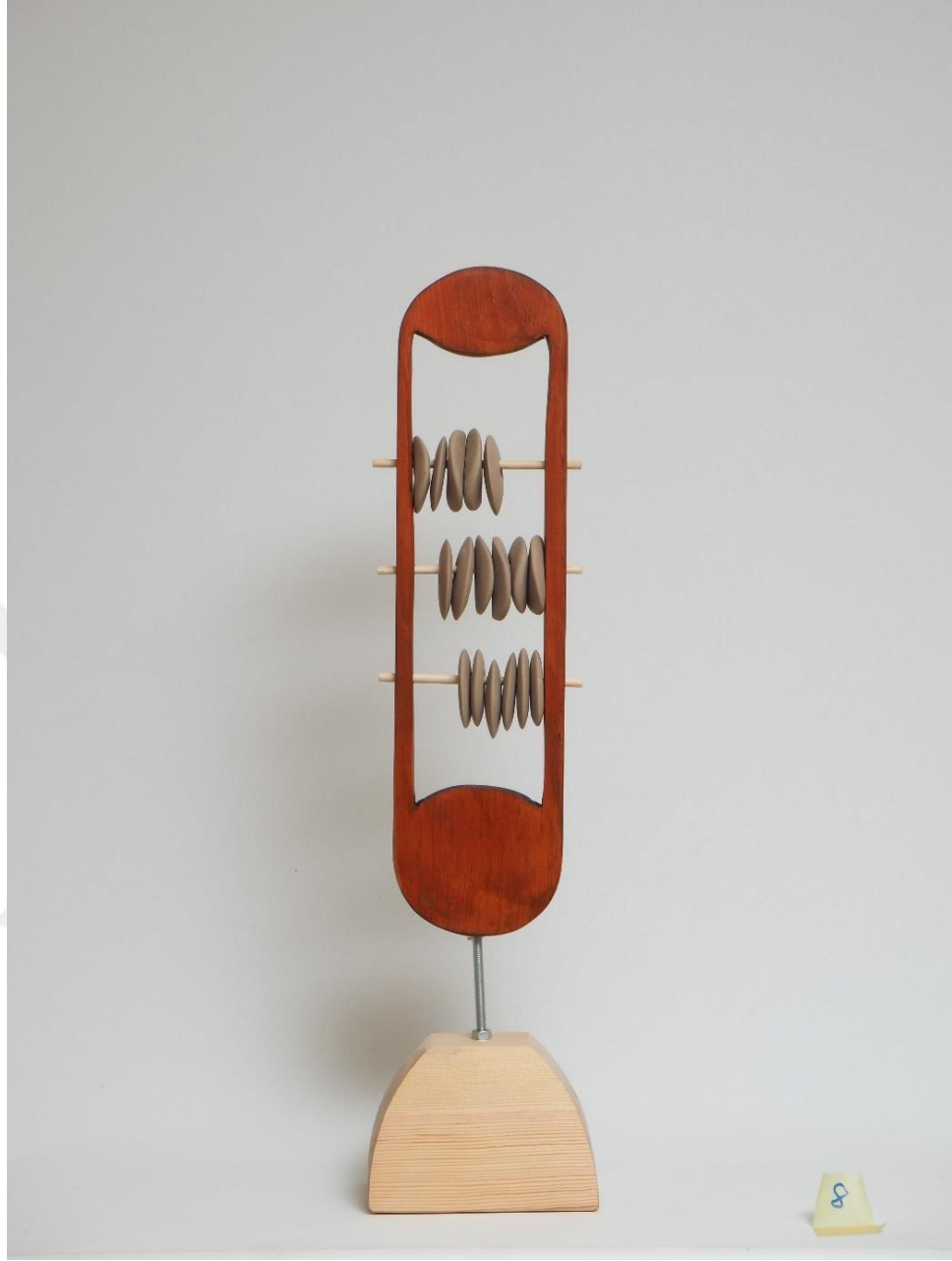
Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 11,5 x 7,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye üzerine opak sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 121: "Zamanın İzleri 8", 2022 (Cepeden görünümü)

Zamanın İzleri 8:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 51 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 122: "Zamanın İzleri 8", 2022 (Sağ yandan görünümü)

Zamanın İzleri 8:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 51 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 123: "Zamanın İzleri 9", 2022 (Cepeden görünümü)

Zamanın İzleri 9:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 55 x 14,5 x 8cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 124: "Zamanın İzleri 9", 2022 (Sol yandan görünümü)

Zamanın İzleri 9:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 55 x 14,5 x 8cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 125: "Zamanın İzleri 10", 2022 (Cepheaden görünümü)

Zamanın İzleri 10:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 52 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 126: "Zamanın İzleri 10", 2022 (Sol yandan görünümü)

Zamanın İzleri 10:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 52 x 12 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 127: "Zamanın İzleri 11", 2022. (Cepheden görünümü)

Zamanın İzleri 11

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 11,5 x 7,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 128: "Zamanın İzleri 11", 2022. (Sağ yandan görünümü)

Zamanın İzleri 11

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 11,5 x 7,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 129: "Zamanın İzleri 12", 2022 (Cepheden görünümü)

Zamanın İzleri 12:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 11 x 8cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, mat sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 130: "Zamanın İzleri 12", 2022 (Sol yandan görünümü)

Zamanın İzleri 12:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 53,5 x 11 x 8cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, mat sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 131: "Zamanın İzleri 13", 2022 (Cepheden görünümü)

Zamanın İzleri 13:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 54 x 11 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, saten matı sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 132: "Zamanın İzleri 13", 2022 (Sağ yandan görünümü)

Zamanın İzleri 13:

Üretim Yılı: 2022

Ebatlar: 54 x 11 x 8,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Presleme ve serbest el ile keserek şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) bünye, saten matı sır, ahşap ve metal

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C

7.2. PDKA Kullanılarak Üretilen ($E_b \leq 0,5\%$) Seramik Bünyenin, Artistik Karo Tasarımında Kullanımı



(a)



(b)

Şekil 133: "Zamanın İzleri 14", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 14:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 24,5x24,5x3cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware

Bünye, engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 134: "Zamanın İzleri 15", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 15:

Üretim Yılı: 2022

Ebat: 27x27x2,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapınında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware

Bünye, engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



(a)



(b)

Şekil 135: "Zamanın İzleri 16", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 16:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 26,5x27x3,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren (Eb ≤0,5 %) Porselen Stoneware

Bünye, engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 136: "Zamanın İzleri 17", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 17:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 27x27x2,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren (Eb ≤0,5 %) Porselen Stoneware

Bünye, engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 137: "Zamanın İzleri 18", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 18:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 24x24x3,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapınında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware

Bünye, engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



(a)



(b)

Şekil 138: "Zamanın İzleri 19", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 19:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 24.5x24,5x3cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapınında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware

Bünye , engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 139: "Zamanın İzleri 20", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 20:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 22.5x23x3cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

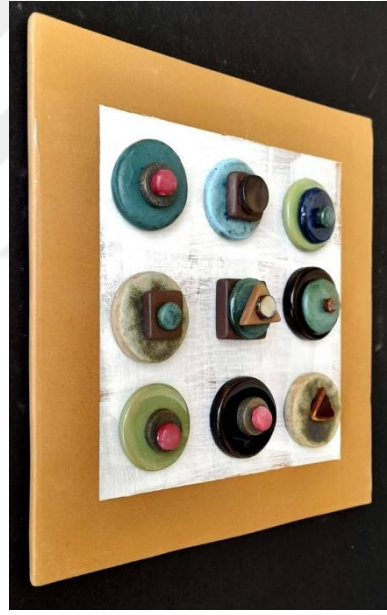
Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware

Bünye, engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



(a)



(b)

Şekil 140: "Zamanın İzleri 21", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 21:

Üretim Yılı: 2022

Ebat: 22.5x22x3cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapınında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren (Eb $\leq 0,5$ %) Porselen Stoneware

Bünye , engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 141: "Zamanın İzleri 22", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 22:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 24x23,5x3cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapınında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5\%$) Porselen Stoneware

Bünye , engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 142: "Zamanın İzleri 23", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 23:

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 23x23x3,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren (Eb $\leq$ 0,5 %) Porselen Stoneware

Bünye , engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 143: "Zamanın İzleri 24", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 24:

Üretim Yılı: 2023

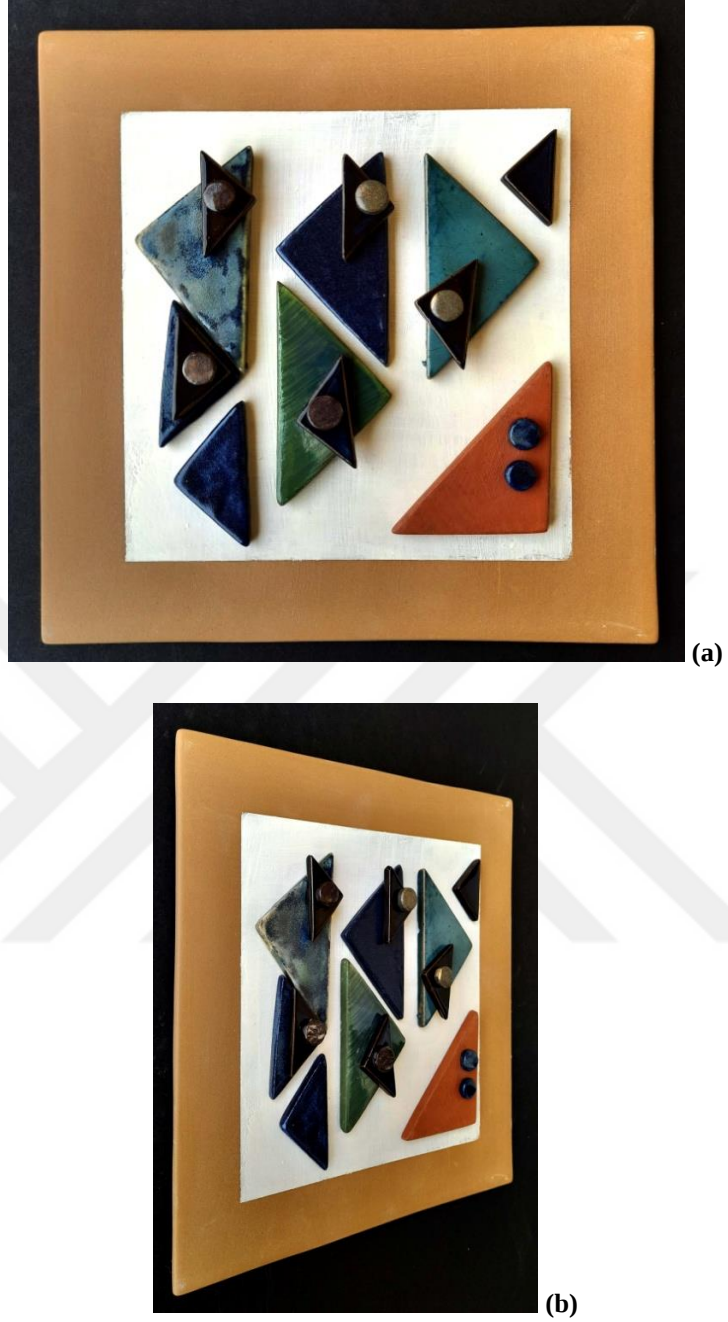
Ebat: 23,5x23x3,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapınında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren (Eb $\leq 0,5$ %) Porselen Stoneware

Bünye, engob ve muhtelif renkli artistik parlak sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C



Şekil 144: "Zamanın İzleri 25", 2023 (a) cephe görünümü ve (b) sol yandan görünümü

Zamanın İzleri 25

Üretim Yılı: 2023

Ebat: 23,5x24x3,5cm

Seramik Şekillendirme Yöntemi: Levha, Slab ve serbest elle şekillendirme

Form Yapımında Kullanılan Materyaller: PDKA içeren ($E_b \leq 0,5 \%$) Porselen Stoneware

Bünye , engob ve muhtelif renkli artistik parlak ve mat sırlar

Pişme Sıcaklığı: 1217 °C

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

İlkel çağlardan günümüze seramik üretiminin tarihsel gelişimi incelende; alternatif hammadde kaynaklarının araştırılarak, bu kaynakların kullanımları için uygun yöntemlerinin geliştirilmesinin son derece önemli olduğu görülmektedir.

Sanayi Devrimi sonrası, bir yandan seramik alanındaki gelişmelerin giderek daha üstün teknik özelliklere sahip malzemelerle sanatsal ve endüstriyel üretim yapabilme imkânı sağlaması, diğer yandan kitlesel üretimin artarak hammadde kaynaklarının giderek azalmasına neden olması ve doğal kaynakların sonlu olduğu bilincinin giderek yaygınlaşması; üretim atıklarının daha iyi teknik özelliklere sahip ürünlerin üretilmesine olanak sağlayacak alanda kullanımını daha önemli hale getirmiştir.

Bu yaklaşımla doğal feldispat kaynaklarının daha az tüketimi ve pişmiş atıkların geri dönüşümle kullanımı için bu tez çalışmasında; düşük su emme ($E_b \leq 0,5\%$) ve yüksek pişmiş mukavemet özelliğine sahip bir bünye türü olan Porselen Stoneware Karo bünye reçetelerinde feldispat oranları azaltılarak, yerine (%2-12) artan oranlarda Pişmiş Duvar Karosu Atıkları (PDKA)'nın kullanım imkânları incelenmiştir.

Çalışmada laboratuvar denemelerinde düşük su emme ($E_b \leq 0,5\%$) özelliğine sahip Porselen Stoneware Karo bünyesinde %8'e kadar, üretim denemesinde %6 oranına kadar feldispat yerine PDKA'nın kullanımı ile bünyelerde sinterlenme özelliklerinde iyileşme ve buna bağlı olarak eğilme dayanımında artış ve su emme oranında azalma tespit edilmiştir.

Endüstriyel Porselen Stoneware Karo üretimi denemesinde %6 PDKA kullanımı denemesinde, "STD Üretim" bünyeye kıyasla, "PDKA İçeren Deneme" bünyesinden üretilen karoların; deformasyon (düzlemsellikten sapma) özelliklerinin iyileştiği, bünyede mullit oluşumu artışına bağlı olarak eğilme dayanımının arttırdığı, sinterlenme ve yumuşama sıcaklıklarını düşürdüğü tespit edilmiştir.

Artistik uygulamalar sırasında da PDKA içeren bünyenin, tıpkı endüstriyel test sonuçlarına benzer şekilde düşük su emme ($E_b \leq 0,5\%$) özelliğine sahip feldispat içeren bünyeye kıyasla; daha yüksek nem oranı ile çalışılanserbest el ile

şekillendirme süreçlerinde çalışma kolaylığı sağladığı, pişme sonrası deformasyonunun az olduğu gözlemlenmiştir.

Denemelerde ve uygulama çalışmalarında PDKA'nın Porselen Stoneware karoların kalitesinin artırılması için son derece önemli olan fiziksel özelliklerin (pişmiş mukavemet ve düşük su emme özelliği, pişme sonrası düzlemsellikten sapma gibi) iyileştirilmesinde gösterdiği belirgin olumlu etkiler, oldukça pahalı bir hammadde olan feldispat oranı azaltılarak yerine PDKA kullanımının oldukça avantaj sağlayabileceğini göstermektedir.

Çalışma sonucunda Pişmiş Duvar Karosu Atıkları'nın, hem seramik sanatçıları hem de endüstriyel seramik üreticileri tarafından, düşük su emme özelliğine sahip ($E_b \leq 0,5\%$) seramik bünyelerle yapacak tasarımlarda, feldispat yerine kullanılabilecek ucuz ve alternatif hammadde kaynağı olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Akurgal, E. (1955) **Phrygische Kunst**. Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih -Coğrafya Fakültesi, Ankara.
- Åkerström, Å. (1966). **Die architektonischen Terrakotten Kleinasiens**. Gordion terracottas, pp. 136-161. Lund Gleerup.
- Anadolu Medeniyetleri Müzesini Koruma ve Yaşatma Derneği (2000). **Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi Müze Rehberi Kitapçığı**, Dönmez Offset Müze Eserleri Turistik Yayınları, Ankara.
- Aslanapa, O. (1989) **Türk Sanatı**. 2. Basım, Remzi Kitapevi, İstanbul.
- Arcasoy, A. (1983) **Seramik Teknolojisi**, Marmara Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Carter, C. B. ve Norton, M. G. (2013). **Ceramic Materials Science and Engineering**, 2.Baskı, Springer, New York.
- Cooper, E. (1978) **Seramik Ve Çömlekçilik**. 1.Basım, Remzi Kitapevi, İstanbul.
- Do Nascimento, G. M. (Ed.). (2016). **Clays, Clay Minerals and Ceramic Materials Based on Clay Minerals**. InTechOpen, Croatia.
- Haldar, S. K. ve Tişlajar, J. (2014). **Introduction To Mineralogy And Petrology**. 1.Baskı, Elsevier, Oxford, Amsterdam.
- Hopper, R. (1984). **The Ceramic Spectrum**. Krause Publications, Wisconsin.
- Klein, C. ve Philpotts, A. (2012). **Earth Materials: Introduction to Mineralogy and Petrology**. Cambridge University Press.
- Kingery, W.D., Bowen, H. Kent ve Uhlmann, D.R. (1976) **Introduction to Ceramics**. John Wiley & Sons, New York.
- Kužvart, M. (Eds.) (1984) **Industrial Minerals and Rocks**, Academic Press, Elsevier, Czechoslovak Academy of Sciences, Prague.
- Moorey, P. R. S. (1999) **Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence**. Eisenbrauns, Indiana.
- Özkan, İ.(çev) (2008) **Sacmi Uygulamalı Keramik Teknolojisi I**. Sacmi, İstanbul.
- Phillips, G. C. (1991) **A Concise Introduction to Ceramics**. Springer Netherlands.
- Sapirstein, P. (2016). **Origins and Design of Terracotta Roofs in The Seventh Century BCE. A Companion to Greek Architecture**, Miles, M. M. (Ed.)(46-59) Blackwell / John Wiley & Sons, West Sussex, UK.
- Ryan, W. (1978) **Properties of Ceramic Raw Materials**. Pergamon Press, England.
- Sacmi (2005) **Applied Ceramic Technology I**. Sacmi Imola, Italy.
- Singer, F. ve Singer, S.S.(1963) **Industrial Ceramics**. Springer, Chapman &Hall, England.
- Taçıyıldız, E. (2018) **Seramik Sırrının Sırrı**. 1.Baskı, Hayalperest Yayınevi, İnkılap Kitapevi Baskı Tesisleri, İstanbul.

Tanişan, H. H. ve Mete, Z. (1986) **Seramik Teknolojisi Ve Uygulaması**. Birlik Matbaası, İstanbul.

E- Kitaplar

Anastasio, S. (2020). **Building between the two rivers: an introduction to the building archaeology of ancient Mesopotamia**. Archeopress Publishing LTD, Oxford.(E-Book)

Dondi, M. (2018). **Feldspars and other Fluxes for Ceramic Tiles: Sources, Processing, Composition and Technological Behavior**. CRAM Raw Materials Profile, European Innovation Partnership on Raw Materials, 1st edition, (E-Book) 260 p.

Glendinning, M. (2005) **Decorated Roof at Gordion What Tiles Are Revealing about the Phrygian Past**. The Archaeology of Midas and the Phrygians Recent Work At Gordion, Kealhofer, L. (Ed.) (82-100), University of Pennsylvania Press <https://tr.booksc.org/book/52484368/771641>(23.03.2022)

Grimmer, A. E. ve Konrad K. A. (1996) **Preserving Historic Ceramic Tile Floors**,(Vol 40). U.S. Department of the Interior National Park Service Cultural Resources Heritage Preservation Services <https://permanent.fdlp.gov/websites/www.nps.gov/tps/how-to-preserve/preservedocs/preservation-briefs/40Preserve-Brief-CeramicTile.pdf> (21.03.2021)

Fügert, A. ve Gries, H. (2018) **Glazed Brick Decoration in the Ancient Near East. Order, 47, B533-6AED6C7D6419**. <https://tsf.wales/ArchaeopressShop/DMS/4A1D8D7FF0344E29B543B1002605643E/9781789696059-sample.pdf> (03.02.2021)

Nicholson, P. T. (2009) **Faience Technology**. . In Willeke Wendrich (ed.), UCLA Encyclopedia of Egyptology, Los Angeles eScholarship <https://escholarship.org/content/qt9cs9x41z/qt9cs9x41z.pdf> (02.03.2021)

Serri, A., Franceschi, L. ve Malagoli, S. (2016) **Discover Italian Ceramic Tiles and How to Use Them to Their Full Potential**, EDI.CER. S.p.A. https://www.ceramica.info/cerinfo-content/uploads/2018/05/Ceramica-Amica_ENG.pdf (15.06.2020)

Sözlükler

McColm, I. J. (2013). **Dictionary of Ceramic Science and Engineering**. Springer, Dordrecht Heidelberg New York London.

Tezler

Altın, Z. G. (2003). "Sırlı yer ve duvar karosu atıklarının çimento sanayinde değerlendirilmesi". Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kimya Mühendisliği Bilim Dalı, İstanbul.

Ateş, E. (2019). **Laodikeia Stadyum Caddesinde Latrina Vestibulum Zemin Mozaikleri Üzerinde Geliştirilen Kalıcı Koruma Ve Sergileme Uygulamaları**, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Arkeoloji Enstitüsü, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Anabilim Dalı, Denizli.

- Ceylan, F. (2011) **Anortit Faz Üretimi Ve Endüstriyel Uygulamaları**. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Kütahya.
- Damlıbağ, F. (2011). **Osmanlı Devletinde Porselen Ve Çini Fabrikaları**. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İstanbul.
- Demirbilek, F. (2007) **Kaolinitik Ve İllitik Seramik Killerinin Farklı Sıcaklıklarda Mineralojik Yapılarının, Plastikliklerinin Ve Fiziksel Özelliklerinin Değişimi**. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Anabilim Dalı, Kütahya.
- Erdan, E. (2015) **Demir Çağ Ve Sonrası Batı Anadolu'da Frig Kültür Etkileri**. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Işıkkaya, I.R. (2010). **Perge Mozaikleri Macellum, Güney Hamam ve Geç Dönem Meydanı Doğu Portiği**. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı, Klasik Arkeoloji Bilim Dalı, İstanbul.
- Kadıoğlu, H. (2009). **Sert Ve Yumuşak Porselenlerde Pişirim Sıcaklıkları Ve Sürelerinin Düşürülmesi**. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Kahya, T. (2012) **Düver Pişmiş Toprak Mimari Kaplama Levhaları Ve Çatı Elemanları**. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Arkeoloji Anabilim Dalı, Klasik Arkeoloji Bilim Dalı, İstanbul.
- Kayacı, B. (2006). **Proses Ham Atığının Seramik Karo Bünyelerinde Kullanımı**. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Kayacı, K. (2007). **Karaköy (Bilecik) Yöresi Mikrogranitinin Jeolojisi Ve Seramik Bünyelerde Kullanım Olanaklarının Araştırılması**. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kahya, K. T. (2012). **Düver Pişmiş Toprak Mimari Kaplama Levhaları Ve Çatı Elemanları**. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı, Klasik Arkeoloji Bilim Dalı, İstanbul.
- Korç, G. (2017) **Kapalı Gözenekli Karoların Geliştirilmesi**. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Eskişehir.
- Koroğlu, Ç. (2007). **Ağaçlı-Bolluca (İstanbul) Yöresi Seramik Killerinin Malzeme Özelliklerinin Araştırılması**. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Nizamoğulları, E. (2007). **Kalsiyum İçerikli Feldispatların Porselen Bünyelerde Kullanılabilirliği**. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.

- Oytaç, Z. E. (2011). **Karbonatlı Killerin Duvar Ve Yer Karosunda Kullanımı Ve Isıl Davranışlarının İncelenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Salihoğlu, E. F. (2017). **Eski Anadolu Uygarlıklarında Mekân-Donatı Elemanları Tasarımları Ve Etkileri**. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İçmimarlık Anasanat Dalı, Kocaeli.
- Tangil, S. (2012). **Anortit Esaslı Porselen Granit Bünyesine Magnezyum Oksit İlavesinin Mekanik Özellikler Üzerine Etkisi**. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi Ve Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze.
- Tüfekçi Sivas, T (1997) **Eskişehir - Kütahya İl Sınırları İçindeki Phryg Kaya Anıtları**. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskiçağ Tarihi Bilim Dalı, İstanbul.
- Uğraş, M.(2010) **Topkapı Sarayı Çinili Köşk / Sırça Saray: İşlevi, Anlamı Ve Tarihsel Gelişimi**. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, FBE Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Tarihi ve Kuramı, İstanbul.

Dergide Yayınlanmış Makaler

- Avşar, M. ve Avşar, L. (2014) “Çini Sanatı Ve Terminolojisi Üzerine”. **Kalemişi Geleneksel Türk Sanatları Dergisi**, 2(4), 1-13.
- Ayduslu, N. (2013) “Bir Selçuklu Çini Tekniği; Sır Kazıma”. **Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi**, (30), 9-18.
- Baeck, M. (2019) “The myth of an invention: the early developments of dust-pressed tile manufacturing on the European continent.” **Journal of the Tiles & Architectural Ceramics Society**, (25), 22-38
- Başaran, M. (2019). "Maydos Kilisetepe Höyüğü Geç Tunç Çağı Bezemeli Duvar Kaplamaları" . **TÜBA-AR Türkiye Bilimler Akademisi Arkeoloji Dergisi** , (24) , 27-44.
- Çeken, B. ve Cantürk, E.(2022) "Füreyâ Koral'ın Seramiklerinde Bulunan Kuş Temasının Çini Sanatında Uygulanması" **Kalemişi**, 20 (2022 Bahar) 23–31. doi: 10.7816/kalemisi-10-20-03.
- Cheng, X., Ke, S., Wang, Q., Wang, H., Shui, A.ve Liu, P.(2012) "Fabrication and characterization of anorthite-based ceramic using mineral raw materials". **Ceramics International**, 38(4), 3227–3235.
- Conte, S., Zanelli, C., Molinari, C., Guarini, G. ve Dondi, M. (2020). “Glassy Wastes As Feldspar Substitutes in Porcelain Stoneware Tiles: Thermal Behaviour and Effect on Sintering Process.” **Materials Chemistry and Physics**, 123613.
- Cummer, W. W. (1970) "Burdur Müzesindeki Frig Çatı Kiremitleri". **Ankara Üniversitesi - Ankara Anadolu (Anatolia) Dergisi**, (14), 55-71.
- Çiğdemir, G., Kara, A. ve Kara, F. (2010). “Effect of earth alkaline oxides on firing behaviour of porcelain stoneware”. **Industrial Ceramics**, 30(3).

- DeVries, K. (Spring- Summer 1988). "Gordion and Phrygia in the sixth century BC."
Source: Notes in the History of Art, The University of Chicago Press,
7(3/4), 51-59
- Dondi, M. (2018). "Feldspathic Fluxes for Ceramics: Sources, Production Trends and Technological Value". **Resources, Conservation and Recycling,** Elsevier 133, 191–205.
- Dondi, M., Raimondo, M. ve Zanelli, C. (2014). "Clays And Bodies for Ceramic Tiles: Reappraisal and Technological Classification". **Applied Clay Science,** 96, 91-109.
- Dondi, M., Garcia-Ten, J., Rambaldi, E., Zanelli, C. ve Vincent-Carbedo, M. (November 2020) "Resource Efficiency Versus Market Trends in The Ceramic Tile Industry: Effect on The Supply Chain in Italy and Spain". **Resources Conservation and Recycling,** 168, 105271.
- Durgut, E., Pala, C. Y., Kayaci, K., Altintas, A., Yildirim, Y. ve Ergin, H. (2015) "Development of a semi-wet process for ceramic wall tile granule production." **Journal of Ceramic Processing Research,** 16(5), 596-600.
- Elmas, S. (2019) "Using Fired Wall Tile's Scraps in Floor Tile Body" **Journal of Scientific Perspectives,** Volume 3, Issue2, 133-140
- Entidhar, A. T., Nadhir, A. A. ve Knutsson, S. (2012) "Progress of Building Materials and Foundation Engineering in Ancient Iraq". **Advanced Materials Research.** Trans Tech Publications Ltd. 220-241.
- Freestone, I. C. (1991). "Technical Examination of Neo-Assyrian Glazed Wall Plaques". **Iraq,** 53, 55-58.
- Graciani García, A. (2015) "Materiales cerámicos de incrustación parietal en el Próximo Oriente. Derivaciones ornamentales y funcionales hacia los clavi coctiles". Proceedings of the Ninth National Congress and First International Hispano-American Congress of Construction History: Segovia, October 13-17, 2015 . **Juan de Herrera Institute.** p. 761-769.
- Garcia-Muiña, F. E., González-Sánchez, R., Ferrari, A. M., Volpi, L., Pini, M., Siligardi, C. ve Settembre-Blundo, D. (2019). "Identifying the Equilibrium Point between Sustainability Goals and Circular Economy Practices in an Industry 4.0 Manufacturing Context Using Eco-Design". **Social Sciences,** 8(8), 241
- Glendining, M. (2002). "Recovering The Lost Art of Phrygian Roof Tiling". **Expedition Magazine,** Penn Museum, 44(2), 28-35.
- Guggenheim, S. ve Martin, R.T. (1995). "Definition Of Clay And Clay Mineral: Joint The AIPEA and CMS Nomenclature Committees". **Clay And Clay Minerals,** 43(2), 255- 256.
- Gündoğan, E. (2006) " Termal Seramik Yönetim Kurulu Başkanı Mehmet Oğuzman; 'Beklentimiz, büyüme trendine paralel olarak uluslararası platformda global bir oyuncu olmak" **Seramik Türkiye,** 13. 48-51.
- Gürtekin-Demir, R. G. (2014). "Phrygian Aspects of Lydian Painted Pottery from Sardis". **American Journal of Archaeology,** 118(2), 223.

- Hameeuw, H. (2015) Mesopotamian clay cones in the ancient near east collections of the royal museums of art and history". **Bulletin van de Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis**, 84: 5-48.
- Harabi, A., Zaiou, S., Guechi, A., Foughali, L., Harabi, E., Karboua, N.E., Zouai, S., Mezahi, F. Z. ve Guerfa, F. (2017) "Mechanical properties of anorthite based ceramics prepared from kaolin DD2 and calcite". **Ceramica**, 63: 311-317.
- Kahya, T. (2017) "Düver Mimari Terrakottalarının Dini Kontekst Bağlamında Olası Kullanımı Üzerine Düşünceler". **Phaselis**, 2017, *III*, 81-118.
- Kahya, T. (2012) "Düver Yerleşim Tarihi Araştırmaları 2011". **Anmed Anadolu Akdenizi Arkeoloji Haberleri** (Ayrıbasım), Suna –İnan Kırac Akdeniz Medeniyetleri Araştırma Enstitüsü, 2012, 9: 148-153.
- Kara, A., Özer, F., Kayacı, K.ve Özer, P. (2006) "Development of a Multipurpose Tile Body: Phase and Microstructural Development", **Journal of The European Ceramic Socociety**, 26(16), 3769-3782.
- Karaca, N. (2016) "Çininin Sır Altındaki Serüveni". **HUMANITAS-Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi**, 4 (07): 299-318.
- Kayacı, K. (2020). "Effect of Fluxing Raw Materials on Moisture Expansion of Monoporosa Wall Tile Bodies". **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**.
- Kayacı, K. (2019). "Dry Grinding of Wall Tile Wastes and Their Possible Use in The Wall Tile Body". **Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 8 (1), pg:345-351
- Kobayashi, Y. ve Kato, E. (1994) "Low-Temperature Fabrication of Anorthite Ceramics". **Journal of the American Ceramic Society**, 77(3), 833–834.
- Kuraszkiewicz, K. O. (2015). "Marks on the faïence tiles from the "Blue Chambers" of the Netjerykhet's funerary complex". **Non-textual marking systems in Ancient Egypt (and elsewhere)**, 41-48.
- Kyonca, J.C. ve Cook, R. Lv. (1954) "The Properties of Feldspars and Their Use in Whitewares". **University of Illinois Bultein**, 51 (38), 34p.
- Lemmen, H. Van. (2017) "From over-glaze to under-glaze: British transfer-printed tiles 1756—1854". **Journal of the Tiles & Architectural Ceramics Society**, 23:1-10.
- Lo, C. L., Duh, J. G. ve Chiou, B. S. (2003). "Low Temperature Sintering And Crystallisation Behaviour Of Low Loss Anorthite-Based Glass-Ceramics". **Journal Of Materials Science**, 38(4), 693-698.
- Madkour, F. S. ve Khallaf, M. K. (2012). "Degradation processes of Egyptian faïence tiles in the step pyramid at Saqqara". **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 68, 63-76.
- Mason, R. B. ve Tite, M. S. (1994). "The Beginnings of Islamic Stonepaste Technology". **Archaeometry**, 36(1), 77-91.
- Mc Clary, R. P.(2017) "A New Approach to Mīnā'ī Wares: Chronology and Decoration". **Persica**. pp. 1-20.

- Ouali, A., Sahneoune, F., Belhouchet, H.ve Heraiz, M. (January2017) “Effect of CaO Addition on the Sintering Behaviour of Anorthite Formed from Kaolin and CaO”. **Acta Physica Polonica Series a** 131(1):159-161.
- Okutur, F . (2017) “Çağdaş Türk Seramik Karolarında Tarihselci Yaklaşım Üzerine Bir Değerlendirme”. **Art-Sanat Dergisi**, (8), 485-498. Retrieved from
- Özçelik, H. (2018) "Çağdaş Türk Seramik Sanatında İlk Dönem Seramik Duvar Panoları" **Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi**, Yıl: 6, Sayı: 70, Mayıs 2018, s. 152-161
- Özkul, K. (2020) “Anadolu Selçuklu Dönemi Mimari Yapılarında Turkuaz”. **Uluslararası Beşeri Bilimler ve Eğitim Dergisi**, 6 (13), 291-318.
- Pek, E. (2022) "Bauhaus Tasarım Okulu Yaklaşımında Seramik Tasarımı". **Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi** (53), 203-234
- Picton, J. (2013). "The Petrie Museum of Egyptian Archaeology", **UCL. Archaeology International**, 16 (2012-2013): 31-37,
- Reh, H. (1991) “Steps in the Developmmment of Floor Tile Technology”. **Ceramic Engineering & Science Proceedings**, 12 (1-2) pg:1-12
- Riccardelli, C. (December 2017) "Egyptian Faience: Technology and Production Department of Objects Conservation", **The Metropolitan Museum of Art**. https://www.metmuseum.org/toah/hd/egfc/hd_egfc.htm (17.03.2021)
- Rose, C.B. (2017) “Fieldwork at Phrygian Gordion, 2013-2015”. **Archaeological Institute of America**, Vol. 121, No. 1 (January 2017), pg. 135-178.
- Russo, M. (1985) “Technical change and the industrial district: The role of interfirm relations in the growth and transformation of ceramic tile production in Italy”. **Research Policy**, 14(6), 329–343
- Qin, M., Tian, Y., Hao, H., Li, G., Zhou, Y.ve Bai, P. (2020). “Effects of CaCO₃ additive on properties and microstructure of corundum-mullite based ceramic proppants”. **International Journal of Applied Ceramic Technology**, 17(3), 1026-1032.
- Saatçioğlu, G. (2004) “Seramik Sektörünün Duayenlerinden: Bülent Zıhlı”. **Seramik Türkiye**,(06) 42-51, Üniform Matbaası, İstanbul.
- Salman Çevik, N. (2016) “Avrupa Seramik Sanatında Endüstrileşme Süreci ve Cumhuriyet Sonrası Türk Seramik Sanatına Yansımaları” **Sanat ve Tasarım Dergisi**, (16), 77-95
- Sánchez, E , García-Ten, J., Sanz, V. ve Moreno, A. (2010) “Porcelain tile: almost 30 years of steady scientific-technological evolution”. **Ceramics International**, 36(3), 831-845.
- Sazcı, H. (2006) “Türk Seramiği 1985-2005 Arası Muazzam Gelişme Gösterdi. Biz Üretmeyi Öğrendik, Tek Eksiğimiz Tasarım, TanıtımVe Pazarlama”. **Seramik Türkiye**, (16),:44-47, Apa Ofset, İstanbul.
- Selli, N. T. (2015). "Development of anorthite based white porcelain stoneware tile compositions". **Ceramics International**, 41(6), 7790–7795

- Settembre -Blundo, D., Ferrari, A.M., Siligardi, C. ve Enrique García-Muiña, F. (2019) "Sustainability as a source of competitive advantage for the ceramic industry", **Ceramic World Review**, 131/2019
- Settembre Blundo, D., García-Muiña, F., Pini, M., Volpi, L., Siligardi, C. ve Ferrari, A. (2018). Lifecycle-oriented design of ceramic tiles in Sustainable Supply Chains (SSCs). **Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship**. 12. 10.1108/APJIE-06-2018-0039.
- Stock, D. (2016) "Ceramic tile production and the Industrial Revolution". **Tile Today** (83)54-60
- Sümer, G. (1976) "Seramik Sanayiinde Üretim Teknolojisi", **Madencilik Dergisi**, XV (3), 37 – 43
- Şan Aslan, P. (2019) "Bauhaus Ekolü Ve Endüstriyel Seramik Tasarımına Etkileri". **İdil** 8(55)427-431. <https://www.idildergisi.com/makale/pdf/1552643085.pdf> (18.09.2022)
- Tarhan, B. (2019) "Usage of Fired Wall Tile Wastes into Fireclay Sanitaryware Products". **Journal of the Australian Ceramic Society**, 55(3), 737-746
- Tarhan, M. (2019) "Whiteness Improvement of Porcelain Tiles Incorporated with Anorthite and Diopside Phases". **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**.
- Taşkıran, M. U., Demirkol, N. ve Çapoglu, A. (2005) "A new porcelained stoneware material based on anorthite". **Journal of the European Ceramic Society**, 25(4), 293-300.
- Tatlıcan, B. (2011) "Yakın Gelecekte Türk Seramik Sektörü Dünyanın 1 Numarası Olacak". **Seramik Türkiye**, sayı:37, sf:50-54, FRS Matbaacılık, İstanbul.
- Turan, Ö. Ü. H. (2018). "Timurlu ve Osmanlı Mimarisinde Renkli Sır Tekniğindeki Çinilerin Bazı Örnekler Üzerinden Mukayesesi". **Journal Of Social And Humanities Sciences Research (JSHSR)**, 5(29), 3547-3562.
- Ulueren. Ş.D. (2005 Mart-Nisan)"Doğan Hasol ile dünden bugüne" **Seramik Türkiye**, (08). 92-97.
- Ulueren, D. (2007) "Yurtbay Seramik Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Mustafa Girgin: "Yurtbay olarak kaliteden ödün vermeden yurtiçinde en beğenilen ilk üç firma arasında olmayı arzuluyoruz". **Seramik Türkiye**, Ocak-Şubat, (19), 50-57 Apa Ofset, İstanbul.
- Ünal, S. ve Akgeyik, E. (2020) "Gül Posası Külünün Seramik Yüzeylerde Kullanımı". **Akademik Sanat**, 5(10), 90-104.
- Ünal, S. (2021) "Estetik-Sanat-Zanaat Yaklaşımıyla Seramik Sanatı Üzerine Düşünceler" **İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi - İAÜD - ISSN: 2757-7252**, 13(1), 195-224.
- Webb, V. (2017) Three Faience Rosette Discs in the Museo Egizio in Turin: The Early Ramesside Pharaohs in the Eastern Delta, and Their Glittering Palaces. **Rivista del Museo Egizio**, 2017, 1- 21. <https://doi.org/10.29353/rime.2017.1208>

Zanelli, C., Raimondo, M., Guarini, G. ve Dondi, M. (2011) "The Vitreous Phase of Porcelain Stoneware: Composition, Evolution During Sintering and Physical Properties". **Journal of Non-Crystalline Solids**, 357(16-17), 3251–3260.

Kongre ve Çalıştaylarda Sunulan Bildiriler

Çalışıcı Pala, İ. (2018) "Türk Çini Sanatında Kullanılan Teknikler". Konak, R.(Ed.) **21. Yüzyılda Türk Sanatı: Meseleler ve Çözüm Önerileri Milletlerarası Sempozyum, Sergi, Konser, Çalıştay Bildiriler Kitabı**, E-Kitap, s:347-368.

Davidovits, J. ve Davidovits, R. (2004). "Why Djoser's blue Egyptian faience tiles are not blue? Manufacturing Djoser's faience tiles at temperatures as low as 250°C". **Proceedings of IX. International Congress of Egyptologists**, Grenoble, France, F-02100 Saint-Quentin, France, 1-7.

Hutchings, I. (2010) "Ink-Jet Printing for The Decoration Of Ceramic Tiles: Technology and Opportunities". **QUALICER** Castellon, Spain. <https://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/2010234.pdf> (27.01.2021)

Küçük, A., Kayacı, K. ve Kara, A. (2008) "Effect Of Calcite Addition On Sintering Behaviour of a Model Ceramic Wall Tile Body", **QUALICER , World Congress on Ceramic Tile Quality** Castellon, Spain (pp. 220-222)

Sazcı, H. (2001) "Seramikte Kullanılan Killerin Tanımı". **4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 1**, 18-19 Ekim 2001, İzmir, 28-42.

Yılmaz, İ. (2002) **Renk Sistemleri, Renk Uzayları ve Dönüşümler**, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 340-350, 16-18 Ekim 2002, Konya. <https://silo.tips/download/renk-sstemler-renk-uzaylari-ve-dnmmler>(17.07.2021)

Zhang, Z., Xiao, Y., Voncken,J., Yang,Y., Boom, R., Wang, N. ve Zou,Z.(2012) Thermodynamic assessment of the CaO-Na₂O-SiO₂ slag system. **In 9th International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts (MOLTEN 2012)** (pp. 12-22). University of Science and Technology Beijing <https://www.pyrometallurgy.co.za/MoltenSlags2012/W133.pdf> (28.06.2023)

Süreli Yayınlar

DPT (2015 Nisan) "Seramik Ve Porselen Sanayii" **Yedinci Beş yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu** Yayın No: DPT: 2389 - ÖİK: 452, Ankara.

Seramik Türkiye (2005, Ocak- Şubat) "Kütahya Seramik sizin için, sizinle yaşayacak mekanlar yaratır"7, 54-56

Seramik Türkiye (2005, Kasım- Aralık)"Granit seramikte bir dünya markası Seranit Granit Seramik" , 12. 48-50.

Seramik Türkiye (2005, Mart-Nisan) "Toprak, Bir varoluş nedeni: Kalite" 8. 32-36.

Seramik Türkiye (2005 Mart-Nisan) " Doğan Hasol ile Düünden Bugüne Seramiğin Nostaljisi, 08 , (92-97) Üniorm Matbaası, İstanbul

Seramik Türkiye (2018-2019) Erdem ÇENESİZ "Turkish Ceramics" Amerikan Seramik Distüribütörleri İle Bir Araya Geldi Amerika'ya Türk Seramiği

Çıkartması” Türkiye Seramik Federasyonu Dergisi. (54), 32-33 FRS Matbaacılık MAS, İstanbul.

Belgeseller

Işın, Ü. (2021) **Frig Vadisi I.Bölüm**. TRT2, Anadolu Arkeolojisi Belgeseli,29. <https://www.youtube.com/watch?v=-iWSULbA5CI> (25.05.2021)

Sözlü Görüşmeler

KK1- Arıcan, Yavuz. 57. Qua Granite Genel Müdürü **“Türkiye’de Seramik Karo Sektörünün Tarihsel Gelişimi”** konulu görüşme. Söke/Aydın. (19.03.2021)

KK2-Güven, Canan. 57. Qua Granite Ar-Ge ve Teknoloji Müdürü **“Türkiye’de Seramik Karo Sektörünün Tarihsel Gelişimi”** konulu görüşme. Söke/Aydın. (19.03.2021)

KK3-Topoz, Hasan Hüseyin. 40. Qua Granite Proses Kontrol Şefi **“Türkiye’de Seramik Karo Sektörünün Tarihsel Gelişimi”** konulu görüşme. Söke/Aydın. (19.03.2021)

KK4-Mete, Zeliha. 77. Seramik Teknolojisi ve Kimyası Profesörü **“Türkiye’de Seramik Kimyası ve Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi”** İzmir (10.09.2018)

KK5-Karapınar, Mehmet. 43. Qua Granite Fırın Bakım Teknisyeni **“Türkiye’de Seramik Karo Sektörünün Tarihsel Gelişimi”** konulu görüşme. Söke/Aydın. (19.03.2021)

KK6-Şen, Hasan. 58. Qua Granite Hammadde ve Hazırlamalar Danışmanı **“Türkiye’de Seramik Karo Sektörünün Tarihsel Gelişimi”** konulu görüşme. Söke/Aydın. (19.03.2021)

KK7-Yağlı, Mehmet. 55. Qua Granite Fırınlr Şefi **“Türkiye’de Seramik Karo Sektörünün Tarihsel Gelişimi”** konulu görüşme. Söke/Aydın. (19.03.2021)

KK8- Kaya, Ali. 50. Seramik Dekor Teknikleri Uzmanı ve Qua Granite Çalışanı **“Türkiye’de Seramik Karo Sektörünün Tarihsel Gelişimi”** konulu görüşme. Söke/Aydın. (19.03.2021)

Standartlar

ISO (2012) ISO 13006 (2012-03-01) **Ceramic tiles – Definitions, classification, characteristics and marking, International Standart**, second edition, Switzerland.

TSE. (Kasım 2018) **TS EN ISO 10545-3 Su Emme Görünen Gözeneklilik, Görünen Bağlı Yoğunluk Ve Hacim Kütlesi Tayini** Standart Tanımı Kitapçığı

TSE. (Ekim 2014) **TS EN ISO 10545-4 Kopma Modülünün Ve Kırılma Dayanımı Belirlenmesi** Standart Tanımı Kitapçığı

TSE. (Nisan 2013) **TS EN 14411: Nisan 2013-04, Seramik Karolar – Tarifler, Sınıflandırma, Uygunluk Değerlendirmesi Ve İşaretleme, Türk Standardı**, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Poster Bildiriler:

Şencan, İ. (2021, October) *Utilization of Fired Wall Tile Scraps as a Raw Material in Porcelain Stoneware Tile Body: a Preliminary Study*. Poster Session Presented at the Seres 2021 Ceramic Congress, Eskişehir

Web Sayfasında Yayınlanmış Röpörtajlar

Amin, O.S.M. (2014) "File:A glazed terracotta tile from Nimrud, Iraq, depicting a court scene, currently housed in the British Museum, London.jpg" https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_glazed_terracotta_tile_from_Nimrud_Iraq_depicting_a_court_scene_currently_housed_in_the_British_Museum_London.jpg (20.05.2021)

Demirtaş, E. (2022) "Apartmanlardaki sanat eserleri enkaz altında" *Gazete Kadıköy* <https://www.gazetekadikoy.com.tr/yasam/apartmanlardaki-sanat-eserleri-enkaz-altinda> (23.06.2023)

Muniz, G. E. ve Barro, S. (2016) How Inkjet Technology Has Transformed Ceramic and Porcelain Tile. *Tile Outlets of America.com* <https://www.tileoutlets.com/blog/inkjet-technology-transformed-ceramic-porcelain-tile/> (19.05.2021)

Özaslan, S. (2015)"Bütün Seramiklerimi Yıktilar Bir Ben Kaldım (Sadi Diren Röpörtajı) <http://sevincozarslan.blogspot.com/2015/02/butun-seramiklerim-yikld-bir-ben-kaldm.html> (30.04.2023)

Tozzy, N. *Inkjet Decoration of Ceramic Tiles* <https://digitalfire.com/article/inkjet+decoration+of+ceramic+tiles> (19.05.2021)

Turner, S. D. (2020) Ceramic Tile History “*The History Of Ceramics As A Building Material*” <https://www.traditionalbuilding.com/product-report/ceramic-tile-history> (03.03.2021)

Weiss, D. (2019 January- February) " *The Case of the Stolen Sumerian Antiquities*" <https://www.archaeology.org/issues/325-1901/trenches%207221-trenches-iraq-sumerian-antiquities> (04.04.2021)

Web Sayfaları

Akhamenid Gordion <https://www.penn.museum/sites/gordion/tarih/akhamenid-gordion/> (17.01.2022)

Anatolian civilizations/architecturaal decoration/phrygia/pazarli http://rubens.anu.edu.au/turkey/ankara/museums/anatolian_civilizations/architecturaal_decoration/phrygia/pazarli/DSCN0697.JPG (10.05.2021)

Ancient Roman Tile History <https://whytile.com/tile-history/ancient-roman-tile-history-and-inspiration/> (30.05.2022)

Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi <https://sanalmuze.gov.tr/muzeler/ankara-anadolu-medeniyetleri-muzesi/> (10.05.2021)

Arcasoy, A. (2006) **Moğol İstilası Çin Porselen Sanatında Yeni Bir Dönem Başlatıyor "Mavi-Beyaz Porselen Tekniği"**
<http://www.antikalar.com/mavi-beyaz-porselen-teknigi/> (03.05.2006)

Architectural Fitting
https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1919-1011-2591
(29.03.2021)

Architectural Terracottas
<https://www.penn.museum/sites/gordion/articles/art-architecture/architectural-terracottas/> (10.05.2021)

Arts and Crafts akımı
https://tr.wikipedia.org/wiki/Arts_and_Crafts_ak%C4%B1m%C4%B1
(30.06.2023)

Atilla Galatalı, Wall panel, detail, 21,70x 150 cm dining room, TPAO Head Office, Ankara, 1980
<https://tr.pinterest.com/pin/46373071138629216/> (14.06.2023)

A Valencia Hispano-Moresque Lustre Rectangular Tile
<https://www.christies.com/en/lot/lot-4596113> (30.03.2021)

Ayasofya
<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ayasofya> (18.06.2023)

A Wedgwood & Bentley Black Basalt Portrait Medallion Of
https://www.liveauctioneers.com/item/101156909_a-wedgwood-and-bentley-black-basalt-portrait-medallion-of (28.05.2021)

Beyond the golden touch (2016)
<https://thepenngazette.com/beyond-the-golden-touch/> (17.01.2021)

Blanchett, C. *A Short History of the Encaustic Tile*
<https://theantiquefloorcompany.com/short-history-encaustic-tile> (30.03.2021)

Blue and white underglaze decorated
<http://www.sunrise-art.com/sunriseartgallery/a-blue-and-white-underglaze-decorateddragonmoonflask-y0002-4.html> (17.02.2015)

Brick, museum number 122095
https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1881-0204-7
(17.01.2021)

Brick with Ax-Chariot
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/640967> (11.02.2023)

Brick and tile- building material
<https://www.britannica.com/technology/brick-building-material> (06.01.2020)

Capodimonte porcelain
https://en.wikipedia.org/wiki/Capodimonte_porcelain (22.05.2021)

Chinese Tiles
<https://livingculture.lixil.com/en/ilm/museum/permanent/china> (18.09.2022)

Clavo de fundación

https://es.wikipedia.org/wiki/Clavo_de_fundaci%C3%B3n (01.04.2021)

Çingene Kızı mozağının kayıp parçaları İstanbul'da

<https://www.turizmgunlugu.com/2018/11/27/cingene-kizi-mozaiginin-kayip-parcalari-istanbulda/> (06.03.2021)

Çorum Archaeology and Ethnography Museum (2016)

<https://turkisharchaeonews.net/museum/%C3%A7orum-archaeology-and-ethnography-museum> (10.05.2021)

Del Pasado, R. (08.11.2015) Sumerian Architecture, the First Civilization.

<https://rincondelpasado.wordpress.com/2015/11/08/arquitectura-sumeria-la-primera-civilizacion/> (27.03.2021)

Decorative Wall Tile from Kalhu

<https://www.ancient.eu/image/7184/decorative-wall-tile-from-kalhu/> (04.04.2021)]

Dinarlı, G. (2011) **Frigler**. Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yakın Doğu'da Demir Çağ Kültürleri, Seminer Ödevi, İstanbul.

https://www.academia.edu/31693994/FRIGLER_1_pdf (14.08.2021)

Djoser Faiences

<https://www.flickr.com/photos/11413503@N03/2601356557/> (11.01.2021)

Dragon Kiln

https://en.wikipedia.org/wiki/Dragon_kiln (14.02.2023)

Dutch Tiles

<https://livingculture.lixil.com/en/ilm/museum/permanent/neth> (22.05.2021)

Eanna

<https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89-anna> (06.01.2020)

Eanna

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Vorderasiatisches_Museum_Berlin_056.jpg (09.01.2020)

Eczacıbaşı "VitrA Karo San. ve Tic. A.Ş"

<https://www.eczacibasi.com.tr/tr/anasayfa/phone/tr/markalar/yapi-urunleri/vitra-karo#:~:text=%C3%9Ckemizden%20AB'ye%20yap%C4%B1lan%20ihracatta,kapasitesi%20toplamlam%2030%20milyon%20metrekare.> (17.06.2023)

Egyptian Faience Djoser Tile

https://www.vcoins.com/de/stores/barry_and_darling/20/product/egyptian_faience_djoser_tile_3rd_dynasty_c_2650_bc/49958/Default.aspx (27.03.2021)

Encaustic Tiles

https://en.wikipedia.org/wiki/Encaustic_tile#:~:text=Encaustic%20tiles%20are%20ceramic%20tiles,of%20different%20colors%20of%20clay.&text=The%20pattern%20appears%20inlaid%20into,the%20tile%20is%20worn%20down (30.03.2021)

Ehrenfried Walther von Tschirnhaus

https://en.wikipedia.org/wiki/Ehrenfried_Walther_von_Tschirnhaus
(12.05.2021)

Erdemoğlu, M. **Örnek Azaltma Deney Föyü**. İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 321 Cevher Hazırlama Laboratuvarı, <https://docplayer.biz.tr/38400183-Ornek-azaltma-islemi-elle-veya-mekanik-ornek-bolme-araclari-ile-yapilmaktadir.html> (23.04.2021)

Faience

<https://www.egypt.swan.ac.uk/the-collection-2/the-collection/faience/>
(27.03.2021)

Faience Tile from the Step Pyramid of Djoser

<https://artsandculture.google.com/asset/faience-tile-from-the-step-pyramid-of-djoser/xQHCydVyFTtXlA> (27.03.2021)

File:Goats near the tree of life, tile, Pazatli, 6th century BC, MACA, 3089.jpg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Goats_near_the_tree_of_life,_tile,_Pazatli,_6th_century_BC,_MACA,_3089.jpg (17.01.2021)

Floral Frieze

<https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/3620> (20.05.2021)

Floor Tile

https://www.britishmuseum.org/collection/object/H_1957-1204-12069
(30.03.2021)

Fragment of a terracotta architectural tile Lydia

<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/252581> (17.01.2021)

Frig Kaya Anıtları

<https://arkeopolis.com/frig-kaya-anitlari/> (20.03.2022)

From Babylon to Berlin: The rebirth of the Ishtar Gate

<https://www.artstor.org/2014/03/27/the-rebirth-of-the-ishtar-gate/>
(18.06.2021)

Glazed Wall Tile from Nimrud, This glazed tile once decorated a wall in one of the Assyrian palaces at Nimrud (Kalhu)

<https://www.worldhistory.org/image/9250/glazed-wall-tile-from-nimrud> (04.04.2021)

Glazed Tile with Palms

<https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/3580> (20.05.2021)

Glazed wall tile from Nimrud

<https://www.ancient.eu/image/9250/glazed-wall-tile-from-nimrud/>
(04.04.2021)

Gonur Tepe, Turkmenistan

<https://twitter.com/seshatdatabank/status/1097234244798169089?lang=el>
(06.03.2021)

Gordion Mosaic

<http://www.conlab.org/acl/gordion/mosaic.html> 806.(03.2021)

- Graniser (2014, Aralık 18)" GRANİSER’de 15 yılını dolduran çalışanlar özel tören ile onurlandırıldı"
- İhtar Kapısı
- Kazı Alanları / Çorum’da Yapılan Bılımsel Kazılar
- Lot 76: A Fine Chinese Blue And White Porcelain Tile Yuan Dynasty
- Lydian Architectural Terracotta in the Metropolitan Museum of Art, Oct. 2007
- Lydian Architectural Terracottas in the Metropolitan Museum of Art, Oct. 2007
- Matis Binası Seramik Panosu

- MET Museum "Wall tiles from the funerary apartments of king Djoser"
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/543904> (27.06.2021)
- MTA Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü "Feldispat"
<https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/feldispat> (28.01.2020)
- New York University, Institute for The Study of The Ancient World, "Wall Tile"
<https://isaw.nyu.edu/isaw/exhibitions/ishtar-gate/objects/wall-tile-palmette>
(04.04.2021)
- Nicholson Bell, B. "*A History of Ceramic Tiles*"
<http://thewisecollector.com/a-history-of-ceramic-tiles.html> (03.03.2021)
- Oldest Mosaic
<https://www.ancient-origins.net/news-history-archaeology/oldest-mosaic-0013191> (06.03.2021)
- Opus Sectile Flooring [Hexagons]
<https://www.worldhistory.org/image/5535/opus-sectile-flooring-hexagons/>
(06.03.2021)
- Önasya'da Gelişen Kentler
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/184816/mod_resource/content/1/5.%20%C3%96NASYA%E2%80%99DA%20GEL%C4%B0%C5%9EEN%20KENTLER.pdf (20.09.2021)
- Pazarlı
[http://www.tayproject.org/TAYages.fm\\$Retrieve?CagNo=9039&html=ages_detail_t.html&layout=web](http://www.tayproject.org/TAYages.fm$Retrieve?CagNo=9039&html=ages_detail_t.html&layout=web) (15.01.2022)
- Pazarlı Höyük'e ait çizimler ve haritalar
<https://archives.saltresearch.org/handle/123456789/70680> (10.05.2021)
- Porcelain tile
https://en.wikipedia.org/wiki/Porcelain_tile (22.05.2021)
- Porcelain Tower of Nanjing
https://en.wikipedia.org/wiki/Porcelain_Tower_of_Nanjing (20.05.2021)
- Ramses III faience inlays Tell el-Yahudiya DSC08107 - Copy.jpg
<http://ape-egypt.org/user/Seshta/23130> [28.01.2021]
- Real Fábrica del Buen Retiro
https://en.wikipedia.org/wiki/Real_F%C3%A1brica_del_Buen_Retiro
(22.05.2021)
- Royal Palace of Aranjuez
https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Palace_of_Aranjuez (22.05.2021)
- Sanayi Devrimi
https://tr.wikipedia.org/wiki/Sanayi_Devrimi (12.05.2021)
- Seramik Firmaları/ Çanakkale Seramik
https://web.archive.org/web/20130224070032/http://www.seramikfirmalari.com/canak_kale-seramik.html (23.06.2021)

- Seranit Tarihçe
<https://www.seranit.com.tr/tr/tarihce> (06.03.2021)
- Star-Shaped Tile, 12th century
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/447167> (09.06.2021)
- Stig Lindberg Ceramic Plaques
<http://www.midcenturia.com/2011/09/stig-lindberg-ceramic-plaques.html>
(12.06.2023)
- Kavrakoğlu, F. (2020) Şanlıurfa Müzesi ve Tarih Öncesi Devirler 5 Kalkolitik
Çağ 2 <https://kavrakoglu.com/sanliurfa-muzesi-ve-tarih-oncesi-devirler-5-kalkolitik-cag-2/> (01.01.2022)
- Telifsiz Midas tumulus görselleri
<https://www.shutterstock.com/tr/search/midas+tumulus> (17.01.2022)
- The American Ceramic Society, *A Brief History of Ceramics and Glass*
<https://ceramics.org/about/what-are-engineered-ceramics-and-glass/brief-history-of-ceramics-and-glass> (06.01.2021)
- The Milkmaid (Vermeer)
[https://en.wikipedia.org/wiki/The_Milkmaid_\(Vermeer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Milkmaid_(Vermeer)) (22.05.2021)
- The Mesopotamian Cultures/Political Architecture
<https://courses.lumenlearning.com/boundless-arthistory/chapter/mesopotamia/> (22.04.2021)
- Tile, China, Qin–Han dynasty (221 BCE–220 CE)
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51963> (20.05.2021)
- Tile, China, Qin–Han dynasty (221 BCE–220 CE)
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51964> (20.05.2021)
- Tile, China, Qin–Han dynasty (221 BCE–220 CE)
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51982> (20.05.2021)
- Tile, China, Qin–Han dynasty (221 BCE–220 CE)
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/51963> (20.05.2021)
- Tile, French, 12th–14th century
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/470927> (30.03.2021)
- Tiles from the railing of a throne dais of Ramesses II, New Kingdom, Ramesside, ca. 1279–1213 B.C.
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/544759>
(12.01.2021)
- Tile from a Frieze, 12th century
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/451746> (27.06.2021)
- Tile, museum number 2006,0503.1.1-20
https://www.britishmuseum.org/collection/object/A_2006-0503-1-1-20
(10.04.2021)

Tile, 14th–15th century, Made in probably Orvieto, Italy, Italian, Earthenware, tin-glaze (Majolica), Overall: 9 3/16 x 9 3/16
<https://www.alamy.com/stock-image-tile-14th15th-century-made-in-probably-orvieto-italy-italian-earthenware-162571930.html> (30.03.2021)

Tile, Spanish, Toledo, late 16th century
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/196931> (30.03.2021)

Tile with flower decoration
<http://www.globalegyptianmuseum.org/detail.aspx?id=11292> (20.05.2021)

Tile, tile, tile, tile, Ilkhanid dynasty, Ilkhanid dynasty, Ilkhanid dynasty, Ilkhanid dynasty, Kashan, Kashan, Kashan, Kashan
<https://www.bmimages.com/preview.asp?image=01207046001&itemw=4&itemf=0001&itemstep=1&itemx=1> (27.06.2021)

TMMOB (MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI) "Feldispat Raporu" - Şubat 2010
https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/8c09c2ec26db837_ek.pdf (26.01.2021)

Uruk
https://en.wikipedia.org/wiki/Uruk#Uruk_period (06.01.2020)

Uruk
<http://uruk-warka.dk/uruk/uruk.pdf> (06.01.2020)

Wedgwood Jasperware Cobalt Blue Plaque / Tile
<https://www.collectorsweekly.com/stories/250890-wedgwood-jasperware-cobalt-blue-plaque> (28.05.2021)

What is Color Measurement?
<https://www.xrite.com/blog/color-measurement> (30.09.2021)

Wall-Plaque (Restored and object number 131664 is part of the same object)
https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_Rm-1102 (20.05.2021)

Wall-Plaque, museum number 91687
https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_1891-0702-2 (18.05.2021)

Wall- Tile , museum number 90859
https://www.britishmuseum.org/collection/object/W_N-1035 (20.05.2021)

Yeşil Cami'ye 1 kg altın gömdüler
<https://images.bursadabugun.com/haber/2011/07/14/35961-900-kase-altin-varakla-yesil-cami-yi-canlandirdilar-4e1e9b33bf097.jpg> (21.03.2021)

Yeşil Camii Bursa
<http://wowturkey.com/forum/viewtopic.php?t=11244&start=80> (21.03.2021)

EKLER

EK -I PDKA İçeren Porselen Stoneware Bien Üretim Denemesi Pişmiş Karo Düzlemsellikten Sapma Raporu:

		SAG				ORTA				SOL			
TARİH	23.09.2021	(K-kenar)											
SICAK ÖLÇÜM	11:00	1K+1.00	2K+0.29	3K+0.19	4K-0.17	1K-0.35	2K-0.00	3K+0.10	4K-0.00	1K+0.90	2K+0.25	3K+0.24	4K-0.06
Lab. Sonrası	11:30	1K+0.09	2K+0.33	3K+0.06	4K-0.22	1K-0.70	2K-0.45	3K-0.06	4K-0.17	1K+0.15	2K+0.30	3K+0.14	4K+0.01
4 SAAT	15:30	1K-0.00	2K-0.41	3K-0.07	4K-0.32	1K-0.72	2K-0.66	3K-0.18	4K-0.30	1K+0.13	2K-0.44	3K-0.16	4K-0.20
8 SAAT	19:30	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
12 SAAT	23:30	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
24 SAAT	11:30	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
TARİH	21	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
		1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K

**EK -II Bien Üretim Porselen Stoneware Pişmiş Karo Düzlemsellikten
Sapma Raporu:**

		SAG				ORTA				SOL			
TARİH	23.03.2021	(K- kenar)	UZUN	KISA		UZUN	KISA			UZUN	KISA		
SICAK ÖLÇÜM	11 ⁰⁰	1K+105	2K +035	3K +010	4K -017	1K 0	2K +020	3K +005	4K -017	1K +123	2K +083	3K +008	4K +011
Lab Sıcaklığı	11 ⁰⁰	1K +022	2K -032	3K +021	4K -014	1K -102	2K -037	3K +008	4K -054	1K +012	2K -035	3K +021	4K -002
4 SAAT	15.32	1K +019	2K -038	3K -007	4K -049	1K -125	2K -100	3K -038	4K -038	1K +016	2K -018	3K +004	4K -027
8 SAAT		1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
12 SAAT		1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
24 SAAT		1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
TARİH		1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K
		1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K	1K	2K	3K	4K

**EK -III PDKA'nın "Sodyum Feldispat" İçeren Referans ($E_b \leq 0,5 \%$)
Bünyede "Kaolin ve Kuvars" Yerine Kullanımı Denemeleri**



Şekil 145: "Sodyum Feldispat" içeren Referans $E_b \leq 0,5 \%$ bünyede "Kaolin ve Kuvars" yerine kullanım denemeleri (soldan sağa) D10, D11, D12, D13, D14 tabletleri pişme sonrası görünüşleri

			Reçete Adı					
			Referans Bünye Reçetesi 1	D10	D11	D12	D13	D14
Bünyelerin Test Sonuçları	Reçetede Kullanılan Hammadde Yüzdeleri (%)	Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0	9	11	11	13	15
		Ukrayna Kili	10	10	10	10	10	10
		İstanbul Kili	24	24	24	24	24	24
		Kaolin	18	11	11	9	9	9
		Sodyum Feldispat	38	38	38	38	38	38
		Kuvars	10	8	6	8	6	4
	Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri	Ebat	91,38	91,08	90,92	90,98	90,98	91,07
		% Küçülme	% 8,62	% 8,92	% 9,08	% 9,02	% 9,02	% 8,93
		Ham Mukavemet (N/mm2)	0,83	0,97	0,96	0,78	0,89	0,80
		Kuru Mukavemet (N/mm2)	1,86	2,22	2,18	1,96	1,90	1,88
		Pişmiş Mukavemet (N/mm2)	57,35	66,28	69,44	62,42	61,63	44,77
		% Su Emme	% 0,089	% 0,038	% 0,036	% 0	% 0	% 0
		L. (Beyazlık Değeri)	61,58	60,12	59,12	60,01	59,18	59,53
		a. (Kırmızı-Yeşil Renk Değeri)	3,96	4,52	4,68	4,71	4,4	4,27
		b. (Sarı-Mavi Renk Değeri)	16,04	13,41	13,74	14,05	14,04	13,57

Tablo 25: Referans Bünye Reçetesi 1 ve PDKA'nın, kuvars ve kaolin yerine hammadde olarak kullanıldığı bünye deneme reçeteleri D10, D11, D12, D13, D14'ün hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası test sonuçları tablosu

$E_b \leq 0,5\%$ bünyelerde kuvars içeriğinin düşük olması nedeniyle denemelerde Kaolin oranının %11 olduğu ve Kuvars oranının %8 ve %6 'ya düşürüldüğü denemeler (D10 -D11) ile pişme mukavemetlerinde artış ve % su emme oranlarında azalma kaydedilmiştir. D12, D13, D14 Deneme reçetelerinde Kaolin oranının %9 'a, Kuvars oranının %8 'in altına düşmesi ile su emme oranı %0 olmakla birlikte pişme mukavemetlerinde belirgin bir düşüş gözlemlenmiştir.

**EK - IV PDKA'nın, "Sodyum Feldispat" İçeren Referans ($E_b \leq 0,5 \%$)
Bünyede "Sodyum Feldispat ve Kuvars" Yerine Kullanımı Denemeleri**



Şekil 146: "Sodyum Feldispat" içeren Referans $E_b \leq 0,5 \%$ bünyede "Sodyum feldispat ve Kuvars" yerine kullanım denemeleri D15, D16, D17, D18 tabletleri pişme sonrası görünüşleri

			Reçete Adı				
			Referans Bünye Reçetesi 1	D15	D16	D17	D18
Bünyelerin Test Sonuçları	Reçetede Kullanılan Hammadde Yüzde (%)	Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0	4	6	8	12
		Ukrayna Kili	10	10	10	10	10
		İstanbul Kili	24	24	24	24	24
		Kaolin	18	18	18	18	18
		Sodyum Feldispat	38	36	35	34	32
		Kuvars	10	8	7	6	4
		Ebat	91,38	91,36	91,47	91,59	91,20
	Pişmiş Bünyelerin Renk Değerleri	% Küçülme	%8,62	% 8,64	% 8,53	% 8,41	% 8,8
		Ham Mukavemet (N/mm2)	0,83	0,80	0,84	0,82	0,56
		Kuru Mukavemet (N/mm2)	1,86	1,80	1,90	1,78	1,27
		Pişmiş Mukavemet (N/mm2)	57,35	58,23	64,24	71,55	56,51
		% Su Emme	% 0,089	% 0,027	% 0,00	% 0,00	% 0,05
		L. (Beyazlık Değeri)	61,58	60,58	60,9	57,59	56,52
		a. (Kırmızı-Yeşil Renk Değeri)	3,96	4,19	4,23	5,55	5,70
		b. (Sarı-Mavi Renk Değeri)	16,04	16,28	16,33	18,25	17,63

Tablo 26: Referans Bünye Reçetesi 1 ve PDKA'nın "Sodyum feldispat ve Kuvars" yerine hammadde olarak kullanıldığı bünye deneme reçeteleri D15, D16, D17, D18'in hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası test sonuçları tablosu

EK- V PDKA'nın, (Eb >10 %) Duvar Karosu Bünyesinde “Pegmatit Yerine” Kullanımı Deneme



Şekil 147: Pegmatit yerine PDKA'nın kullanıldığı Duvar Karosu Bünye Denemeleri (soldan sağa) Referans Duvar Karosu Bünye Reçetesi ve sırasıyla PDKA' lı Duvar Karosu Deneme 1, 2, 3, 4, 5 reçete tabletleri pişme sonrası görünüşleri

		Reçete Adı						
		Referans Duvar Karosu Bünye Reçetesi	PDKA' lı Duvar Karosu Deneme 1	PDKA' lı Duvar Karosu Deneme 2	PDKA' lı Duvar Karosu Deneme 3	PDKA' lı Duvar Karosu Deneme 4	PDKA' lı Duvar Karosu Deneme 5	
Bünyelerin Test Sonuçları	Reçetede Kullanılan Hammadde Yüzde (%)	Pişmiş Duvar Karosu Atığı	0	2	4	6	8	15
		Ukrayna Kili	35	35	35	35	35	35
		İstanbul Kili	20	20	20	20	20	20
		Kaolin	10	10	10	10	10	10
		Pegmatit	15	13	11	9	7	0
		Kalsit	10	10	10	10	10	10
		Kuvars	10	10	10	10	10	10
	Bünyelerin Renk Değerleri	Ebat	100,00	100,12	100,20	100,12	100,11	99,98
		% Küçülme	0,00	-0,12	-0,20	-0,12	-0,11	0,02
		Ham Mukavemet (N/mm2)	0,66	0,65	0,63	0,66	0,65	0,65
		Kuru Mukavemet (N/mm2)	1,90	1,98	2,33	1,58	1,55	1,58
		Pişmiş Mukavemet (N/mm2)	17,40	15,17	15,01	15,15	15,22	16,75
		% Su Emme	19,63	19,17	19,01	18,75	19,12	20,06
L. (Beyazlık Değeri)		85,38	85,04	83,79	83,64	83,54	83,67	
a. (Kırmızı-Yeşil Renk Değeri)		6,03	6,27	6,98	7,00	7,05	6,65	
b. (Sarı-Mavi Renk Değeri)		14,38	14,15	14,76	14,94	15,15	16,00	

Tablo 27: Referans Duvar Karosu Bünye Reçetesi ve PDKA'nın Pegmatit yerine kullanıldığı Duvar Karosu Bünye Deneme Reçeteleri hammadde oranları, pişme öncesi ve pişme sonrası test sonuçları tablosu

PDKA'nın "Duvar Karosu" bünyesinde kullanım denemeleri için ise; eritici olarak "pegmatit" kullanılan "Referans Duvar Karosu" bünye reçetesi; Sacmi

"Uygulamalı Seramik Teknolojisi1" kitabında Duvar Karosu üretiminde Beyaz Gövdeler (Bünyeler) oluşturmak için önerilen ortalama hammadde oranları (Özkan, 2008:260) esas alınarak, "Grup BIII" kuru preslenmiş seramik karolar için gereklerin tarif edildiği, TS EN 14411:2013-04 sf: 57'de tanımlandığı üzere su emme özelliği > %10 ve Eğilme Dayanımı 15N/mm^2 'nin üzerinde olacak şekilde hazırlanmıştır.

PDKA'nın Duvar Karosu reçetesinde pegmatit yerine kullanımı denemelerinde belirlenen "Referans Duvar Karosu" bünye reçetesindeki; "pegmatit" oranı azaltılarak yerine %2 - %15 arasında artan oranlarda PDKA ilave edilmiştir.

Tartım, öğütme ve kuru presleme yöntemiyle tablet basımı gerçekleştirilen bünye denemelerinin teknik uygunlukları, çalışma sırasında gerçekleştirilen ölçümler (ebat, % küçülme, ham mukavemet, kuru mukavemet, pişmiş mukavemet (eğilme dayanımı), % su emme, l.a.b. renk özellikleri), referans bünye reçetelerinin teknik uygunlukları ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

PDKA'nın Duvar Karosu reçetesinde pegmatit yerine kullanımı denemelerinde tabletler $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de pişirilmiştir.

PDKA artışı ile % su emme oranında ya da eğilme dayanımında ilgili herhangi bir standarta aykırı değer saptanmamıştır.

EK - VI Seramik Karo Üretimine İlham Kaynağı Olan Mozaik Tekniği

Günümüz seramik karolarına, dekoratif olarak ilham kaynağı olan en önemli tekniklerden biri “Mozaik Tekniği”dir. Dünya'daki bilinen en erken mozaik tekniği kullanım örneği, M.Ö. 3100-3800 yılları arasında inşaa edildiği düşünülen (Eanna) İnanna Tapınağı'nın kil konilerden oluşturulmuş mozaik duvardır.

Erken döneme tarihlenen en eski bir diğer mozaik örneği günümüz Türkmenistan sınırlarında yeralan, içinde Antik Türk boylarına ait tamgalar bulunduğu için Arkeolojik Türk yerleşim alanı olarak kabul edilen, M.Ö. 2500-1500 yıllarına tarihlenen “Gonur Tepe”dir(<http://www.turkbilimi.com/turkmenistan-gonur-depede-turk-tarihinin-onemli-izleri/>). Gonur Tepe, mezar odalarında bulunan; fildişi, kireç taşı gibi farklı malzemelerden üretilmiş mozaikleri (Ateş, 2013:13), figüratif ve geometrik olmak üzere ustalıkla üretilmiş iki temel mozaik tarzı gözlemlenir. Geometrik tarzda üretilen Gonur Tepe mozaikleri; farklı ebatlarda kare ve dikdörtgen şekillerde kesilmiş birimlerden oluşurken, figüratif tarzda üretilmiş olanlar ise günümüze sadece kanat şeklinde parçaları ulaşmış olan Grifon olduğu düşünülen mitolojik temalı figürler ve çintemani motifini andıran alt ve üst bordürlerden oluşmaktadır. Gonur Tepe mozaiklerinde özellikle grifon figürlerinin kas dokusunu belirtmek için pençe ve baş bölümlerini oluşturan mozaik parçalarındaki detaylı işçilik dikkat çekicidir. Mozaik panolarda kullanılan parçalarını sarı, mavi, turuncu, beyaz, yeşil gibi zengin renk çeşitliliğiyle üretilmiştir.



Şekil 148: M.Ö. 2500-1500 Türkmenistan Gonur Tepe’de bulunan sarı, mavi, turuncu, beyaz, yeşil renklerde, geometrik motifli duvar mozaığı
(<https://twitter.com/seshatdatabank/status/1097234244798169089?lang=el> [06.03.2021])



(a) ... (b)
 Şekil 149: M.Ö. 2500-1500 Gonur Tepe (a) kalp desenli geometrik duvar mozaïği,
 (b)Gonur Tepe grifon ve kanat motifli duvar mozaïği
 (<https://twitter.com/seshatdatabank/status/1097234244798169089?lang=el>[06.03.2021])



Şekil 150: M.Ö. 18.-16. Hitit Uşaklı Höyük mozaïği
 (<https://www.ancient-origins.net/news-history-archaeology/oldest-mosaic-0013191> [06.03.2021])

Mevcut arkeolojik verilere göre, zeminde taş mozaik kullanımının en eski örneği, Yozgat'ın yaklaşık 14 mil (19 km) kuzeyinde Uşaklı Höyük'te bulunan, M.Ö. 18.-16. yüzyıllarına tarihlendiği düşünülen Hitit Medeniyetine ait geometrik motifli iki renkli zemin mozaik kaplamasıdır.

Tarihdeki en eski zeminde çok renkli mozaik kullanımı ise Anadolu'da Frig Antik kenti Gordion Kalesinde (Ankara/Polatlı'da bulunan) 9. yüzyılın ikinci yarısına (Erken Frig Dönemi sonları) tarihlenen "Frig Kalesi Teras Binası"nda bulunan Megaron II Binası"nda bulunan polikrom(çok renkli) mozaikleridir(Rose, 2017:157). "Megaron II Binası" mozaikleri, zeminde polikrom (çok renkli) mozaik zemin süslemelerinin ilk örneği kabul edilir (Pamuk, 2021:38). Gordion Antik kenti polikrom mozaikleri ne Ege'de ne de Yakın Doğu'da bir benzeri bulunmayan üslupla, koyu mavi, koyu kırmızı, beyaz ve daha az sıklıkta sarı renkli çakıltaşlarıyla ayrıntılı geometrik tasarımlar ağı olarak işlenmiştir.



Şekil 151: (a)Rekonstrüksiyonu yapılan 10x10m 'lik Gordion Megaron II binası renkli çakıl mozaiklerin yukarıdan genel görünümü, (b)Gordion renkli çakıl mozaiklerin detay görünümü
(<http://www.conlab.org/acl/gordion/mosaic.html>)



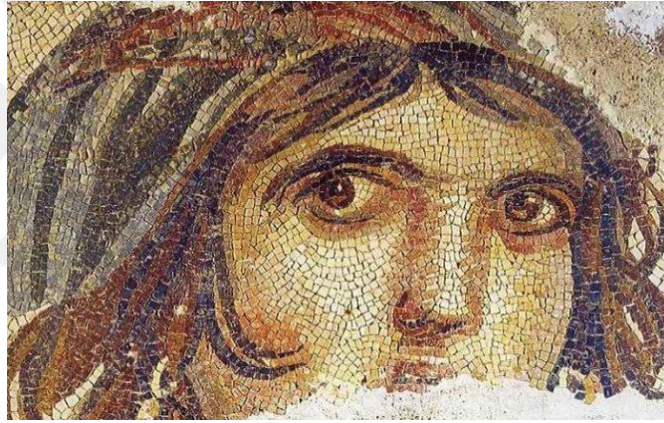
Şekil 152: Rekonstrüksiyonu yapılan M.Ö.9.yy'ın ikinci yarısına tarihlenen Gordion MegaronII binası renkli çakıl mozaiklerin suluboya tasviri (Ray ve Darbyshire, 2017:158)

M.Ö. 5. yüzyıldan itibaren ise Yunanistan'da çakıl kullanılarak oluşturulan genellikle koyu zemin üzerine açık renkli figürlerle oluşturulmuş, mitolojik konular, geometrik ve bitkisel motiflerin yer aldığı mozaikler süsleme amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. (Ates, 2019:13-14).



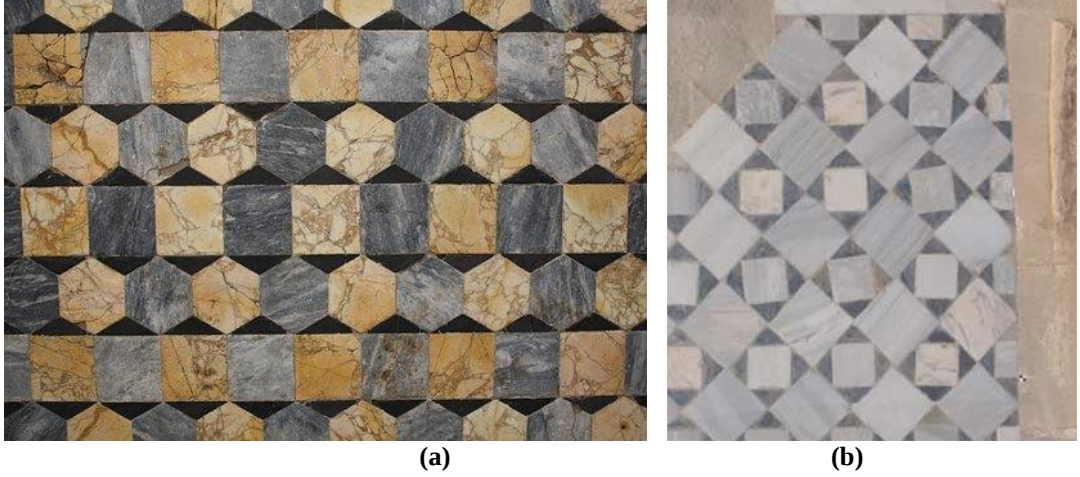
Şekil 153: Yunanistan, Olynthus, A vi 3 evi, Bellerophon mozaiki (Şekil: Ateş, 2019:14).

Mozaik sanatı ile ilgili ilk yazılı bilgilere göre, Antik çağda mozaik döşemeler; duvar ve kubbe mozaikleri “opus museum” ve taban mozaikleri “opus tesellatum” olarak adlandırılmıştır (Ateş, 2019:12). Mozaik kullanımı Roma Döneminde de önem kazanmış, tipik olarak 0,5 ila 1,5 cm arasında değişen küçük renkli kareler (tessera veya tessellae)den, mermer, seramik, cam, smalto (cam hamuru), çanak çömlek, taş, deniz kabukları, zaman zaman altın gibi değerli metal malzemelerin kesilip bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur (<https://www.worldhistory.org/article/498/roman-mosaics/> ; https://en.wikipedia.org/wiki/Roman_mosaic#Development). Değerli metal ve taşların mozaik yapımında kullanımına örnek olarak Ayasofya(<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ayasofya>), renkli taşlarla birlikte seramik parçalarının mozaik yapımında kullanımına örnek olarak Perge Antik Kenti mozaik buluntuları gösterilebilir(Işıkkaya, 2010;316).



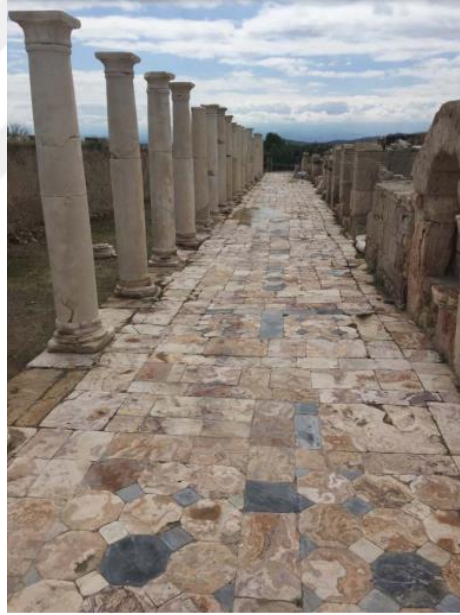
Şekil 154: Çingene Kızı 'Maenad' mozaïği, Sergi Yeri: Zeugma Müzesi, Gaziantep
(<https://www.turizmgunlugu.com/2018/11/27/cingene-kizi-mozaiginin-kayip-parcalari-istanbulda/>)

M.Ö. 2-1. Yüzyılda ise, tesseralı mozaik tekniği Akdeniz dünyasında yaygınlaşmış, mozaikleri oluşturan tesseraların boyutlarının 0,4-0,5mm.ye kadar küçültülmesiyle, yuvarlak çizgiler oluşturacak şekilde yan yana, kıvrımlarla dizilmelerine ve figürlü panolarda kompozisyonlarda ışık gölge oyunları kullanılmasına, zengin perspektifler yaratılmasına izin veren "vermiculus tekniği"nin geliştirilmesiyle zenginleşmiştir. Assos, Erythrae, Pergamon, Pompei, İskenderiye, Delos mozaikleri bu teknikli döşeme süslemelerine sahip antik kentler arasındadır (Uçar, 2020:15).



Şekil 155: (a) MS 2. yüzyıl, Roma. Arausio'dan mermer opus sectile döşemesinin bir bölümü, Fransa. (Archaeological Museum, Orange) (<https://www.worldhistory.org/image/5535/opus-sectile-flooring-hexagons/> [06.03.2021])

(b) Erken Roma Dönemi, Perge Antik Kenti mermer opus sectile döşemesi (Işıklıkaya, 2010:271)



Şekil 156: (Erken Roma -Geç Antik Çağ)Lidya Sınır kenti Tripolis'de (günümüzde Buldan/ Denizli sınırları) opus sectile tekniğiyle döşenmiş çarşı ve dükkanların bulunduğu sütunlu yol (<https://oxfordbyzantinesociety.files.wordpress.com/2017/04/abstracts-booklet-lydia-symposium-1.pdf> [06.03.2021])

M.Ö. 2-1. yüzyılda "Opus Sectile" adı verilen bir tür kakma tekniği olarak tanımlanan mozaik türü gelişmiştir. Opus Sectile tekniğinde; üçgen, kare, losanj, sekizgen biçiminde kesilen çoğunlukla renkli mermer parçaları; dama, yıldız, başak, arı yuvası gibi motifler oluşturacak şekilde döşenmektedir. Opus Sectile tekniğiyle oluşturulan süslemelerde; geometrik şekiller başta olmak üzere, bitkisel motifler ve insan figürleri kullanılmıştır. Doğudan Yunan mimarisine, Helenistik dünyaya ve

Roma'ya geçtiği düşünölen ve özellikle Bizans döneminde yaygın olarak kullanılan bu teknikte malzemenin pahalı ve malzeme naklinin güç oluşu gibi nedenler Opus Sectile tekniğı ile üretilen mozaiklerin daha çok saray ve genel yapı zeminlerini süslemesine neden olmuştur (Üstüner, 2002:68'den akt. Uçar, 2020:16). Helenistik Dönemde (M.Ö.323-33) "Opus Sectile" tekniğini, Romalılar duvar dekorasyonunda da uygulayarak genişletmiş(<https://www.worldhistory.org/article/498/roman-mosaics/>), M.S. 4. yüzyıla gelinmeden Romalılar, birçok kamu binasında ve özel villalarda bu tekniğın ve Mısır etkisiyle ana malzeme olarak opak cam kullanarak dekorasyon yapmışlardır (<https://www.worldhistory.org/article/498/roman-mosaics/>).

Geliştirilen tüm bu mozaik teknikleri ve bu tekniklerle üretilen mozaikler çağlar boyunca çeşitli uygarlıklara aktararak, bu süreçte İslam seramik sanatında olduğu gibi sadece seramik malzemelerin kullanıldığı yeni bir kimlik de kazanmıştır. İslam seramik sanatında mozaikler, Earthenware ve Stonepaste bünyelerle üretilip çeşitli renklerle sırlanan seramik parçaların, pişme öncesi ya da pişme sonrası çeşitli geometrik şekillerde kesilip şekillendirilmesi ile oluşturularak daha çok duvar dekorasyonu için kullanılmıştır. Roma ve önceki devirlerde kullanılan figüratif dekor anlayışı yerine, geometrik motiflerden oluşan bir mozaik anlayışı sergilerler.



Şekil 157: 14. Yüzyıl Elhamra Sarayı çini mozaik duvar kaplamaları, (Lemmen, 1993, s. 33'den akt. Okutur, 2017:1).

**EK - VII Pişmiş Duvar Karosu Atıklarının Porselen Stoneware Karo
Bünyesinde Hammadde Olarak Kullanımı (Seres21 Poster Bildiri)**




Utilization Of Fired Wall Tile Scraps As A Raw Material in Porcelain Stoneware Tile Body : A Preliminary Study

İstem Şencan, Gıda Granül R&D Laboratory Researcher, Aydın, Turkey
(Düleyman Demirel University Fine Art Institute Art and Design PhD Student, Isparta)
Isencan@com.tr
Orcid Number: 0000-0002-5566-0511



Introduction :

Porcelain Stoneware Tiles are characterized by low values of water absorption according to ISO 12855 (average 0,5 % and they have superior technological properties than that Tiles such as low water absorption (0,5 < 0,5 %), high bending strength, high abrasion resistance and also excellent chemical and frost resistance (Demirel, Şencan & Hacıoğlu, 2020:17).

According to their physical, chemical, mechanical properties, Porcelain Stoneware Tiles are used other than their final production and superior properties also observed.

Porcelain Tiles are main component of many ceramic products (Demirel, 2018:191) and especially Porcelain Stoneware Tiles loaded area of waste is consisting of 27-48 % (Şencan (poster) Demirel & Şencan, 2020:180) and the resources of which are gradually decreasing in the World.

The reason that a significant amount of ceramic wastes are destined to landfill is used as very low and/or very short, fired wall tile scraps in the use of their waste scraps.

After the scraps (PWTs) are generated at the final tile production process, the most of the final product body such as low-range, firing defects and etc. fired wall tile scraps' technological structures are made up of anorthite and quartz. Also their chemical structure contains different flux oxides such as K₂O, Na₂O and CaO, as well as SiO₂ and Al₂O₃ which give body structural properties for ceramic bodies and their loss of grain (SiO₂) rate is less than 1%.

These scraps effectively are needed for wall tile body production as a raw material and also they can be used as a raw material in Porcelain Stoneware Tile production.

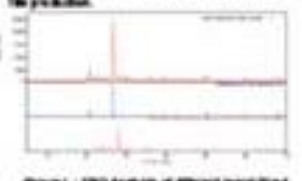


Figure 1 : XRD Analysis of different brand fired wall tile scraps



Table 1 : Different raw materials chemical analysis (wt%)

Table 2 : Body Porcelain Stoneware Body recipes

	1	2	3	4	5	6
Porcelain	100	100	100	100	100	100
PWT	0	0	0	0	0	0
Glaze	0	0	0	0	0	0
Water	0	0	0	0	0	0
Glaze	0	0	0	0	0	0
Water	0	0	0	0	0	0
Glaze	0	0	0	0	0	0
Water	0	0	0	0	0	0

Table 3 : Body Porcelain Stoneware Body recipes

	1	2	3	4	5	6
Porcelain	100	100	100	100	100	100
PWT	0	0	0	0	0	0
Glaze	0	0	0	0	0	0
Water	0	0	0	0	0	0
Glaze	0	0	0	0	0	0
Water	0	0	0	0	0	0
Glaze	0	0	0	0	0	0
Water	0	0	0	0	0	0

Experimental :

In this study, to investigate the effects of using fired wall tile scraps (PWTs) in Porcelain Stoneware Tile (PST) bodies which have suitable physical properties like low water absorption (0,5 < 0,5 %) and bending strength value (up to 500 N/mm²) for PST production.

Because of there are body and Porcelain-body two different types ceramic technology in Turkey, prepared body "PWT 010" and Porcelain-body "PWT 010" new different type two prepared PST Porcelain Stoneware Tile (PST) body composition.

STO Porcelain Stoneware bodies were prepared by adding clay, kaolin, feldspar, quartz, PWT body composition were prepared by adding clay, kaolin, feldspar, quartz and also increasing rates (0-10%) of fired wall tile scraps instead of quartz, feldspar and kaolin.

Prepared PSTs and body samples were ground by wet grinding method, shaped using a force on isostatic dust pressing

Conclusion :

Laboratory works showed that, Fired Wall Tile Scraps can be used in STO Porcelain Stoneware Tile Body composition as a ceramic raw material and is observed to its increased the physical parameters of the Porcelain Stoneware Tile (PST) bodies and also the test results were obtained by the addition of PWTs as a raw material in body PST body composition.

"PWT 01" which was used PWTs instead of kaolin and "PWT 02" which was used PWTs instead of kaolin and quartz, from the test results for Fired Stoneware Tiles (PSTs).

Compared to PWTs used final recipes and STO bodies are PWTs used final recipes have better physical properties, which are important parameters for PST production, such as fired modulus of rupture (MOR) and low water absorption %, deformation (water sorption, corner warpage, expansion etc.) even at high firing temperature (1270 - 1300°C).

As a result of this study, using fired wall tile scraps as a raw material in Porcelain Stoneware Tile bodies could be used for improved in PST bodies technical specifications and it is also thought that it will keep of better environmental conditions. Further in increasing amount of using scraps.

References :

Demirel, M. (2018). *Porcelain Tiles for Ceramic: Science, Production Trends and Technological Value*. Research, Conservation and Recycling, 121, 181-205.

Wahner-Hempel, J. A. Hacıoğlu, J. M. & Hacıoğlu, M. (2020). Effect of firing temperature on sintering of porcelain stoneware tiles. *Ceramics International*, 46(1), 5683-5691.

SAĞA, S. (2002). *Applied Ceramic Technology* Vol. 1, 100-100/2016 Ceramic Book - Definition, classification, characteristics and marking standard

SEARS 2021

13-15 Ekim 2021, İstanbul

2.25 Serli Porselen Sofra Eşyalarında Kullanılan Boyaların Dayanım Arttırıcı Sr Kompozisyonlarının Geliştirilmesi 95

2.26 The Effect Of Alkaline Earth Oxides In Matte Glaze Recipe On Color Intensity Of Digital Pink Ink 96

2.27 The Effect Of Gas Flow Rate On Adhesion Strength In Aerosol Coating Method 96

2.28 The Effect Of Low Water Absorption Ceramic Body On Production Capacity Increase 97

2.29 Utilization of Fired Wall Tile Scraps As A Raw Material in Porcelain Stoneware Tile Body : A Preliminary Study 98

2.30 Yonmish Ahşap (charcoal) Yüzeyinin Serli Porselen Yer Karosu Yüzeyinde Geliştirilmesi 99

Şekil 158: Ekim 2021 tarihlerinde Uluslararası Seres 2021 kongresinde sunulan poster bildiri ve bildiri özetleri kitapçığındaki yeri (Şencan, 2021).