

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANA SANAT DALI

İNORGANİK KATI ATIKLARIN MISIR PASTASI ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Özlem SAĞLIYAN SÖNMEZ

SANATTA YETERLİK TEZİ
ADANA /2025

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANA SANAT DALI

İNORGANİK KATI ATIKLARIN MISIR PASTASI ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Özlem SAĞLIYAN SÖNMEZ

Danışman: Doç. Dr. Nergis KILINÇ MİRDALI

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ensar TAÇYILDIZ

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Yusuf Ziya HALEFOĞLU

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Aşlı ÇAKIR ARIANPOUR

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Şerife YALÇIN YASTI

SANATTA YETERLİK TEZİ

ADANA/2025

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalında SANATTA YETERLİK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Nergis KILINÇ MİRDALI (Danışman)

Üye: Prof. Dr. Ensar TAÇYILDIZ

Üye: Doç. Dr. Yusuf Ziya HALEFOĞLU

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aslı ÇAKIR ARIANPOUR

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Şerife YALÇIN YASTI

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2025

Prof. Dr. Hüseyin GÜLER

Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Özlem SAĞLIYAN SÖNMEZ

ÖZET

İNORGANİK KATI ATIKLARIN MISIR PASTASI ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Özlem SAĞLIYAN SÖNMEZ

Sanatta Yeterlik Tezi, Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nergis KILINÇ MİRDALI

Şubat 2025, 171 sayfa

Artan nüfus ile birlikte inorganik katı atıkların farklı sektörlerde değerlendirilmesi popüler olmuştur. Bu çalışmada inorganik katı atıkların türü, katkı miktarı, tane boyutu ve form büyüklüğünün Mısır pastası üretimine etkileri 950°C ve 1050°C sıcaklıklarda araştırılmıştır. Kırma-öğütme-eleme işlemlerinden geçirilen tane büyüklüğü 0,5mm, 1mm ve 4mm boyutlarına getirilen cam ambalaj atıklarından beyaz meyve suyu şişesi, mavi soda şişesi, yeşil soda şişesi, araba camı, kahverengi bira şişesi ve yeşil şarap şişesi camı tozları ağırlıkça %40-%55 oranında hazırlanan Mısır Pastası reçetelerine ilave edilmiştir. Ayrıca metal atıklardan demir, pirinç, alüminyum ve anahtar tozu Mısır Pastası reçetelerine ağırlıkça %5 ilave edilmiştir. İnorganik katı atıklardan cam atığı ve metal atığı katkılı 950°C’de en iyi erime gösteren ve verilen şekli koruyan 6 adet Mısır Pastası örneği seçilerek Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile mikroyapısal, Enerji Dağılımlı Spektrometre (EDS) ile mikrokimyasal özellikler açısından incelenmiştir. Mısır pastası uygulamalarında çiçeklenme yöntemi kullanılmıştır. Atık katkılı Mısır pastalarının şekillendirilmesinde alçı ve silikon kalıp; ayrıca serbest el ile şekillendirme yöntemleri kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan farklı cam ambalaj atıkları ve metal tozlarının 950 °C’de Mısır pastası üretimine uygun olduğu görülmüş, 5 cm üstünde formlar üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır Pastası, Seramik, Cam, Metal, İnorganik Katı Atık

ABSTRACT**EVALUATION AND CHARACTERIZATION OF INORGANIC SOLID WASTES IN EGYPTIAN PASTE PRODUCTION****Özlem SAĞLIYAN SÖNMEZ****Ph.D. Thesis, Department of Art and Desing****Supervisor: Assoc. Prof. Nergis KILINÇ MİRDALI****February 2025, 171 pages**

With the increasing population, it has become popular to utilize inorganic solid wastes in different sectors. In this study, the effects of inorganic solid waste type, additive amount, grain size and form size on Egyptian paste production were investigated at 950°C and 1050°C temperatures. White juice bottle, blue soda bottle, green soda bottle, car glass, brown beer bottle and green wine bottle glass powders from glass packaging wastes with grain sizes of 0.5mm, 1mm and 4mm after crushing-grinding- sieving processes were added to the Egyptian paste recipes prepared at a ratio of 40%-55% by weight. In addition, iron, brass, aluminum and key powder from metal wastes were added 5% by weight to the Egyptian paste recipes. From inorganic solid wastes, 6 samples of Egyptian paste with glass waste and metal waste additives 950°C that showed the best melting and kept the given shape were selected and examined in terms of microstructural properties by Scanning Electron Microscopy (SEM) and microchemical properties by Energy Dispersive X-Ray Spectrophotometry (EDS). Flowering method was used in Egyptian paste applications. Gypsum and silicone molds and freehand shaping methods were used to shape the waste-added Egyptian paste. Different glass packaging wastes and metal powders used in this study were found to be suitable for Egyptian paste production in 950°C and forms above 5 cm were produced.

Keywords: Egyptian Paste, Ceramic, Glass, Metal, Inorganic Solid Waste

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, kullanılan inorganik katı atık cam ve metal tozları ile Mısır pastası reçeteleri hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan Mısır pastası reçeteleri ile uygulamalar yapılmış ve daha sonra elde edilen sonuçlar doğrultusunda sanatsal uygulamalar yapılmıştır.

Bu çalışmam sırasında tüm bilgi ve birikimini benimle paylaşan ve çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında ve yürütülmesinde bana her zaman yol gösterici olan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Nergis KILINÇ MİRDALI'ya, çalışmalarım boyunca yanımda olan ve desteğini benden esirgemeyen eşim Barış Emre SÖNMEZ'e, bu süreçte anlayış ve destek gösteren oğlum Atahan Kayra ile beni sabırsızlıkla bekleyen kızım Talya Lena'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, SSY-2022-14554 numaralı araştırma projesi kapsamında Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Özlem SAĞLIYAN SÖNMEZ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
GÖRSELLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xvii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1.Problem Durumu.....	3
1.2.Araştırmanın Amacı.....	3
1.3.Araştırmanın Önemi.....	4
1.4.Sayıtlar (Varsayımlar).....	5
1.5.Yöntem.....	5
1.6.Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Mısır Pastasının Tanımı ve Tarihi.....	6
2.2. İnorganik ve İnorganik Katkılı Bünyeler.....	10
2.3. İnorganik Katı Atıklar.....	11
2.3.1.Mısır Pastasında Kullanılan İnorganik Katı Atıklar.....	12
2.4. Mısır Pastası Şekillendirme Yöntemleri.....	13
2.4.1. El ile Şekillendirme.....	13
2.4.2. Torna ile Şekillendirme.....	14

2.4.3. Kalıp ile Şekillendirme.....	14
2.5. Mısır Pastası Uygulama Yöntemleri.....	16
2.5.1. Çiçeklenme.....	17
2.5.2. Sementasyon.....	19
2.5.3. Aplikasyon (Ekleme).....	21
2.6. İlgili Araştırmalar.....	22

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal.....	33
3.1.1. Bentonit.....	33
3.1.2. Kaolin.....	33
3.1.3. Kuvars.....	34
3.1.4. Feldspat.....	34
3.1.5. Kalsit.....	35
3.1.6. Kobalt Oksit.....	35
3.1.7. Bakır Oksit.....	36
3.1.8. Soda (Sodyum bikarbonat).....	36
3.1.9. Cam Atıklar.....	36
3.1.10. Metal Katı Atıklar.....	40
3.1.10.1. Alüminyum.....	41
3.1.10.2. Demir.....	41
3.1.10.3. Pirinç.....	42
3.1.10.4. Anahtar Tozu.....	42
3.2. Metod.....	42

3.2.1. Mısır Pastası Reçeteleri.....	44
3.2.2. Mısır Pastası Üretimi.....	45
3.2.3. Mısır Pastası Reçete Uygulamaları	46
3.2.4. Kalıp Hazırlama ve Şekillendirme	47
3.2.5. Mısır Pastası Uygulama Yöntemi	47
3.2.6. İnorganik Katı Atıklı Mısır Pastası Form Uygulamaları.....	47

BÖLÜM IV

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Mısır Pastası Reçeteleri	51
4.1.1. Mısır Pastası Çiçeklenme Reçeteleri.....	52
4.1.2. Mısır Pastası Sementasyon Reçeteleri.....	69
4.1.3. Mısır Pastası Aplikasyon Reçeteleri.....	71
4.2. Cam Atıklarının Tane Boyutlarına Göre Sınıflandırılması ile Oluşturulan Formlar..	73
4.3. Mısır Pastası Karakterizasyonu.....	98
4.3.1. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-5 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu.....	99
4.3.2. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-1 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu...	104
4.3.3. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan B7-3 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu.....	110
4.3.4. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-5 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu...	114
4.3.5. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-2 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu....	118
4.3.6. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-5 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu...	121
4.4. Sanatsal Uygulamalar.....	124

BÖLÜM V

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç ve Öneriler.....	140
KAYNAKÇA.....	145

GÖRSELLER LİSTESİ

Görsel 1: Qantir'den pişmiş toprakta Şabti kalıbı.....	15
Görsel 2: Nu-shabti için iki parçalı pişmiş toprak kalıp.....	16
Görsel 3: Üç farklı Mısır çamuru uygulama metodu.....	17
Görsel 4: Was-sceptre (Asa), Mısır pastası, MÖ 1425.....	19
Görsel 5: Hipopotam, Orta Krallık Dönemi, sementasyon.....	20
Görsel 6: Şahin, Beşinci Hanedanlık Dönemi (MÖ 2465–2323), aplikasyon.....	22
Görsel 7: BES (Dans, müzik ve savaş tanrısı) kabından parça, Geç Dönem (MÖ 713–332), aplikasyon.....	22
Görsel 8: “Dört Patlama” Deborah Sigel, Mısır pastası.....	23
Görsel 9: “Mikroloji” Rachel Leary, Mısır pastası.....	24
Görsel 10: “Djed Sütunu” Zahed Tajeddin, Mısır pastası.....	24
Görsel 11: “Yüzük” (Yeni Krallık).....	25
Görsel 12: “Takı 13” kolye, el ile şekillendirme, 900 °C, pirinç, Mısır pastası.....	25
Görsel 13: “Takı 6” kolyeler, el ile şekillendirme, 900 °C, Mısır pastası.....	25
Görsel 14: “Takı 3” kolye, el ile şekillendirme, 900 °C, Mısır pastası.....	26
Görsel 15: “Mavi Mısır Çamur Takı 1”, Mısır çamuru ve karışık malzeme, 960°C.....	26
Görsel 16: “Yeşil Mısır Çamur Takı 3”, Mısır çamuru ve karışık malzeme, 960 °C.....	27
Görsel 17: Kolye, Mısır pastası.....	27
Görsel 18: <i>Hipopotam Figürleri</i> , Mısır pastası, Mısır pastası sulu ve kuru sementasyon yöntemleri uygulama.....	28
Görsel 19: “Akıl Süzgeci”, Mısır pastası.....	28
Görsel 20: “Akıl Süzgeci”, Mısır pastası.....	28
Görsel 21: “Katır boncukları”, Mısır pastası.....	29
Görsel 22: “Takı 6” kolye ucu, 950 °C, Mısır çamuru.....	30

Görsel 23: “Latife 1” kolye ucu, 950 °C, Mısır çamuru.....	30
Görsel 24: “Takı 4” kolye ucu, 950 °C, Mısır çamuru.....	30
Görsel 25: Maymun figürü, Mısır pastası, 930 °C.....	31
Görsel 26: Antik Mısır çamurundan yapılmış hayvan figürü, Mısır çamuru.....	31
Görsel 27: Antik Mısır çamurundan yapılmış hayvan figürü, Mısır çamuru.....	31
Görsel 28: Antik Mısır çamurundan yapılmış hayvan figürü, Mısır çamuru.....	32
Görsel 29: Cam atıklar.....	38
Görsel 30: Metal atıklar.....	41
Görsel 31: Alçı kalıp.....	47
Görsel 32: Silikon Kalıplar.....	47
Görsel 33: Küçük ölçekli kalıp ve form	48
Görsel 34: Orta ölçekli kalıp ve form	49
Görsel 35: Büyük ölçekli kalıp ve form	49
Görsel 36: Mısır pastası form örnekleri: a) Arap zamksız uygulama ve b) Arap zamlı uygulama	50
Görsel 37: Kuru sementasyon ile yapılmış A1, B1 ve C1 reçeteli Mısır pastası	71
Görsel 38: Aplikasyon uygulama durumu	73
Görsel 39: A11-5 Kodlu deney örneği (950°C)	100
Görsel 40: A11-1 Kodlu deney örneği (950°C)	105
Görsel 41: B7-3 kodlu deney örneği (1050°C)	111
Görsel 42: A11-9 kodlu deney örneği (950°C)	115
Görsel 43: A11-2 kodlu deney örneği (950°C)	119
Görsel 44: B7-7 kodlu deney örneği (950°C)	122

- Görsel 45:** İnorganik katı atık yeşil şişe cam tozu Mısır pastası bünye (Reçete A11-1), *Horus Figürini*, 15x10x3 cm, 950°C,125
- Görsel 46:** İnorganik katı atık mavi şişe cam tozu Mısır pastası bünye (Reçete A11-3), *Kral Mycerinus Üçlüsü Hathor ve Nome Figürini*, 20x15x6 cm, 950 °C,126
- Görsel 47:** İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-3), *Mısır Piramidi*, 6x5x5 cm, 950 °C,127
- Görsel 48:** İnorganik katı atık mavi şişe cam tozu ve anahtar tozu Mısır pastası bünye (Reçete A11-9), *Anubis Figürini*, 23x9x2.5 cm, 950°C,128
- Görsel 49:** İnorganik katı atık mavi ve yeşil şişe cam tozu Mısır pastası bünye (Reçete A11-3-A11-1), *Anubis ve Tutankhamun Figürini*, 24x17x3 cm, 950°C,129
- Görsel 50:** İnorganik katı atık mavi şişe cam tozu ve kobalt oksit Mısır pastası bünye (Reçete A11-, B7-5), *Tutankhamun, Anubis, Kedi Figürini*, 28x16x2.5 cm, 950°C,130
- Görsel 51:** İnorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve pirinç tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-12), *Anubis Figürini*, 19x9x2.5 cm, 950 °C, ...131
- Görsel 52:** İnorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve pirinç tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-12), *Ra'nın Gözü Tabak*, R:23 cm, 950 °C, ...132
- Görsel 53:** İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi ve yeşil soda şişesi cam tozları katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-1, A11-3), *Anubis Figürinleri*, 12x9x2.5 cm, 950 °C,133
- Görsel 54:** İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi ve beyaz meyve suyu şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-5, A11-3), *Tutankhamun Figürini*, 14x5-12x6 cm, 950 °C,134
- Görsel 55:** İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi, yeşil soda şişesi ve Beyaz meyve suyu şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-3, A11-1, A11-5), *Anubis Figürinli Pano*, R:19 cm, 950 °C,135
- Görsel 56:** İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-3), *Mask*, 17x10x7 cm, 950 °C,136
- Görsel 57:** İnorganik katı atıklardan yeşil soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-1), *İnsan Yüzü*, 18x10x7 cm, 950 °C,137

- Görsel 58:** İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-3), *İnsan Yüzü*, 17x10x7 cm, 950 °C,138
- Görsel 59:** İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu, beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve renklendirici kobalt oksit katkılı Mısır pastası bünye (Reçete B7-7, A11-3), *İnsan Yüzleri*, 15x10x5 cm, 950 °C,139
- Görsel 60:** İnorganik katı atıklardan yeşil soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-1), *Şişe*, 6x4 cm, 950 °C,140



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Cam Tozların Kimyasal Analizi	37
Tablo 2: Cam Tozlarının Tane Boyutları	39
Tablo 3: Atık Metal Tozların Kimyasal Analizi	40
Tablo 4: A2 Kodlu Mısır Pastası Reçetesi	45
Tablo 5: A11 Kodlu Mısır Pastası Reçetesi	45
Tablo 6: B7 Kodlu Mısır Pastası Reçetesi.....	45
Tablo 7: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri	54
Tablo 8: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri	61
Tablo 9: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Tane Boyutu Farkına Göre Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri	68
Tablo 10: 950 °C Sıcaklıkta Gelişen Sementasyon Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Mısır Pastası Deney örnekleri	70
Tablo 11: 950 °C Sıcaklıkta Gelişen Aplikasyon Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Mısır Pastası Deney örnekleri	72
Tablo 12: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 950°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri	74
Tablo 13: B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 950°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri	76
Tablo 14: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C Sıcaklıkta Boyutuna Etkileri Ürün/Form	79
Tablo 15: B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri	81
Tablo 16: A11 ve B7 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri	83

Tablo 17: A11 ve B7 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri	85
Tablo 18: A11 ve B7 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri	86
Tablo 19: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen Farklı Tane Boyutunda Farklı Cam Tozu Atığının 950 °C Ürün/Form Boyutuna Etkileri	89
Tablo 20: A11-4 Kodlu Reçeteye İlave Edilen Farklı Tane Boyutunda Araba Camı Tozu Atıklarının 1050 °C Ürün/Form Boyutuna Etkileri	94
Tablo 21: A11-4 ve B7-3 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutunda Araba Camı Tozu Atığının 1050 °C Ürün/Form Boyutuna Etkileri	96
Tablo 22: B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 1050°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri	97
Tablo 23: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 1050°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri	99
Tablo 24: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	101
Tablo 25: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	102
Tablo 26: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	103
Tablo 27: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	104
Tablo 28: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	107
Tablo 29: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	108
Tablo 30: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	109
Tablo 31: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	110
Tablo 32: Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği	112
Tablo 33: B7-3 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	113
Tablo 34: B7-3 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	114
Tablo 35: A11-9 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	117

Tablo 36: A11-9 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	118
Tablo 37: A11-2 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	120
Tablo 38: A11-2 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	121
Tablo 39: B7-7 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	123
Tablo 40: B7-7 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği	124



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Çalışmada kullanılan Mısır pastası pişirimlerine ait fırın rejim grafiği	43
Şekil 2: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin 950°C’de SEM görüntüleri (a, b, c, d, e)...	100
Şekil 3: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan (yüzey) EDS analizi ...	101
Şekil 4: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan (alt bölümü) EDS analizi.....	102
Şekil 5: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi	103
Şekil 6: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi	104
Şekil 7: A11-1 Kodlu Mısır pastası örneğinin 950°C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c, d).....	106
Şekil 8: A11-1 kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi	107
Şekil 9: A11-1 kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi	108
Şekil 10: A11-1 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi	109
Şekil 11: A11-1 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi	110
Şekil 12: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin 1050°C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c).....	111
Şekil 13: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi	112
Şekil 14: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi	113
Şekil 15: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi.....	114
Şekil 16: A11-9 kodlu deney örneğinin 950 °C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c, d, e)	116
Şekil 17: A11-9 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi	117
Şekil 18: A11-9 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi	118

Şekil 19: A11-2 Kodlu deney örneğinin 950 °C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c)	119
Şekil 20: A11-2 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi	120
Şekil 21: A11-2 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi	121
Şekil 22: B7-7 Kodlu deney örneğinin 950 °C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c, d)	122
Şekil 23: B7-7 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi	123
Şekil 24: B7-7 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi.....	124



BÖLÜM I

GİRİŞ

Mısır pastası, “ilk yüksek teknoloji seramiği” olarak tanımlanıyor. Geniş bir tanımla, alkali sırla kaplanmış erimiş silisli malzemeden yapılmıştır ve malzeme neredeyse kil içermez. Adından da anlaşılacağı gibi Mısır'da yaygın olmasına rağmen Mezopotamya'nın geri kalanında, İran'da, İndus Vadisi'nde ve Akdeniz Bölgesi'nde de bulunup üretildi. Mısır pastası objeler, MÖ 4. binyılın başlarından MS 7. yüzyıldaki geç Roma Dönemi'ne kadar Eski Mısır ve Mezopotamya'da çok yaygındı. Bir malzeme olarak Mısır pastası, boncuklardan küçük objelere, kaplara, duvar kaplama malzemelerine ve mimari unsurlara kadar çok çeşitli sanat eserleri üretmek için kullanılmıştır. Ancak üretim zorluğu nedeniyle malzemenin kullanımı giderek azalmış ve üretim teknikleri kaybolmaya yüz tutmuştur.

Mısır pastası, şeffaf sırn parlak mavi-yeşil rengiyle karakterize edilen seramik bir malzemedir; ancak parlak mavi bir renk elde etmek için seçilen alt tabaka, bölgede her yerde bulunan kırmızı veya sarı kil yerine beyaz, ezilmiş kuvars bünyesiydi. Mısır pastası teknolojisi MÖ 4000 yıllarında Mısır'da mezarlarda bulunan boncuklar, muskalar ve küçük heykeller için geliştirildi. Korunmasının zayıf olduğu Mezopotamya'da Mısır pastası teknolojisi de aynı dönemde veya daha sonra MÖ 3000'de geliştirildi. İndus Vadisi Bölgesi'nde Mısır pastaları MÖ 2800 ile 2200 yılları arasında kazılmıştır. Parlak mavi sırlı objeler, elde edilmesi ve işlenmesi ciddi zaman ve çaba gerektiren turkuaz, malakit ve lapis lazuli gibi yarı değerli taşları taklit etmiştir (Harris, 1961, s. 222-223; Patch, 1998, s. 33). Mısır pastası, geleneksel seramik üretiminde kullanılan ve yaygın olarak bulunan hammaddeleri içerir.

Kuvars taşları bakır pigmentiyle cilalanarak üretiliyordu; ancak karmaşık şekiller pratik değildi. Bu teknik, malzemenin şekillendirilmesine, daha sonra pişirilmesine ve sırlanarak kaplar, heykeller ve kakmalar gibi çok daha karmaşık şekiller üretilmesine olanak tanıyan daha fazla Mısır pastası teknolojisine dönüştü. Her ne kadar bu parçalar tipik olarak anılsa da “Mısır Pastası” olarak adlandırılan teknoloji, Mısır ve Mezopotamya'da hemen hemen aynı zamanlarda gelişmiştir. Hanedanlık öncesi Mısır pastasında bulunan ana bileşenler soda, kireç ve silikadır. Bu kaynakların çoğu yerel alandan toplanmıştır. Silika malzemesi özel olarak kuvars çakıllarının veya kuvars kumunun ezilmesinden elde edilmiştir. Natron formundaki alkali veya soda, yüksek soda

içeriğine sahip yerel bitkilerin küllerinden elde edilmiştir. Kireç ya kireçtaşı ile katılmıştır ya da ezilmiş kabuklar şeklinde kumda doğal bir yabancı madde olarak bulunmuştur.

Erken Mısır pastası tipik olarak parlak, mavi ve yeşil veya ikisinin bir kombinasyonu arasında renklendirilmiştir. Mısır pastasının rengi ya metal iyonlarının (genellikle bakır, kobalt, manganez ve demir) eklenmesinden ya da sır karışımına eklenen renkli parçacıkların (manganez dioksit, demir oksitler, kurşun antimonat) varlığından gelmektedir. Mısır pastasının sırlanması üç yöntemle elde edilir; bunların her biri farklı bir bileşim, kurutma ve fırınlama için farklı koşullar gerektirir. Bu üç yöntem: aplikasyon, çiçeklenme ve sementasyon yöntemleridir. Tek bir parça üzerinde birden fazla yöntem bir arada kullanılabilir.

Karbon elementi içermeyen, bitkisel ve hayvansal kökenli olmayan malzemelerden oluşan inorganik katkılar mineral kökenli doğal malzemelerden ve bitkisel, hayvansal ve mineral kökenli doğal malzemelerin kimyasal olarak işlenmesiyle elde edilmektedir. Bu inorganik katkılar diğer bileşenlerin yerine, tek başına veya bir arada bünyeye eklenebilmekte; ayrıca bunlara ek olarak bünye yüzeyinde de kullanılabilir. Bünyenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştiren inorganik katkıların miktar, tür ve tane boyutuna bağlı olarak bünyede gösterdiği benzer veya farklı özellikleri bulunmaktadır. Bu çalışmada hammadde olarak bentonitik kil, kaolin, feldspat, kuvars, kalsit, bakır oksit, kobalt oksit, soda (sodyum bikarbonat) ve inorganik katı atık olarak cam tozu (beyaz meyve suyu şişesi, yeşil soda şişesi, yeşil şarap şişesi, mavi soda şişesi, kahverengi bira şişesi, araba camı) ve metal tozu (pirinç, demir, alüminyum, anahtar) kullanılmıştır. Belirtilmiş olan bu hammaddeler farklı boyutlarda Mısır pastası bünye reçetelerine ilave edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı inorganik katı atıkların düşük sıcaklıkta Mısır pastası üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması ve üretilen ürünlerin mikroyapısal ve mikrokimyasal karakterizasyonudur. Belirlenmiş reçeteler ile hazırlanan Mısır pastası bünyelerinin Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ile mikroyapısal özellikleri ve Enerji Dağılımlı Spektrometre (EDS) ile mikrokimyasal özellikleri karakterize edilmiştir.

“İnorganik Katı Atıkların Mısır Pastası Üretiminde Değerlendirilmesi ve Karakterizasyonu” başlıklı Sanatta Yeterlik çalışmasının birinci bölümünde çalışma ile ilgili genel bilgilendirme yapılmış; ayrıca problem durumu, araştırmanın amacı, önemi, sayıtlar ve sınırlılıklar açıklanmıştır. İkinci bölümde; kurumsal açıklamalar ve ilgili

araştırmalar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede Mısır pastasının tanımı ve tarihi, inorganik ve inorganik katkılı bünyeler, inorganik katı atıklar, Mısır pastasında kullanılan inorganik katı atık, Mısır pastası şekillendirme yöntemleri, Mısır pastası uygulama yöntemleri ve ilgili araştırmalar alt başlıklar olarak bakılmıştır. Üçüncü bölümde; materyal ve metot kısmı olup, burada Mısır pastası üretiminde kullanılan inorganik hammaddeler ve bunların tanımları yapılmıştır. Dördüncü bölümde; araştırma bulguları kısmı olup, burada Mısır pastası reçeteleri ile hazırlanmış olan deney örneklerin bazı numunelerinin karakterizasyonu ve Mısır pastası reçeteleri kullanılarak çiçeklenme, sementasyon ve aplikasyon yöntemleri ile oluşturulmuş deney örneklerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Beşinci bölümde; Mısır pastası bünyesi inorganik katı atıkların eklenmesi ile belirlenmiş reçetelerin uygulaması yapılmıştır. Reçete uygulamaları sonucunda inorganik katı atıkların mısır pastasına bünyelere eklenmesiyle formlar üretilmiştir ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Mısır pastası bünyesi inorganik katı atıkların eklenmesi ile yapılmış olan sanatsal çalışmalar yapılmıştır. Altıncı bölümde; sonuç ve öneriler yapılmıştır.

1.1. Problem Durumu

Bu çalışmada Mısır pastası reçeteleri, çevre için sorun olan inorganik atık malzemelerin ilave edilmesi ile hazırlanmıştır. Bu sayede inorganik katı atıkların hem çevreye olan zararlı etkileri en aza indirilmiş, hem de atıkların mısır pastası reçetelerine ilave edilmesi ile olumlu sonuç alınan inorganik katı atıklı Mısır pastası reçetelerinden 15 cm yüksekliğe kadar 950°C ve 1050°C gibi düşük sıcaklıklarda farklı tane boyutlarında cam atıkları ve metal atıkları ile dekoratif amaçlı mısır pastaları üretilmiştir. Mısır pastası bünyelerinin mikroyapısal ve mikrokimyasal özellikleri SEM/EDS ile araştırılmıştır. Bu çalışmada ayrıca inorganik katı atıklar değerlendirilmiş, atıkların çevreye olan zararları en aza indirilmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışma da Mısır pastası reçetelerine inorganik katı atık malzemeler ilave edilerek bir taraftan katı atıkların değerlendirilmesi amaçlanırken diğer taraftan düşük sıcaklıkta atık türü, atık tane boyutu ve ürün boyutunun üretilen ürünler üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca düşük sıcaklıkta erime özelliği en iyi olan reçetelerin mikroyapısal ve mikrokimyasal analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda özellikle inorganik katı atık malzeme olan camların (silis) Mısır pastası reçetesindeki kimyasal

içeriği aynı olan kuvarsın yerine kullanılmış ve farklı renkte cam ambalaj atıkları toz hale getirilerek Mısır pastasındaki renk veren oksitlerin yerini almıştır.

İnorganik katı atık cam tozlarının daha düşük sıcaklıkta erimesinden dolayı genel olarak 1000 °C sıcaklıkta pişirimi yapılan Mısır pastası reçetelerine farklı tür, farklı miktar ve farklı tane boyutunda cam atıkları ve metal atıkları ilave edilerek pişirim sıcaklığının 950 °C'ye düşürülmesi amaçlanmıştır. Böylece inorganik katı atıkların Mısır pastası reçetelerine ilave edilmesiyle farklı görünüm ve dokularda Mısır pastası üretilmesi mümkün olmuştur.

Olumlu sonuçlara ulaşılacak inorganik katı atık malzemeli Mısır pastası reçetelerinden artistik form ve yüzey çalışmaları yapılması amaçlanmaktadır. Bu çalışma ile Mısır pastası reçeteleri inorganik katı atıklardan cam ve metal atıkları ilave edilerek hazırlanacaktır. Seçilen 6 adet Mısır Pastası reçetesi mikroyapısal olarak Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve SEM'e bağlı Enerji Dağılımlı Spektrometre (EDS) ile mikrokimyasal olarak karakterize edilmiştir.

Mısır pastasının plastikliği çok az olduğu için ve verilen şekli muhafaza etmesi de çok zordur. Bu yüzden özellikle ülkemizde Mısır pastasının kullanım alanı sınırlı kalmıştır. Literatür taramasından, Mısır pastasından şimdiye kadar yapılan formların büyüklük olarak 5 cm'yi geçmediği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada inorganik katı atık malzeme kullanılarak hazırlanan Mısır pastalarının özellikle 15 cm boyutlarında şekillendirmesi ve verilen bu şekli muhafaza etmesi için araştırmalar yapılmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Mısır pastası, Mısır'da yaygın olmasına rağmen Mezopotamya'nın geri kalanında, İran'da, İndus Vadisi'nde ve Akdeniz Bölgesi'nde de bulunmuş ve üretilmiştir. Mısır pastası objeler, MÖ 4. binyılın başlarından MS 7. yüzyıldaki Geç Roma Dönemi'ne kadar Eski Mısır ve Mezopotamya'da çok yaygın olarak üretilmiştir. Mısır pastası, boncuklardan küçük objelere, kaplara, duvar kaplama malzemeleri ve mimari unsurlara kadar çok çeşitli sanat eserleri üretmek için kullanılmıştır. Bu çalışmada Mısır Pastası üretimi için hazırlanmış olan reçetelere inorganik katı atıklar farklı oran ve tane büyüklüklerinde ilave edilerek 950°C ve 1050°C sıcaklıklarda farklı boyutlarda üretilmiştir. Literatür incelendiğinde çevreye zararlı olan inorganik atıklar ve metal atıklarının Mısır Pastası üretiminde şimdiye kadar kullanılmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın inorganik atıkların farklı oranlarda, farklı tane boyutlarında ve farklı sıcaklıklarda Mısır Pastası üretiminde

kullanımı ile ilgili ileride yapılacak olan yeni çalışmalara ışık tutacağı ve literatürdeki boşluğu dolduracağı tahmin edilmektedir.

1.4. Sayıtlar (Varsayımlar)

Mısır pastası yapımında inorganik atıklar ile büyük boyutlu sanatsal formlar yapılabileceği varsayılmıştır.

1.5. Yöntem

Çalışmanın yöntemi Mısır pastası ile ilgili literatür araştırılması ve bununla ilgili yapılan uygulamaların analiz edilmesidir. Belirlenmiş reçeteler ile hazırlanmış olan Mısır pastası bünyelerinin mikroyapısal incelenmesi için SEM/EDS yapılması; ayrıca oluşan kristalin fazlar XRD cihazı ile karakterize edilmesidir.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma kapsamında oluşturulan deneysel uygulamalarda 3 farklı Mısır pastası reçetesi kullanılmış ve 950 °C ile 1050 °C pişirimleri yapılmıştır. Mısır pastası reçetelerine atık malzemeler olarak Avanos kırmızı kili, beyaz meyve suyu şişesi camı, mavi soda şişesi camı, yeşil soda şişesi camı, araba camı, kahverengi bira şişesi camı ve yeşil şarap şişesi camı tozları; ayrıca metal katı atık olarak demir, pirinç, alüminyum ve anahtar tozu kullanılmıştır.

Mısır pastası uygulama yöntemi olarak çiçeklenme yöntemi kullanılmıştır. Mısır pastası şekillendirme olarak da alçı ve silikon kalıp; ayrıca serbest el ile şekillendirme yöntemleri kullanılmıştır.

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölüm başlığı altında Mısır pastasının tanımı, tarihi, inorganik katı atıkların tanımı, Mısır pastası şekillendirme yöntemleri, Mısır pastası uygulama yöntemleri ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

2.1. Mısır Pastasının Tanımı ve Tarihi

Mısır pastası, düşük sıcaklıklardaki pişirim sunucu yüzeyde camsı sır oluşturan özelliğe sahip çözünebilir hammaddelerin, objenin yapıldığı kile doğrudan karıştırılması ile elde edilen bir tür seramik çamurudur. Eski Mısırlılar hammadde olarak kuru alkalik göl artıklarından elde ettikleri ham soda ile toz haline getirdikleri çakmak taşı (kuvars) kullanmışlardır. Eski Mısırlılar, Mısır çamuruna “göz alıcı, çok parlak, göz kamaştıran” anlamlarına gelen “*tjehnet*” demişlerdir (Friedman, 1998, s. 15; Erman ve Grapow, 1971, s. 390; Foster, 1979). Düşük sıcaklıklarda pişirilen Mısır çamuru, bileşimine bağlı olarak yüzeyde genellikle mavi ve yeşil renkte camsı görünüm oluşturan, parlak bir materyaldir (Bianchi, 1998; Ayta, 2017, s. 70).

Mısır pasatası üretimi, 800-1000 °C sıcaklık aralığında pişirildiğinde (Vanthuyne, 2012, s. 396; Nicholson, 1998, s. 50) kalsiyum, silisyum ve sodyum oksitlerinden oluşan belirli doğal minerallerin ısı işlemleri olarak nitelendirilebilir (Moorey, 1994, s. 167; Noble, 1969; Binns, Myrtle ve Hazel, 1932; Kiefer ve Allibert, 1971).

Hammaddeler soda-kireç silikatlar olarak kullanılır (Pina, 2016, s. 7). Silikat kaynağının büyük olasılıkla öğütülmüş kuvars çakıllarından, kumtaşından veya çöl kumundan elde edildiği; ikincisinin ise demir veya kireçtaşı gibi bazı yabancı maddeleri içermesi muhtemel daha az saf kaynak olduğu düşünülmektedir. Kireç kaynağının muhtemelen kireçtaşından (büyük ölçüde kalsiyum karbonattan oluşan tortul bir kaya) toplanmış veya (eğer kullanılmışsa) çöl kumuna bir yabancı madde olarak istemeden eklenmiş olması muhtemeldir. Soda, Lucas, 1948’e göre başta natron olmak üzere alkalilerin bir karışımından veya tuzu seven (halofitik) bitkilerin yanmış küllerinden elde edilmekteydi (Lucas, 1948, s. 493). Bu bileşime renk eklenmiştir ve en tipik olarak ezilmiş malakit veya bakır pulundan elde edilen bakırın kullanımına atfedilir (Shortland ve Tite, 2008, s. 44).

Oldukça tipik bir Mısır pastası kompozisyonunun içeriği: Silika: 92-99% Soda: 0-5% Kireç: 1-5% (Stocks, 1997, s. 179). Silikanın amacı bünyenin büyük kısmını oluşturmak ve esas olarak bünyenin oluşturulduğu malzemedir. Kireç ve soda ilavesi, kurutma aşamasında silika taneciklerinin birbirine yapıştırılmasına yardımcı olarak ham

(pişirilmemiş) dayanıklılık sıcaklığı sağlar. Kireç ve sodanın ana güçlendirici rolü, kireç ve sodanın silika ile reaksiyona girerek silika tanelerini birbirine bağlayan ve onları camı bir matris içinde tutan küçük miktarlarda parçacıklar arası cam oluşturduğu pişirme sırasında ortaya çıkar (Nash, 2018, s. 29; Vandiver, 1983).

Mısır pastası, MÖ 4. binyıl civarında Mısır'da ve Yakın Doğu'da üretilen eski bir seramik eşyadır (Shortland ve Tite, 2008). Çoğu eski seramik eşyanın aksine, Mısır pastası çok az kil içeriyordu veya hiç kil içermiyordu ve bunun yerine esas olarak eser miktarda kalsiyum ve sodyum içeren silikadan oluşuyordu. 'Mısır Pastası' tanımı gereği camı bir malzemedir, sinterlenmiş ezilmiş kuvars bünyesi içeren ve yüzeyinde alkalın sır bulunan bir tür seramiktir (Griffin, 2002; Nicholson, 2007; Tite ve Shortland, 2008). Mısır pastasının en büyük avantajı, Roma Dönemi'ne kadar kil çömlekçiliğe yapılmayan bir şey olan sırlanabilme özelliği idi (Friedman, 1998). Mısır pastası üretiminde genel olarak üç sırlama tekniğinin kullanıldığı kabul edilmektedir; aplikasyon, çiçeklenme ve sementasyon (Vanthuyne, 2012, s. 396). Çiçeklenme ve sementasyon, kendinden sırlama teknikleri olarak bilinir. Kendinden camlı terimin kullanımı uygundur (Lucas, 1948, s. 189). Sırın doğrudan uygulanmadığı (sırlama uygulamasında olduğu gibi), bunun yerine sırlamanın malzeme bileşiminin ve işlem adımlarının doğal bir parçası olarak oluştuğu ileri sürülmektedir (Nash, 2018, s. 20).

Fayans terimi yanıltıcı görünebilir; çünkü 16. ve 17. yüzyıllarda Kuzey İtalya'da üretilen başka bir seramik eşyayı tanımlamak için kullanılır (Pina, 2016, s. 7). Bu İtalyan eşyası, bileşimi bakımından fayanstan temelde farklı olan kalay sırlı bir toprak kaptır. Bugün İtalya'da üretilen malzeme daha yaygın olarak *Majolica* olarak biliniyor (Nicholson, 2009; Krygier, 2005; Nicholson ve Peltenburg, 2000, s. 177). *Majolica* kelimesi Fransızca terimdir. Daha sonra hem Fransızca hem de İngilizce dillerinde anlamları değişmiştir. 19. yüzyılda Avrupalı arkeologlar, Mısır'daki keşfedilen antik silisli seramikleri tanımlamak için "Mısır fayansı" adını kullandılar (Noble, 1969, s. 435). 'Fayans' terimi muhtemelen malzeme için en uygun isim değildir; ancak arkeolojik literatüre o kadar yerleşmiştir ki, değiştirilmesi pek olası değildir (Nicholson ve Shaw, 2000).

Fayans, insanoğlunun icat ettiği ilk sırlı seramik malzemedir. MÖ 5. binyılın sonlarına doğru ortaya çıktı ve günümüze kadar kesintisiz olarak kullanılmaktadır (Gorman, 2002, s. 45; Shortland ve Tite, 2008). Sümer'de ya da Mısır'da icat edilmiş olabilir; ancak en büyük gelişim Mısır'da gerçekleştirildi ve bu nedenle yaygın olarak Mısır fayansı olarak anılır. Mısır pastasının en eski örnekleri MÖ 4. binyıla kadar

uzanıyor. Daha sonra üretimi Rodos, Girit, Kıbrıs, Rusya, İtalya, Fransa ve İngiltere'ye yayılmıştır (Matin ve Matin, 2012). Mısır pastasının üretimi MS 7. yüzyılın sonlarına kadar devam etmiştir. Yavaş yavaş kullanımı azalmış ve üretim tekniklerinin çoğu kaybolmuştur (Noble, 1969, s. 435; Nash, 2018, s. 27; Lucas, 1948). Mısır'daki üretimi, Roma Dönemi'ne kadar devam etmiştir. Yakın Doğu'da ise Sasani Dönemi'nin sonuna kadar üretilmiştir (MS 637) (Tite, Manti ve Shortland, 2007, s. 1568).

Mısır pastasının eski Mısır'da, Yakın Doğu'da ve Akdeniz'in 5000'den fazla bölgesinde üretildiği bilinmektedir. Kesin Mısır pastasının kökeni bilinmemekte; ancak Mısır ve Mezopotamya'da MÖ 4000 yıllarına ait kazı alanlarında küçük boncuklar şeklinde bulunmuştur. Mısır pastası endüstrisini tanımlayan çok az sayıda eski Mısır yazısı vardır (Jamieson, 2003, s. 82).

İlk Mısır pastası boncukları Obeyd Dönemi'ne (MÖ 5400-4300) tarihlenirken, Mısır'daki erken Mısır pastası örnekleri, Hanedan öncesi Orta Dönem'de (MÖ 4000-3500) Nagada I Dönemi aşamasına kadar uzanır (Moorey, 1994). Buna karşılık İndus Vadisi'nde, Mısır pastası, yüzyılın başlangıcından itibaren yalnızca kısa bir süre için üretilmiştir. Erken Dönem Mısır pastaları muhtemelen taş oymacılığı endüstrisinin bir yan ürünü olarak karşımıza çıkmıştır. Boncuklar, muskalar ve küçük bünyeler taş işleme yöntemleri kullanılarak şekillendirilmiştir. Orta Krallık Dönemi'nde (MÖ 2040-1782) sırlamanın sementasyon yöntemi geliştirilerek gerçekleştirildiği ve kullanıldığı görülmüştür. Bu dönemde formlar modelleme ve kalıplama yöntemleri ile şekillendirilmiştir; bundan dolayı da şekillendirme teknikleri basit kalmıştır. (Vandiver, 1983; Nicholson, 2012).

Krallık (MÖ 1570-1070) dönemde cam teknolojisinin ilerlemesinden kaynaklanan çok çeşitli şekil ve teknikler ortaya çıktığı için Mısır pastası geliştirilmiştir. Yeni tasarımların ve fikirlerin tanıtılmasıyla bu teknikler birleştiğinde, gelişmiş malzeme, renk ve şekillere yol açmıştır. Kral Djosen'in Saqqara'da step piramit kompleksi için binlerce mısır pastasından duvar kaplama malzemesi üretilmiştir. Bu duvar kaplama malzemeleri kütle biçiminde olup, boyutları birbirlerinden çok farklıdır. Primit için 36.000 Mısır çamuru üretilmiştir (Vandiver, 1982). Ek olarak, bu dönemde Mısırlı pastası ustaları, Miken üzengi kavanozları gibi yabancı seramikleri taklit etmeye başlamışlardır (Friedman, 1998). Mısır pastası üretim alanına ilişkin en eski arkeolojik kanıt, Abydos'ta, Orta Eski Krallık'a veya Erken Orta Krallık'a tarihlenmiştir (Nicholson ve Peltenberg, 2000, s. 180). Geriye kalan kanıtlar arasında açık ateşlemeli ocakların alt kısımları veya o dönemde üst yapılar varsa fırınların alt kısımlarını oluşturmuş olabilecek bir dizi

yuvarlak çukurlar yer alıyordu. Bu çukurlarla içerisinde arkeologlar, belirgin üretim hataları olan boncuklar ve muskaları, yani üretim sırasında veya üretimden hemen sonra bir kenara atılan nesneleri buradan bulup çıkardılar (Krygier, 2005, s. 41).

Orta Krallık Dönemi'nde ustalar, Mısır pastasını katı bir çekirdek ve aynı zamanda saman gibi yanıcı çekirdek malzemeler üzerinden modellemeye başlamıştır. Daha kaba form malzemeleri üzerine ince bir tabaka kuvars uygulamışlardır. Bu katman, sıranın yansıtıcı özelliğini artırarak, renklerin daha parlak ve ışıltılı görünmesini sağlamıştır. Bu dönemde koyu manganез esaslı boyayla boyama, kazıma ve kakma gibi dekoratif teknikler popülerlik kazanmıştır. Sırlar, çiçeklenme ve aynı zamanda sementasyon yöntemi ile üretilmiştir. Sementasyon yöntemi bu dönemde geliştirilen bir teknik olabilir (Nicholson ve Peltenburg, 2000, s. 181). Sırlar çiçeklenme ve sementasyon ile üretilmekte ve sonraki profesyonel tekniklerin ilk ortaya çıkışı bu döneme denk gelmektedir. Bu işlemlerin en erken kanıtları Kerma-Sudan'da bulunan 12. Hanedan Senusret I.'e tarihlenen sırlardır. Burada, sırların bulamaç şeklinde uygulandığına dair kanıtlar bulunmuştur (Krygier, 2005, s. 42-43).

Mısır'da Yeni Krallık'ta cam endüstrisinin ilerlemesi, Mısır pastası bünyeye çeşitli metal oksitlerin eklenmesiyle farklı renklerde Mısır pastası üretimine yol açmıştır (Shortland, 2000). Turkuaz mavisi bakır iyonları (Cu^{2+}), lacivert ve koyu mavi kobalt iyonları (Co^{2+}), mor ise manganез iyonları (Mn^{3+}) ile ilişkilendirilir: Siyah, kırmızı ve sarı gibi opak renkler oksit parçacıkları ile ilişkilendirilirken; manganез oksit veya indirgenmiş demir oksit ile siyah, oksitlenmiş demir oksit parçacıkları ile kırmızı ve kurşun antimonit parçacıkları ile sarı renk ilişkilendirilmektedir (Tite ve diğerleri, 2007). Ayrıca Yeni Krallık'ta (Lucas ve Harris, 1962) tarafından sınıflandırılan "Varyant D" Mısır pastasının yeniliği olarak görülmektedir. Bu varyant, sert vitrifiye ve renkli bir çekirdeğe sahiptir. Bunun üretilmesi için Mısır pastası karışımında toz halinde renkli cam veya fritin kullanılması önerilmiştir. Ek olarak, daha canlı bir mavi renk elde etmek için tek başına veya bakırla karıştırılarak kobalt oksit kullanılmıştır (Shortland, 2000). Genellikle en iyi Mısır pastası objelerin çoğu bu dönemde üretilmiştir. Yeni Krallık'ta özellikle kalıplanmış muska üretimi olmak üzere, Mısır pastası nesnelerinin nicelik ve niteliğinin artması, endüstride artan örgütlenmeyi ve olası devlet kontrolünü akla getirmektedir (Shortland, 2000). Mısır pastası üretimi daha sonraki Yeni Krallık Dönemi'nde zirveye ulaşmıştır. Malkata, Amama, Quantir-Piramesses ve muhtemelen Gurob'da Yeni Krallık'a ait üretim sahası kanıtları keşfedilmiştir (Nicholson ve Peltenburg, 2000, s. 184). Arkeologlar Mısır pastası yüzük örneklerini, boncuklar,

pandantifler ve muskalar dahil olmak üzere takı elemanları, kap parçaları, kakmalar ve diğer nesne türlerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca kazılardan küçük Mısır pastası objelerinin üretimi için pişmiş toprak kalıplar da ortaya çıkarılmıştır (Krygier, 2005, s. 44; Drenkhahn, 2000, s. 333-334). Konu ile ilgili araştırma yapan (Nicholson ve Peltenburg, 2000, s. 184; Wypyski, 1998, s. 265; Petrie, 1894), Malkata'daki Mısır pastası ve cam endüstrileri arasında varsayılan ilişkinin Mısır pastası eserlerinin yanı sıra çekirdek formu cam kap parçaları, cam kamışlar ve cürufun keşfedilmesiyle güçlendiğini raporlamışlardır. Ancak araştırmacılar, bölgede üretimin yapıldığı gerçek fırınların bulunamadığını da raporlamıştır.

Mısır'daki Üçüncü Orta Çağ Dönemi boyunca Mısır pastası üretiminin kalitesinin düştüğü; ancak Geç Dönem Mısır pastası üretiminde bir canlanmanın olduğu ve yeni bir dizi mükemmel obje ve cam ortaya çıkarıldığı bilinmektedir. Greko-Roma Dönemi'ne kadar, Mısır pastası üretimi ile çömlekçi çarkına atılan Mısır pastası kaplarını ve bir bulamaç olarak sır uygulamasını içeren çömlek endüstrisi arasındaki yakın ilişkilere dair kanıtlara sahibiz (Tajeddin, 2014, s. 32).

Ptolemaios ve Roma Dönemi'nde Mısır çamuru kase ve vazolarında, rölyef süslemeler de sıklıkla kullanılmış, efekt iki farklı tonda sır kullanılarak arttırılmış; ayrıca bu dönemde karmaşık heykelsi yapılar da üretilmeye başlanmıştır. Bunların en önemlilerinden biri Augustus'a ait olduğuna inanılan yoğun turkuaz Mısır pastasına mat sır (bitirme) ile son şeklinin verildiği bir kafa heykelciğidir (Friedman, 1998). Mısır pastası Roma Dönemi'nde çanak çömlek ile bağlantısı muhtemelen sırlı çanak çömlek üretimine doğru bir kaymaya neden olmuş ve özellikle de sırlı çömlekçiliğin yolunu açan kurşun içeren sırların keşfinden sonra yavaş yavaş Mısır pastasının azalmasına yol açmıştır (Tajeddin, 2014, s. 32).

2.2. İnorganik ve İnorganik Katkılı Bünyeler

İnorganik, ana element olarak karbon içermeyen (karbon dioksit, karbonatlar ve oksitler hariç), bitkisel veya hayvansal kökenli olmayan, kimyasal bileşiklere ait veya bunlardan oluşan kimyasal bileşikler olarak tanımlanmaktadır. İnorganik bileşiklerin mineral, organik bileşiklerin ise biyolojik kaynaklı olması bu bileşikleri birbirinden ayırmaktadır (Avcı, Özsoy-Güneş ve Kırbaşlar, 2010, s. 2616-2617).

Killer başta olmak üzere seramik bünyenin hazırlanmasında kullanılan bütün temel malzemeler inorganiktir ve bunlar aynı zamanda inorganik katkı olarak da bünye bileşimine eklenmektedir. İnorganik katkılar doğal ve yapay malzemelerden elde edilmektedir. Farklı yollarla elde edilen bu inorganik katkılar, bünye bileşimindeki

hammaddelerle birlikte veya bileşimdeki diğer temel hammaddelerin yerine kullanılmaktadır. Bazı inorganik katkıları, geleneksel seramik bünyelerde kullanılan inorganik katılardan farklı olarak özel seramik bünyeler elde edebilmek için seçilerek bünyelere eklenmektedir. Özel olarak hazırlanan bünyelerdeki inorganik katkıların miktar, tür ve tane boyutu ve bünyelere sağladığı özellikler, bunları diğer bünyelerden ayırmaktadır. İnorganik katkıları pişirim öncesi ve sonrası bünyelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değıştirmesi ve baskın karakteristik özellikleri ile bünyelerde ön plana çıkmaktadır. İnorganik katkıları doğrudan bünyelere eklenmekte veya pişirim öncesi ve pişirim sonrası bünyede oluşabilecek sorunları önlemek amacıyla ayıklama-ufalama ve kalsinasyon gibi temel bir takım ön hazırlık işlemlerden geçirilmektedir. Bu işlemler çoğunlukla endüstriyel olarak, kimi zaman ise sanatçılar tarafından yapılmaktadır. Ayıklama-ufalama işlemlerinde mineral kökenli doğal malzemelerin içinde var olan yabancı veya sert maddeler ayıklanmakta, ayıklanan maddeler bünyeler için uygun tane boyutuna getirilecek şekilde öğütölmektedir. Kalsinasyon işleminde ise doğal veya yapay malzemelerin ön pişirimi yapılmaktadır. Bu işlemlerde, malzemelerin istenmeyen maddelerinin (hidroksit, karbonat, sülfat) bir kısmını veya tamamını uzaklaştırmak, malzemeyi daha kararlı ve dayanıklı veya daha sert bir duruma dönüştürmek amaçlanmaktadır (Yılmaz, 2023, s. 21-22).

2.3. İnorganik Katı Atıklar

Çevre kirliliği kaygısının arttığı son yıllarda atıkların yeniden kullanımı, diğer alanlar gibi seramik sektöründe de birçok çalışmaya konu olmaktadır. İnorganik katı atıklar seramik alanında değeriendirilmeye en müsait atıklardır. Geri dönüşüm ve yeniden yapılandırma, hammadde yataklarını korumak ve atık miktarını azaltmakta en iyi çözüm yöntemidir. Bu nedenle çevre kirliliği oluşturan inorganik katı atıkları iletken döngüye dâhil etmek hem çevre hem de ekonomik açıdan oldukça ilgi çeken bir konudur. İnorganik atıklar pigment endüstrisinde kullanıldığı gibi, seramik sırlarında, cam-seramik yapımında, tuğla, yer ve duvar kaplama malzemelerinde, mimari, teknik ve dekoratif amaçlı kullanılabilmektedir (Kılınç Mirdalı ve Yalçın Yastı, 2015, s. 231-233).

Katı atıklar, evsel, ticari ve/veya endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan, tüketicisi/sahibi tarafından atılmak istenen, fakat çevre, insan sağlığı ve toplumsal nedenlerle düzenli biçimde uzaklaştırılması gereken maddelerdir (Palabıyık ve Altunbaş, 2004, s. 105).

İnorganik, organik olmayan maddeleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Kimya bağlamında, inorganik maddeler karbon-hidrojen bağları içermeyen kimyasal

bileşiklerdir. İnorganik kimya, bu tür bileşiklerin yapısını, özelliklerini ve tepkimelerini inceler. Örneğin, tuzlar, metaller, asitler, bazlar ve mineraller inorganik bileşiklere örnektir. Bu bileşikler genellikle canlı organizmaların yapısında bulunmayan, daha çok doğada bulunan ve endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılan maddelerdir (Housecroft ve Sharpe, 2012).

Seramik üretimi sırasında bünyeye ilave edilen plastik (özlü) ve plastik olmayan (özsüz) malzemelerden/hammaddelerden meydana gelen inorganik katkılar, bünyelerdeki miktar, tür ve tane boyutuna bağlı olarak, kullanıldıkları bünyelerin şekillendirilme-kuruma-pişirim davranışlarını önemli ölçüde etkileyerek değiştirmektedir. Plastik (özlü) hammaddeler killer ve kaolinlerdir. Bunların en önemli özelliği, bünyeleri özlü hale getirmeleri ve plastik olmalarıdır. Bünyelere plastiklik özelliği kazandırmak için farklı türde killer bünyelere eklenebilmektedir (Yılmaz, 2023, s. 23). Plastik olmayan malzemeler kuvars, mika, kalk, şamot, kemik külü, seramik, cam, metal nesneler veya bunların atıkları vb.dir. Bunlar, bünyeleri özsüzleştirerek plastikliği azaltmakta ve bünyelere birtakım özellikler kazandırmaktadır; genellikle bünyelerin kuru dayanıklılığını, kuru-pişme küçülmesini azaltmakta ve su emmesini arttırmaktadır (Arcasoy, 2020, s. 45 vd).

2.3.1. Mısır Pastasında Kullanılan İnorganik Katı Atıklar

Doğal ve yapay malzemelerden elde edilen inorganik katkıların seramik literatüründe sınıflandırılmasında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. İnorganik katkılar özlü seramik hammaddeleri, doğal özsüz seramik hammaddeleri ve yapay özsüz seramik hammaddeleridir (Arcasoy, 2020, s. 37). Seramiğin bileşimini oluşturan hammaddeler, (bünyeyi meydana getiren temel malzemeler: kil-feldspat-kuvars vb.) ve yabancı maddeler (bünye bileşiminde doğal olarak bulunmayan malzemeler: şamot, cam vb.) (Lightwood, 2000, s. 28); mineraller ve insan yapımı malzemeler (Rice, 2015, s. 79-82) olarak çeşitli şekilde sınıflandırılabilir.

Doğal inorganik katkılar, kayaçlar ve mineraller (kayaç oluşturan mineraller) aracılığıyla elde edilmektedir. Mineraller katı yer kabuğuna ait olan, doğal yollarla oluşmuş, homojen ve inorganik maddelerdir (Sür, Sür ve Yiğitbaşıoğlu, 2009, s. 28).

Minerallerden elde edilen doğal inorganik katkılar, primer ve sekonder kil yataklarında doğal olarak bulunabileceği gibi öğütülerek de bünyelere eklenebilmektedir. Bu katkıların bünyelerdeki miktar, tür ve tane boyutuna bağlı olarak benzer ve farklı özellikleri bulunabilmektedir. Doğal inorganik katkıları meydana getiren mineraller, kil-feldspat-kuvars içeren üç eksenli diyagramın bileşenleridir. Bünyeler temel olarak bu

minerallerden meydana gelen bileşenlerden oluşmaktadır. Buna karşın kayalar da bu minerallerin yerine veya bu bileşenlerle birlikte bünyelere eklenebilmektedir. Bünyeler hazırlanırken çok çeşitli doğal inorganik katkıları bünyelere eklenebilmektedir (Yılmaz, 2023, s. 27-28).

Yapay inorganik katkıları insan yapımı malzemelerdir. Bunlar kullanıldığı haliyle doğada bulunmamaktadır. Bünyelere eklenecek yapay inorganik katkıları kimyasal olarak farklı yöntemlerle elde edilmektedir. Seramik üretimi için hazırlanan yapay hammaddeler, doğal hammaddelerin kimyasal olarak işlenmesi veya yapay malzemelerin dönüşümü ile üretilmektedir. Yapay olarak elde edilen kimyasal bileşikler mineral sayılmamaktadır. Buna karşın minerallerle benzer özellikler gösterdikleri için yapay mineraller olarak da adlandırılmaktadır (Ring, 1996, s. 27-34).

Doğal ve yapay malzemelerin kimyasal olarak işlenmesiyle üretilmiş, yapay inorganik katkı olarak bünyelere eklenebilecek farklı malzemeler bulunmaktadır. Bu malzemeler seramik, cam, metal malzemeler veya bunların atıklarıdır. Bunlar doğrudan veya ayıklama-ufalama ve kalsinasyon gibi üretilecek bünyenin türüne göre gerekli görülen ön hazırlık işlemlerinden geçirildikten sonra reçetelere eklenmektedir (Yılmaz, 2023, s. 53).

2.4. Mısır Pastası Şekillendirme Yöntemleri

Mısır pastası, kuvars ağırlıklı bir bünye olduğundan, şekil alabilme oranı düşük, rölyefli detay çalışması güç, şekillendirmesi zor bir malzemedir. Şekillendirmeye kolaylık sağlaması amacıyla gerek reçetesi gerekse şekillendirme teknikleri üzerine yöntemler geliştirilmiştir. Mısır pastası günümüzde, torna, kalıpla ve el ile şekillendirme yöntemleriyle biçimlendirilmektedir (Matin ve Matin, 2012, s. 776).

2.4.1. El ile Şekillendirme

El ile şekillendirme yöntemi Mısır çamurlarında daha çok, boncuk, düğme, küçük kaplar ve heykellerin şekillendirilmesinde kullanılmıştır. El ile şekillendirme yönteminde formları, kademeli bir şekilde yükselterek şekillendirmek zor olduğundan, üretilcek ürünün kütle olarak genel şeklinin verilmesinin ardından yontarak istenilen forma getirilmesi daha tercih edilebilir bir yöntemdir. Diğer şekillendirme yöntemlerinde olduğu gibi bu yöntemde de Mısır pastasının su kaybetmemesi, suyun içerisinde çözünen tuzların (soda) sır oluşturabilmesi açısından önemlidir. Yüzeyde biriken tuzları tahrip etmeden formu şekillendirmek, sır oluşumu açısından dikkat edilmesi gereken en önemli faktördür (Alpman, 1997, s. 84; Acıbal, 2023, s. 42-43).

2.4.2. Torna ile Şekillendirme

Uygulamada kullanılan Mısır pastasını, torna ile biçimlendirmek mümkün olmamıştır. Bunun nedeni, uygulamada kullanılan Mısır pastasının plastikliğinin az olmasıdır; ayrıca, uygulamalar sırasında gözlenen torna şekillendirme yönteminin kısa bir süre içinde yapılması gerekliliğidir. El temasının fazla olması, Mısır pastasının kurutma sırasında yüzeyde toplanan alkalik tuzlarının oluşumunu engelleyerek, fırınlama sonucunda Mısır pastasının mat olmasına neden olmaktadır (Alpman, 1997, s. 82).

Mısır'da ilk torna kullanımına Yeni Krallık Dönemi'nde gerçekleşmiş; ancak Mısır pastasının torna ile şekillendirilip şekillendirilmediğine dair net bir durum yoktur (Nicholson, 2009, s. 3-4). Graeco-Roma Dönemi'nden itibaren, Mısır pastası ve çömlek endüstrisi arasında sıranın bir bulamaç olarak uygulandığı, Mısır pastası çanakları ile çömlekçi tornası arasında yakın ilişkilerin var olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Roma İmparatorluk Dönemi'nde Mısır pastasıyla üretilen çanaklara olan ilginin, özellikle kurşunlu sırların keşfinden sonra, sırlı seramik üretimine doğru kaymaya başlaması Mısır pastası üretiminin azalmasına sebep olduğu düşünülmektedir (Tajeddin, 2014, s. 32).

2.4.3. Kalıp ile Şekillendirme

Mısır pastasını kalıpla şekillendirme yöntemi, alçıyla kalıplama, tahta kalıpla kalıplama ve kil kalıpla kalıplama olarak üç farklı malzemeye yapılabilmektedir. Kalıpla şekillendirme yöntemiyle; heykeller, vazolar, boncuklar vb. yapılmaktadır. Alçı kalıpla şekillendirme yönteminde dikkat edilmesi gereken, Mısır pastasının alçının içinde fazla bekletilmemesi; çünkü genel olarak bütün Mısır pastaları bünyesinde, sodyum karbonat (Na_2CO_3) gibi alkaliler içerdiğinden, alçı (CaSO_4) plakanın çözülmesine neden olmaktadır. Bu çözülme, kuruma sırasında yüzeyde toplanan alkalik tuzların oluşmasını ve fırınlama sonucu oluşacak olan Mısır pastasının parlamasını etkilemektedir (Alpman, 1997, s. 83).

Tarihsel süreç içerisinde Mısır pastası üretimlerinde kullanılan çeşitli kalıp malzemeleri ve yöntemleri olduğu görülmektedir. Öncelikli kalıp malzemelerine bakıldığında tek parçalı seramik kalıpların kullanıldığı, kalıpların iç yüzeyine, modelde istenen yüksek ve alçak rölyefe göre pozitif ve negatif işlemlerin uygulanmış olduğu Acıbal, (2023, s. 43) tarafından raporlanmıştır. Görsel 1'de Qantir'den pişmiş topraktan Şabti kalıbı görülmektedir.



Görsel 1: Qantir'de pişmiş topraktan Şabti kalıbı (Tajeddin, Z., 2014, s. 126, Figür 77)

Mısır pastası şekillendirme yöntemleri üzerine yapılan incelemelerde iki parçalı çamurdan üretilen seramik kalıplar da kullanıldığı anlaşılmaktadır. Çamurdan üretilen iki parçalı kalıp için öncelikli olarak model oluşturulmakta sonrasında ön ve arka olmak üzere iki bölüm şeklinde kalıbı ayırmak için ayırma çizgisi belirlenmektedir. Bu ayırma çizgisi modelin profilinden çizilmektedir. Kalıp prototipi, modelin yumuşak kile bastırılması ile yapılmakta ve bunun için iki özdeş parça üretilmektedir. Seramik kalıp tamamen kurutularak 1000 °C sıcaklıkta pişirilmektedir. Kalıpta Mısır pastasının şekillendirilmesinin ardından sodayı emen kalıbın her defasında deforme olmaması istendiğinden su ile temizlendiği belirtilmektedir. Aksi takdirde seramik kalıbın yüzeyinde tuz birikimi meydana geleceği ve tuzun kalıba kısa vadede zarar vereceği belirtilmektedir (Tajeddin, 2014, s. 131; Acıbal, 2023, s. 44).

Görsel 2’de Nu-shabti için iki parçalı pişmiş toprak kalıp verilmiştir.

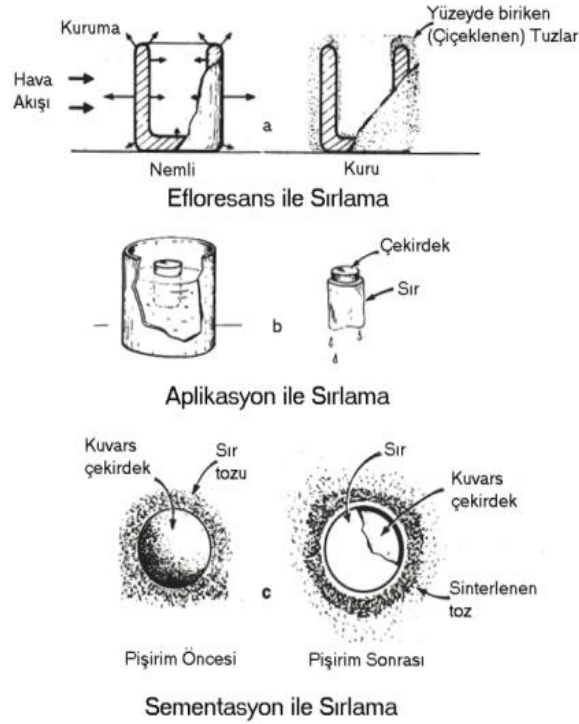


Görsel 2: Nu-shabti için iki parçalı pişmiş toprak kalıp (Tajeddin, Z., 2014, s. 132, Figür 82)

2.5. Mısır Pastası Uygulama Yöntemleri

Mısır pastasının sırlanmasında birçok uygulama bulunmasına karşılık, Vandiver, (1982)’ye göre temelde üç tekniğin öne çıktığı raporlanmıştır. Bu yöntemler çiçeklenme, sementasyon ve aplikasyondur. Mısır pastasının yapılan analitik incelemeleri sonucunda üç katmanlı bir yapıya sahip olduğu da araştırmacı tarafından raporlanmıştır. Bu katmanlardan birincisi, kuvars içermeyen dış katman olan cam tabakası, ikinci katman etkileşim veya tampon katmanı olarak bilinen cam matrisle çevrili kuvars tanelerden oluşan camlı bünye olan ara yüz/ara tabaka, üçüncü katman ise bünyenin kuvars tanelerini bir araya getiren değişken miktarda cam fazı içeren bünyenin kendisidir (Matin ve Matin, 2012, s. 764).

Görsel 3'te Nicholson, (2000) tarafından raporlanan ve şematize edilen üç farklı Mısır çamuru uygulama metodu görülmektedir.



Görsel 3: Üç farklı Mısır çamuru uygulama metodu (Nicholson, 2000, s. 189)

2.5.1. Çiçeklenme

Çiçeklenme, ilk kez Binns ve arkadaşları tarafından tanımlanan bir kendinden sırlama tekniğidir (Binns, Klem ve Mott, 1932, s. 271-272). Çiçeklenme, silika kireç ve sodadan oluşan bir bünyeye çözünebilir tuzların dahil edilmesi nedeniyle meydana gelir. Ham toz halindeki bileşenlere su eklenir ve elde edilen macundan seramik objeler oluşturulur. Kurutma sırasında su buharlaşırken porlardan yüzeye taşınan tuzların çözülmesine etki eder. Bünyelerin yüzeyinde çözünebilir bir tuz tabakası oluşur ve yaklaşık 950 °C'ye kadar pişirildiğinde bu tabaka diğer bileşenleriyle reaksiyona girerek bir sır tabakası oluşturur. Çiçeklenme yöntemi kullanılarak sırlanan bünyeler karakteristik olarak değişken bir sır kalınlığına sahiptir; sır, dış yüzeyde en kalındır ve hava akışının (kurutma sırasında) en fazla olduğu yer kenarlardır. Ayrıca bu tekniğin özelliği, pişirme sırasında fırın desteklerine temas sonucu alt yüzde pürüzlü veya kabarık yerlerin oluşmasıdır (Shortland ve Tite, 2008, s. 46-47).

Wulff ve çalışma arkadaşlarının 1968'de yaptığı çalışmada mısır pastası en yüksek pişirim derecesi 1100 °C olarak belirlenirken (Wulff, Wulff, & Koch, 1968, s. 45) son yapılan araştırmalarda 1190 °C 'de denemeler yapıldığı görülmüştür (Nash, 2018, s.

163) Vandiver 1998’de mısır pastasının en düşük pişirim sıcaklığını 800 °C olarak varsaymış (Nicholson, 2009, s. 7), Eccleston, 2008 yılında yaptığı araştırmaya göre ise basit bir ekmek fırınında 800-900 °C sıcaklıklarda uzun süreli fırınlama yapılan pişirimlerde mısır pastası elde edilebileceğini belirtmiştir (Nicholson, 2009, s. 8).

Çiçeklenme genellikle Antik Mısırlılar tarafından Mısır pastası üretiminde kullanılan en yaygın ve en eski yöntem olarak kabul edilir. Yüzeyde tuzlar kristalleşir, fırımlandığında ise sır olarak adlandırılan ince bir yüzeysel camsı tabaka oluşturur. Bu teknik, karbonatlar, sülfatlar ve sodyum klorürler gibi suda çözünebilir alkali tuzları ve daha az yaygın olarak potasyum ve sodyum klorür içerir, bu da cismin bünyesini oluşturmak için kuvars bileşiği ile meydana gelen natron (bileşik sodyum karbonat dekahidrat belirten mineral adı) veya bitki külü şeklinde olur. Bu tuzlar kurutma sırasında buharlaşır ve sonra tuzlar bünyede bulunan kılcal borular sayesinde yüzeye taşınarak, dış yüzeyde bir kristal tabaka veya kaplama oluştururlar. Bu tabaka pişme sırasında, parlak, sinterlenme düzeyi yüksek bir cama dönüşür (Andrew Jamieson, 2003, s. 84)

Çiçeklenme tekniğiyle sırlanan Mısır pastaları, yapının (pişirildikten sonra) çekirdekten kolaylıkla ayırt edilebilen ayrı bir sır katmanına sahiptir. Sırın aksine, çekirdek genellikle açık renkli ve kırılıgandır (yumuşaktır). Ek olarak, çiçeklenme yoluyla elde edilen Mısır pastası, kurutma aşamasında durduğu tarafta hava akışının olmaması ve ardından çiçeklenme tuzlarının birikmemesi nedeniyle genellikle bir sır tabakasının bulunmaması olduğunu burada belirtmek önemlidir (Nash, 2018, s. 56-57).

Mısır pastasında bulunan alkaliler ergitici olarak hareket etmektedir. Bu durum silikanın daha düşük sıcaklıklarda erimesini mümkün kılar. Mısır pastasında diğer iki metoda kıyasla çiçeklenme metodunda kullanılan daha büyük miktarda eriyen madde miktarı silikayı birbirine bağlamaya yardımcı olur ve böylece daha güçlü bir bünye üretmeye yardımcı olan parçacıkların eriyerek cam oluşumunda önemli rol oynadığı Nicholson, (2009, s. 6) tarafından raporlanmıştır. Mısır pastasında kullanılan su miktarı, şekillendirme ve çiçeklenme oluşumu açısından önemlidir. Şekillendirme açısından ele alındığında, eğer çok yaş ise formun yaş mukavemeti azalır, verilen şekli muhafaza edemeyebilir. Bünyenin gereğinden fazla kuruması ise çatlamaya ve şekillendirme güçlüğüne sebep olur. Sadece doğru nem miktarı/oranı ile formlar modellemeye elverişlidir. Bu sayede formlar tek parça halinde kalıplara basılabilmektedir. Karışımın kalıpta kurumasına izin verilmez ve çamur şekillendirildikten hemen sonra kalıptan çıkarılarak kurumaya bırakılır (Acıbal, 2023, s. 61). Çiçeklenme yöntemi, kullanılan Mısır pastasındaki sırın kalınlığı; Mısır pastası çamurunda bulunan tuz yoğunluğuna,

kuruma oranına (ortam nemine, partikül büyüklüğüne, kılcal kuvvetlerine), fırın sıcaklığına, fırınlama süresinin uzunluğuna bağlıdır. Ayrıca hızlı kurutma, yüzeyde daha çok tuz birikmesine neden olur. Bu nedenle yüzeyi kaplayan sırın daha kalın olmasını sağlamaktadır (Friedman, 1998, s. 53).

Antik Mısır'da Yeni Krallık Dönemi'nden itibaren çiçeklenme yöntemi, sır üretiminin en yaygın metodu olarak görülmüştür. Bu yöntemde, Mısır pastası bünyesinin hammaddeleri renklendiricilerle (genelde bakır) karıştırılır. Karışımın yaş olarak hazırlanmasının ardından üç boyutlu şekillendirme yapılır. Şekillendirilen form kurudukça, bünyenin yüzeyinde köpürmüş gibi görünen ek bir tabaka gelişir. Bu köpüklü görüntü literatürde çiçeklenme olarak yer aldığından, çiçeklenme teriminin kullanılması uygun görülmüştür (Nicholson, 2009, s. 5-6; Acıbal, 2023, s.59-60). Görsel 4'te çiçeklenme yöntemi ile M.Ö 1425 yılına ait Was-sceptre (Asa) görülmektedir.



Görsel 4: Was-sceptre (Asa), Mısır pastası, MÖ 1425 (Nash, 2018, s. 26, Figür 8)

2.5.2. Sementasyon

Sementasyonlu sırlama yöntemi 1968'de İran'da bulunan Qom kentinde keşfedilmiştir ve tanımlanmıştır (Wulff, Wulff ve Koch, 1968, s. 107). Farklı kaynaklarda sementasyon yönteminin “Qom Tekniği” olarak adlandırıldığı da görülmüştür (Tajeddin, 2014, s. 85; Busz ve Gercke, 1999). Sementasyon ile sırlanan Mısır pastası bünyelerinde fırça, damlama veya akma gibi izler yoktur; bu nedenle tekniğin tespiti zordur.

Mısır'da en az Orta Krallık Dönemi'nde (MÖ 2040-1782) sırlamada sementasyon yöntemi geliştirilmiş ve kullanılmıştır (Friedman, 1998, s. 53; Tajeddin, 2014, s. 31; Nicholson, 2009, s. 7). Görsel 5'te sementasyon yöntemi ile elde edilmiş Orta Krallık Dönemi'ne ait Hipopotam figürlü mısır pastası görülmektedir.



Görsel 5: Hipopotam, Orta Krallık Dönemi, sementasyon (Lilyquist, Dorman ve Russmann, 1983, s. 21, Figür 21)

Sementasyon, Mısır pastasının bünyesinin cam tozuna gömülmesini içerir. Bu toz, soda, kireç, bakır oksit ve kömürden oluşur. 1000 °C'ye kadar pişirme sırasında, cam tozu bünyenin yüzeyindeki silika ile reaksiyona girer ve her yerde homojen bir sır oluşturur (Matin ve Matin, 2012, s. 764; Nash, 2018, s. 33). Bu yöntem, genel sır kalınlığı ile tanınabilir (Tite ve Bimson, 1989, s. 93; Shortland ve Tite 2008). Sementasyon tekniği, şekillendirilmiş kuvars bünyenin pişme sırasında bünyeyi vitrifiye eden kuru sır tozu ile kaplanmasını içerir. Kuru sır, kuvars bünyenin yüzeyi ile reaksiyona girerek sırlı bir yüzey oluşturur. Bazı örneklerde, kuvars bünyeye temas etmeyen kuru sırların fırınlamadan sonra değişmediği görülmüştür (Jamieson, 2003, s. 84). Sementasyon süreci aynı zamanda bir kendinden sırlama tekniğidir ve bu nedenle görünür bir sır etkileşim katmanına sahip olması beklenir; ancak sır malzemelerinin bünyeye karıştırıldığı çiçeklenme yönteminden farklı olarak, sementasyon işleminde ana bileşenin öğütülmüş kuvars içeren bünyeler olması gerekmektedir. Bunun sonucunda az miktarda tanecikler arası cam gözlenir (Pina, 2016, s. 12).

Sementasyon işlemiyle sırlama, her bir parçanın kaplanması yerine, pişirme sırasındaki reaksiyonlarla gerçekleşir. Böylece, bir kâse veya seramik kap içinde, birçok bünye aynı anda üretilebilir. Sementasyon sırları, eşit sır kalınlığı ve tam yüzey sırlaması

ile görsel olarak tanımlanabilir. Pişirme sırasında objenin sır tozu ile teması sonucu sırlı objenin alt yüzeyi pürüzlü olabilir. Daha büyük bir bünye, cilalama tozuyla etkileşime girmek için daha fazla ağırlık uygular ve daha büyük kusurlara yol açar. Bu etki, sır yüzeyini etkiler, bu nedenle sementasyon yoluyla sırlanan Mısır pastası bünyeleri genellikle oldukça küçüktür, yani katır boncuklarının çapı 15 mm ile 30 mm arasında değişir (Tajeddin, 2014, s. 85; Pina, 2016, s. 10).

Bu tekniğin bir başka özelliği de sırnın bünyelerin tüm kısımlarını, yani alt kısımlarını ve bu bünyelerin çoğunun içinden geçen delikleri bile kaplamasıdır. Bunun nedeni, sır tozunun obje ile teması, sır tozunun objeyi çevrelemesi ve boşlukları doldurmasıdır. Pişirme sırasında sır tozu ile obje yüzeyi arasındaki reaksiyon sır oluşumuna neden olur (Nash, 2018, s. 50).

Bu teknikte pişirme süresi diğer tekniklere göre daha uzun sürmektedir; çünkü sementasyon ve sırlanma aynı zamanda gerçekleşmektedir. Wulff ve ark., (1968), sementasyon yönteminde fırınlama sıcaklığının 1000 °C olduğunu, fırınlama süresinin 12 saat ve soğuma süresinin de 12 saat olduğunu raporlamıştır (Wulff, Wulff ve Koch, 1968). Bu yöntem ile fırınlanan malzemenin yüzeyinde hiçbir kuruma izi olmadığı ve sır tozu objenin her tarafını sardığından, tüm yüzeyde pürüzsüz bir sır görünümü bulunmaktadır. Sır bazı pişirimlerde objenin alt kısmında daha kalın bir tabaka halinde bulunabilmektedir (Vandiver, 1983, A39).

2.5.3. Aplikasyon (Ekleme)

Aplikasyon tekniği, daha önce Mısır pastası sırlaması için kullanılan en eski tekniktir (Nicholson, 2009, s. 4; Nash, 2018, s. 32; Tajeddin, 2014, s. 42). Aplikasyon yönteminin tarihsel sürecine bakıldığında silis ağırlıklı kayaçların (steatit, kuvars) sırlama amaçlı kullanıldığı görülmektedir. Aplikasyon yönteminde sır maddesinin içeriğini oluşturan silika, kireç ve alkali, küçük tane boyuna getirmek için öğütüldükten sonra suyla karıştırılarak sulu çamur kıvamına getirilir ve kuvars bünyeye (çekirdek) uygulanmaktadır. Hazırlanan balçık seramik formun üzerine dökülebilir veya seramik form sulu balçığa batırılabilir (Krygier, 2005, s. 50; Tajeddin, 2014, s. 42). Bu uygulamaya sadece Yeni Krallık'taki çok renkli Mısır pastalarına da rastlanmış olmasına rağmen, fırça ile sürme işlemi de olasılıklardan biridir (Vandiver, 1982, s. 168).

Görsel 6’da Beşinci Hanedanlık Dönemi (MÖ 2465–2323), aplikasyon yöntemi ile üretilmiş Şahin figürü görülmektedir.



Görsel 6: Şahin, Beşinci Hanedanlık Dönemi (MÖ 2465–2323), aplikasyon (Tajeddin, 2014, s. 53, Figür 10)

Aplikasyon yöntemi, tüm Mısır pastaları için uygulandığı varsayılan bir yöntemdir. Bu görüşü Memphis'teki materyal yüzeylerinin incelemesinden ve daha sonra yapılan güncel kazılardan elde edilen veriler desteklemektedir. Aplikasyon uygulama yöntemi, özellikle Ptolemaios ve Roma Dönemlerinde yaygındır (Nicholson, 2009, s. 4). Görsel 7’de Geç Dönem (MÖ 713–332)’e ait aplikasyon yöntemi ile üretilen Mısır Tanrısı BES (dans, müzik ve savaş tanrısı) kabından parça görülmektedir.



Görsel 7: BES (Dans, müzik ve savaş tanrısı) kabından parça, Geç Dönem (MÖ 713–332), aplikasyon (Tajeddin, 2014, s. 54, Figür 11)

2.6. İlgili Araştırmalar

Millersville Üniversitesi'nde profesör olan Deborah Sigel, Mısır pastasıyla ilgili araştırmalarına Bloomfield Hills, Michigan'daki Cranbrook Sanat Akademisi'nde başladı. Burada seramik çalışmalarının yanı sıra metal stüdyosunda çok zaman geçirdi ve etkileşimde bulundu. Sigel, Mısır pastasının camsı macunun özelliğinden ve renkli

heykelsi bir şekilde inşa etme fırsatından etkilenerek onun özelliklerini araştırdı. Başlangıçta, onu tutmak için çelik kafesler yapmayı denedi. Başlangıçta, akması ve damlaması umuduyla macunu tutmak için çelik kafesler oluşturarak deneyler yaptı. Bunun yerine, parçaları ateşlediğinde Mısır macunu şeklini korudu ve çerçevenin sınırları içinde çatladı. Araştırmalarına ve keşiflerine devam ettikçe, seramik malzemeyle birleştirilmiş bir çizgi çizimi olan çelik çerçevelere daha çok ilgisi oldu ve yaratıcı yoluna koyuldu. Sanatçı mısır pastasından özgün üç boyutlu formlar yapmaktadır. Bu formları yanmaz metal teller ile hazırladığı kafeslerin içerisine yaş haldeki farklı renklerde hazırlamış olduğu Mısır pastalarını basarak şekillendirmektedir (Cloonan, 2019, s. 23-25). Görsel 8’de Deborah Sigel ‘e ait mısır pastasından yapılmış “Dört Patlama” isimli çalışması görülmektedir.



Görsel 8: “Dört Patlama” Deborah Sigel, Mısır pastası (Cloonan, 2019, 25, Figür 9)

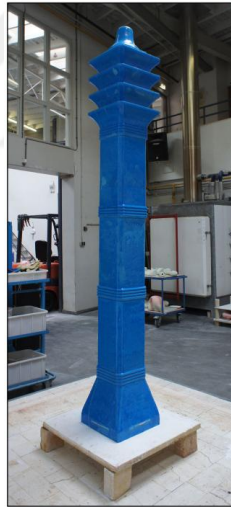
Rachel Leary, Mısır pastası ile yaptığı çalışma serisinde, mikroskobik bitki dünyasındaki görüntülerden ve sadece mikroskopla görülebilen doğal organizmaların gizli güzelliğinden ilham almıştır. Sanatçı, bu koleksiyon ile gözle görülmeyen ama doğada var olan bitki yaşamının saklı güzelliğine, desenlerine ve canlı renklerine ışık tutmayı amaçladığını belirtmiştir. Görsel 9’da Rachel Leary’e ait Mısır pastasından yapılmış “Mikroloji” isimli çalışması görülmektedir.



Görsel 9: “Mikroloji” Rachel Leary, Mısır pastası

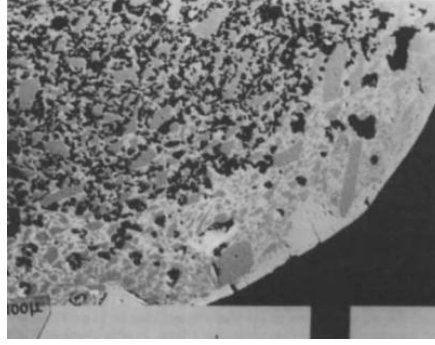
(<https://www.rachellearyceramics.com/slideshow-cb4z>, Erişim tarihi 26.06.2024)

Zahed Tajeddin, heykeltıraş ve arkeologdur. Tajeddin, Mısır pastası kullanarak heykeller üretmektedir. Sanatçının ürettiği heykeller, arkeolojik kazılar sonucu elde edilen antik eserlerden, mitolojiden etkilenmektedir. Ortadoğu'da birçok arkeolojik kazıda çalışan sanatçı kazı çalışmalarından elde ettiği kalıntıların özelliklerini analiz ettikten sonra, yalın ve gerçekçi formlar üretmeye yönlendiği düşünülmektedir. Görsel 10'da Zahed Tajeddin'e ait Mısır pastasından yapılmış “Djed Sütunu” görülmektedir



Görsel 10: “Djed Sütunu” Zahed Tajeddin, Mısır pastası (Tajeddin, Z. 2014, s. 156, Figür 102)

M. S. Tite, I. C. Freestone ve M. Bimson tarafından 1983 yılında “Egyptian Faience: An Investigation of The Methods of Production” Archaeometry dergisinde yayınlanan çalışmada Mısır pastası üretim yöntem ve yapım teknikleri ele alınmış ve kimyasal içerikleri incelenmiştir. Görsel 11'de Yeni Krallık dönemine ait Mısır pastasından yapılmış bir yüzüğün kesitinin SEM görüntüsü görülmektedir.



Görsel 11: “Yüzük” (Yeni Krallık) (M. S. Tite, I. C. Freestone ve M. Bimson, 1983, s. 23, Figür 5).

Aslan, (2019) Yüksek Lisans Tezinde “Mısır Pastası Tekniğinde Seramik Takı Uygulamaları” başlıklı Yüksek lisans tez çalışmasında Mısır pastası tekniği ile takı uygulamaları gerçekleştirmiştir. Uygulamalar 900°C ve 1050°C sıcaklıklarda elektrikli fırında pişirilerek elde edilmiştir. Takı uygulamaları çiçeklenme yöntemi kullanılarak yapılmış; ayrıca çalışmada sedimantasyon yöntemi de denenmiş ve Mısır pastasından boncuklar yapılarak, bazı denemelerde istenilen sonuçlara ulaşıldığı, bazı denemelerin ise olumsuz sonuçlandığı görülmüştür. Araştırmada sanatçının çalışmaları Görsel 12, Görsel 13 ve Görsel 14’te Mısır pastasından yapılmış takı örnekleri sunulmuştur.



Görsel 12: “Takı 13” kolye, el ile şekillendirme, 900 °C, pirinç, Mısır pastası (Aslan, N. 2019, s. 92, Şekil 81)



Görsel 13: “Takı 6” kolyeler, el ile şekillendirme, 900 °C, Mısır pastası (Aslan, N. 2019, s. 89, Şekil 74)



Görsel 14: “Takı 3” kolye, el ile şekillendirme, 900 °C, Mısır pastası (Aslan, N. 2019, s. 87, Şekil 71)

Değirmen (2010), “Afyonkarahisar-Gazlıgöl Bölgesi Soda Yataklarından Alınan Killerin Mısır Çamuru Reçetelerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması” başlıklı Yüksek lisans tez çalışmasında Afyonkarahisar İli, İhsaniye İlçesi’ne bağlı Gazlıgöl bölgesindeki soda yataklarından alınan killeri, Antik Mısır’da kullanılan Mısır çamuru ana reçetelerine belirli oranlarda karıştırarak Bölge killerin Mısır çamuru bünyesi reçetelerinde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Deneysel çalışmalardan elde ettiği sonuca göre, bölge killeri ile oluşturduğu yeni reçetelere renklendirme için oksitler ilave etmiş ve düşük sıcaklıkta kendinden sırlı yüzey oluşumu sağlayarak araştırmasını gerçekleştirmiştir. Görsel 15 ve Görsel 16’da bu araştırmaya ait Mısır çamuru ile farklı renklerde takı üretimi gözlenmektedir.



Görsel 15: “Mavi Mısır Çamur Takı 1”, Mısır çamuru ve karışık malzeme, 960°C (Değirmen, D. 2010, s. 94, Resim 31)



Görsel 16: “Yeşil Mısır Çamur Takı 3”, Mısır çamuru ve karışık malzeme, 960 °C (Değirmen, D. 2010, s. 93, Resim 30)

Acartürk, (2012) “Mısır (pastası) çamurlarında kuru ve sulu sementasyon yöntemleri ile pişirim” adlı bildiri sunumunda sulu sementasyon yöntemi ile kuvars ağırlıklı bir bünye şekillendirmiş, bünyeyi bir başka bakır oksit katkılı sır harmanı ile sırlamıştır. Bu yöntemde, çiçeklenme ve sementasyon yöntemlerinden farklı olarak, sır harmanını sulandırarak bisküvi pişirimi yapılmamış bünyenin üzerine daldırma yöntemi ile defalarca daldırılarak (en az 5 mm kalınlığa ulaşana kadar) sırlamış ve 950 °C’de pişirmiştir. Pişme işlemi tamamlandığında formun üzerindeki sır tabakası soyularak çıkarılmış ve Mısır mavisi rengine ulaşılmıştır. Bu çalışma kapsamında Mısır pastası üretiminde kuru sementasyon ve sulu sementasyon yöntemleri uygulanmış ve olumlu sonuçlar elde edilerek sonuçları Görsel 17 ‘de Mısır pastasından yapılmış kolye ve Görsel 18’de Mısır pastasından yapılmış Hippotam figürleri sunulmuştur.



Görsel 17: Kolye, Mısır pastası (Acartürk, B. 2012, s. 16, Şekil 15)



Görsel 18: Hippotam figürleri, Mısır pastası, Mısır pastası sulu ve kuru sementasyon yöntemleri uygulama (Acartürk, B. 2012, s. 22, Şekil 35)

Başkaya, (2009), “Sanatsal Formlarda Seramik ve Karışık Malzeme Birlikteliği” başlıklı Yüksek lisans tez çalışmasında, metal çay süzgeci ile hazırlanmış olduğu Mısır pastası çamurunu süzgece bastırarak şekillendirmiş ve 950 °C sıcaklıkta pişirimini gerçekleştirmiştir. Kafes teli ya da çay süzgeci, taşıyıcı görevi üstlenirken, Mısır pastası da tele bastırıldığında kolay tutunmuştur.

Böylece Mısır pastasında geleneksel boncuk boyutunun aşılp, istenildiğinde büyük boyuta taşınabildiği görülmüştür (Başkaya, 2009, s. 56). Görsel 19 ve Görsel 20’de sanatçının konu ile ilgili çalışması sunulmuştur.



Görsel 19: “Akıl Süzgeci”, Mısır pastası (Başkaya Yağcı, H.M. 2009, s. 57, Resim 75)



Görsel 20: “Akıl Süzgeci”, Mısır pastası (Başkaya, H.M. 2009, s. 57, Resim 75)

Yoleri, ve ark., (2006), “Nazar İnancı ve Geleneksel Katır Boncukları” başlıklı araştırmasında eski tekniklerin ele alınması ve farklı koşullarda yeniden denenmesi ile çok farklı etkilerin elde edilebileceğini vurgulamıştır. Çalışmada İran’da üretilen katır boncukları ve Mısır pastası, benzer uygulamalar oldukları için tarihi süreç olarak ele alınmıştır. Görsel 21’de araştırmacıların çalışmaları verilmiştir.



Görsel 21: “Katır boncukları”, Mısır pastası (Yoleri, H., Çizer, S. ve Yarol, Y. 2006)

Engin, (2013), “Anadolu’daki Tarih Öncesi Ana Tanrıça Figürlerinin Mısır Pastası ve Metal Kullanılarak Çağdaş Takı Formunda Yorumlanması” başlıklı Yüksek lisans tez çalışmasında Mısır pastası kullanarak tarih öncesi Ana Tanrıça formları oluşturmuş ve farklı metallerle birleştirilerek takı objeleri yapmıştır. Yapılan Ana Tanrıça formları idol boyutlarında (3-5 cm) olup, form detaylarının daha iyi oluşturulabilmesi ve pişirim sonrası deformasyonların oluşmaması için el ile şekillendirme ve çiçeklenme teknikleri tercih edilmiştir. Görsel 22, Görsel 23 ve Görsel 24’de Mısır pastasından yapılmış kolye ucu örnekleri verilmiştir.



Görsel 22: “Takı 6” kolye ucu, 950 °C, Mısır çamuru (Engin, A.D. 2013, s. 95, Resim

73)



Görsel 23: “Latife 1” kolye ucu, 950 °C, Mısır çamuru (Engin, A.D. 2013, s. 94, Resim

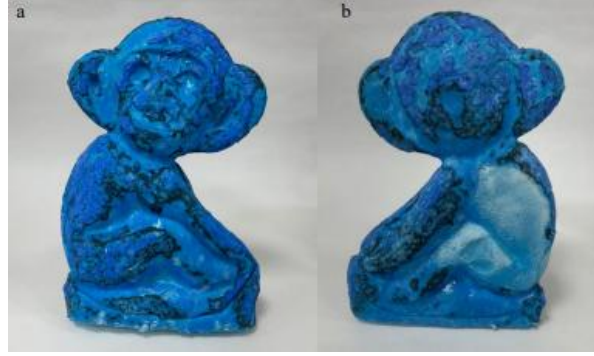
70)



Görsel 24: “Takı 4” kolye ucu, 950 °C, Mısır çamuru (Engin, A.D. 2013, s. 94, Resim

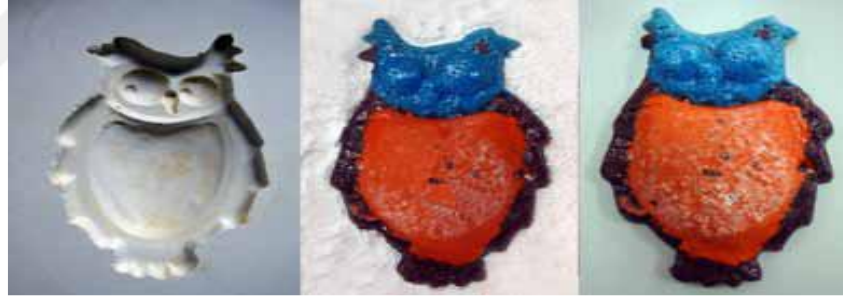
71)

Acıbal, (2023), “Antik Mısır Pastası Çamurlarının Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi ve Form Uygulamaları” başlıklı Yüksek lisans tez çalışmasında, Mısır pastası reçeteleri oluşturarak el ile serbest ve kalıp yöntemleri ile şekillendirdiği heykel formları üzerine fırça, kakma, rölyef dekor yöntemleri kullanarak dekor uygulamaları gerçekleştirmiştir. Görsel 25’de çalışma ile ilgili Mısır pastasından yapılmış Maymun figürü görülmektedir.



Görsel 25: Maymun figürü, Mısır pastası, 930 °C (Acıbal, N., 2023, s. 104, Görsel 80)

Genç ve Demir Karakaya (2012), “Antik Mısır Çamuru Araştırması” başlıklı bildirisi ile Geleneksel anlamda kullanılan Antik Mısır çamuru renklerinden farklı olarak değişik renklerde Mısır çamurları elde edilmiştir. Farklı renklere sahip Antik Mısır Çamuru kullanarak çeşitli Balık, Baykuş ve Kedi formları, önceden hazırlanan alçı kalıplara basılarak elde edilmiştir. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar Görsel 26’da ve Görsel 27’de verilmiştir.



Görsel 26: Antik Mısır çamurundan yapılmış hayvan figürü, Mısır çamuru (Genç, S. ve Demir Karakaya, B., 2012, s. 231, Şekil 11)



Görsel 27: Antik Mısır çamurundan yapılmış hayvan figürü, Mısır çamuru (Genç, S. ve Demir Karakaya, B., 2012, s. 232, Şekil 12)

Genç, (2022) “Artistik Seramik Sırları” başlıklı çalışmasında Antik Mısır çamuru bünyesini oluşturan hammaddelerle (soda, kuvarz, sodyum feldspat ve bentonit) dörtlü

sistemde değişen oranlarda reçeteler oluşturmuş ve reçetelere renklendirici oksit olarak bakır oksit ilave etmiştir. Bu hammaddelerin Mısır ęamuru bünyesinde oluşturduğu camsı etki; renk, doku ve diğer yüzey özellikleri ile incelenmiştir. Araştırmada olumlu sonuç veren reçeteler farklı oranlarda ki renk verici oksit ilaveleri ile iki ve üç boyutlu formlarda uygulanmıştır.



*Görsel 28: Antik Mısır ęamurundan yapılmış hayvan figürü, Mısır ęamuru
(Genç, S. 2022, s. 59, Resim 48)*

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Mısır pastası üretiminde aşağıdaki hammaddeler reçetelere uygun tartılarak, sulu öğütüm yapılmış, şekillendirilmiş ve 950°C ile 1050°C sıcaklıkta fırınlanmıştır. Mısır pastası üretimi sırasında kullanılan hammadde ve oksitler Refsan firmasından temin edilen kuvars, kaolin, kil, bentonit, kalsit, sodyum karbonat, bakır oksit, kobalt oksit, sodyumlu ve potasyumlu feldspatlardır. Ayrıca cam ambalaj atıkları olan şişeler geri dönüşüm alanlarından, demir tozu Nevşehir Sanayisi demir hurdalığından, alüminyum tozu metal atık malzeme tedarikçisinden, anahtar tozu Nevşehir merkez de bulunan anahtarcılardan ve pirinç tozu Nevşehir Sanayi bölgesinde bulunan tornacılardan temin edilmiştir. Aşağıda bu çalışmada kullanılan hammaddeler hakkında genel bilgi verilmiştir.

3.1.1. Bentonitik Kil

Genel olarak bentonit; sıkıştırılmış volkanik kül, volkanik tüf ve lavların hidrotermal yollarla ayrışması sonucunda oluşan Mısır pastası reçetesinde plastikliğin artmasında kullanılan kil türüdür (Verges, 1992, s. 66).

Alüminyumca zengin volkanik kül ile lavların ayrışmasından oluşan, ağırlıklı olarak smektit grubu kil minerallerinden meydana gelen ve diğer kil minerallerini de içeren killerin kalitelerini fazla bozmadan yer değiştirmiş olanlarına bentonit, yer değiştirerek başka yabancı maddelerle birlikte bir havzada tabakalar halinde çökelmiş olanlarına da bentonitik kil denir (Özcan, 2010, s. 88; Grim, 1968). Ülkemizin çeşitli yörelerinde halkımızın kullandığı baş kili, çamaşır kili, bebe toprağı ve pekmez toprağı gibi killeri de genellikle bentonitik killerdir. Mineralojik olarak; büyük oranda montmorillonit içeren killeri “bentonit” olarak tanımlanır (Akbulut, 1996, s. 78-79).

3.1.2. Kaolin

Kaolin oluştuğı ana kayaç kompleks alümina silikatlardan oluşur. Bu alümina silikatları ise aşınma sırasında hidrolize olur. Hidrolize olayı ise: Alkali ve toprak alkali iyonları çözünür, tuzları oluşturarak çözünüp uzaklaşırlar. Geriye kalan madde, alüminyum silikat ve değişken bileşik strüktürlü silisyum dioksittir. Bu kalan artık madde, eruptif (mağma kökenli) ana kayaçtan daha refrakterdir. Feldspat, glimmer, kuvars gibi henüz ayrışamamış olan kayaç artıkları da kaolin bünyesinde kalır (Arcasoy ve Başkırkan, 2020, s. 41-42; Genç, 2022, s. 42).

Kaolinit ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), özlü olduğu için genellikle çoğu plastik seramik hammaddesinin temel cevheridir (Taçyıldız, 2018, s. 19; Çizer, 2024, s. 131). Kaolinin ortalama sertliği 2-3 Mohs'tür (Hacizade, 2019, s. 113; Arcasoy ve Başkırkan, 2020, s. 42). “Kaolin (China-clay)” saf alümina ve silis içermektedir. Tek başına kullanıldığında vitrifikasyona karşı direnç gösterir. Pişme rengi, içerdiği metal oksitin miktarına göre sarı, krem ve beyaz renktedir (Kibici, 2008, s. 10; Genç, 2022, s. 42). Kaolinit, çeşitli kaolin türlerinden ve kaolinitik killerden meydana gelmektedir (Mete, 2020, s. 114). Kaolin, ergime noktası 1800°C üzerinde olan bir özlü seramik hammaddesidir. Plastisitesinin killere göre düşük olması nedeniyle tek başına kullanıldığında şekillendirmede ve refrakterliğinin yüksekliği nedeniyle de “sinterleşme” de güçlük çekilir. Şekillendirilebilme kabiliyetini artırmak için diğer özlü hammaddeler ile birlikte kullanılır (Genç, 2022, s. 42).

3.1.3. Kuvars

Kuvars yer kabuğunda en bol ve yaygın olarak bulunan mineraldir. Silisyumun oksijenle olan bileşiminden (SiO_2) meydana gelmektedir. Sertlik derecesi 7 Mohs'tur (Arcasoy ve Başkırkan, 2020, s. 45).

Kuvarsın bünyelerde kullanılması uzun bir geçmişe dayanır. Mısır'da (MÖ 4000-3100) üretimi hanedanlık öncesi döneme kadar uzanan, fayans veya Mısır pastası olarak bilinen gözeneksiz, kendinden sırlı, turkuaz renkli kuvars esaslı bünyeler geliştirilmiştir. Mısır pastası bünyesi, kil ve sır malzemelerinden hazırlanmaktadır: %20 kil, %35 sodyum feldspat, %35 kuvars, %10 sodyum karbonat ve %30 oranına varan renklendiriciler (renk veren oksitler veya seramik boya) ile bu bünyeler elde edilebilmektedir. Bünyenin pişirimi 850°C - 950°C 'de yapılmaktadır. Bünye bileşenlerinde yer alan sodyum karbonat, ürün kurudukça kil aracılığıyla dışarıya doğru taşınmakta yüzeyde kristalleşerek pişirim sırasında bünyede sırlı bir yüzey tabakası oluşturmaktadır. (Hamer ve Hamer, 2004, s. 123; Rice, 2015, s. 20). Çalışmada Refsan firmasından temin edilen toz haldeki kuvars kullanılmıştır.

3.1.4. Feldspat

Feldspatlar, özsüz bir hammadde olmalarına karşın, çamurlarda belli bir pişme sıcaklığına çıkıldığı zaman, çamurları pekiştirerek, eriticilik özelliği gösterirler. Aynı zamanda sırlarda da kullanılan çok önemli bir eriticidir (Alpman, 1997, s. 75).

Feldspat mineralleri granit ve bazalt gibi püskürük kayaların bozulmasının sonucu olarak genellikle mika ile birlikte primer killerde yer almaktadır (Rice, 2015, s.

77). Doğal feldspatlarda değişken oranlarda sodyum, potasyum, kalsiyum, lityum, baryum, sezyum gibi oksitler bulunmaktadır (Arcasoy ve Başkırkan, 2020, s. 49; Taçyıldız, 2018, s. 17). Feldspat mineralleri bünyelerde veya sırlarda eritici olarak kullanılmakta, cam fazının oluşumuna yardımcı olmaktadır. Belirli bir pişme sıcaklığına çıkıldığı zaman büneyi pekiştirmektedir (Ring, 1996, s. 31). Bu çalışma da Refsan firmasından temin edilen sodyum ve potasyum feldspatlar kullanılmıştır.

3.1.5. Kalsit

Kalsit; kimyasal formülü CaCO_3 , kristal tane boyutu 1 mm-10 cm arasında olan kireçtaşının yapıtaşı olan bir mineraldir. Mohs sertlik çizelgesine göre sertliği 3 ve özgül ağırlığı 2,7 gr/cm³'tür. Kolay kırılır, cam parıltılı, doğada yarı saydam ve mat olarak bulunur. Asitte eriyerek CO_2 kabarcıkları çıkarır. Saf olanlarının bileşiminde %56 CaO, %44 CO_2 ve beraberinde birlikte bulunduğu kayaç ve minerallere bağlı olarak azda olsa Mg, Fe, Mn, Zn, Sr, Cu, Pb, Co, Ba, Cr ve As bulunabilir (Uçurum, 2015, s. 40-41). Çalışmada Refsan firmasından temin edilen toz halde kalsit kullanılmıştır.

3.1.6. Kobalt Oksit

Kobalt bileşikler çok güçlü renklendiricilerdir. Seramik sırlarına mavinin çok değişik tonlarını verirler ve pişirim sırasında fırın atmosferini de değiştirirler (Hacızade, 2019, s. 179). Kobalt bileşikler, günümüzden 5000 yıl öncesinde Antik Mısır seramiklerinde de kullanılmıştır. Bir kobalt silikat bileşiği olan zaffre ile kobalt mavisi camlar ve seramikler Antik Mısır Dönemi'nde üretilmiştir. Mavi ve lacivert renklerin elde edilmesinde sıklıkla çamurların, astarların ve seramik sırlarının renklendirilmesinde kullanılır (Genç, 2022, s. 77).

Kobaltın, metal element olduğu Georg Brandt tarafından 1735 yılında keşfedilmiştir; ancak kobaltın renklendirici özelliği, bir rastlantı olarak 1540 yıllarında, ilk kez bir cam atölyesinde ortaya çıkmıştır. Kobalt Nitrat, kobalt kromat, kobalt karbonat, kobalt alüminat, kobalt sülfat, kobalt sülfid gibi bileşikler vardır. Fosfat ve arsenat bileşikler ile manganezin de katkısıyla sır içinde kullanıldığında mavi-mordan koyu mora kadar renk tonları elde edilir (Arcasoy ve Başkırkan, 2020, s. 293-294; Taçyıldız, 2018, s. 33). Sırlarda mavi ve lacivert elde edilmesi için en yüksek katkı oranı yaklaşık olarak %3-5 civarındadır. Daha yüksek oranlarda sırların rengi lacivertten siyaha döner (Hacızade, 2019, s. 179). Pişim sırasında bileşikteki oksijenin çıkışı nedeni ile sır yüzeyinde iğne delikleri oluşmasına neden olur (Genç, 2022, s. 78). Bu çalışmada Refsan firmasından temin edilen kobalt oksit kullanılmıştır.

3.1.7. Bakır Oksit

Bakır oksit (CuO), günümüzden 5000 yıl önce Antik Mısır'da üretilen seramiklerde renklendirici olarak kullanılmıştır. Kurşunlu sırlarda çok güzel yeşil ve tonlarını vermekte olup, turkuaz renklerin elde edilmesi için kullanılan bir oksittir. Fazla miktarda kullanıldığında (yaklaşık %20) metalik ve aventurin sırları oluşturur. Fırın içinde indirgenme yapıldığında, bakır kırmızısı, öküz kanı kırmızısı ya da Çin kırmızısı adıyla adlandırılan seramik sırları elde edilir (Çizer, 2024, s. 36). Fırın dışında yapılan indirgemede özellikle raku sırlarında metalik kırmızı tonlarında sır efektleri vermektedir (Taçyıldız, 2018, s. 32). Genellikle seramik sırlarında %0,5-3 arasında kullanılır. 1300 °C ve üzeri sıcaklıklarda uçucu özelliğe sahiptir (Arcasoy ve Başkırkan, 2020, s. 291).

Alkali sır bünyeleri içinde ve nötr fırın atmosferinde bakır oksit, turkuaz ve mavi tonlarını verir. Mayolika sırlarında kullanılan bakır oksit, mavimsi yeşil tonları verir. Kurşunlu sırlarda, kullanılan kurşun bileşiklerinin oranlarına göre yeşilin farklı tonları elde edilir (Genç, 2022, s. 76; Hacızade, 2019, s. 180). Çalışmada Refsan firmasından temin edilen bakır oksit kullanılmıştır.

3.1.8. Soda (Sodyum bikarbonat)

Sodyum bikarbonat (NaHCO_3), kabartma tozu veya soda bikarbonatı olarak bilinen beyaz katı bir kimyasal bileşiktir. Kabartma tozu, birçok ticari diş beyazlatma formülasyonunda, hidrojen peroksitli veya hidrojen peroksitsiz ana aktif bileşen olarak kullanılır. Aşındırıcılığının yanı sıra, sodyum bikarbonat biyolojik olarak uyumludur. Genellikle soda veya kabartma tozu olarak bilinen sodyum bikarbonat, sodyum tuzlarından birisidir (Li, 2017, s. 20). Yapılan bu çalışmada Refsan firmasından temin edilen sodyum bikarbonat kullanılmıştır.

3.1.9. Cam Atıklar

Cam silis, potas veya soda, kireç ve bazen de başka katkı maddelerinin beraberce karıştırılıp yüksek sıcaklıkta eritilmesiyle elde edilen, yarı saydam, saydam veya opak, ve kristalleşmeden katılaşan, şekilsiz bir maddedir (Harden, 1987, s. 136). Camı oluşturan silisyum dioksit amorf bünye içinde eriyerek ve dağılarak saydamlık özelliği göstermektedir. Cam; kum, soda ve kireç gibi ana hammaddelerden meydana gelmektedir. Bu hammaddelerin dışında cama farklı özellikler veren hammaddeler de bulunmaktadır (Mete, 2020, s. 216).

Farklı özelliklere sahip camlardan yapılan çeşitli nesneler veya bunların atıkları bünye bileşimine veya yüzeyine eklenebilmektedir. Bunlar seramik ve metal nesnelerin

aksine optimum sıcaklık aralıklarında pişirildiklerinde eriyerek şekillerini kaybetmektedir. Bu yüzden bünyelerde büyük boyutlu cam nesnelerden ziyade küçük boyutlu cam nesneler (bilye, boncuk, frit vb.) veya öğütülmüş atık camlar kullanılmaktadır (Connell, 2002, s. 15).

Camın başlıca üç türü bulunmaktadır. Bunlar: Borosilikat camı, kurşunlu cam ve soda-kireç-silis camıdır (Paiva vd. 2021, s. 7).

Cam ambalaj atıklarından yeşil soda şişesi, mavi soda şişesi, kahverengi bira şişesi, yeşil şarap şişesi, beyaz meyve suyu şişesi ve araba camı tozlarının kimyasal analizleri Panalytical marka ve Zetium model X-Işını Floresans (XRF) yöntemi ile Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Cam ambalaj atıklarının kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de bu çalışmada kullanılan cam tozlarına ait kimyasal analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 1: *Cam Tozların Kimyasal Analizi (Ağırlıkça %)*

(%)	Cam Tozları					
	Yeşil Soda Şişesi	Araba Camı	Yeşil Şarap Şişesi	Mavi Soda Şişesi	Kahverengi Bira Şişesi	Beyaz Meyve Suyu Şişesi
SiO ₂	62,57	68,03	65,62	65,91	65,42	68,49
Al ₂ O ₃	1,83	1,56	1,59	1,86	2,11	0,96
Fe ₂ O ₃	1,68	0,28	1,24	0,89	1,20	0,30
CaO	20,95	15,02	15,39	18,27	16,44	10,37
MgO	2,244	3,47	2,43	2,36	2,06	3,74
Na ₂ O	8,72	10,38	11,53	9,07	11,13	13,49
CuO	-	0,01	-	0,42	-	-
Co ₃ O ₄	-	-	-	0,24	-	-
BaO	-	-	0,02	-	0,02	-
MnO	-	0,01	0,02	-	0,01	-
TiO ₂	0,11	0,18	0,14	0,11	0,12	0,11
P ₂ O ₅	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	-
SO ₃	0,50	0,44	0,06	0,34	0,09	0,27
Cl	0,07	0,37	0,03	0,05	0,03	0,03
Cr ₂ O ₃	0,97	-	0,50	0,19	0,015	-
K ₂ O	0,20	-	1,27	0,11	0,94	0,9
SrO	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	-
ZrO ₂	0,03	0,02	0,05	0,02	0,03	-
NiO	-	-	-	0,01	-	-
PbO	-	-	-	-	0,03	0,03
ZnO	0,01	-	-	-	0,06	0,06

Kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde içerik olarak en yüksek SiO₂ (68,49) miktarı beyaz meyve suyu şişesi camına, en düşük SiO₂ (62,57) miktarı ise yeşil soda şişesi camına ait olduğu görülmektedir. Ayrıca bütün cam şişelerde CaO miktarı SiO₂

miktarından sonra en yüksek değerdedir. Beyaz meyve suyu şişesi CaO miktarının en düşük olduğu (%10,37), yeşil soda şişesi camı ise CaO miktarının en yüksek olduğu (20,95) cam ambalaj atıklarıdır. Na₂O miktarı ise beyaz meyve suyu şişesinde en yüksek değerde (%13, 49), yeşil soda şişesinde Na₂O miktarı en düşük değerdedir (%8,72). Bunlara ilaveten Tablo 1’de görüldüğü üzere, sadece mavi soda şişesi kobalt oksit (Co₃O₄) (%0,24) ve nikel oksit (NiO) (%0,01) içermektedir. Kahverengi bira şişesi ve beyaz meyve suyu şişesi ise insan sağlığı için bir tehdit unsuru olan kurşun oksit (PbO) (%0,03) içermektedir.

Görsel 29’da çalışmada kullanılan katı atık cam tozlarının görselleri verilmiştir



Görsel 29: Cam atıklar: a) Yeşil Soda Şişesi Camı; b) Kahverengi Bira Şişesi Camı; c) Beyaz Meyve Suyu Şişesi Camı; d) Araba Camı; e) Mavi Soda Şişesi Camı; f) Yeşil Şarap Şişesi Camı

Tablo 2’de çalışmada kullanılan katı atık cam tozlarının tane boyutlarının görselleri verilmiştir.

Tablo 2: *Cam Tozlarının Tane Boyutları*

	0,5 mm	1 mm	4 mm
Yeşil soda şişesi camı			
Kahverengi bira şişesi camı			
Mavi soda şişesi camı			
Beyaz meyve suyu şişesi camı			
Yeşil şarap şişesi camı			
Araba camı			

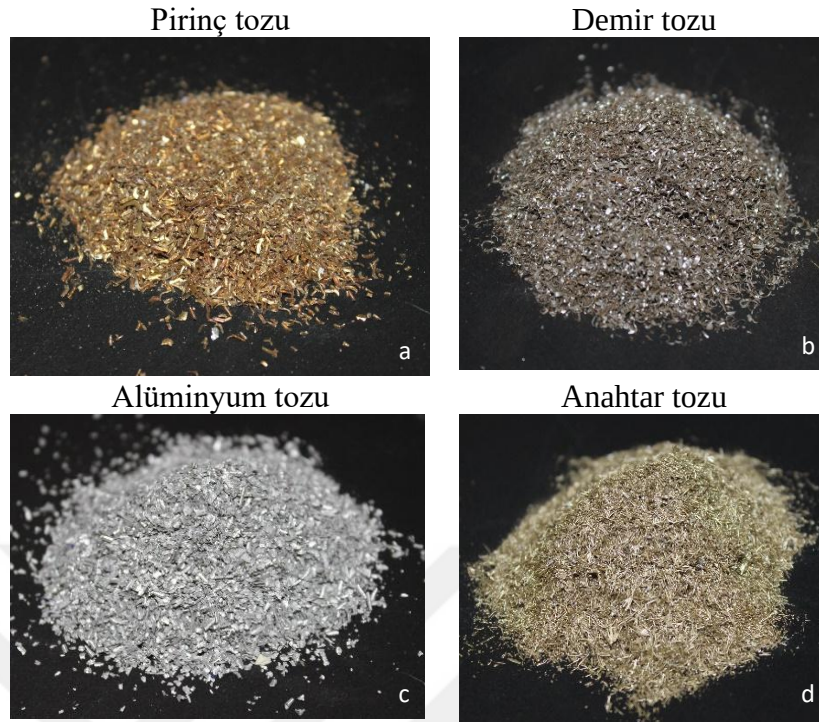
3.1.10. Metal Katı Atıklar

Çeşitli yöntemlerle çıkarılan metaller yer kabuğundan cevher (metal içeren mineraller) olarak elde edilen ve serbest elektronlarla çevrili iyon atomlarından meydana gelmiş kristal bir yapıda olan inorganik esaslı malzemelerdir. (Mete, 2020, s. 31-34; Aydın, 2000, s. 69). Metal nesneler bünyede kullanılmadan önce bünyenin formuna uygun hale getirilmekte (kesilerek ve şekillendirilerek) veya herhangi bir müdahalede bulunmadan bünyeye eklemektedir. Bu nesneler farklı sıcaklıklarda eriyerek dayanıklılıklarını kaybedebilmektedir. Bu yüzden bünyelere eklenecek metal nesneler seçilirken metal nesnelerin pişme sıcaklığına dayanıklı bünyeler tercih edilmelidir (Standen, 2013, s. 95; Yılmaz, 2023, s. 81-82). Seramik endüstrisinde metal atıklarından elde edilen cürufklar metal filizlerinin fırınlarda arıtılması işleminden sonra elde edilen endüstriyel atık malzemelerdir (Kaya ve Turan, 2004, s. 49; Uysal ve Bahar, 2018, s. 39-46). Tablo 3’de atık metal tozlarından Pirinç, Anahtar, Demir ve Alüminyum’a ait kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 3: *Atık Metal Tozların Kimyasal Analizi*

Element (%)	Metal Tozlar			
	Pirinç	Anahtar	Demir	Alüminyum
Si	0,53	0,27	2,73	10,09
Al	0,14	0,65	1,98	83,39
Fe	0,72	0,61	90,14	0,52
Ca	0,37	0,25	0,32	0,12
Mg	0,03	0,02	0,04	1,05
Na	-	-	1,92	-
Cu	75,22	57,77	-	1,31
Sn	10,57	0,22	-	0,02
Mn	0,01	0,01	-	0,12
Cr	0,04	-	-	-
Ti	-	-	-	0,13
Ni	0,29	2,65	-	2,32
Sb	0,09	-	-	-
Pb	3,54	2,23	-	0,08
Zn	2,86	31,38	-	0,04
P	0,33	0,26	-	-
S	0,33	0,06	0,04	-
K	0,03	0,03	0,15	-
O	4,74	3,52	2,62	-

Görsel 30'da çalışmada kullanılan metal atıkların görselleri verilmiştir.



Görsel 30: Metal atıklar: a) Piriç Tozu; b) Demir tozu; c) Alüminyum tozu; d) Anahtar tozu

3.1.10.1. Alüminyum

Alüminyum, kimyasal sembolü "Al" olan bir metaldir. Atom numarası 13 olan bu element, periyodik tabloda bor grubunda yer alır. Alüminyum, yerkabuğunda en bol bulunan metallere biridir ve aynı zamanda en yaygın üçüncü elementtir. (Çakanyıldırım ve Gürü, 2021, s. 586). Çalışma da kullanılan alüminyum tozu metal atık malzeme tedarikçisinden temin edilmiştir.

3.1.10.2. Demir

Demir, yer kabuğunda %5,4 oranıyla dördüncü sırada yaygın olarak bulunan bir elementtir. Atom numarası 26, atom ağırlığı 55,85, ergime sıcaklığı 1535°C, kaynama noktası 2750°C ve yoğunluğu 7,874 gr/cm³ 'dür. Başlıca demir mineralleri; manyetit (Fe₃O₄), hematit (Fe₂O₃), limonit (2Fe₂O₃ · 2H₂O), götit (Fe₂O₃ · H₂O) ve siderit (FeCO₃)'tir. Saf demir kül rengi beyazdır, kolayca işlenebilir. İnce tel ve levha haline getirilebilir. Normal sıcaklıkta kuru hava demire etki yapmaz, ama nemli havada karbondioksitin etkisiyle yüzeyi oksitlenir, kırmızı demir-oksitle kaplanır (Tuncel, vd.

2017, s. 3, 5-6). Çalışmada kullanılan demir tozu Nevşehir Sanayisi demir hurdaliğından temin edilmiştir.

3.1.10.3. Pirinç

Pirinç, bakır (Cu) ve çinko (Zn) elementlerinden oluşan ve döküm yoluyla üretilen bir alaşımdır. Pirinç alaşımının içerisinde empürite olarak isimlendirilen kurşun (Pb), kalay (Sn), antimon (Sb), nikel (Ni), demir (Fe), alüminyum (Al) gibi başka elementler de bulunabilir. Pirinç alaşımları, içerdiği element oranlarına göre farklılaşmakta ve isimlendirilmektedir. DIN 17660 standartlarına göre on dokuz çeşit pirinç alaşımı mevcuttur. Pirinç alaşımı, radyatör, somun ve cıvata, elektrik bağlantıları, yapı malzemesi, makine parçaları, mühimmat malzemesi, optik malzemeler, dişli parçalar, otomotiv yedek parçaları gibi pek çok alanda kullanılan bir malzemedir. Pirinç alaşımının bu kadar çok alanda kullanılmasının temel nedeni içerdiği elementlerdir (Cu, Zn, Pb, Fe, Al, Sn, Ni, Sb) (Birgören ve Sakallı, 2021, s. 435,443; Çakmak ve Akyüz, 2022, s. 792). Çalışmada kullanılan pirinç atığı Nevşehir Sanayi bölgesinde bulunan tornacıardan temin edilmiştir.

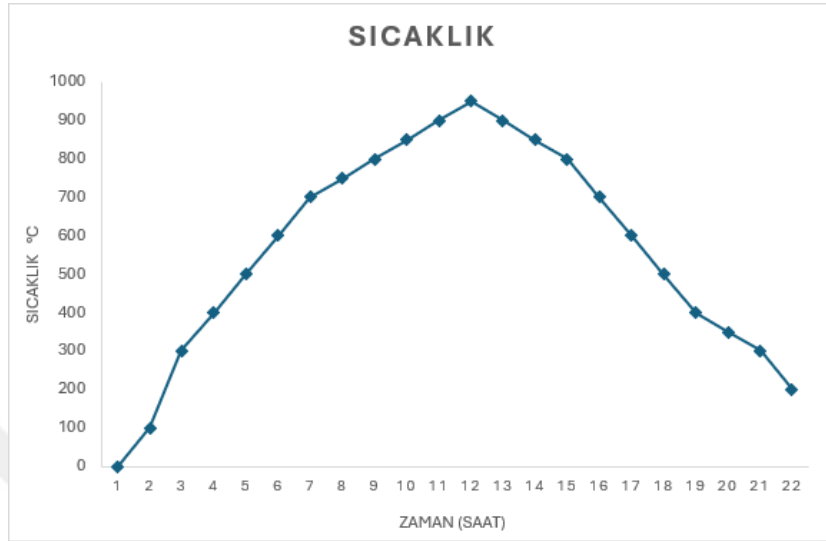
3.1.10.4. Anahtar Tozu

Anahtar malzemesi bakır ve pirinç karışımı bir malzemedir. Çalışmada kullanılan anahtar tozu Nevşehir merkez de bulunan anahtarcıdan temin edilmiştir.

3.2. Metod

Bu çalışmada kullanılacak atık malzemelerin temin edilmesi, temizlenmesi, kırılması, öğütülmesi ve elekten geçirilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Mısır pastası deney örneklerinin hazırlanması ve pişirilmesi sonucunda uygun olan Mısır pastası reçeteleri tespit edilerek % reçete tartımları yapılmış 8 kg'lık seramik değirmeninde sulu öğütülmüş, uygun şekillendirme yöntemleri ile şekillendirilmiş ve seramik fırınında fırınlanmıştır.

Şekil 1’de Mısır pastasının fırın rejimi grafiksel olarak sunulmuştur. Grafikten görüldüğü üzere fırın 950 °C sıcaklığa 12 saatte ulaşılacak şekilde ve 950°C’den 200°C’ye 10 saatte soğutularak gerçekleştirilmiştir. Pişirim, ısıtma ve soğutmanın yaklaşık 22 saatte tamamlanması ile son bulmaktadır.



Şekil 1: Çalışmada kullanılan Mısır pastası pişirimlerine ait fırın rejim grafiği

Mısır pastası pişirimleri, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Avanos Güzel Sanatlar MYO’da dört fazlı elektrikli seramik fırınında 950°C ile 1050°C’de gerçekleştirilmiştir. 950°C ve 1050°C sıcaklıkta fırınlanan Mısır pastası deney örnekleri Tablo 7-11’de, % reçete formülasyonları Tablo 3, 4 ve 5’te verilmiştir.

Ayrıca olumlu sonuç elde edilen Mısır pastası reçetelerinden sanatsal çalışmalar yapılmıştır.

Mısır pastası reçetelerinde kullanılacak olan inorganik katı atık katkılarının miktar, tür ve tane boyutu çalışma kapsamında incelenen bilimsel çalışma ve veriler doğrultusunda belirlenmiştir. Mısır pastası bünyesinde inorganik hammadde olarak kuvars, kaolin, bentonit, kalsit, sodyum karbonat, sodyum feldispat ve potasyum feldispat, inorganik katı atık olarak cam atık ve metal atık tozlar seçilmiştir.

Mısır pastası reçete denemelerinde bünyelere eklenecek olan inorganik katı atık cam tozlarının erime sıcaklıkları düşük olduğu için Mısır pastası reçetesindeki kuvars yerine katı atık cam tozları; ayrıca Mısır pastası bünyesinde farklı görsel etkiler verdiği için de kobalt oksit gibi renklendirici oksitlerin yerine inorganik katı metal atıklar tercih edilmiştir. A ve B grubu Mısır pastası çiçeklenme reçeteleri %40 ve %55 inorganik katı

atık, renk veren atık olarak da %5 inorganik metal katı atık içermekte; pişme sıcaklık dereceleri de en fazla 950 °C'dir Çalışmada bir diğer pişme sıcaklığı da 1050 °C'dir. A ve B grubu Mısır pastası çiçeklenme reçeteleri 1050 °C'de erime olduğu ve şekilsel olarak vitrifikasyona bağlı ısı deformasyona uğradığı gözlenmiştir.

Cam atık ve metal atık katkılı Mısır pastası bünyelerine verilen reçete kodları Tablo 4, 5 ve 6'de yer almaktadır.

Mısır pastası reçetelerinde kullanılan inorganik katı atık katkıları, yeşil soda şişesi, Beyaz meyve suyu şişesi camı, mavi soda şişesi, kahverengi bira şişesi, yeşil şarap şişesi ve araba camı temin edilmiştir. Temin edilen cam şişeler temizlenip kırma ve öğütme işlemi yapılmıştır. Öğütmeleri yapılan şişe camları 5 (4 mm), 18 (1 mm) ve 35 (0,5 mm) nolu eleklerden manuel olarak elenerek, tane boyutuna göre kutulara konulmuştur. İnorganik katı atıkların tane boyutu inorganik katı atıklı Mısır pastası bünyelerin fiziksel özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu yüzden reçete uygulamalarındaki inorganik katı atık katkıları tane boyutunu göre 5 (4 mm), 18 (1 mm) ve 35 (0,5 mm) nolu elek ölçülerine göre boyutlandırılmıştır.

Elde edilen Mısır pastası deney örnekleri ve ürünlerinin dijital görüntüleme işlemi Canon EOS 600D, EFS18-55mm Lens ile yakın çekim modu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çukurova Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda (ÇÜMERLAB) bulunan FEI marka Quanta 650 Field Emission model Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile 6 adet inorganik katı atık katkılı Mısır pastası örneğinin mikroyapısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Mısır pastası örneklerinin mikroyapısal incelemeleri için yüzeyleri 30 sn süre ile altın (Au) ile kaplanarak iletken hale getirilmiştir. Her bir örneğin kırık yüzeylerinden alınan SEM görüntüleri ETD dedektör ile ikincil elektron modunda (SE) 20 kV hızlandırma voltajı ile elde edilmiştir. SEM görüntüleri üzerinden belirlenen alanların mikrokimyasal analizleri SEM'e bağlı Bruker Axe Enerji Dağılımlı Spektrometre (EDS) ile elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan metal atıklardan demir, pirinç, alüminyum ve anahtar tozlarının kimyasal analizleri Panalytical marka ve Zetium model X-Işını Floresans (XRF) yöntemi ile Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Mısır Pastası Reçeteleri

Tablo 4'te A2 kodlu Mısır pastası reçetesi, Tablo 5'te A11 kodlu Mısır pastası reçetesi ve Tablo 6'te B7 kodlu Mısır pastasına ait reçete görülmektedir. A2 kodlu Mısır pastası reçetesinde hammadde olarak kuvars (SiO_2), kırmızı kil ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ içeren), Sodyum feldspat ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) ve Soda (Na_2CO_3) kullanılırken, A11 kodlu reçetede kuvars (SiO_2), Kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), Sodyum feldspat ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) ve Sodyum bikarbonat (NaHCO_3), B7 kodlu reçetede kuvars (SiO_2), Kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), Potasyum feldspat ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) ve Soda (Na_2CO_3); kullanılmıştır.

Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6 'de çalışmada kullanılan Mısır pastası reçeteleri verilmiştir.

Tablo 4: A2 Kodlu Mısır Pastası Reçetesi

%Miktar	Hammadde
50	Kuvars (SiO_2)
20	Kırmızı kil ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ içeren)
15	Sodyum feldspat ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)
15	Sodyum bikarbonat (NaHCO_3)

Tablo 5: A11 Kodlu Mısır Pastası Reçetesi

%Miktar	Hammadde
55	Kuvars (SiO_2)
15	Kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)
15	Sodyum feldspat ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)
15	Sodyum bikarbonat (NaHCO_3)

Tablo 6: B7 Kodlu Mısır Pastası Reçetesi

Miktar (ağırlıkça %)	Hammadde
40	Kuvars (SiO_2)
10	Kaolin ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)
25	Potasyum feldspat ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)
25	Sodyum bikarbonat (NaHCO_3)

3.2.2. Mısır Pastası Üretimi

Mısır pastası üretimi ile ilgili literatür çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada atık camlar uygun şekilde toplanmış ve suda temizlenmiştir. Temizlenen ambalaj atığı cam şişeleri kırma-öğütme işlemleri sonrasında tane boyutlarına göre sınıflandırmak için (4 mm), 18 (1 mm) ve 35 (0,5 mm) nolu eleklerden manuel olarak geçirilmiştir. Manuel

olarak eleklerden geçirilen farklı türde cam şişe atıkları Mısır pastası üretimi için kullanıma uygun duruma getirilmiştir. Mısır pastası reçetelerinin her biri 3000 gr'lık olacak şekilde tartılmıştır.

3.2.3. Mısır Pastası Reçete Uygulamaları

Bu çalışmada belirlenen Mısır pastası reçetelerine belirli oranlarda inorganik katı atık katkıları eklenerek reçeteler hazırlanmıştır. İnorganik katı atıklı Mısır pastası reçeteleri denemeler sonucu iki reçeteye şeklinde uygulanmıştır ve uygulamalar bu reçeteler üzerinden yapılmıştır. A ve B kodlu Mısır pastası reçete kodları oluşturulmuş, A reçetesinde %55, B reçetesinde %40 oranlarında kuvars bulunmaktadır, A ve B reçetelerindeki kuvars yerine eritici olarak inorganik katı atık cam tozları kullanılmış, pişirim sonrası etkileri karşılaştırılarak incelenmiştir. A ve B kodlu inorganik katı atık Mısır pastası reçeteleri % gr olarak tartılıp deneme deney örnekleri için sulu öğütme yapılarak hazır hale getirilmiştir. A ve B kodlu Mısır pastası reçetelerinde %5 oranın renklendirici olarak kobalt oksit bulunmakta; A ve B reçetelerindeki renklendirici kobalt oksit yerine %5 oranın da katı metal atık tozları kullanılmıştır.

A ve B kodlu sıvı haldeki inorganik katı ve metal katı atık Mısır pastası bünyeler için R:5 H:2,5 cm ölçülerinde 44 adet deneme deney örnekleri hazırlanmıştır. Deneme deney örneklerinde 0,5 mm cam tozları kullanılmıştır. Hazırlanan deney örneklerinin kuruması tamamlandıktan sonra 22 adet deney örneğinin pişme sıcaklığı 950 °C olarak belirlenmiş (Tablo 7); A ve B kodlu inorganik katı ve metal atıklı Mısır pastası deney örnekleri yüksek sıcaklıkta oluşumları ile karşılaştırma yapabilmek için 22 adet deney örneğinin de pişme sıcaklığı 1050 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 8).

Reçete uygulamalarında inorganik katı atık katkıları ayrıca tane boyutuna göre de nasıl sonuçlar verdiğini görmek için A kodlu Mısır pastası reçetesinde uygulanmıştır. Hazırlanan 18 adet deney örneklerin pişme sıcaklıkları 950 °C olarak belirlenmiştir. Şekillendirme aşamasında 1 mm ve 4 mm tane boyutlu inorganik katı atıkların şekillendirme de zorluk yaşandığı ve verilen şekli muhafaza etmediği gözlemlenmiştir. 0,5 mm tane boyutlu inorganik katı atıkların şekillendirme de bozulmaya uğramadığı gözlenmiştir. Genel olarak 0,5 mm tane boyutlu inorganik katı atıklar bünynenin erime sıcaklığını düşürerek bünnyeleri bozulmaya uğratmakta; 1 mm ve 4 mm tane boyutlu inorganik katı atıklar ise bünnyede erime olmadan katı atık boyut ve şekilleri gözle görülür şekilde de kaldığı gözlenmektedir (Tablo 8).

İnorganik katı atık katkılı Mısır pastası çalışmasında inorganik metal katı atıklar tane boyutuna göre sınıflandırılamamıştır. Çünkü çalışmada kullanılan inorganik katı atık metaller sünek malzeme olduğu için tane boyutu ayarlanamamıştır.

3.2.4. Kalıp Hazırlama ve Şekillendirme

Bu çalışma kapsamında Mısır pastası reçetelerinin her birini şekillendirmek için alçı kalıp ve silikon kalıplar kullanılmıştır. Alçı kalıp ile büyük ölçekli form (Görsel 31); silikon kalıp ile küçük ve orta ölçekli formlar üretilmiştir (Görse 32). Görsel 31 ve Görsel 32’de çalışmada kullanılan alçı ve silikon kalıp görselleri sunulmuştur.



Görsel 31: Alçı kalıp



Görsel 32: Silikon kalıplar

3.2.5. Mısır Pastası Uygulama Yöntemi

Çalışma kapsamında Mısır pastası üretiminde çiçeklenme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile inorganik katı atıkların Mısır pastası reçetelerine ilave edilmesiyle yapılan Mısır pastası ürünler 950°C ve 1050°C sıcaklıklarda elektrikli seramik fırınında pişirilmiştir.

3.2.6. İnorganik Katı Atıklı Mısır Pastası Form Uygulamaları

İnorganik katı atık katkılı Mısır pastası uygulamalarında cam ambalaj atıkları ve metal atıklar ilave edilerek 6 x 5,5 cm ölçülerinde küçük ölçekli form (Görsel 33), 7,5 x 6,5 cm ölçülerinde orta ölçekli form (Görsel 34) ve 18,5 x 9,5 cm ölçülerinde büyük ölçekli formlar çalışılmıştır (Görsel 35). Görsel 33, Görsel 34 ve Görsel 35 'de çalışmada kullanılan küçük, orta ve büyük ölçekli kalıp ve kalıp içinden çıkarılan form örnekleri verilmiştir.



Görsel 33: Küçük ölçekli kalıp ve form



Görsel 34: Orta ölçekli kalıp ve form



Görsel 35: Büyük ölçekli kalıp ve form

İnorganik katı atıklı Mısır pastası reçete uygulamaları doğrultusunda olumlu sonuçlar alınmış olan reçeteler seçilerek küçük, orta ve büyük form çalışmaları yapılmıştır. Formlar şekillendirmek için Tablo 4, 5 ve 6’da verilen inorganik katı atıklı Mısır pastası reçetelerinden 1 kg’lık tartımlar yapılmıştır. Tartımları yapılan reçeteler homojen bir karışım elde etmek için 8 kg’lık seramik değirmeninde 30 dk süre ile sulu öğütülmüştür. Her uygulama çalışması için yeni inorganik katı atıklı Mısır pasatası çamurları hazırlanarak şekillendirmeler yapılmıştır. Seramik değirmeninde öğütmeleri yapılan inorganik katı atıklı Mısır pastası çamurunun içerisine şekillendirme yapılmadan önce belirli miktar da arap zankı eklenmiştir. Arap zankı eklenmesinin sebebi Mısır pastasının özgül bir seramik çamuru olmasından dolayı zor şekil verilmesi ve verilen şekli muhafaza edememesindendir. Bu şekilde yapılan uygulamada arap zankı ile Mısır pastasının verilen şeklini kurduğunda koruyabildiği gözlenmiştir (Görsel 36). Görsel 36’da Arap zankılı ve Arap zanksız olarak şekillendirilmiş Mısır pastası form örnekleri sunulmuştur.



Görsel 36: Mısır pastası form örnekleri: a) Arap zanksız uygulama ve b) Arap zankılı uygulama

Uygulama sırasında silikon kalıp kullanılmasının amacı, inorganik katı atıklı Mısır pastası çamurunun plastik özeliğinin az olmasından ve silikon kalıbın esnekliğinden dolayı şekillendirmeden sonra kalıp içerisinden formun bozulmaya uğramadan çıkarılmasına olanak sağlamasıdır. Uygulamalarda alçı kalıp kullanımında inorganik katı atıklı Mısır pastası içerisinden bulunan sodanın alçı kalıbı bozulmaya uğratmış ve formların yüzeyine gelen alçıların yapışmasından dolayı sorunlar yaşanmıştır. Pres alçısı kullanılarak kalıpları hazırlanmış, her form yapımından sonra alçı kalıptaki bozulmalardan dolayı tekrar yeni alçı kalıp ile çalışılmıştır. Alçı kalıbın iç kısmından

form yüzeyine alçı parçacıkları gelmesini önlemek için havlu kâğıt konulmuş ve üzerine inorganik katı atık katkılı Mısır pastası çamuru döküm yapılarak şekillendirilmiştir. Alçı kalıp içerisinde istenilen sertliğe gelen form, alçı kalıptan çıkarıldıktan sonra üzerindeki havlu kâğıt temizlenmiş, ürün yüzeyi el ile düzeltmeler yapılarak kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan alçı kalıp içerisinde çıkarılan büyük ölçekli form bozulmaya uğradığı için ürün alçı kalıp içerisinde çıkarıldıktan sonra, büyük ölçekli form üzerinde tekrar el ile şekillendirme yapılmıştır.



BÖLÜM IV

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Mısır Pastası Reçeteleri

Mısır pastası inorganik katı atıklardan cam ve metal tozları kullanılarak hazırlanmış çiçeklenme, sementasyon ve aplikasyon uygulama reçeteleri ile yapılan deney sonuçları Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11’da verilmiştir.

Bu çalışmada belirlenen Mısır pastası reçetelerine belirli oranlarda inorganik katı atık katkıları eklenerek reçeteler hazırlanmıştır. İnorganik katı atık katkılı Mısır pastası reçeteleri, denemeler sonucu iki reçete şeklinde uygulanmıştır ve uygulamalar bu reçeteler üzerinden yapılmıştır. A ve B kodlu Mısır pastası reçete kodları oluşturulmuş, A reçetesinde %55, B reçetesinde %40 oranlarında kuvars kullanılmıştır. A ve B reçetelerindeki kuvars yerine eritici olarak inorganik katı atıklardan cam tozları kullanılmış, pişirim sonrası etkileri karşılaştırılarak incelenmiştir. A ve B kodlu inorganik katı atık katkılı Mısır pastası % reçeteleri tartılarak, sulu öğütülmüştür. A ve B kodlu Mısır pastası reçeteleri renklendirici olarak ağırlıkça %5 kobalt oksit ile renklendirilmiş, ayrıca metal atıkların renk verme özelliğinden yararlanmak için, A ve B reçetelerinde renklendirici olarak kullanılan kobalt oksit yerine ağırlıkça %5 oranında metal atık tozları kullanılmıştır.

A ve B kodlu cam ve metal atık katkılı Mısır pastası bünyeler için R:5 H:2,5 cm ölçülerinde 44 adet deneme deney örnekleri hazırlanmıştır. Deney örneklerinde 0,5 mm cam tozları kullanılmıştır. Hazırlanan deney örneklerinin kuruması tamamlandıktan sonra 22 adet deney örneğinin pişme sıcaklığı 950 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 7). A ve B kodlu cam ve metal atıklı Mısır pastası deney örneklerinin yüksek sıcaklıkta davranışlarını gözlemleyerek karşılaştırma yapabilmek için 22 adet deney örneği pişme 1050 °C fırınlanmıştır (Tablo 8).

Reçete uygulamalarında inorganik katı atık katkıların ayrıca tane boyutuna göre de nasıl sonuçlar verdiğini görmek için A kodlu Mısır pastası reçetesi kullanılarak, tane boyutunun sıcaklık karşısında ürün boyutuna etkileri denenmiştir. Hazırlanan 18 adet deney örneğinin pişme sıcaklıkları 950 °C olarak belirlenmiştir. Şekillendirme aşamasında 1 mm ve 4 mm tane boyutlu cam tozu katkılı reçetelerin şekillendirilmesi sırasında güçlük yaşandığı ve verilen şekli muhafaza edemediği gözlemlenmiştir. 0,5 mm tane boyutlu inorganik katı atıkların şekillendirme sırasında bozulmaya uğramadığı gözlenmiştir. Genel olarak 0,5 mm tane boyutlu cam tozu atıklar, bünyenin erime

sıcaklığını düşürerek, erimeden kaynaklı verilen şekli muhafaza edemedikleri görülmüştür. 1 mm ve 4 mm tane boyutlu cam tozu atıklar ise bünyede daha düşük erime nedeniyle ürün boyut ve şekillerinde bozulmaya neden olmadığı gözlenmiştir (Tablo 9).

İnorganik katı atık katkılı Mısır pastası çalışmasında inorganik metal katı atıklar tane boyutuna göre sınıflandırılmamıştır; çünkü çalışmada kullanılan metaller sünek malzemeler olduğu için tane boyutu sınıflandırması yapılmamıştır.

4.1.1. Mısır Pastası Çiçeklenme Reçeteleri

Mısır pastası reçetelerinde kullanılacak olan inorganik katı atık katkılarının miktar, tür ve tane boyutu, bu çalışma kapsamında incelenen bilimsel çalışma ve veriler doğrultusunda belirlenmiştir. Mısır pastası bünyesinde inorganik hammadde olarak kuvars, kaolin, kil, bentonit, kalsit, sodyum karbonat, sodyum ve potasyum feldspat, inorganik katı atık olarak cam ve metal tozlar seçilmiştir.

Mısır pastası reçete çalışmalarında bünyelere ilave edilen inorganik katı atık cam tozlarının erime sıcaklıkları düşük olduğu için Mısır pastası reçetesindeki kuvars yerine katı atık cam tozları; ayrıca Mısır pastası bünyesinde farklı görsel etkiler verdiği için de kobalt oksit gibi renklendirici oksitlerin yerine inorganik katı metal atıklar tercih edilmiştir. A ve B grubu Mısır pastası çiçeklenme reçeteleri %40 ve %55 inorganik katı atık, renk veren atık olarak da %5 inorganik metal katı atık içermekte; pişme sıcaklığı 950°C'dir. Çalışmada bir diğer pişme sıcaklığı da 1050 °C'dir. A ve B grubu Mısır pastası çiçeklenme reçeteleri 1050 °C sıcaklıkta erimiştir ve vitrifikasyona bağlı bozulmalar/deformasyonlar gözlenmiştir.

Cam ve metal atıklı Mısır pastası bünyelere verilen reçete kodları Tablo 4, 5 ve 6'da yer almaktadır. Tablo 7 ve Tablo 8' de çiçeklenme yöntemi kullanılarak 950 °C ve 1050 °C sıcaklıkta üretilen Mısır pastası deney örnekleri verilmiştir.

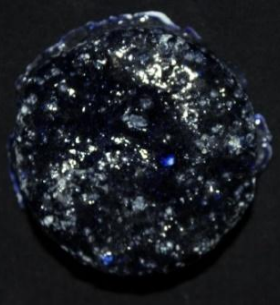
Tablo 7: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafi	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A2-1		%50 kuvars %20 kırmızı kil %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-koyu siyah
A2-2		%45 kuvars %25 kırmızı kil %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-koyu siyah
A2-3		%40 kuvars %30 kırmızı kil %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak metalik siyah Koyu
A11		%55 kuvars %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak - beyaz

Tablo 7: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A11-1		%55 yeşil şişe camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-yeşil
A11-2		%55 kahverengi bira şişe camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak -sütlü kahve
A11-3		%55 mavi şişe cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-mavi
A11-4		%55 araba camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-beyaz

Tablo 7: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafi	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A11-5		%55 beyaz meyve suyu şişesi cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-beyaz
A11-6		%55 yeşil şarap şişesi cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-limon küfü
A11-7		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%3 kobalt oksit	metalik-koyu lacivert
A11-8		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 kobalt oksit	parlak-koyu lacivert

Tablo 7: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A11-9		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 demir tozu	parlak-beyaz siyah benekli
A11-10		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 alüminyum tozu	mat beyaz pürüzlü siyah taneli
A11-11		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 anahtar tozu	parlak metallik gri
A11-12		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 Sodyum bikarbonat %5 pirinç tozu	%5 pirinç tozu	parlak beyaz metalik siyah benekler

Tablo 7: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafi	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
B7		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak - şeffaf
B7-1		%40 yeşil şişe cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-yeşil
B7-2		%40 kahverengi bira şişesi cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-beyaz kahverengi benekler
B7-3		%40 araba camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-şeffaf

Tablo 7: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
B7-4		%40 mavi şişe cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-mavi
B7-5		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-beyaz
B7-6		%40 yeşil şarap şişesi %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-limon küfü
B7-7		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 kobalt oksit	parlak-koyu lacivert
B7-8		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 pirinç	parlak beyaz metalik gri noktacıklar

Tablo 7: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı*

B7-9		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 anahtar tozu	parlak-beyaz kahverengi benekli
B7-10		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 Sodyum bikarbonat	%5 demir tozu	parlak- beyaz siyah benekli
B7-11		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 alüminyum tozu	parlak beyaz -pürüzlü

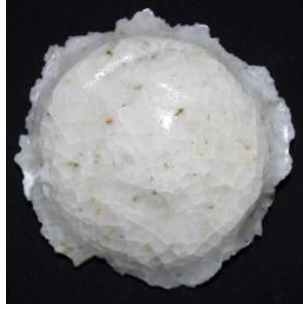
Tablo 8: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri*

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A2-1		%50 kuvars %20 kırmızı kil %15 sodyum feldspat %15 Sodyum bikarbonat	-	parlak-metalik-koyu siyah
A2-2		%45 kuvars %25 kırmızı kil %15 sodyum feldspat %15 Sodyum bikarbonat	-	parlak-metalik -koyu siyah
A2-3		%40 kuvars %30 kırmızı kil %15 sodyum feldspat %15 Sodyum bikarbonat	-	parlak-metalik- koyu siyah
A11		%55 kuvars %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 Sodyum bikarbonat	-	parlak-şeffaf

Tablo 8: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı*

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A11-1		%55 yeşil şişe cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-açık yeşil
A11-2		%55 kahverengi bira şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-şeffaf
A11-3		%55 mavi şişe cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 Sodyum bikarbonat	-	parlak -mavi
A11-4		%55 araba camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-şeffaf

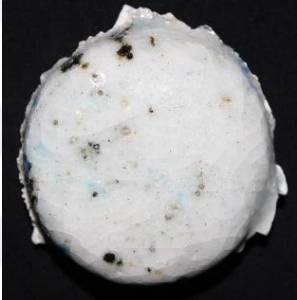
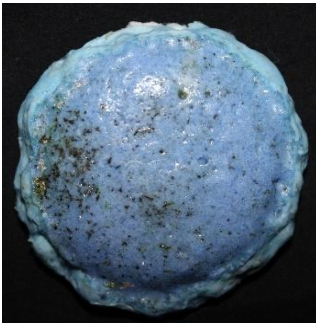
Tablo 8: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı*

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A11-5		%55 beyaz meyve suyu şişesi cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	-	parlak-beyaz
A11 –6		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 demir tozu	parlak- beyaz siyah benekli
A11 –7		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 alüminyum tozu	mat-beyaz pürüzlü siyah yüzey
A11 –8		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 anahtar tozu	parlak-beyaz kahverengi benekli

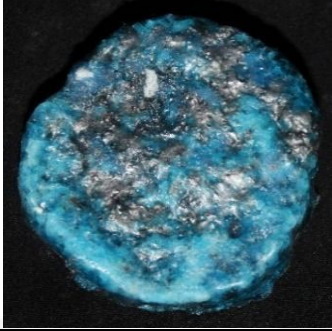
Tablo 8: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı*

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
A11 –9		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 pirinç tozu	parlak-metalik turkuaz
A11-10		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat %5 anahtar tozu	%5 kobalt oksit	koyu kobalt mavi-gözenekli
B7		%40 kuvars %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-şeffaf
B7-1		%40 yeşil şişe cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-açık yeşil

Tablo 8: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekler-Devamı*

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafi	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
B7-2		%40 kahverengi bira şişesi cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-şeffaf-kahverengi
B7-3		%40 araba camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-şeffaf
B7-4		%40 mavi şişe cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-mavi
B7-5		%40 beyaz meyve suyu şişesi cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	-	parlak-beyaz

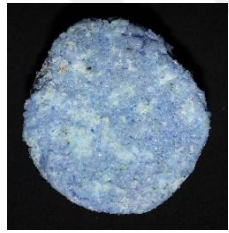
Tablo 8: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekler-Devamı

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafı	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
B7-6		%40 beyaz meyve suyu şişesi cam tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%3 kobalt oksit	parlak-metalik-koyu lacivert-kobalt mavi
B7-7		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 kobalt oksit	parlak-kobalt mavi
B7-8		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 pirinç tozu	parlak-gri metalik turkuaz
B7-9		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 anahtar tozu	parlak - beyaz siyah benekli

Tablo 8: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 1050 °C Sıcaklıkta Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı*

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafl	Mısır Pastası Reçetesi	İlave Metal Oksitler	Renk/Efekt
B7-10		%40 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %10 kaolin %25 potasyum feldspat %25 sodyum bikarbonat	%5 alüminyum tozu	pürüzlü beyaz siyah benekli

Tablo 9: Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Tane Boyutu Farkına Göre Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri

Örnek Kodu	Mısır Pastası Reçetesi	Tane Boyutu (mm)		
		0,5	1	4
A11-1	%55 yeşil şişe camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat			
A11-2	%55 kahverengi bira şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat			
A11-3	%55 mavi şişe camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat			
A11-4	%55 araba camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat			
A11-5	%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat			

Tablo 9: *Çiçeklenme Yöntemi Kullanılarak 950 °C Sıcaklıkta Tane Boyutu Farkına Göre Üretilen Mısır Pastası Deney Örnekleri-Devamı*

Örnek Kodu	Mısır Pastası Reçetesi	Tane Boyutu (mm)		
		0,5	1	4
A11-6	%55 yeşil şarap şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat			

Mısır pastası inorganik katı atıklar kullanılarak 5 (4 mm), 18 (1 mm) ve 35 (0,5 mm) elek numaralarına göre tane boyutu hazırlanmış ve Mısır pastası çiçeklenme yöntemi ile yapılan denemelerin sonuçları yukarıdaki tablola da verilmiştir.

4.1.2. Mısır Pastası Sementasyon Reçeteleri

Tablo 10'da 950 °C sıcaklıkta gelişen sementasyon yöntemi kullanılarak yapılmış Mısır pastası deney örnekleri sunulmaktadır.

Tablo 10: 950 °C Sıcaklıkta Gelişen Sementasyon Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Mısır Pastası Deney Örnekleri

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafi	Mısır Pastası Reçetesi	Mısır Pastası Kuru Harman Reçetesi
A1		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%5 Nevşehir asma dalı külü %10 sodyum bikarbonat %20 beyaz meyve şişesi cam tozu %30 kalsit %10 bakır oksit
B1		%55 mavi soda şişesi cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat %5 pirinç tozu	%30 Nevşehir asma dalı külü %10 sodyum bikarbonat %20 beyaz meyve şişesi cam tozu %30 kalsit %10 bakır oksit
C1		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat %5 demir tozu	%30 Nevşehir asma dalı külü %10 sodyum bikarbonat %20 beyaz meyve şişesi cam tozu %30 kalsit %10 bakır oksit

Kuru sementasyon yöntemi ile şekillendirmede ağırlıkça kuvars miktarı yüksek olan Mısır pastası, su ile şekillendirilir. Bunun için çalışmada A11 kodlu reçeteye %55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu katkısı ile Mısır pastası bünyesi hazırlanmış ve reçeteye arap zıncı ile su eklenerek şekillendirilmiştir. Şekillendirilen form kuruduktan sonra bir seramik kabın içerisine Tablo 10'da reçeteleri verilen kuru sır harmanı hazırlanıp, yüksek oranda cam tozu içeren form, bu harmanın içerisine gömülmüştür. Seramik kabın ağzı hava almayacak şekilde kapatılıp fırında 950 °C sıcaklıkta pişirimi

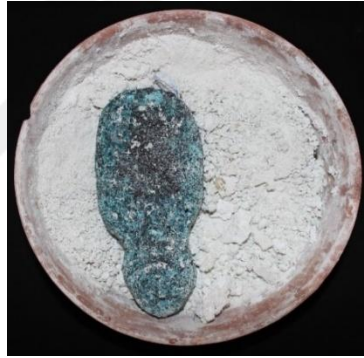
yapılmıştır. Pişirim esnasında bakır karbonat, camı bünye üzerinde yoğunlaşarak renk verir. Pişirim sonrası kuru sırlı harman kırılarak form içerisinden temizlenip alınır. Sementasyon uygulamasında pişirim sonrası olumlu sonuçlar alınamamış, bünye üzerine kuru harman yapışmış ve bazı bünyelerde gelişme olmadığı gözlenmiştir Görsel 37’de kuru sementasyon yöntemi ile yapılmış formlar ve deney örneklerinin görselleri verilmiştir.



A1



B1



C1



C1



E



F

Görsel 37: Kuru sementasyon ile yapılmış A1, B1 ve C1 reçeteli Mısır pastası bünyelerinden yapılmış formlar ve deney örnekleri E, F 950 °C sıcaklıkta pişirim sonrası

4.1.3. Mısır Pastası Aplikasyon Reçeteleri

Tablo 11: 950 °C Sıcaklıkta Gelişen Aplikasyon Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Mısır Pastası Deney Örnekleri

Örnek Kodu	Örnek Fotoğrafi	Mısır Pastası Reçetesi	Mısır Pastası Sulu Kaplama Reçetesi
A-2		%55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%35 bentonit %20 sodyum bikarbonat %30 beyaz meyve suyu şişesi cam tozu %15 kuvars
B-2		%55 mavi şişe cam tozu %15 kaolin %15 sodyum feldspat %15 sodyum bikarbonat	%35 bentonit %20 sodyum bikarbonat %30 beyaz meyve suyu şişesi cam tozu %15 kuvars

Aplikasyon yöntemi ile şekillendirme bünye kuvars miktarı yüksek olan A11 kodlu %55 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu içeren Mısır pastası ile bünye hazırlanmış ve reçeteye arap zambkı ile su eklenerek şekillendirilmiştir. Daha sonra bir kabın içerisine ve Tablo 11’de verilen aplikasyon reçetelerine bentonit, Sodyum bikarbonat, cam tozu, kalsit, su ve arap zambkı ile bulamaç kıvamında reçete hazırlanmıştır. Önceden hazırlanan Mısır pastası bünyesi kurutulup bu balçık kıvamındaki karışım ile form yüzeyi 5 mm kalınlıkta olana kadar kaplanmıştır. Kaplaması yapılan Mısır pastası figürü kurutulup 950°C sıcaklıkta pişirimi yapılmıştır. Pişirimi yapılan kaplamalı Mısır pastası figürü soğuduktan sonra, gözenekli ve geçirgen bir yapı halini alır ve kolayca el ile form yüzeyinden soyulabilmektedir. Yüksek oranda cam tozu ile yapılmış formun soyulduktan

sonra camsı yapıda olduğu gör÷lmektedir. Ancak bünyeye yapışan aplikasyon tozları tam olarak soyulamamakta ve bünye dışında mat ve çok gözenekli bir görünüm oluşturmaktadır. Görsel 38’de Mısır pastası aplikasyon uygulama yöntemi aşamalarının görseli sunulmuştur.

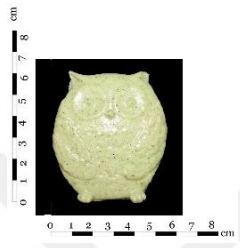
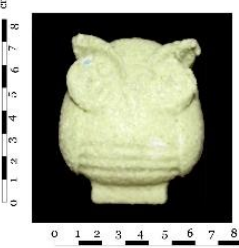
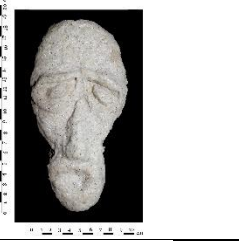
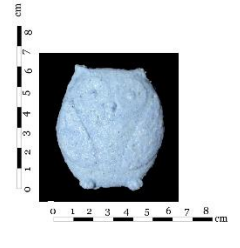
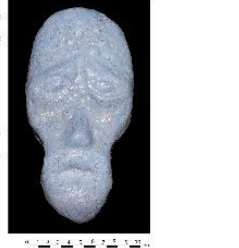
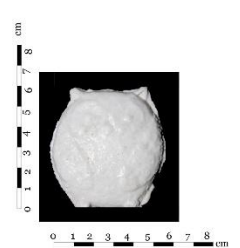
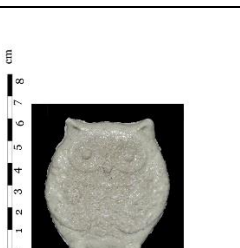


Görsel 38: Aplikasyon uygulama durumu

4.2. Cam Atıklarının Tane Boyutlarına Göre Sınıflandırılması ile Oluşturulan Formlar

Tablo 12’ de A11 kodlu reçeteye ilave edilen 0,5 mm tane boyutlu farklı cam atıklarının 950°C de ürün/form boyutuna etkilerini görülmektedir.

Tablo 12: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Farklı Cam atıklarının 950°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
A11-1 yeşil şişe cam tozu			
A11-2 kahverengi bira şişesi cam tozu			
A11-3 mavi şişe cam tozu			
A11-5 beyaz meyve suyu şişesi cam tozu			
A11-6 yeşil şarap şişesi cam tozu			

Tablo 12’de cam katkılı A11 reçetesinden hazırlanan Mısır pastası çamurları ile küçük, orta ve büyük ölçekli formlar üretilmiştir. Sulu karışım olarak küçük ve orta ölçekli formlar silikon kalıp ile şekillendirilmiştir. Büyük ölçekli form ise alçı kalıp ile üretilmiş; alçı kalıptan çıkarıldıktan sonra ince ayrıntılar için el ile şekillendirme yapılmıştır. Şekillendirilen formlar kurutulduktan sonra 950 °C sıcaklıkta aynı anda elektrikli seramik fırınında 12 saat pişirilmiştir.

A11-1 kodlu yeşil şişe camı tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli form yüzeyinin parlak/camsı yapıda, açık yeşil renkte olduğu ve formda bozulma olmadığı gözlenmiştir. Orta ölçekli formun yüzeyinin de parlak açık yeşil olduğu ve formunu koruduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formun da orta ve küçük ölçekli formlar ile aynı yüzey görünüm ve renkte olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda vitrifikasyona bağlı hafif bozulmalar olduğu gözlenmiştir.

A11-2 kodlu kahverengi bira şişesi camı tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli formun yüzeyinin parlak açık kahverengi olduğu ve formda bozulma olmadığı gözlenmiştir. Orta ölçekli formun yüzeyinin de parlak açık kahverengi olduğu ve formun yüzeyinde vitrifikasyona bağlı hafif bozulmalar olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formun yüzeyinin de parlak çok açık kahverengi bir görünümde olduğu gözlenmiştir.

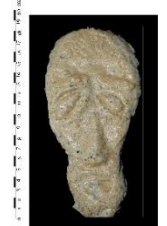
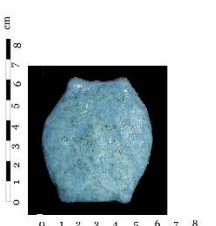
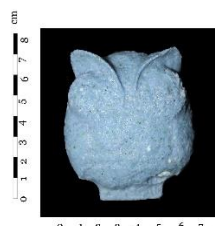
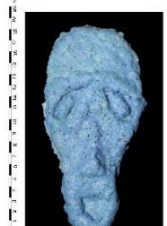
A11-3 kodlu mavi cam tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli formun yüzeyinin parlak açık mavi renkte olduğu ve formda vitrifikasyona bağlı bozulmalar olmadığı gözlenmiştir. Orta ölçekli formun yüzeyinin de parlak açık mavi renkte olduğu ve formunu koruduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formun da orta ve küçük ölçekli form ile aynı yüzey görünümü ve renkte olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda yüzeyde vitrifikasyona bağlı hafif bozulmalar olduğu gözlenmiştir.

A11-5 kodlu beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli formun yüzeyi parlak beyaz renkte olduğu ve formda bozulma olmadığı gözlenmiştir. Orta ölçekli formun yüzeyinin de parlak beyaz olduğu ve formunu koruduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formun da orta ve küçük ölçekli formlar ile aynı yüzey görünüm ve renkte olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda hafif yüzeyde köpürme ve buna bağlı pürüzlü olduğu gözlenmiştir.

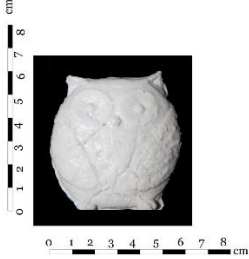
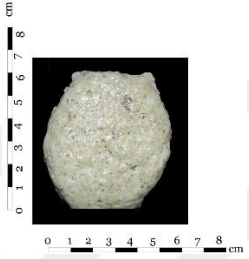
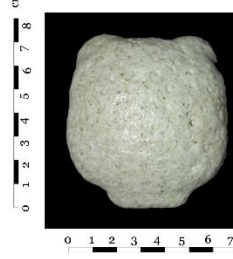
A11-6 kodlu yeşil şarap şişesi camı tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli formun yüzeyinin parlak küf yeşili renkte olduğu ve formda bozulma olmadığı gözlenmiştir. Orta

ölçekli formun yüzeyinin de parlak küf yeşili renkte olduğu ve formunu koruduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formun yüzeyinin açık fısıtık yeşili renkte olduğu ve mat bir yüzey oluşturduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda bozulma olmadığı gözlenmiştir. Tablo 13’de B7 kodlu reçeteye ilave edilen 0,5 mm tane boyutlu farklı cam atıklarının 950°C sıcaklıkta ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 13: B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 950°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
B7-1 yeşil şişe cam tozu			
B7-2 kahverengi bira şişesi cam tozu			
B7-4 mavi şişe cam tozu			

Tablo 13: B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 950°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri -Devamı

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
B7-5 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu			
B7-6 yeşil şarap şişesi cam tozu			

B7 reçetesinde %40 oranında kuvars bulunmaktadır. Yapılan çalışmada kuvars yerine inorganik katı atıklardan yeşil, beyaz, mavi, kahverengi bira şişesi, yeşil şarap şişesi olarak 5 farklı cam atığı kullanılmıştır. Tablo 13’de cam tozu ilave edilen B7 reçetesinden hazırlanan Mısır pastası çamurları ile küçük, orta ve büyük ölçekli formlar üretilmiştir. Sulu karışım olarak küçük ve orta ölçekli formlar silikon kalıp ile elde edilmiştir. Büyük ölçekli form ise alçı kalıp ile üretilerek ince ayrıntılar için el ile şekillendirme yapılmıştır. Şekillendirilmeleri tamamlanan formların kurutulduktan sonra 950°C sıcaklıkta aynı anda elektrikli seramik fırınında 12 saat pişirimleri yapılmıştır.

B7-1 kodlu yeşil şişe camı tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli form erimiş ve köpürmeler oluşmuştur. Yüzey üzerinde köpürmeye bağlı gözenekler oluşmuş ve bünye açık yeşil renkte olduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formda erime ve köpürme oluşmuştur. Form erime sonucunda tamamen bozulmuş ve bünye açık yeşil renkte olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda da erime oluşmuş; formda vitrifikasyona bağlı olarak bozulma görülmekte ve bünyenin de açık yeşil renkte olduğu gözlenmiştir.

B7-2 kodlu kahverengi bira şişesi camı tozu eklenerek hazırlanmış reçete ile şekillendirilen küçük ölçekli formda erime ve köpürme olduğu; ayrıca erimeden dolayı formda tamamen bozulma olmadığı gözlenmiştir. Bünye açık kahve renkte olduğu

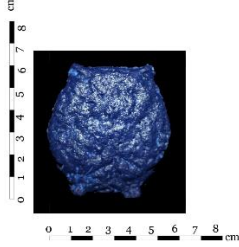
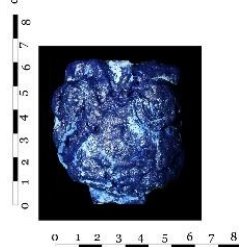
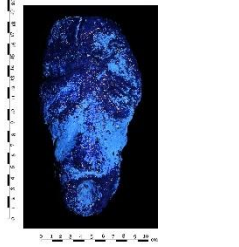
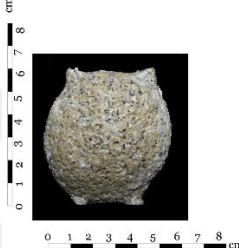
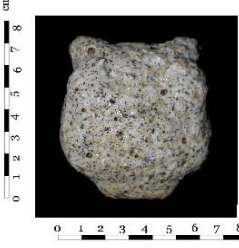
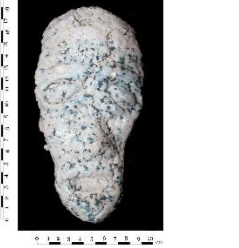
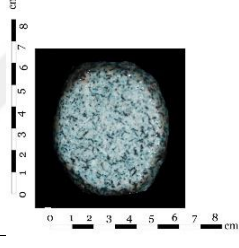
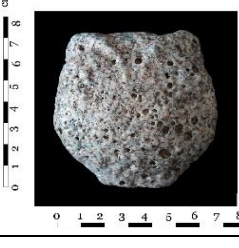
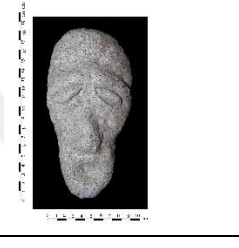
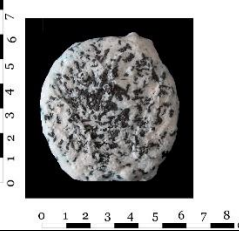
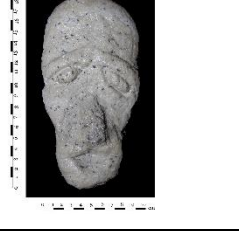
gözlenmiştir. Orta ölçekli formda da erime olduğu ve buna bağlı olarak da formda biraz bozulma olduğu; ayrıca yüzeyin parlak açık sütlü kahve renkte ve gözenekli olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda da erime olduğu ve yüzeyin parlak kahverengi görünümde olduğu gözlenmiş; ayrıca formun bozulmadığı gözlenmiştir.

B7-4 kodlu mavi şişe camı tozu eklenerek hazırlanmış reçete ile şekillendirilen küçük ölçekli form tamamen erimiş; ayrıca yüzey parlak turkuaz bir renk almış ve yüzeyde siyah beneklerin olduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formda erime olduğu ve buna bağlı olarak da formda biraz bozulma olduğu görülmüş; ayrıca yüzey parlak turkuaz bir renk almış ve yüzeyde siyah beneklerin olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda da erimenin olduğu ve buna bağlı olarak formda bozulmalar olduğu görülmüş; ayrıca yüzey parlak turkuaz bir renk almış ve yüzeyde siyah beneklerin olduğu gözlenmiştir.

B7-5 kodlu inorganik katı atıklı Beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli formun yüzeyi parlak beyaz renkte olduğu ve formda bozulma olmadığı; ayrıca yüzeyin pürüzsüz olduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formun yüzeyinin de parlak beyaz renkte olduğu ve yüzeyde beyaz mat şerit şeklinde çizgiler olduğu; ayrıca formunu koruduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formun yüzeyinin beyaz renkte olduğu ve mat bir yüzey olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda çatlaklar ve bu çatlaklara bağlı olarak formda bozulmalar olduğu gözlenmiştir.

B7-6 kodlu yeşil şarap şişe camı tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli form erimiş ve bozulmuştur. Bünye zeytin yeşili hafif kahverengi bir görünümündedir. Orta ölçekli form da erimeden dolayı bozulmuştur. Bünye parlak zeytin yeşili renk görünümündedir. Büyük ölçekli form tamamen erimiştir. Bünye parlak zeytin yeşili renk görünümündedir. Tablo 14’de A11 kodlu reçeteye ilave edilen 0,5 mm tane boyutlu cam tozu ve %5 metal atıklarının 950°C de ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 14: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Boyutuna Etkileri Ürün/Form

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
A11-8 %5 kobalt oksit katkı			
A11-9 %5 demir tozu katkı			
A11-11 %5 anahtar tozu katkı			
A11-12 %5 pirinç tozu katkı			

A11 reçetesinde %55 oranında kuvars bulunmaktadır. Yapılan çalışmada kuvars yerine inorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi camı kullanılmıştır. Diğer camlar yeşil, mavi, kahverengi bira şişesi ve yeşil şarap şişesi camları renk veren oksitlerin etkisini görebilmek adına kullanılmamıştır. A11 tablosunda renk veren oksitlerin yerine pirinç, anahtar, demir ve alüminyum tozları inorganik katı metal atıklar olarak %5 oranında reçeteye eklenerek kullanılmıştır. Tablo 14’de her bir katı atık cam katılan A11 reçetesinden hazırlanan Mısır pastası çamurları ile küçük, orta ve büyük ölçekli formlar üretilmiştir. Sulu karışım olarak küçük ve orta ölçekli formlar silikon kalıp ile yapılmıştır.

Büyük ölçekli form ise alçı kalıp ile yapılmış; alçı kalıptan çıkarıldıktan sonra ince ayrıntılar için el ile şekillendirme yapılmıştır. Reçetelerde bulunan inorganik katı atıklardan dolayı formların şekillendirme sırasında bozulmalara uğradığı gözlenmiştir. Şekillendirmeleri tamamlanan formlar kurutulduktan sonra 950°C sıcaklıkta aynı anda elektrikli seramik fırınında 12 saat pişirilmiştir. Tablo 14’de A11- 8 kodlu %5 kobalt oksit katkılı inorganik Mısır pastasından yapılan küçük, orta ve büyük ölçekli formlarda erime gözlenmiştir. Küçük ölçekli formda vitrifikasyona bağlı olarak ısıl deformasyon nedeniyle formda bozulma meydana gelmiştir. Orta ölçekli formda erime ve köpürmeler ile yüzeyde derin çatlaklar olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda ise tam olarak erime olmadığı; fakat bu formda da yüzeyde derin çatlaklıkların olduğu ve şekilde bozulma olduğu gözlenmiştir. Formların renkleri lacivettir.

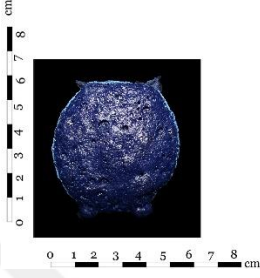
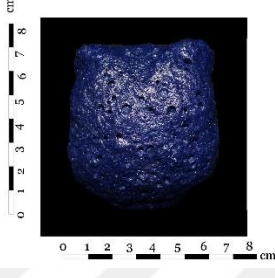
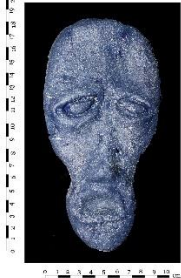
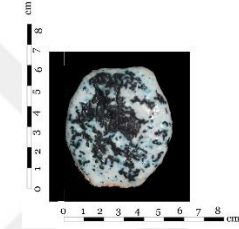
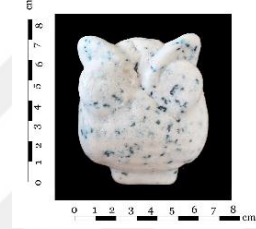
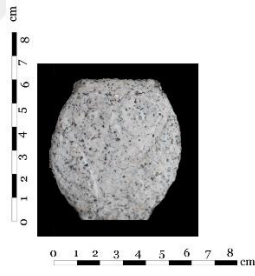
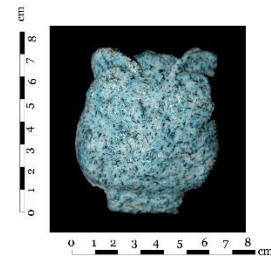
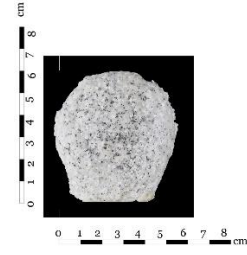
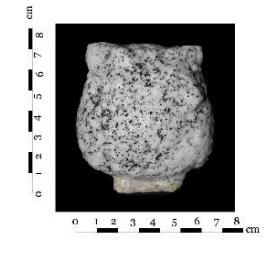
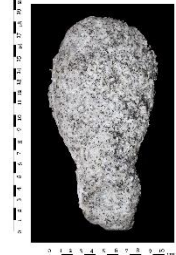
A11-9 kodlu demir tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli form erimiş ve köpürmeler oluşmuştur. Yüzey üzerinde köpürmeye bağlı gözenekler oluşmuş; ayrıca siyah noktalar şeklinde demir tozları görülmekte ve bünyenin açık kahverengi olduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formda erime ve köpürme oluşmuştur. Yüzey görünümü küçük ölçekli form ile aynı renk ve dokudadır. Büyük ölçekli formda orta ve küçük ölçekli form ile aynı yüzey görünüm ve renkte olduğu gözlenmiştir.

A11-11 kodlu anahtar tozu eklenerek hazırlanmış reçete ile şekillendirilen küçük ölçekli form vitrifikasyona bağlı olarak tamamen bozulmaya uğramış; ayrıca yüzeyin parlak ve yeşilimsi küçük siyah tanecikli bir dokuda görüldüğü gözlenmiştir. Orta ölçekli formda da erime ve köpürme olduğu gözlenmiş; ayrıca buna bağlı olarak da formda bozulmalar oluşmuştur. Yüzeyin parlak hafif yeşilimsi ve gözenekli olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda parlak sütlü kahverengi ve siyah benekli yüzeyler olduğu ve formun şeklinde bozulma olmadığı gözlenmiştir.

A11-12 kodlu atık pirinç tozu eklenerek hazırlanmış reçete ile şekillendirilen küçük ölçekli formda erime olduğu ve formun şeklini koruduğu; ayrıca yüzeyin parlak beyaz olup, pirinç tozlarının yüzeyde toplanmalar oluşturarak siyah renk verdiği gözlenmiştir. Orta ölçekli formda ise erime olduğu; ayrıca pişme dayalı olarak formun şeklinde çatlakların ve bozulmaların olduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formda yüzey parlak beyaz olup, pirinç tozları yüzeyde siyah noktacıklar olarak gözlenmiştir. Aynı reçete ile yapılmış büyük ölçekli formda yüzeyin parlak pürüzsüz görüldüğü, pirinç tozlarının siyah noktacıklar şeklinde doku oluşturduğu ve formda bozulmanın olmadığı

gözlenmiştir. Tablo 15’ de B7 kodlu reçeteye ilave edilen 0,5 mm tane boyutlu cam tozu ve %5 metal atıklarının 950°C de ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 15: *B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri*

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
B7- 7 %5 kobalt oksit katkı			
B7-8 %5 pirinç tozu katkı			
B7-9 %5 anahtar tozu katkı			
B7-10 %5 demir tozu katkı			

B7 reçetesinde %40 oranında kuvars bulunmaktadır. Yapılan çalışmada kuvars yerine inorganik katı atık olan beyaz meyve suyu şişesi camı kullanılmıştır. Diğer camlar yeşil, mavi, kahverengi bira şişesi ve yeşil şarap şişesi camları renk veren oksitlerin etkisini görebilmek adına kullanılmamıştır. B7 tablosunda renk veren oksitlerin yerine pirinç, anahtar, demir ve alüminyum tozları inorganik katı metal atıklar olarak %5 oranında

reçeteye eklenerek kullanılmıştır. Tablo 15’de her bir katı atık cam katılan B7 reçetesinden hazırlanan Mısır pastası çamurları ile küçük, orta ve büyük ölçekli formlar üretilmiştir. Sulu karışım olarak küçük ve orta ölçekli formlar silikon kalıp ile yapılmıştır. Büyük ölçekli form ise alçı kalıp ile yapılmış; alçı kalıptan çıkarıldıktan sonra ince ayrıntılar için el ile şekillendirme yapılmıştır. Reçetelerde bulunan inorganik katı atıklardan dolayı formlar şekillendirme sırasında bozulmaların olduğu gözlenmiştir. Şekillendirilmeleri tamamlanan formlar kurutularak 950°C sıcaklıkta elektrikli seramik fırınında 12 saat pişirilmiştir. Pişirim sonucuna göre B7- 7 kodlu reçete %5 kobalt oksit katkılı inorganik Mısır pastasından yapılmış olan küçük ölçekli formda yüzeyde parlaklık, erime ve köpürme görülmekte; ayrıca renk kobalt mavisi olup, form şeklinde bozulma olmuştur. Orta ölçekli formda da erime ve köpürme olmuş; ayrıca formun şeklinin korunamadığı gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda parlak yüzey oluşmuş ve mat görünümlü olduğu gözlenmiştir. Formun şeklinde bozulma olmadığı gözlenmiştir. Form koyu lacivert renk almıştır.

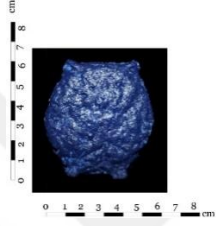
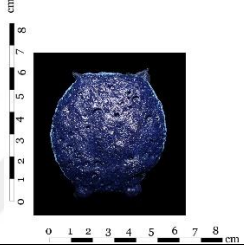
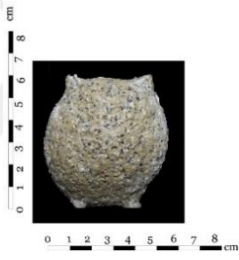
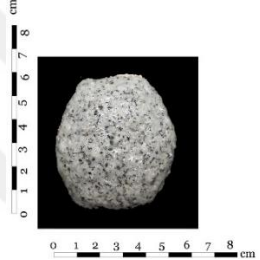
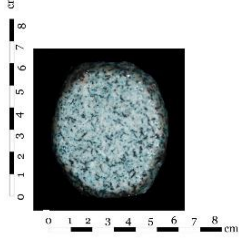
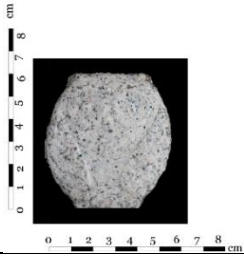
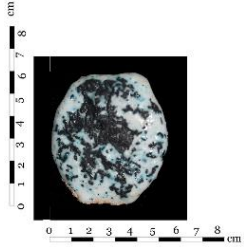
B7-8 kodlu atık pirinç tozu eklenerek hazırlanmış reçete ile şekillendirilen küçük ölçekli formda erime olduğu ve erimeden dolayı şeklini koruyamadığı; ayrıca yüzeyin parlak beyaz olup, pirinç tozlarının yüzeyde toplanmalar oluşturarak siyah renk verdiği gözlenmiştir. Orta ölçekli formda ise erime olduğu ve pişme dayalı formda çatlak oluştuğu; ayrıca yüzey parlak beyaz olup, pirinç tozları yüzeyde siyah noktacıklar olarak gözlenmiştir. Aynı reçete ile yapılmış büyük ölçekli formda erime olduğu ve vitrifikasyona bağlı formda bozulma oluştuğu; ayrıca pirinç tozlarının toplanmış olarak siyah noktacıklar şeklinde doku oluşturduğu gözlenmiştir.

B7-9 kodlu atık anahtar tozu eklenerek hazırlanmış reçete ile şekillendirilen küçük ölçekli formda yüzeyin erimeden dolayı parlak bir görünümde olduğu ve şekilde bozulma olmadığı gözlenmiştir. Form yüzeyinde anahtar tozlarının küçük siyah tanecikli bir dokuda oluşturduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formda erime olduğu ve buna bağlı olarak da formun şeklinde bozulmaların olduğu; ayrıca yüzeyin parlak kobalt mavisi renkte olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda erimelerin yanı sıra yer yer matlıklar olduğu görülmekte olup, formda deformasyon olmadığı ve yüzeyin mavimsi bir renkte olduğu gözlenmiştir.

B7-10 kodlu reçete metal atık demir tozu ile şekillendirilmiş küçük ölçekli form erimiş ve şekilde bozulma oluşmuştur. Yüzey üzerinde siyah noktalar şeklinde demir

tozları görülmektedir. Orta ölçekli formda erime olmuş ve bozulmalara oluşmuştur. Yüzey görünümü küçük ölçekli form ile aynı renk ve dokudadır. Büyük ölçekli formda erime olduğu ve şeklin bozulmadığı; ayrıca parlak bir yüzey görünümü olduğu gözlenmiştir. Tablo 16'da A11 ve B7 kodlu reçetelere ilave edilen 0,5 mm tane boyutlu cam tozu ve %5 metal atıklarının 950°C de ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 16: A11 ve B7 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form
A11-8 %5 kobalt oksit katkı		B7-7 %5 kobalt oksit katkı	
A11-9 %5 demir tozu katkı		B7-10 %5 demir tozu katkı	
A11-11 %5 anahtar tozu katkı		B7-9 %5 anahtar tozu katkı	
A11-12 %5 pirinç tozu katkı		B7-8 %5 pirinç tozu katkı	

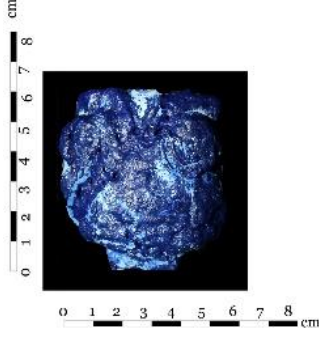
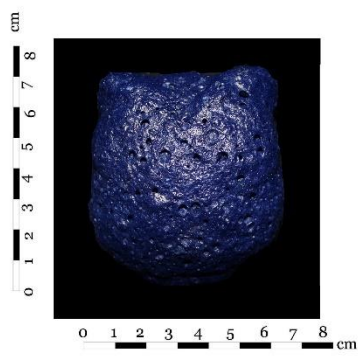
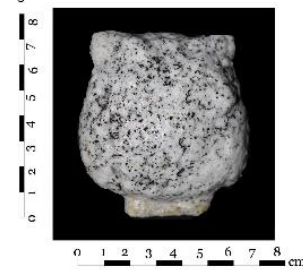
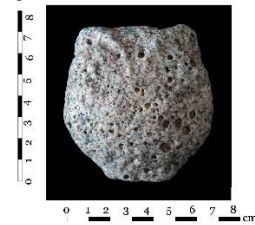
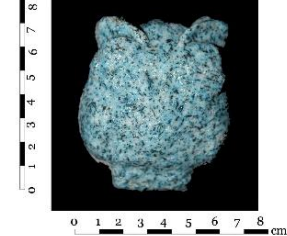
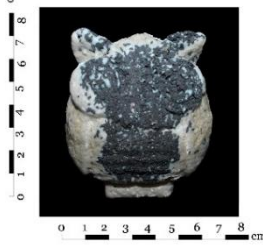
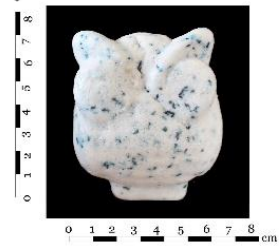
A11 ve B7 kodlu reçeteler %5 katı atık içermekte ve 950°C’de aynı formlar, aynı şekillendirme yöntemleri kullanılarak üretilmiş ve pişirimleri gerçekleştirilmiştir. B7 kodlu reçete %40 beyaz meyve suyu şişesi camı içermekte; A11 kodlu reçete %55 beyaz meyve suyu şişesi camı içermektedir.

Tablo 16’da A11-8 kodlu reçeteye ait küçük ölçekli formda erimelere bağlı deformasyon gözlemlenmektedir. Form kobalt oksitten dolayı parlak lacivert renktedir. B7-7 kodlu küçük ölçekli form incelendiğinde A11-8 kodlu reçete ile oluşturulan formda erime olduğu ve form renklerinin aynı olduğu gözlenmiştir.

A11-9 kodlu ve B7-10 kodlu demir tozu katkılı Mısır pastası reçeteleri ile şekillendirilen küçük ölçekli formda şekilsel olarak bozulmalar ve yüzeyde köpürmeler olduğu gözlenmiştir. A11-11 kodlu ve B7-9 kodlu anahtar tozu katkılı Mısır pastası reçeteleri ile şekillendirilmiş küçük ölçekli formların yüzeyde vitrifikasyona bağlı parlaklık ve şekilde bozulmaların olduğu gözlenmiştir. Form yüzeyinde anahtar tozu tanecikleri olduğu ve bu taneciklerin siyah doku oluşturduğu görülmektedir.

A11-12 kodlu pirinç tozu katkılı reçeteler ile üretilen küçük ölçekli formda pirinç tanelerinin yüzeyde toplandığı ve pürüzler oluşturduğu; ayrıca parlak bozulmaya uğramamış bir form olduğu gözlenmiştir. B7-8 kodlu pirinç tozu katkılı reçeteler ile üretilen küçük ölçekli formda vitrifikasyona bağlı olarak bozulma oluştuğu ve formun yüzeyinde de pirinç tanelerinin toplandığı; ayrıca yüzeydeki erimden dolayı eriyen pirinç tanelerinin hafif mavi renk verdiği gözlenmiştir. Tablo 17’de A11 ve B7 kodlu reçetelere ilave edilen 0,5 mm tane boyutlu cam tozu ve %5 metal atıklarının 950°C de ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 17: A11 ve B7 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Orta Ölçekli Form	Reçete Kodu	Orta Ölçekli Form
A11-8 %5 kobalt oksit katkılı		B7-7 %5 kobalt oksit katkı	
A11-9 %5 demir tozu katkılı		B7-10 %5 demir tozu katkı	
A11-11 %5 anahtar tozu katkılı		B7-9 %5 anahtar tozu katkı	
A11-12 %5 pirinç tozu katkılı		B7-8 %5 pirinç tozu katkı	

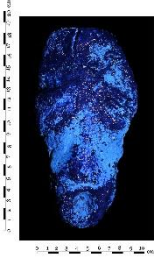
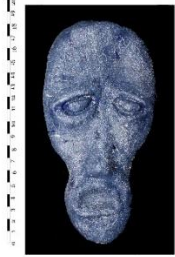
Tablo 17’de A11-8 kodlu %5 kobalt oksitli Mısır pastası orta ölçekli formun yüzeyinde bozulmalar ve erimeden dolayı köpürmeler oluşmuştur. Bünyenin koyu kobalt mavisi renkte olduğu gözlemlenmekte olup, yüzey üzerinde derin çatlaklar ve yüzeyde matlıklarda olduğu gözlenmiştir. B7-7 kodlu %5 kobalt oksitli reçete ile yapılan orta ölçekli formda erimeden dolayı köpürme olduğu ve renk olarak A11-8 kodlu ile yapılan form ile aynı renkte olduğu gözlenmiştir.

A11-9 kodlu demir tozu metal atıklı inorganik atıklı Mısır pastası orta ölçekli formun yüzeyinde parlaklık görülmemekte; ayrıca yüzey üzerinde siyah küçük demir tozları görülmekte olup, formda çok azda olsa soyulmalardan kaynaklı bozulma olduğu gözlenmiştir. B7-10 kodlu demir tozu atıklı reçete ile yapılan küçük ölçekli formun yüzeyinde erime ve parlaklık olduğu; ayrıca vitrifikasyona bağlı bozulma olduğu ve yüzeyde demir tozları olduğu gözlenmiştir. İki reçete de formlar beyaz üzerine siyah benekler şeklinde renk oluşturmuştur.

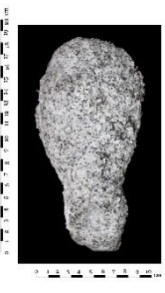
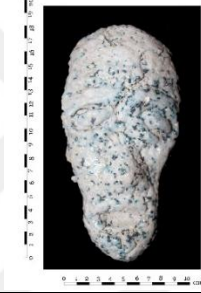
A11-11 kodlu anahtar tozu metal atıklı Mısır pastası reçeteli orta ölçekli formda vitrifikasyona bağlı olarak bozulma ve yüzey üzerinde köpürmeye bağlı delikler olduğu; ayrıca anahtar tozunun erimesinden kaynaklı bünye de mavimsi renkler olduğu gözlenmiştir. B7-9 kodlu anahtar tozlu Mısır pasatası reçeteli orta ölçekli formda vitrifikasyona bağlı bozulma ve bünyenin mavi renkte olduğu; ayrıca bünye de siyah taneli anahtar tozu parçacıklarının olduğu gözlenmiştir.

A11-12 kodlu pirinç tozu metal atıklı orta ölçekli formda pirinç tanelerinin yüzey de pürüzler oluşturduğu; ayrıca vitrifikasyona bağlı bozulmaya uğramamış bir form olduğu gözlenmiştir. B7-8 kodlu pirinç tozu metal atıklı Mısır pastası reçetesinde ise vitrifikasyona bağlı olarak bozulma oluşmuştur. Bu formun yüzeyinin parlak ve pürüzsüz olduğu, pirinç tanelerinin beyaz yüzey üzerine siyah noktalar olarak olduğu gözlenmiştir. Tablo 18’de A11 ve B7 kodlu reçetelere ilave edilen 0,5 mm tane boyutlu cam tozu ve %5 metal atıklarının 950°C de ürün/form boyutuna etkileri gözlenmektedir.

Tablo 18: A11 ve B7 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Büyük Ölçekli Form	Reçete Kodu	Büyük Ölçekli Form
A11-8 %5 kobalt oksit katkılı		B7-7 %5 kobalt oksit katkılı	

Tablo 18: A11 ve B7 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5 mm Tane Boyutlu Cam Tozu ve %5 Metal Atıklarının 950°C de Ürün/Form Boyutuna Etkileri -Devamı

Reçete Kodu	Büyük Ölçekli Form	Reçete Kodu	Büyük Ölçekli Form
A11-9 %5 demir tozu katkı		B7-10 %5 demir tozu katkı	
A11-11 %5 anahtar tozu katkı		B7-9 %5 anahtar tozu katkı	
A11-12 %5 pirinç tozu katkı		B7-8 %5 pirinç tozu katkı	

Tablo 18’de A11-8 kodlu %5 kobalt oksitli inorganik Mısır pastası büyük ölçekli formun yüzeyinde bozulmalar olmuştur. Yüzeyin bazı yerlerinde erime olduğu ve eriyen yerlerin parlak kobalt mavisi renkte görüldüğü; ayrıca bazı yerlerinde erime olmadığı ve mat mavi renkte olduğu gözlenmiştir. B7-7 kodlu %5 kobalt oksitli reçete ile yapılan büyük ölçekli formun yüzeyinde matlık olduğu ve koyu kobalt renkte olduğu gözlenmiştir.

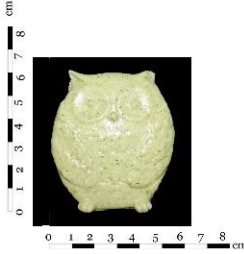
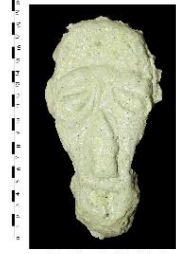
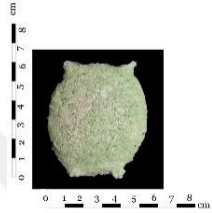
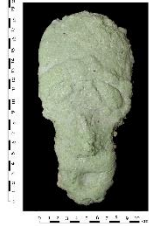
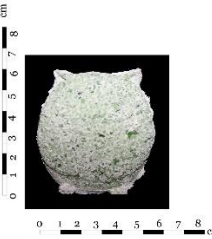
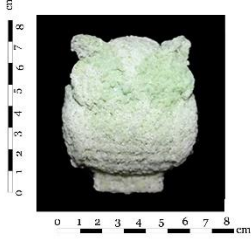
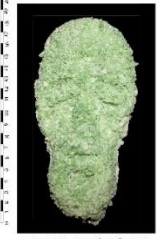
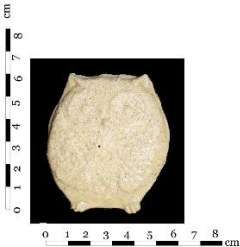
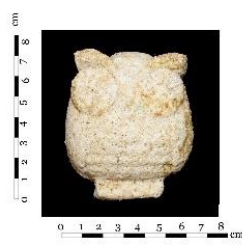
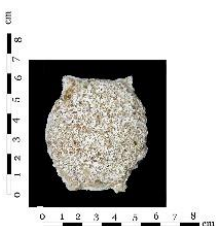
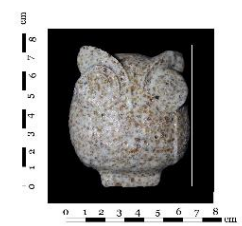
A11-9 kodlu demir tozu metal atıklı inorganik atıklı Mısır pastası büyük ölçekli formun yüzeyinde parlaklık oluşmuştur. Yüzey, parlak beyaz renkte ve üzerinde siyah

küçük demir tozları görülmekte olup, formda çok azda olsa çatlamlar olduğu gözlenmiştir. B7-10 kodlu demir tozu atıklı reçete ile yapılan büyük ölçekli formun yüzeyinde erime olduğu ve buna bağlı olarak da formun şeklini koruyamadığı; ayrıca yüzeyde demir tozları olduğu gözlenmiştir. İki reçete de formlar beyaz üzerine siyah benekler şeklinde renk oluşturmuştur.

A11-11 kodlu anahtar tozu metal atıklı Mısır pastası reçeteli büyük ölçekli formun yüzeyinde erime olduğu ve parlaklık olduğu görülmektedir. Yüzeyde sütlü kahve renkte siyah benekli bir görümü vardır. B7-9 kodlu anahtar tozlu Mısır pastası reçeteli büyük ölçekli formun yüzeyinin bazı yerlerinde erime olduğu ve parlaklık; bazı yerlerinde erime olmadığı ve matlık olduğu gözlenmiştir. Yüzeyin gri renkte siyah benekli bir görümü vardır.

A11-12 kodlu pirinç tozu metal atıklı büyük ölçekli formda pirinç tanelerinin yüzeyde siyah benekler oluşturduğu; ayrıca yüzeyde erime olduğu ve formun bozulmadığı gözlenmiştir. B7-8 kodlu pirinç tozu katkılı Mısır pasatası reçetesinde ise vitrifikasyona bağlı olarak bozulma oluşturmuştur. Formun yüzeyinin parlak ve pürüzsüz olduğu; ayrıca pirinç tanelerinin beyaz yüzey üzerine küme şeklinde mat siyah noktalar oluşturduğu gözlenmiştir. Tablo 19'da A11 Kodlu reçeteye ilave edilen farklı tane boyutunda farklı cam tozu atığının 950 °C ürün/form boyutuna etkileri gözlenmektedir.

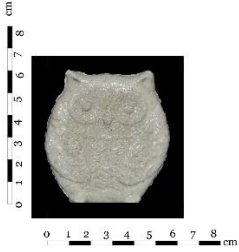
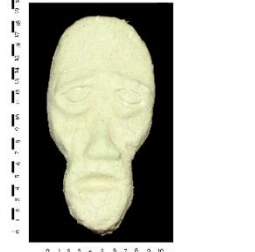
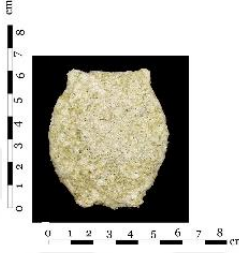
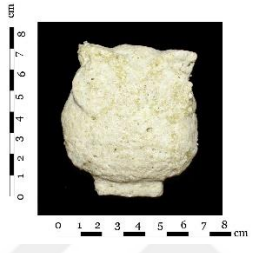
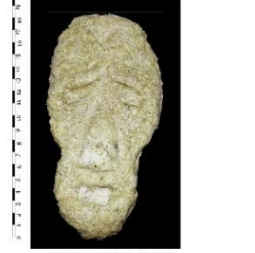
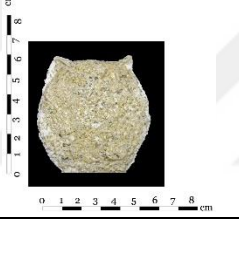
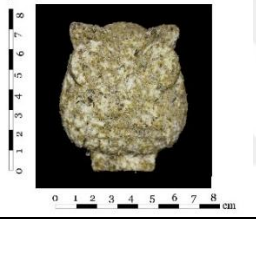
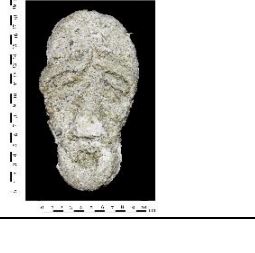
Tablo 19: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen Farklı Tane Boyutunda Farklı Cam Tozu Atığının 950 °C Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
A11-1 yeşil şişe camı tozu 0,5 mm tane boyutlu			
A11-1 yeşil şişe camı tozu 1 mm tane boyutlu			
A11-1 yeşil şişe camı 4 mm tane boyutlu			
A11-2 kahverengi bira şişe camı 0,5 mm tane boyutlu			
A11-2 kahverengi bira şişe camı 1 mm tane boyutlu			
A11-2 kahverengi bira şişe camı 4 mm tane boyutlu			

Tablo 19: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen Farklı Tane Boyutunda Farklı Cam Tozu Atığının 950 °C Ürün/Form Boyutuna Etkileri -Devamı

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
A11-3 mavi şişe camı 0,5 mm tane boyutlu			
A11-3 mavi şişe camı 1 mm tane boyutlu			
A11-3 mavi şişe camı 4 mm tane boyutlu			
A11-5 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu 0,5 mm tane boyutlu			
A11-5 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu 1 mm tane boyutlu			
A11-5 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu 4 mm tane boyutlu			

Tablo 19: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen Farklı Tane Boyutunda Farklı Cam Tozu Atığının 950 °C Ürün/Form Boyutuna Etkileri-Devamı

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
A11-6 yeşil şarap şişesi camı tozu 0,5 mm tane boyutlu			
A11-6 yeşil şarap şişesi camı tozu 1 mm tane boyutlu			
A11-6 yeşil şarap şişesi camı tozu 4 mm tane boyutlu			

A11 kodlu reçetede %55 oranında kuvars bulunmaktadır. Yapılan çalışmada kuvars yerine inorganik katı atık yeşil, beyaz, mavi, kahverengi bira şişesi ve yeşil şarap şişesi olarak 5 farklı cam kullanılmıştır. A11 kodlu Mısır pastası reçetesinin inorganik katı atık miktarı %55 yani reçetenin toplam ağırlığının yarısından fazla olduğundan dolayı tane boyutu denemeleri uygulaması için bu reçete seçilmiştir. A11 kodlu Mısır pastası reçetesinde inorganik katı atık olan camın tane boyutunun şekillendirme ve erimede nasıl bir rol aldığını görmek için bu uygulama yapılmıştır. A11 kodlu reçetede kullanılan camlardan 0,5, 1 mm ve 4 mm tane boyutlu olmak üzere 3 ayrı tane boyutu kullanılmıştır. Tabloda her bir katı atık cam tane boyutu için A11 kodlu reçetede hazırlanan Mısır pastası çamurları ile küçük, orta ve büyük ölçekli olacak şekilde formlar üretilmiştir. Sulu karışım olarak küçük ve orta ölçekli formlar silikon kalıp ile yapılmıştır. Büyük ölçekli form ise alçı kalıp ile yapılmış; alçı kalıptan çıkarıldıktan sonra ince ayrıntılar için el ile şekillendirme yapılmıştır. Alçı kalıp içerisine dökülen Mısır pastası çamuru 4 mm tane boyutundaki cam tanelerinden dolayı alçı kalıpta çok yüksek

bozulmalara sebep vermiştir. Bundan dolayı 4 mm tane boyutlu cam karışımı için her bir büyük ölçekli form şekillendirme için ayrı alçı kalıplar hazırlanılıp kullanılmıştır. Alçı kalıp içerisinden çıkarılan 4 mm tane boyutlu büyük ölçekli formlar camın tane boyutundan dolayı çok kırılğan bir yapıda olmaktadır. Sulu Mısır pastası karışımına katılan arap zambkı bu tane boyutunda bozulmayı çok fazla önlememiştir. Alçı ve silikon kalıptan çıkarılan formlar tek tek bozulma olan kısımları el ile şekillendirilmiştir. Şekillendirilmeleri tamamlanan formlar kurutulup hepsi 950 °C aynı anda elektrikli seramik fırınında 12 saat pişirimleri yapılmıştır.

A11-1 kodlu 0,5 mm tane boyutlu yeşil şişe camı ile üretilen ve 950°C sıcaklıkta pişirilen formların yüzeylerinin parlak olduğu, küçük ve orta ölçekli formlarda bozulma olmadığı; büyük ölçekli formda ise vitrifikasyona bağlı biraz bozulmalar olduğu gözlenmiştir. 1 mm tane boyutlu formlarda tam bir erime olmamış ve yüzeyde matlıklar olduğu gözlenmiştir. 4 mm tane boyutlu formların üçünde de erime tam gerçekleşmemiş ve yüzeyde cam tanelerinin oluşturduğu pürüzler gözlenmiştir. Şekilsel olarak formlarda bir bozulma olmamıştır.

A11-2 kodlu 0,5 mm tane boyutlu kahverengi bira şişesi camı ile üretilen ve 950°C sıcaklıkta pişirilen form uygulamalarının üçünde de bozulma olmadığı ve yüzey üzerinde erime ile birlikte parlaklık oluştuğu gözlenmiştir. 1 mm tane boyutlu form uygulamaların da küçük ve orta ölçekli formlarda yarı parlak bir yüzey ve açık kahverengi oluşumu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda yüzeyde yarı parlaklık ve pürüzler; ayrıca açık kahverenginin de olduğu gözlenmiştir. 4 mm tane boyutlu form uygulamaların da yüzeyde beyaz matlıklar oluştuğu ve aralarda kahverengi cam taneleri net olarak görülmektedir. Formlarda bozulma olmadığı; ayrıca form yüzeylerinde pürüzler olduğu ve koyu kahverenginde olduğu gözlenmiştir

A11-3 kodlu 0,5 mm tane boyutlu mavi şişe camı ile üretilen ve 950°C sıcaklıkta pişirilen form uygulamalarında, yüzeylerde parlaklık olduğu; ayrıca formlarda vitrifikasyona bağlı bozulma olmadığı ve mavi renkte oldukları gözlenmiştir. 1 mm tane boyutlu form uygulamalarında parlak ve pürüzsüz bir yüzey görünümü elde edildiği; ayrıca yüzeyin hemen altında parlak mavi cam tanecikleri gözlenmiştir. Form yüzeyleri mavi renktedir. Formlarda vitrifikasyona bağlı bir bozulma olmadığı gözlenmiştir. 4 mm tane boyutlu form uygulamalarında yüzeyin kısmen erime gösterdiği, yüzey üzerinde

gömülü parlak mavi cam taneleri gözlenmiştir. Formlarda bozulma olmadığı ve form yüzeylerinin mavi renkte olduğu gözlenmiştir.

A11-5 kodlu 0,5 mm tane boyutlu beyaz meyve suyu şişesi camı ile üretilen ve 950°C sıcaklıkta pişirilen formların parlak yüzeyli olduğu ve form şeklinde bir bozulma olmadığı görülmektedir. 1 mm tane boyutlu orta ve küçük ölçekli formlarda erime gerçekleşmiş, yüzeyde tane iriliğinden dolayı delikler olduğu gözlenmiştir. 1 mm tane boyutlu büyük ölçekli formda yarı erime gerçekleştiği ve cam tanelerinden kaynaklı pürüzlü bir yüzey gözlenmiştir. 4 mm tane boyutlu formlar da erime gerçekleşmediği ve yüzey üzerinde cam taneleri görülmekte olup, pürüzlü bir yüzey olduğu gözlenmiştir.

A11-6 kodlu 0,5 mm tane boyutlu ve 950°C sıcaklıkta pişirilen formların yüzeylerinin parlak olduğu; ayrıca formlarda bozulma olmadığı ve zeytin yeşili renkte görülmektedir. 1 mm tane boyutlu yeşil şarap şişe camı ile üretilen formun küçük ve orta ölçekli olanlarında yüzey üzerinde cam tanelerine bağlı olarak bozulmalar olduğu gözlenmiştir. Yüzeyde erimeler olduğu; fakat 0,5 mm tane boyutlu yeşil şarap şişesi camı tozu ile yapılmış olan formlar kadar erime olmadığı gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda ise yüzeyde erime gözlenmekle birlikte cam taneleri de görülmektedir. Formların yağ yeşili renkte olduğu görülmektedir.

Tablo 19 incelendiğinde A11-1, A11-2, A11-3, A11-6 ve A11-5 kodlu 0,5 mm tane boyutlu cam atığı katkılı Mısır pastası reçeteleri ile şekillendirilen küçük, orta ve büyük ölçekli formların yüzeylerinin parlak olduğu, şekillerinde bozulma olmadığı ve reçeteye katılan camların renklerinden dolayı renkli Mısır pastası bünyeler elde edildiği gözlenmiştir. 1 mm tane boyutlu cam atığı katkılı Mısır pastası reçeteleri ile şekillendirilen küçük, orta ve büyük ölçekli formların taneli yüzeyler oluşturduğu; yalnızca A11-3 kodlu bünye yüzeyinin pürüzsüz olduğu gözlenmiştir. Parlak yüzeylerin altında cam taneleri gözlenmektedir. Tüm formların şekillerinde bozulma olmadığı ve reçeteye ilave edilen cam atıkların renklerinden dolayı, renkli bünyeler elde edildiği gözlenmiştir. 4 mm tane boyutlu cam atığı katkılı Mısır pastası reçeteleri ile şekillendirilen küçük, orta ve büyük ölçekli formların yüzeylerinde pürüzlülük ve matlık olduğu; yalnızca A11-3 kodlu bünjede pürüzsüz ve parlak bir yüzey ve parlak yüzeyin hemen altında cam tanecikleri gözlenmiştir. Tüm formların şekillerinde bozulma olmadığı ve reçeteye ilave edilen atık camların renklerinden dolayı, renkli bünyeler elde edildiği gözlenmiştir. Tablo 20’de A11-4 kodlu reçeteye ilave edilen farklı tane

boyutunda araba camı tozu atıklarının 1050 °C ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 20: A11-4 Kodlu Reçeteye İlave Edilen Farklı Tane Boyutunda Araba Camı Tozu Atıklarının 1050 °C sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
A11-4 araba camı tozu 0,5 mm tane boyutunda			
A11-4 araba camı tozu 1 mm tane boyutunda			
A11-4 araba camı tozu 4 mm tane boyutunda			

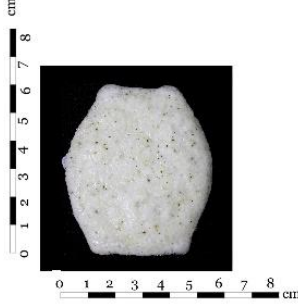
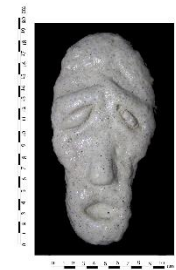
A11 kodlu reçete %55 kuvars içermektedir. Bu çalışmada kuvars yerine inorganik katı atıklardan araba camı kullanılmıştır. A11 kodlu Mısır pastası reçetesinin araba camı atığı miktarı %55, yani reçetenin toplam ağırlığının yarısından fazla olduğu görülmektedir. Bu nedenle tane boyutunun ürün formuna ve erimeye etkisini araştırabilmek için bu reçete seçilmiştir. A11 kodlu reçetede kullanılan araba camından 0,5 mm, 1 mm ve 4 mm tane boyutlu olmak üzere 3 ayrı tane boyutu kullanılmıştır. Tabloda her bir atık camın tane boyutunun form boyutu ve erimeye olan etkisini araştırabilmek için A11 kodlu reçeteden hazırlanan Mısır pastası çamurları ile küçük, orta ve büyük ölçekli olacak şekilde formlar üretilmiştir. Sulu karışım olarak küçük ve orta ölçekli formlar silikon kalıp ile üretilmiştir. Büyük ölçekli form ise alçı kalıp ile üretilmiş, alçı kalıptan çıkarıldıktan sonra ince ayrıntılar için el ile şekillendirme yapılmıştır. Alçı

kalıp içerisine dökülen Mısır pasatası çamuru 4 mm tane boyutlu cam tanelerinden dolayı alçı kalıba zarar vererek kalıp ömrünü kısaltmıştır. Bu nedenle 4 mm tane boyutlu cam karışımı için her bir büyük ölçekli formun şekillendirilebilmesi için ayrı alçı kalıplar hazırlanmıştır. Alçı kalıp içerisinden çıkarılan 4 mm tane boyutlu büyük ölçekli formlar camın tane boyutundan dolayı çok kırılğan bir yapıda olmaktadır. Sulu mısır pastası karışımına katılan arap zımkı bu tane boyutunda bozulmayı çok fazla önlememiştir. Alçı ve silikon kalıptan çıkarılan formların bozulan kısımları el ile şekillendirilmiştir. Şekillendirilmeleri tamamlanan formlar kurutulduktan sonra hepsi araba camının erime sıcaklığının daha yüksek olması nedeniyle 1050 °C sıcaklıkta aynı anda elektrikli seramik fırınında 12 saat pişirilmiştir.

A11-5 kodlu 0,5 mm tane boyutlu beyaz meyve suyu şişesi camı ile üretilen ve 950°C sıcaklıkta pişirilen formların

A11-4 kodlu 0,5 mm tane boyutlu araba camı ile üretilen ve 1050°C sıcaklıkta pişirilen formların yüzeylerinde parlaklık oluştuğu ancak formlarda ısıya bağlı bozulmalar meydana geldiği gözlenmiştir. 1 mm tane boyutlu reçetelerle yapılan formlarda erime olduğu, beyaz meyve suyu şişesi camı tanelerinin yüzeyin hemen altında kahverengi benekli görüntü oluşturduğu gözlenmiştir. 4 mm tane boyutlu reçeteler ile hazırlanan küçük, orta ve büyük ölçekli formlarda yarı erime gerçekleştiği ve yüzeyde cam tanelerinin gözlendiği; fakat pürüzsüz parlak bir yüzey oluştuğu gözlenmiştir. Tablo 21’de A11-4 ve B7-3 kodlu reçetelere ilave edilen 0,5mm tane boyutunda araba camı tozu atığının 1050 °C sıcaklıkta ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

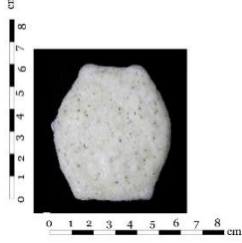
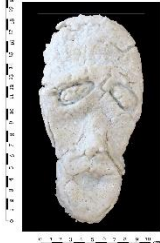
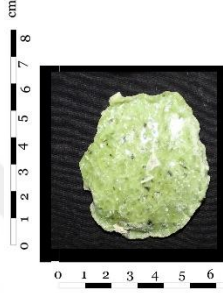
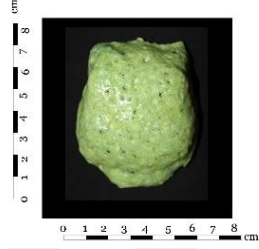
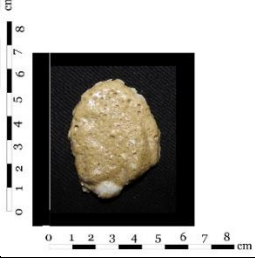
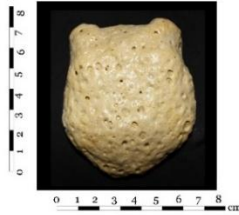
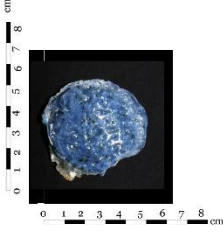
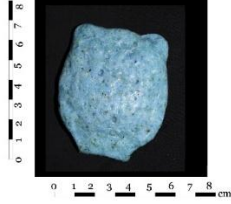
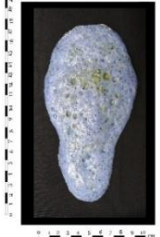
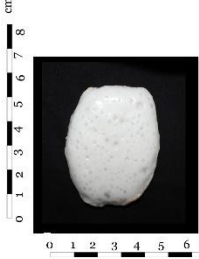
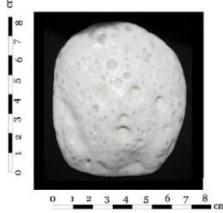
Tablo 21: A11-4 ve B7-3 Kodlu Reçetelere İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutunda Araba Camı Tozu Atığının 1050 °C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
B7-3 araba camı tozu			
A11-4 araba camı tozu			

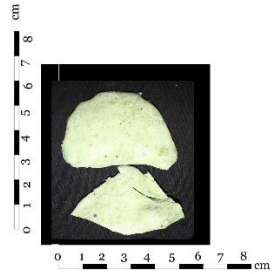
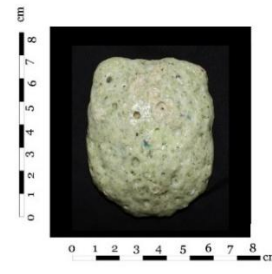
A11-4 kodlu Mısır pastası reçetesi %55 ve B7-3 kodlu Mısır pastası reçetesi %40 araba camı atığı içermektedir. Reçeteler 1050 °C sıcaklıkta aynı formlar ve aynı şekillendirme yöntemleri kullanılarak hazırlanmış ve ardından pişirimleri gerçekleştirilmiştir.

B7-3 kodlu araba camı atığı ile hazırlanmış olan küçük ölçekli formda vitrifikasyona bağlı bozulmalar olduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formun bazı yerlerinde erime olduğu; bazı yerlerinde erimenin olmadığı ve formda bozulmalar olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda ise erime olmadığı ve yüzeyde çatlamlar olduğu gözlenmiştir. Her üç formunda rengi beyaz olarak gözlenmiştir. A11-4 kodlu araba camı atığı ile hazırlanmış olan formlarda erimelerin olduğu ve vitrifikasyona bağlı olarak yüzeyin bozulduğu fakat formların bozulmadığı ve bünye renklerinin parlak beyaz renkte olduğu gözlenmiştir. Tablo 22’de B7 kodlu reçeteye ilave edilen 0,5mm tane boyutlu farklı cam atıklarının 1050°C sıcaklıkta ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 22: B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 1050°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
B7-3 araba camı tozu			
B7-1 yeşil şişe cam tozu			
B7-2 kahverengi bira şişesi cam tozu			
B7-4 mavi şişe cam tozu			
B7-5 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu			

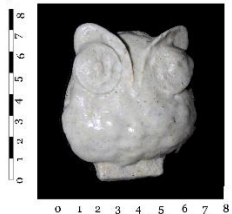
Tablo 22: B7 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 1050°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri-Devamı

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
B7-6 yeşil şarap şişesi cam tozu			

Tablo 22’de B7-3 kodlu araba camı tozu atığı katkısı ile şekillendirilmiş olan formların küçük ölçekli olanında vitrifikasyona bağlı olarak şeklinin bozulduğu gözlenmiştir. Orta ölçekli formda bazı kısımlarında erime olduğu; bazı kısımlarında erime oluşmadığı ve formda bozulmalar olduğu gözlenmiştir. Büyük ölçekli formda ise hiçbir erime olmadığı ve mat beyaz bir yüzey olduğu gözlenmiş olup, şeklinde bozulmanın olmadığı gözlenmiştir. B7-1, B7-2, B7-4, B7-5 ve B7-6 kodlu reçeteler ile şekillendirilmiş olan formlarda erimeler olduğu ve erimeye bağlı olarak şekillerini koruyamadıkları gözlenmiştir.

Tabloda görüldüğü üzere B7 reçetesi ile hazırlanan inorganik katı atıklı Mısır pastası formlarında araba camı tozu katkılı bünyelerde küçük ölçekli formda erime ile karşılaşıldığı; büyük ölçekli formda ise erime olmadığı gözlenmiştir. B7 reçetesi ile hazırlanan inorganik katı atıklı Mısır pastası formlarında B7-1, B7-2, B7-4, B7-5 ve B7-6 kodlu reçeteler ile hazırlanan bünyelerde 1050°C sıcaklıkta fazla erime olduğu; buna bağlı olarak da yüzeyde yayılmalar ve köpürmeler olduğu gözlenmiştir. Tablo 23’de A11 kodlu reçeteye ilave edilen 0,5mm tane boyutlu farklı cam atıklarının 1050°C de ürün/form boyutuna etkileri görülmektedir.

Tablo 23: A11 Kodlu Reçeteye İlave Edilen 0,5mm Tane Boyutlu Farklı Cam Atıklarının 1050°C Sıcaklıkta Ürün/Form Boyutuna Etkileri

Reçete Kodu	Küçük Ölçekli Form	Orta Ölçekli Form	Büyük Ölçekli Form
A11-4 araba camı tozu			

A11 -5 (beyaz meyve suyu şişesi camı tozu), A11-1 (yeşil şişe cam tozu), A11-2 (kahverengi bira şişesi cam tozu), A11-3 (mavi şişe cam tozu) ve A11-6 (yeşil şarap şişesi cam tozu)



A11-4 kodlu araba camı tozu atığı katkılı formların yüzeylerinde parlaklık oluştuğu, ve formda bozulmalar oluştuğu gözlenmiştir. A11-1, A11-2, A11-3 A11-5 ve A11-6 reçeteleri ile hazırlanan cam tozu atığı katkılı Mısır pastası formlarının 1050 °C sıcaklıkta tamamen eridiği gözlenmiştir.

4.3. Mısır Pastası Karakterizasyonu

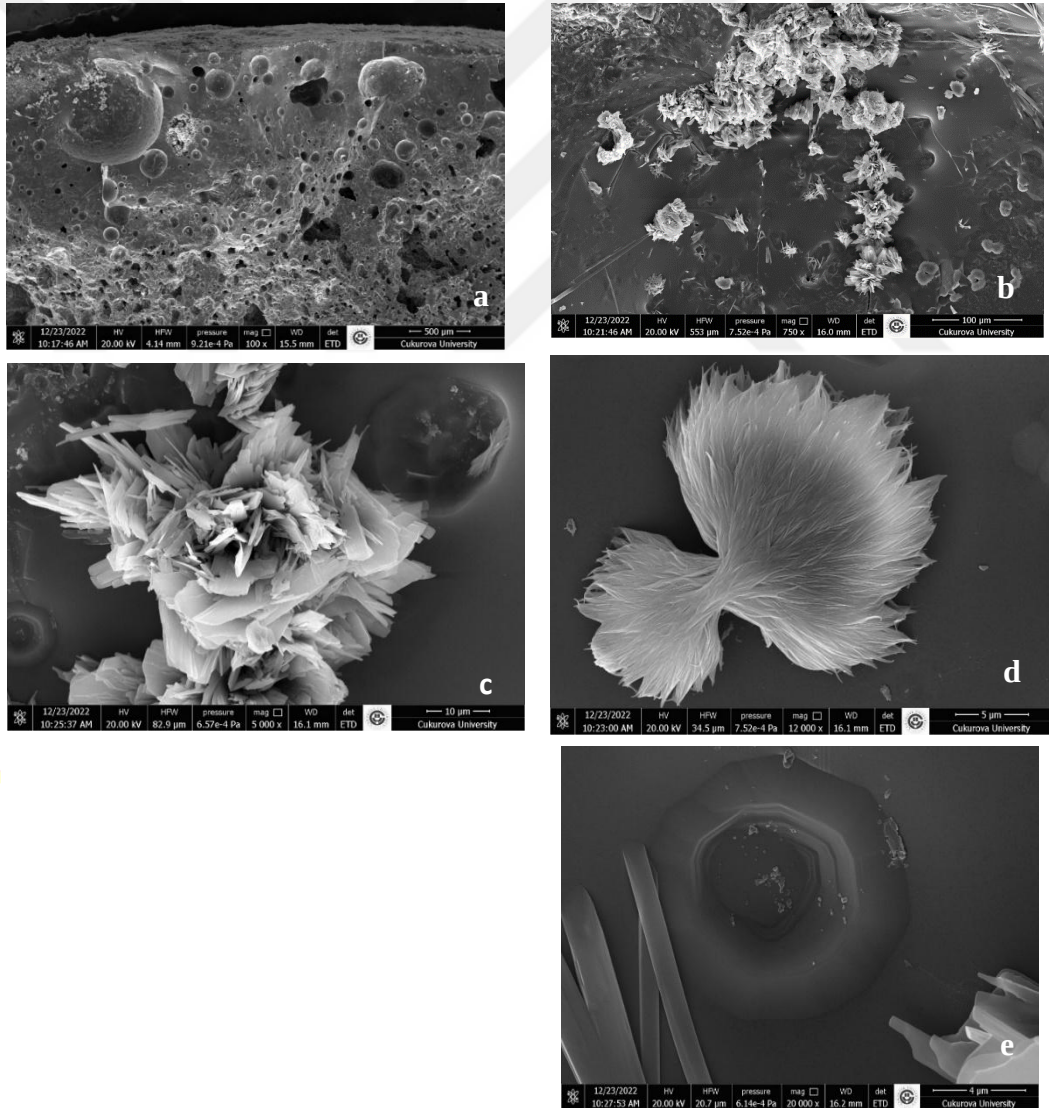
Bu çalışmada İnorganik katı atıklardan cam ambalaj ve metal atıklarının Mısır pastası üretiminde kullanımı ve üretime uygun olanlar arasından seçilen bazı ürünlerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile kırık yüzeylerinden mikroyapısal özelliklerinin karakterize edilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca aynı örnekler Enerji Dağılımlı Spektrometre (EDS) ile mikrokimyasal olarak incelenerek element içerikleri ve elementlerin % ağırlıkları elde edilmiştir.

4.3.1. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-5 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu



Görsel 39: A11-5 Kodlu deney örneği (950°C)

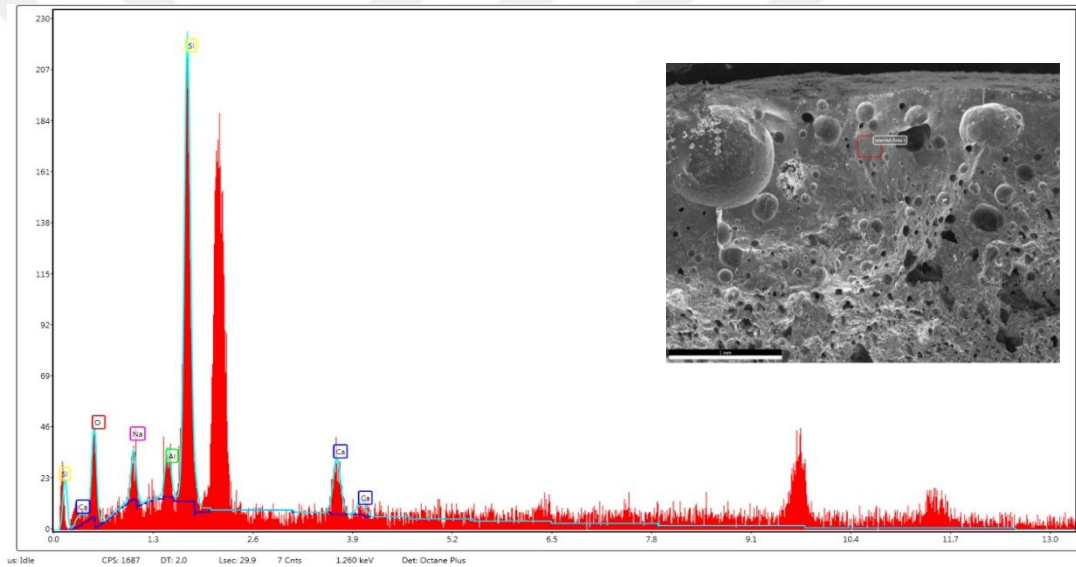
Şekil 2’de inorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ile üretilmiş Mısır pastasına ait Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 2: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin 950°C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c, d, e)

Şekil 2 (a)'da görüldüğü gibi 600µm ve daha küçük boyutlarda heterojen dağılımlı ve miktarca fazla gözenekler mevcuttur. Bu gözeneklerin varlığının, Mısır pastası reçetesinde bulunan sodyum bikarbonattan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bu durum karbonatların ayrışması sırasında bünyeyi tamamen terk edemeden soğuma aşamasına geçmesi ile ilişkilendirilebilir. Şekil 2 (b)'de Mısır pastasının camsı yüzeyinde çubuk ve yaprak şeklinde heterojen dağılmış ve yer yer kümelenmiş kristaller mevcuttur. Şekil 2 (c), Şekil 2 (d) Şekil 2 (e)'de Şekil 2 (b)'deki kristal oluşumların ayrıntılı görüntüsü verilmiştir.

A11-5 kodlu Mısır pastası örneğinin EDS analizi incelendiğinde ağırlıklı olarak silisyum (Si) %43,38 içerdiği, bunun dışında kalsiyum (Ca) %11,28, sodyum (Na) %7,63 ve alüminyum (Al) %4,3 içerdiği görülmektedir.



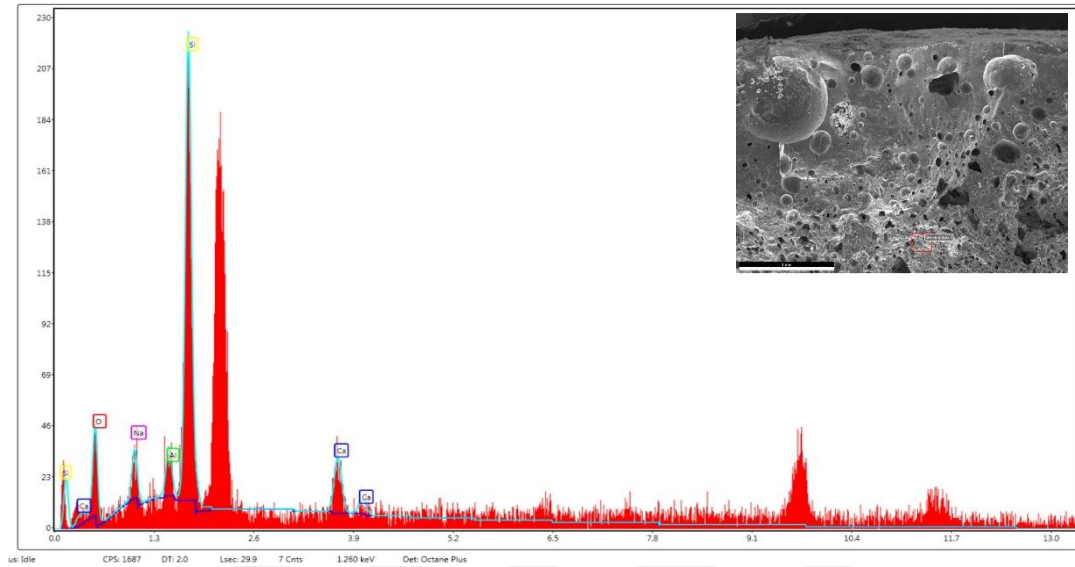
Şekil 3: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan (yüzey) EDS analizi

Tablo 24: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
O	33,4
Na	7,63
Al	4,3
Si	43,38
Ca	11,28

Heterojen dağılımlı ve miktarca fazla yuvarlak gözenekler mevcuttur. Numenin alt bölümü daha gözenekli, üst bölümü ise sıcaklığa daha çok maruz kaldığı için daha çok

camlaşma göstermiştir. Bu nedenle ısıya yakın yüzeylerde gözenekler miktarca daha az ve şekilsel olarak ise daha yuvarlaktır. Ayrıca yüzeyin, örneğin iç ve alt bölümü ile kıyaslandığında erimelerden kaynaklı daha pürüzsüz yapıda olduğu görülmektedir. Yüzeydeki camsı tabakayı, örneğin dijital görüntüsü de desteklemektedir.



Şekil 4: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan (alt bölümü) EDS analizi

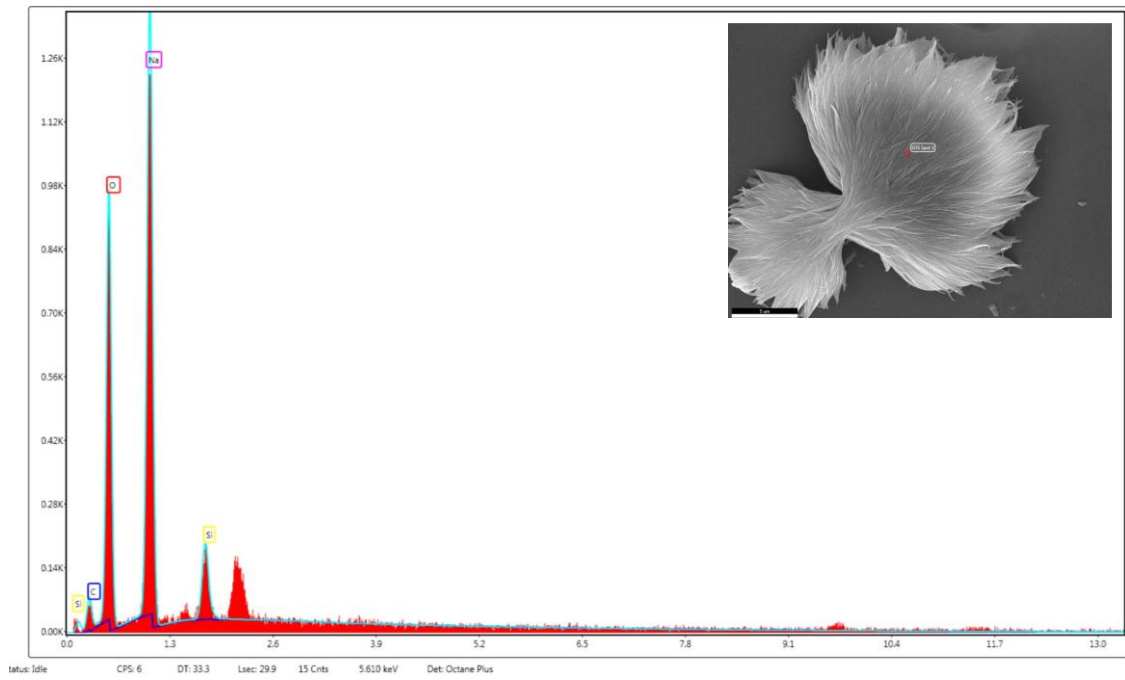
Tablo 25: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	6,22
O	36,97
Na	11,39
Mg	1,96
Al	5,17
Si	32,9
Ca	5,39

A11-5 kodlu Mısır pastası örneğine uygulanan EDS analizine göre örneğin silisyum (Si) %32,9 içerdiği, bunun dışında kalsiyum (Ca) %5,39, sodyum (Na) %11,39, alüminyum (Al) %5,17 ve magnezyum (Mg) %1,96 elementleri içerdiği görülmektedir. Üretim sırasında alçı kalıp ile Mısır pastası arasında bulaşmayı önlemek için kalıp içerisine kâğıt havlu yerleştirilmiştir. Ardından Mısır pastası çamuru, içi havlu kâğıtla kaplanmış alçı kalıba basılarak şekillendirilmiştir. Her ne kadar ürün deri sertliğindeyken yüzeye yapışan havlu peçete ürün fırına girmeden önce temizlense de, bir kısmı ürün içerisinde kalmaktadır. Fırınlama sırasında yanan peçete kalıntıları nedeniyle karbon

parçacıkları bünye tarafından emilmiştir. Bu nedenle örneklerin içerisinde EDS analizinde tespit edilen yüksek miktarda karbona rastlanmıştır. Tablo 25’de verilen EDS analizindeki karbonun (C), örnek hazırlama sırasında kullanılan havlu kâğıdın yanması ve gözeneklerde karbonun birikmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

SEM analizi yapılan A11-5 kodlu Mısır pastası örneğine uygulanan Şekil 5’deki EDS analizine göre örneğin silisyum (Si) %32.9 içerdiği bunun dışında kalsiyum (Ca) %5.39, sodyum (Na) %11.39, alüminyum (Al) %5.17 ve magnezyum (Mg) %1.96 elementleri içerdiği görülmektedir.



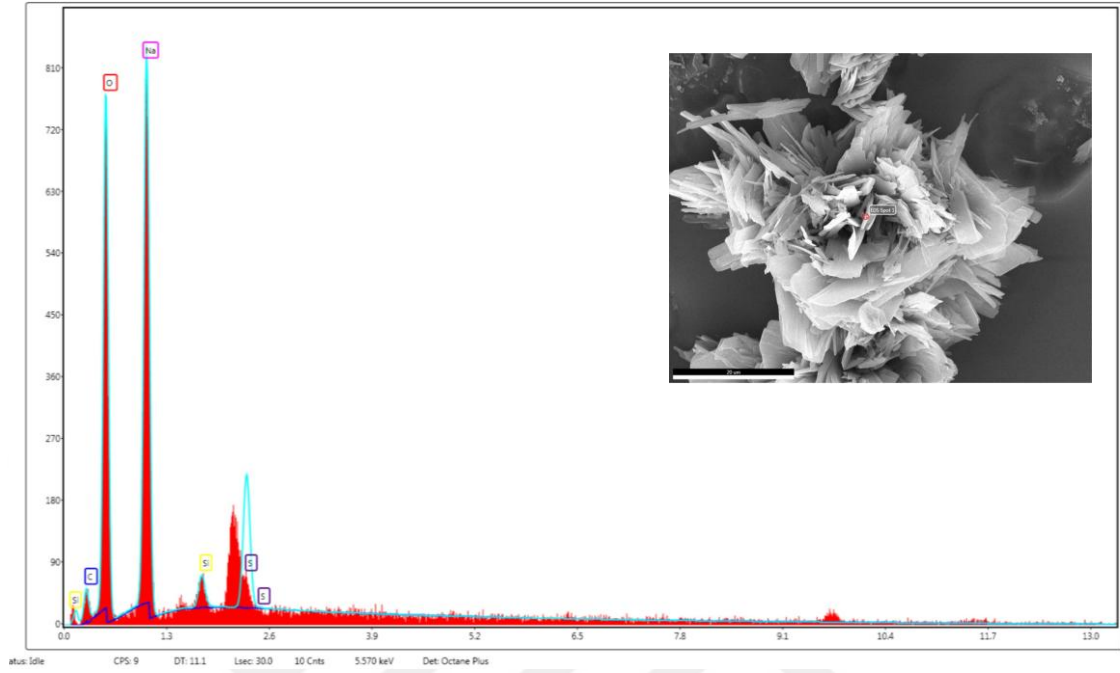
Şekil 5: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi

Tablo 26: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	10,5
O	39,86
Na	45,17
Si	4,47

Yaprak ve çubuk şeklinde kümelenmiş bölgenin işaretli noktasından yapılan EDS analiz sonucu incelendiğinde, kimyasal analizi alınan noktanın sodyum (Na), karbon (C),

Kükürt ve silisyum (Si) içerdiği gözlenmiştir. Kükürtün (S) beyaz meyve suyu cam şişesinin kimyasal kompozisyonundan gelmiş olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 6: A11-5 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi

Tablo 27: A11-5 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	10,25
O	44,32
Na	37,49
Si	1,45
S	6,5

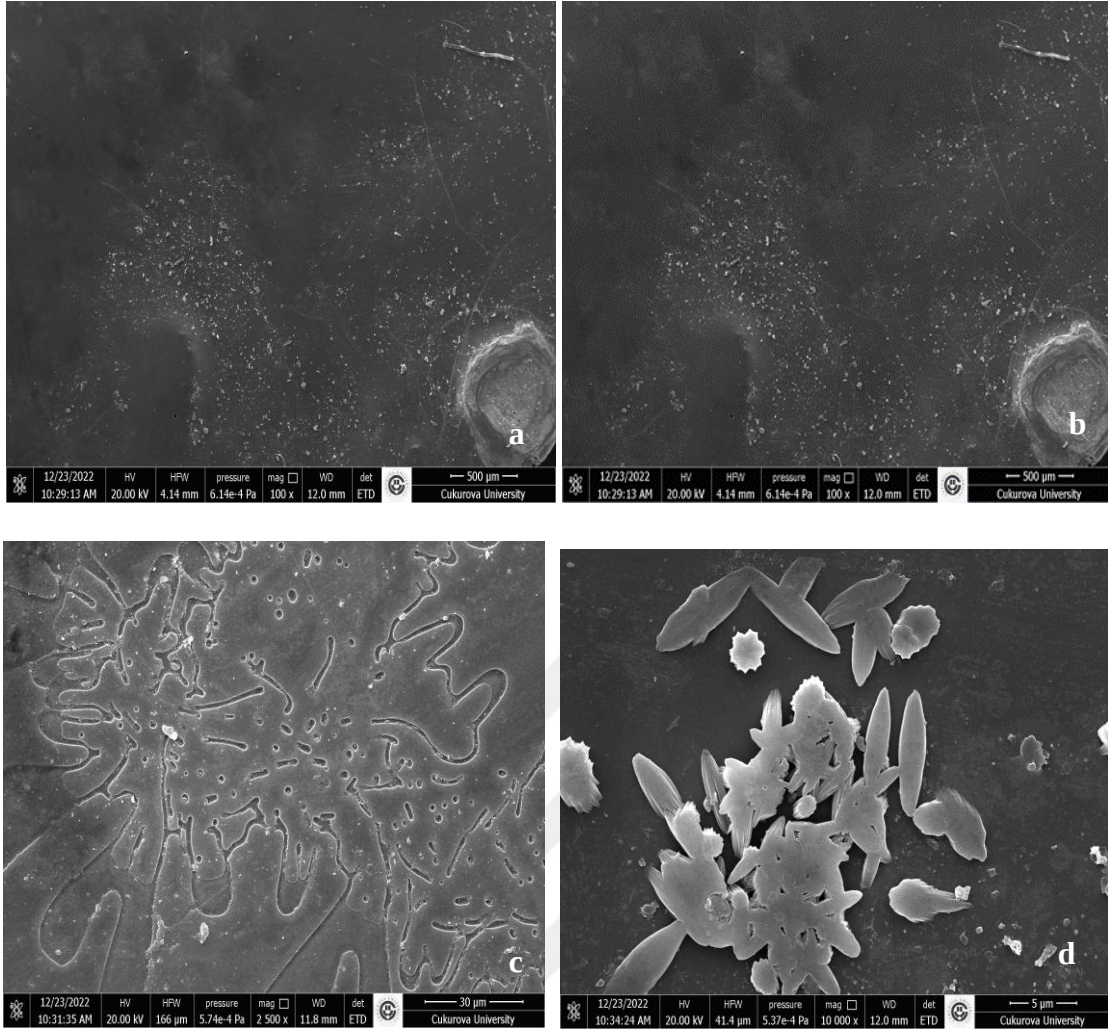
SEM analizi yapılan A11-5 kodlu Mısır pastası örneğine uygulanan Şekil 6'daki EDS analizine göre örneğin silisyum (Si) %1,45 içerdiği bunun dışında sodyum (Na) %37,49 ve kükürt (S) %6,5 elementleri içerdiği görülmektedir.

4.3.2. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-1 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu



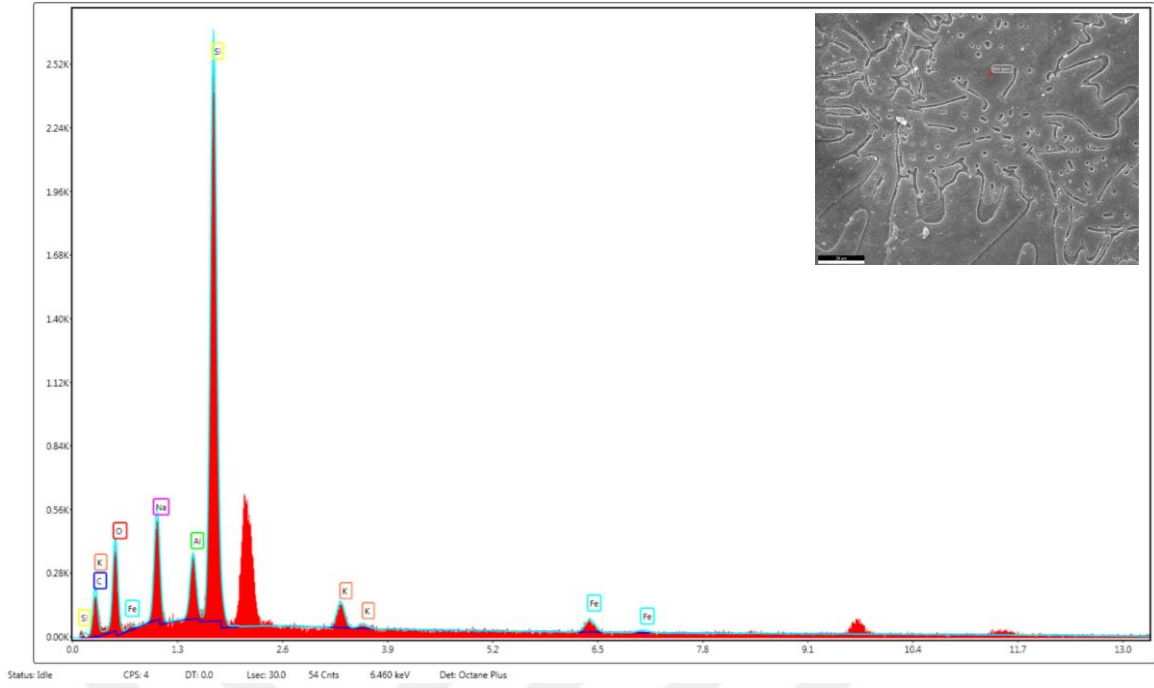
Görsel 40: A11-1 Kodlu deney örneği (950°C)

Şekil 7’de (a) inorganik katı atıklardan yeşil cam tozu ile üretilmiş Mısır pastasına ait Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüsü verilmiştir. Erimenin gerçekleştiği, buna bağlı olarak yüzeyin camlaştığı görülmektedir. Örneğin dijital görüntüsü de yüzeyde camsı tabaka oluştuğunu desteklemektedir. Şekil 7 (b) ve (c)’de Mısır pastası yüzeyinde reaksiyona bağlı yeni fazlar/kristaller oluştuğu görülmektedir. Şekil 7 (d)’de çubuk şeklinde kristaller oluştuğu gözlenmektedir. Şekil 7 (a), (b), (c) ve (d)’de A11-1 kodlu deney örneğinin SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 7: A11-1 Kodlu Mısır pastası örneğinin 950°C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c, d)

950 °C’de pişirimi yapılan Mısır pastası deney örneği SEM ile mikroyapısal olarak incelendiğinde yapıda heterojen dağılımlı kristallerin oluştuğu gözlenmiştir. Örnek Silisyum (Si), Karbon (C) ve Sodyum (Na) elementi açısından zengindir. Çubuk kristal oluşumları gözlenmiştir.

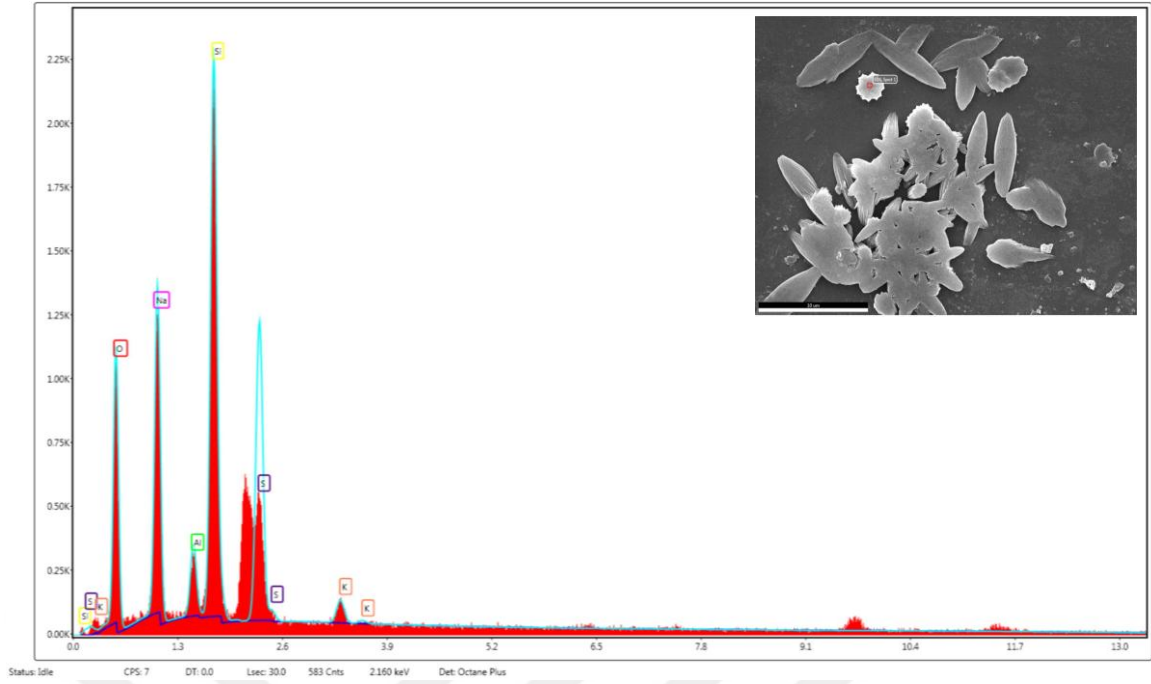


Şekil 8: A11-1 kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi

Tablo 28: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	26,86
O	22,18
Na	10,34
Al	3,59
Si	31,33
K	2,4
Fe	3,31

Ayrıca camısı yapıda Alüminyum (Al), Demir (Fe) ve Potasyum (K) elementi de bulunmaktadır.

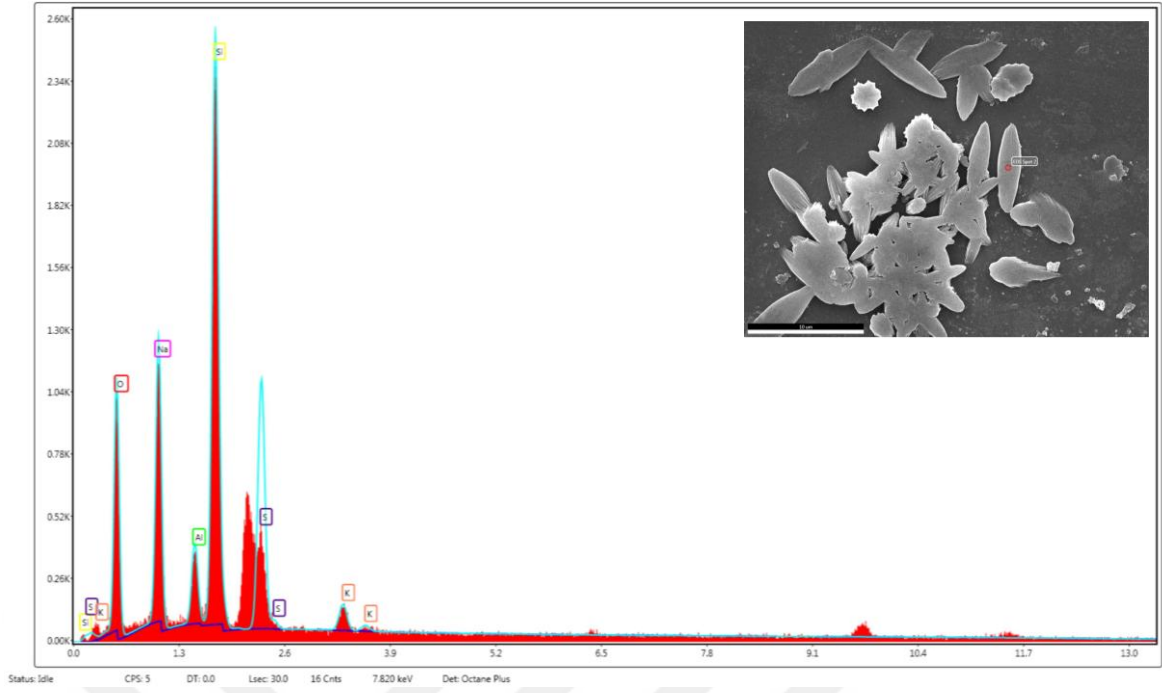


Şekil 9: A11-1 kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi

Tablo 29: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
O	33,96
Na	2,3
Al	3,07
Si	23,73
S	16,28
K	1,66

Yapıda kristal fazlar mevcuttur. EDS grafiğine bakıldığında bu alanda silisyum (23,73) en yüksek olduğu ve kükürt (16,23), alüminyum (3,07), potasyum (1,6), sodyumun (2,3) bulunduğu görülmektedir.

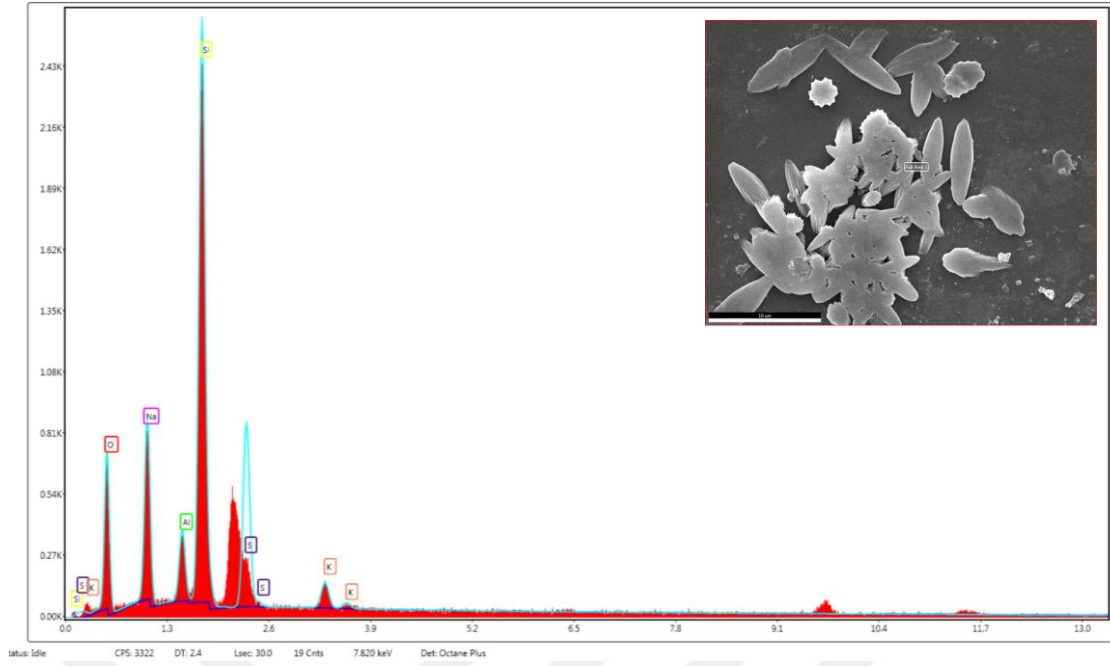


Şekil 10: A11-1 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi

Tablo 30: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
O	33,61
Na	19,62
Al	3,68
Si	2,64
S	14,66
K	2,02

Şekil 10'da verilen işaretlenmiş noktanın EDS analizi incelendiğinde camlaşmış yapıda sodyum (Na) ve kükürtün (S) yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 11: A11-1 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi

Tablo 31: A11-1 Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
O	29,74
Na	16,12
Al	4,02
S	14,6
K	2,63

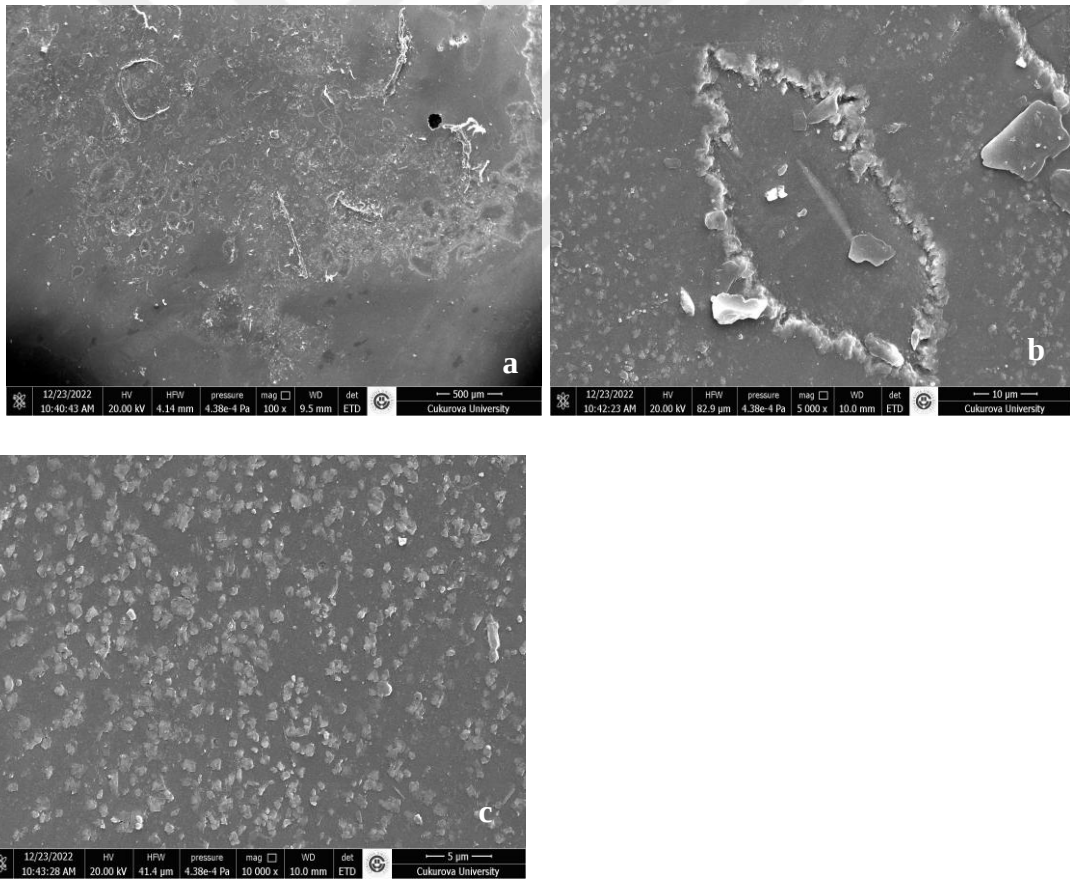
EDS analizinden işaretli noktanın sodyum (Na) ve kükürt (S) açısından yüksek olduğu görülmektedir. Karasu ve Sarıcaoğlu (2018), Kuşçuoğlu ve ark., (1993)'ü referans göstererek, kükürtün camlarda kimyasal dayanımı arttırmak amacıyla kullanıldığını ve sodyum ile bileşik oluşturduğunda kükürt çiçeklenmesi adında tabaka oluşturduğunu raporlamıştır. Bu bilgiye dayanarak Şekil 11'da görülen yeni fazların kükürt çiçeklenmesi olabileceğini akla getirmektedir. Ancak net bilgi verebilmek için bu örneklerin yüzeyinden X-Işınları Difraksiyonu (XRD) yöntemi ile mineralojik analiz yapılması önerilmektedir.

4.3.3. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan B7-3 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu



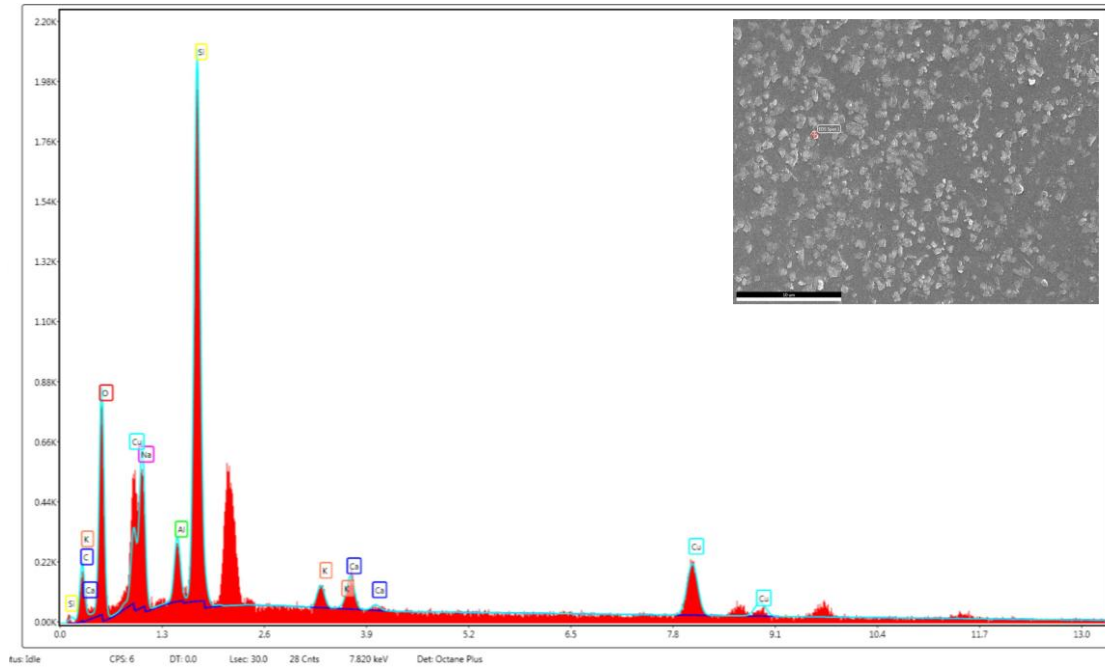
Görsel 41: B7-3 kodlu deney örneği (1050°C)

Şekil 12’de inorganik katı atık araba cam tozu ile üretilmiş Mısır pastasına ait Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analiz sonuçları verilmiştir. Şekil 12 (a) ve (b). Şekil 12 (c)’de yüzeydeki kristallerin kümeler halinde oluşumlarının gözlenmektedir. Şekil 12 (a), (b) ve (c)’de B7-3 kodlu deney örneğinin SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 12: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin 1050°C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c)

Şekil 12 (a)'da inorganik katı atıklardan araba cam tozu ile üretilmiş Mısır pastası örneğinin yüzey görüntüleri yer almaktadır. Yüzeyin camsı yapıda olduğu ve yeni gelişen fazların/kristallerin heterojen dağılımlı olduğu görülmektedir. Araba camı tozu katkılı Mısır pastası 950°C sıcaklıkta erime göstermediğinden üretim sıcaklığı 1050 °C olarak tercih edilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde tane boyutu ve tanelerin camsı matriks içerisindeki dağılımının homojenlik göstermediği görülmektedir.



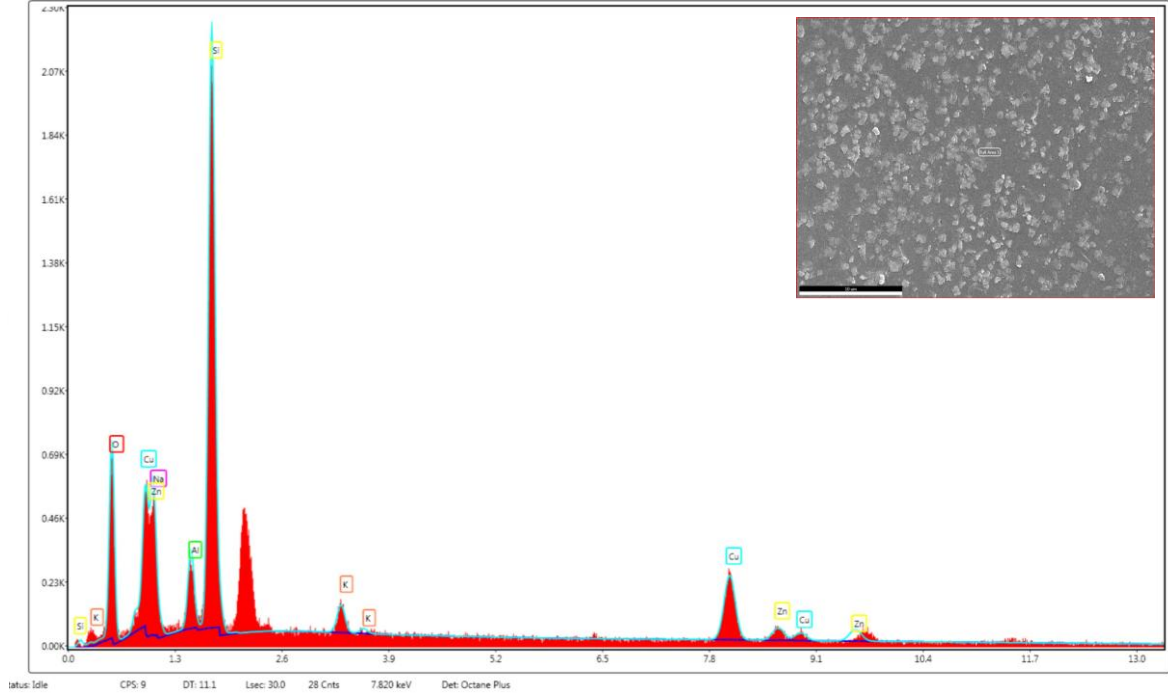
Şekil 13: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli noktadan EDS analizi

Tablo 32: Kodlu Örneğin İşaretli Noktadan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	16,84
O	28,17
Na	11,98
Al	2,87
Si	21,42
K	1,26
Ca	2,19
Cu	15,28

SEM analizi yapılan B7-3 kodlu Mısır pastası deney örneğinde ağırlıklı olarak sırası ile silisyum (Si) %21,41, bakır (Cu) %15,28, sodyum (Na) %11,98 alüminyum (Al) %2,87, kalsiyum (Ca) %2,19 ve potasyum (K) %1,26 içerdiği görülmektedir. Mısır pastası üretim reçetesinde bakır içeren herhangi bir bileşen bulunmamasına rağmen, hem

nokta, hem de alandan yapılan analizlerde bakır (Cu) içeriğine rastlanmıştır. Ayrıca deney tabletinin üzerinde (Görsel 41) camsı yapı içerisinde iri lekelerin bulunmasının nedeni, örneklerin şekillendirme veya pişirim sırasında diğer metallerle bir arada bulunmasından/fırınlanmasından kaynaklı bulaşma nedeniyle olduğu veya üretim sırasında yüzeye bulaşmış olabileceği tahmin edilmektedir.

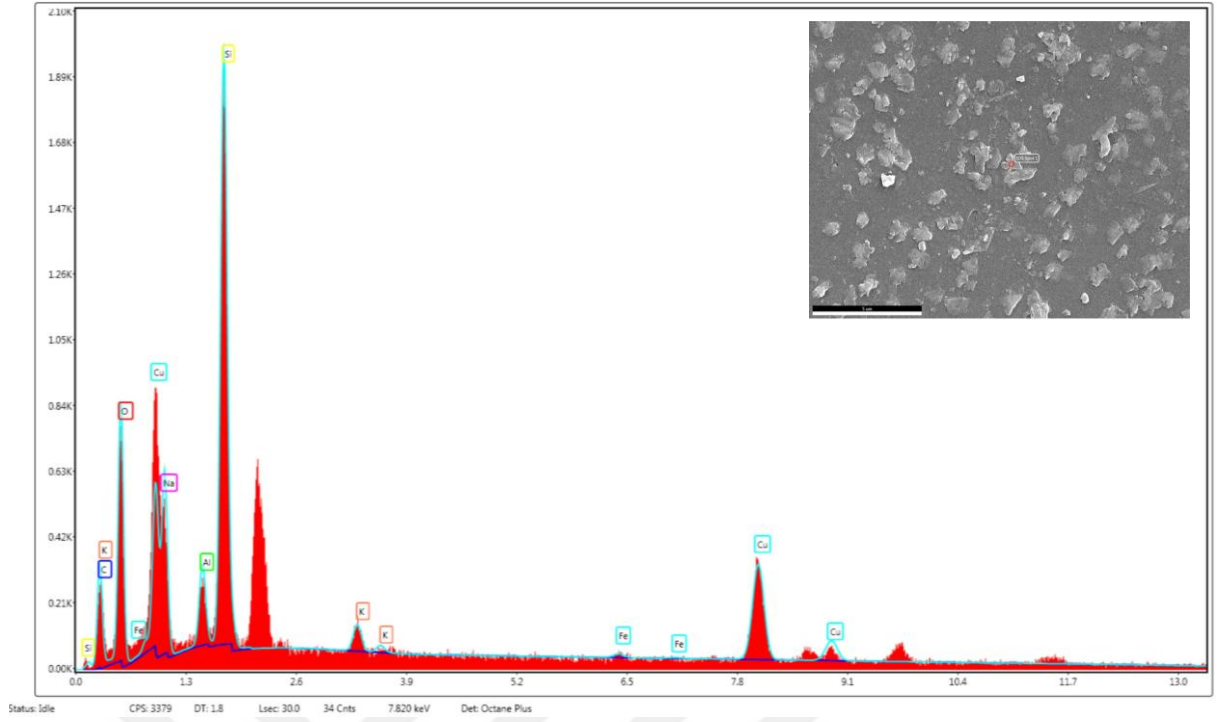


Şekil 14: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 33: B7-3 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
O	24,84
Na	6,16
Si	32,64
K	2,06
Cu	23,82
Zn	5,78

SEM analizi yapılan B7-3 kodlu Mısır pastası deney örneğinde kristal yapılar olduğu gözlenmektedir. Örnekte yüksek oranda silisyum (Si) %32,64 ve bakır (Cu) %23,82 olduğu gözlenmektedir.



Şekil 15: B7-3 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 34: B7-3 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	23,01
O	23,08
Na	10,08
Al	2,72
Si	17,58
K	1,08
Fe	0,37
Cu	20,63

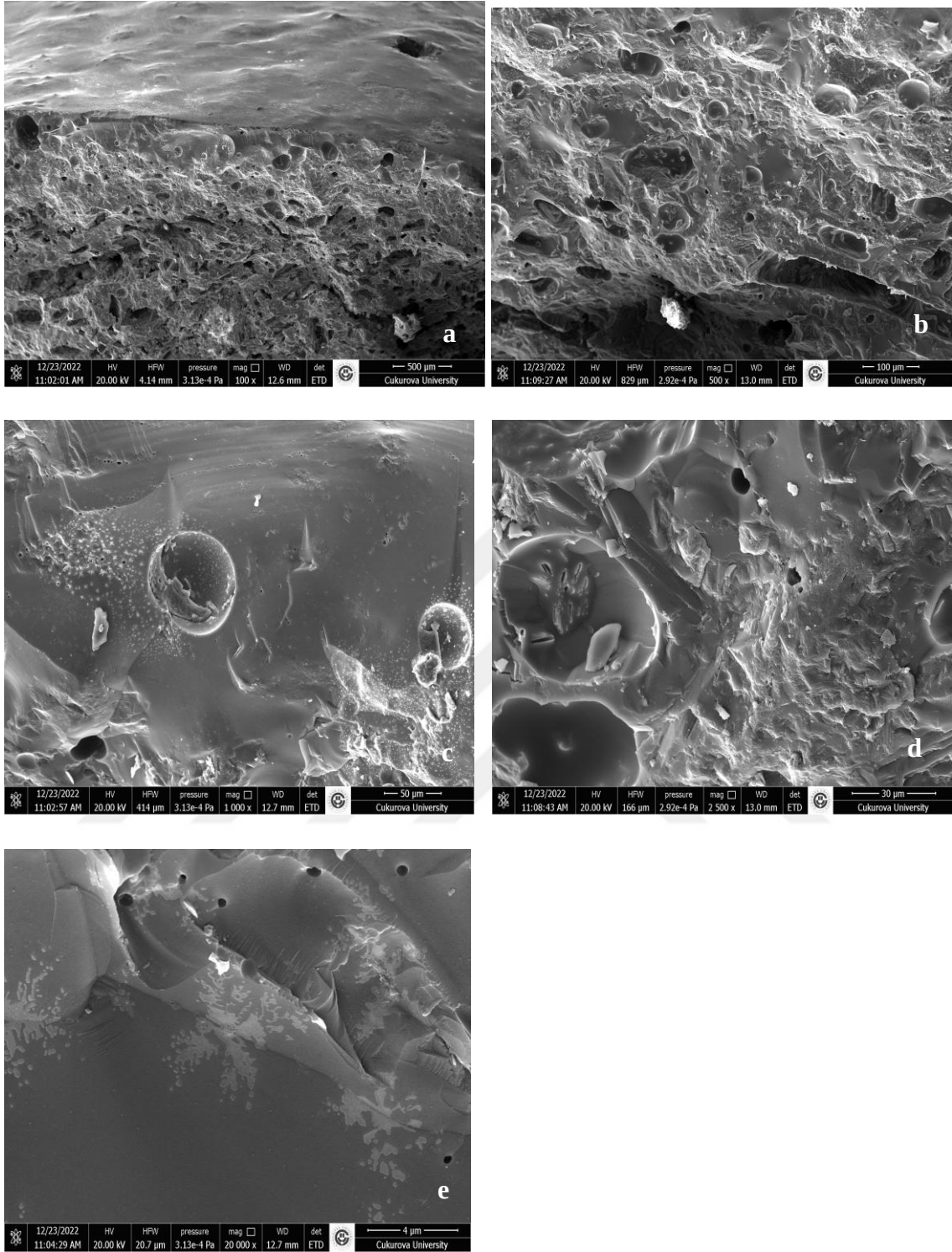
SEM analizinden B7-3 kodlu Mısır pastası deney örneğinin bakır (Cu) %20,63, silisyum (Si) %17,58 ve sırası ile sodyum (Na) %10,08, alüminyum (Al) %2,72, demir (Fe) %0,37, potasyum (K) %1,08 içerdiği görülmektedir.

4.3.4. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-5 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu



Görsel 42: A11-9 kodlu deney örneği (950°C)

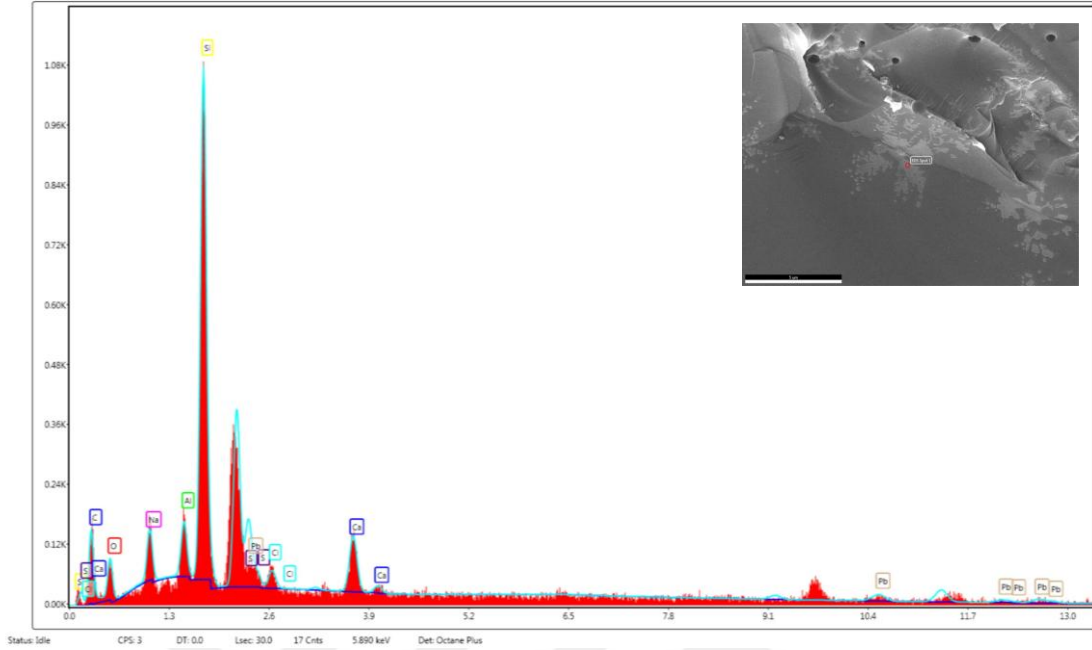
Şekil 16 (a), (b) ve (c)'de inorganik katı atık katkılı beyaz meyve suyu şişesi camı ve anahtar tozu karışımı ile üretilmiş Mısır pastasına ait Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüsü yer almaktadır. Mısır pastası iç kısmının, sıcaklığa daha çok maruz kalmış yüzey ile karşılaştırıldığında, camlaşma düzeyinin daha düşük olduğu ve daha gözenekli yapıya sahip olduğu gözlenmektedir. Reçetede ki karbonatlı kayaçların parçalanması sırasında açığa çıkan gaz, sistemi terk edmeden katılaşma sürecinin başlaması nedeniyle camsı yapıdan çıkış sağlayamayarak bünyede hapsolmuştur. Bu nedenle mikroyapı görüntülerinde kapalı gözenekler görülmektedir. Gözenekler yaklaşık 100 μm ve daha küçük boyutlarda, oval ve yuvarlak şekillidir.



Şekil 16: A11-9 kodlu deney örneğinin 950 °C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c, d, e)

Şekil 16 (d)'de ve (e)'de heterojen dağılımlı kristaller gözlenmektedir. Şekil 16 (a), (b), (c), (d) ve (e)'de A11-9 kodlu deney örneğinin SEM görüntüleri verilmiştir.

950 °C’de pişirimi yapılan A11-9 kodlu Mısır pastası deney örneğinin SEM analizi incelendiğinde yüzeyde camlaşma ve kristaller gözlenmiştir.



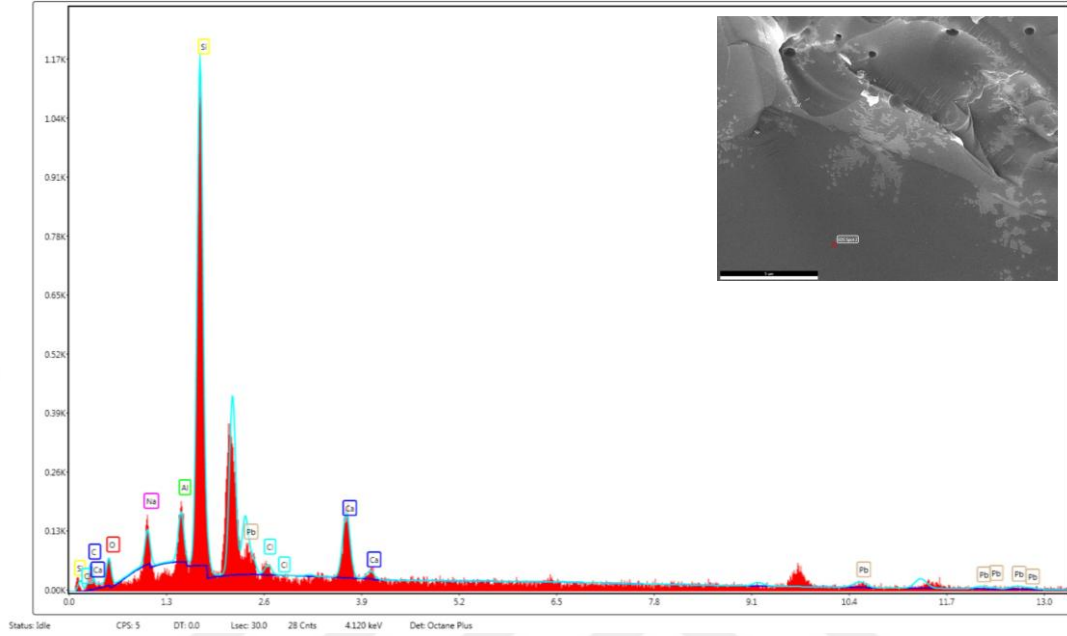
Şekil 17: A11-9 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 35: A11-9 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	35,34
O	13,3
Na	4,76
Al	2,91
Si	26,65
S	2,69
Pb	6,82
Cl	0,9
Ca	6,63

Mısır pastası deney örneğinde işaretli noktanın EDS analizine göre sırası ile Karbon (C), Silisyum (Si), kurşun (Pb), kalsiyum (Ca) sodyum (Na), alüminyum (Al) ve kükürt (S) elementleri bulunmaktadır. Karbon, örnek şekillendirme sırasında kullanılan kâğıt havlunun yanarak ürün içerisinde kalması ile ilişkilendirilebilir. Kurşunun (Pb) ise beyaz meyve suyu şişesi camından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kurşun düşük sıcaklıkta eriyen elementtir. Bu nedenle kurşunun varlığı erimeyi kolaylaştırarak gözeneklerin küçülmesine yol açmıştır.

SEM analizi yapılan A11-9 kodlu Mısır pastası numunesinden alınan kesitte Şekil 18’de Silisyum (Si), Karbon (C), Kurşun (Pb), Kalsiyum (Ca) elementlerinin miktarı, Alüminyum (Al) ve sodyum (Na) miktarı ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 18: A11-9 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 36: A11-9 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	18,72
O	9,9
Na	4,4
Al	3,64
Si	36,52
Pb	15,44
Cl	0,36
Ca	11,04

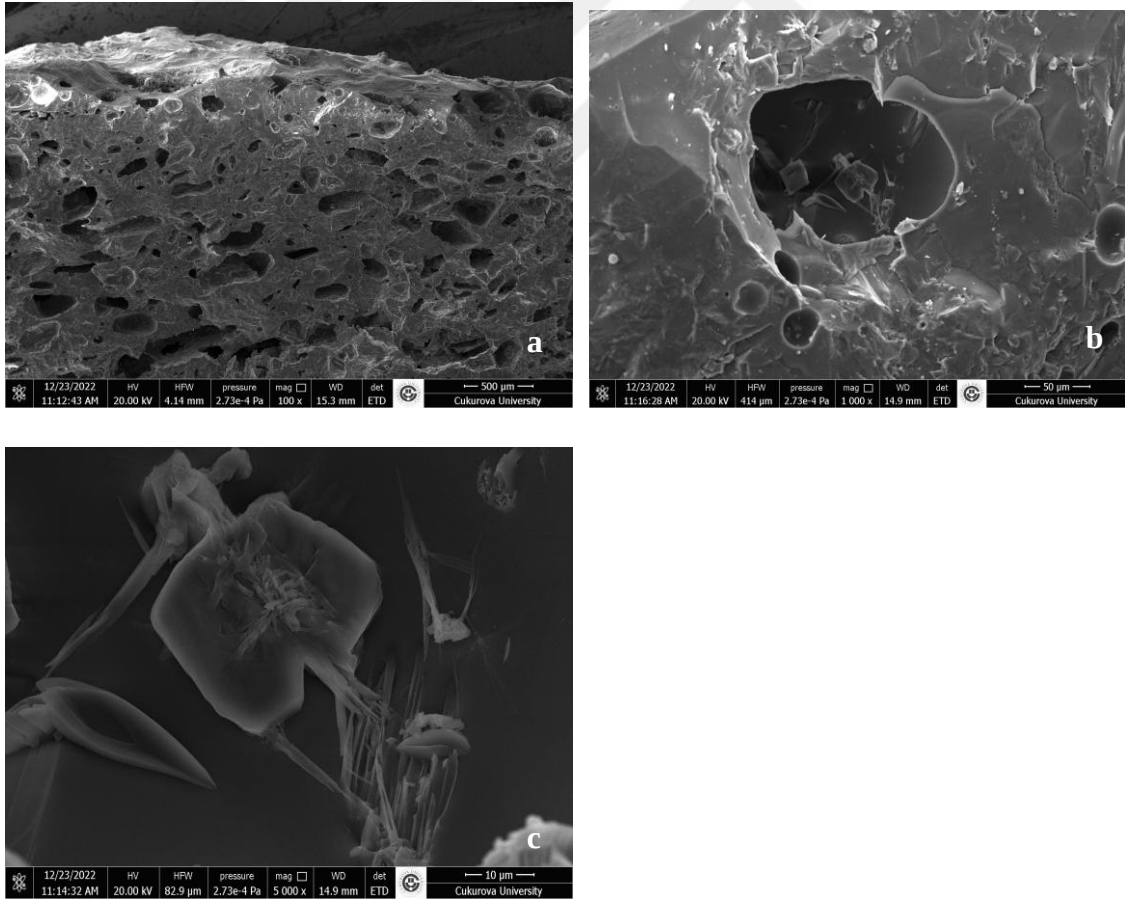
Deney örneğinin farklı noktalarından yapılan EDS analizine göre elementlerin ve yeni oluşan kristallerin/fazların da heterojen dağılım gösterdiği görülmektedir.

4.3.5. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-2 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu



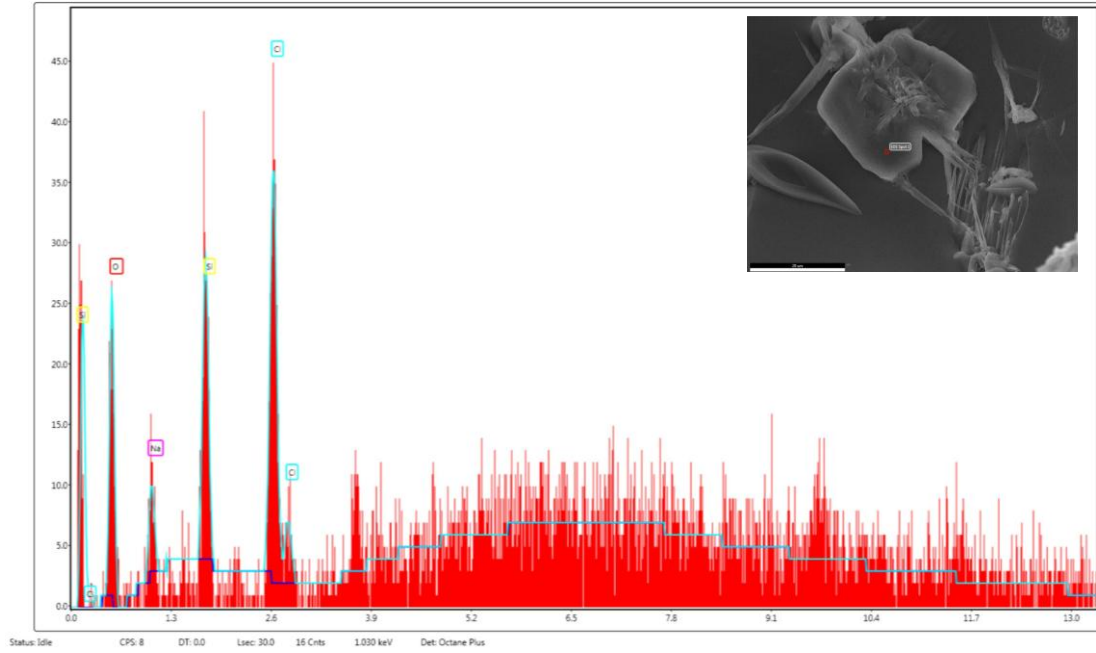
Görsel 43: A11-2 kodlu deney örneği (950°C)

Görsel 43’de inorganik katı atık katkıli kahverengi cam tozu ile üretilmiş Mısır pastasına ait dijital görüntü, Şekil 19’da ise inorganik katı atık katkıli kahverengi cam tozu ile 950°C’de üretilmiş Mısır pastasına ait Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 19: A11-2 Kodlu deney örneğinin 950 °C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c)

Şekil 19 (a)'da inorganik katı atıklardan kahverengi bira şişesi cam tozu ile üretilmiş Mısır pastası iç kısmındaki gözenekli yapı gözlenmektedir. Şekil 19 (b)'de Mısır pastasının yüzeyinde vitrifikasyon düzeyinin yüksek olduğu görülmektedir. Yüzeyde mısır pastası reçetesi ve kahverengi bira şişesi cam tozunun kimyasal içeriğine bağlı olarak kristallerin/yeni fazların oluştuğu ve yüzeyde gözenekler mevcuttur. Şekil 19 (c)'de gözenek içerisinde kristal oluşumlar gözlenmektedir. Şekil 19 (a), (b) ve (c)'de A11-2 kodlu deney örneğinin SEM görüntüleri verilmiştir.

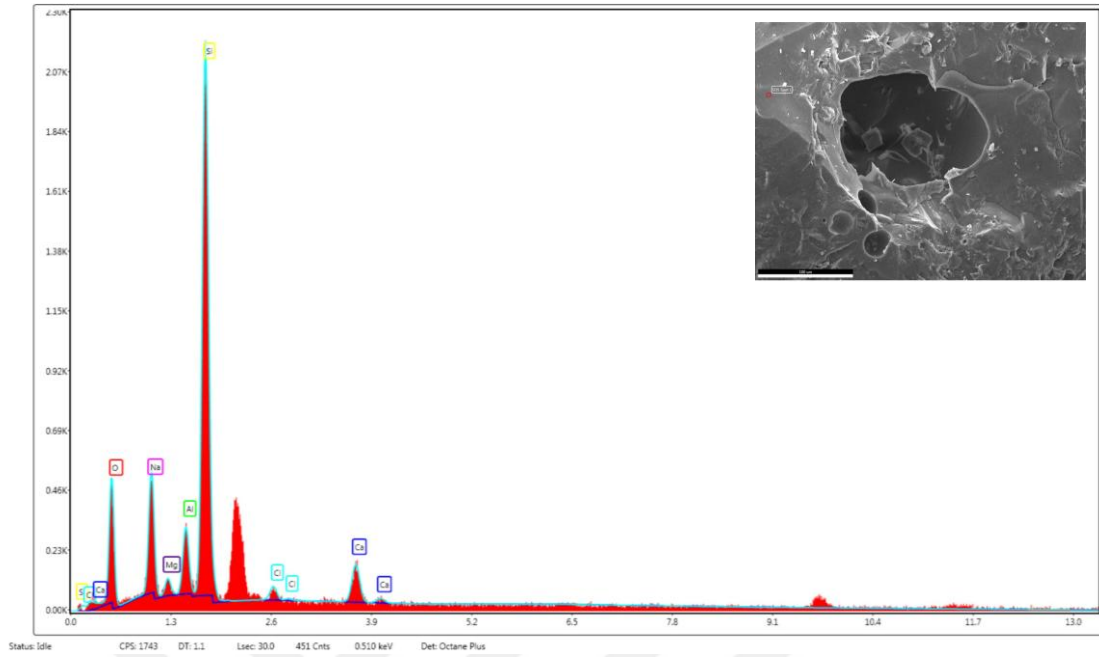


Şekil 20: A11-2 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 37: A11-2 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
O	30,27
Na	14,06
Mg	1,4
Al	5,07
Si	41,7
Cl	1,62
Ca	5,89

950 °C'de pişirimi yapılan Mısır pastası numunesinin SEM analizi incelendiğinde yapıda gözeneklilik gözlenmiştir. SEM analizi yapılan A11-2 kodlu Mısır pastası numunesinde ağırlıklı olarak yüksek silisyum içerdiği görülmektedir. Numunede sırası ile sodyum, alüminyum, kalsiyum ve magnezyum elementleri içerdiği görülmektedir.



Şekil 21: A11-2 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 38: A11-2 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
O	48,64
Na	9,09
Si	15,13
Cl	27,14

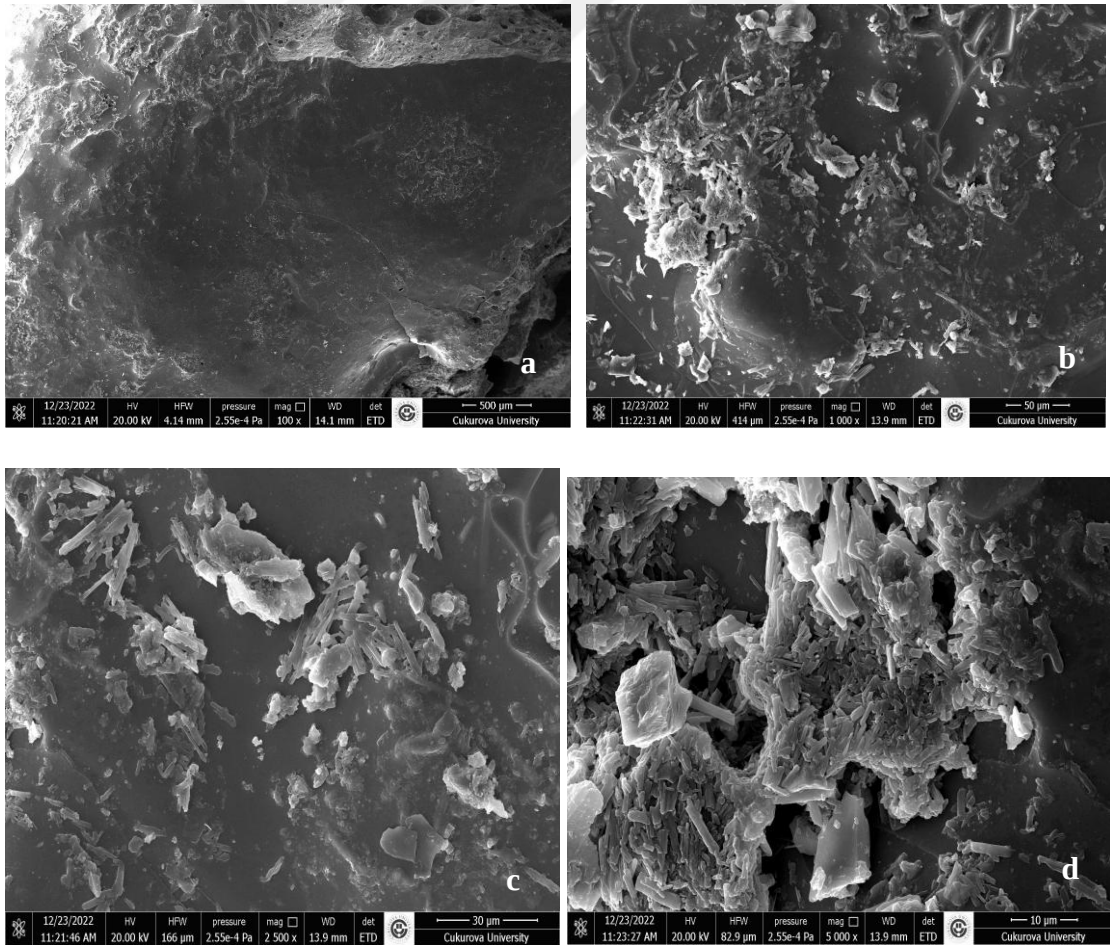
Numunede sırası ile sodyum, silisyum ve klor elementleri içerdiği görülmektedir. Yapıda gözeneklerin içinde kristaller olduğu görülmektedir. Kristallerin sodyum kristalleri içerdiği düşünülmektedir.

4.3.6. 950°C Sıcaklıkta Fırınlanan A11-5 Kodlu Mısır Pastasının Karakterizasyonu



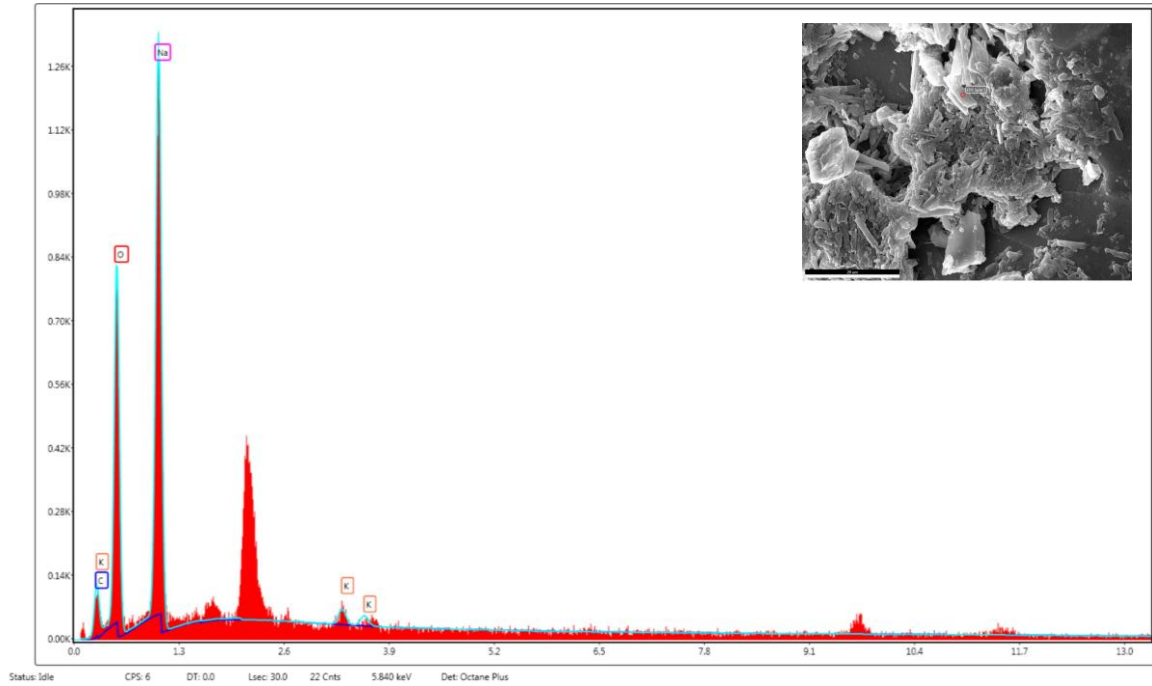
Görsel 44: B7-7 kodlu deney örneği (950°C)

Görsel 44’de inorganik katı atık katkılı beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ve kobalt oksit ile renklendirilmiş Mısır pastasına ait dijital görüntü yer almaktadır. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görülmektedir.



Şekil 22: B7-7 Kodlu deney örneğinin 950 °C sıcaklıkta SEM görüntüleri (a, b, c, d)

Şekil 22 (a)'da inorganik katı atık katkı beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ve renk veren oksitlerden kobalt oksit ile renklendirilmiş Mısır pastasının kırık yüzeyden görüntüsü verilmiştir. Mısır pastası iç kısmında amorf yapı gözlenmektedir. Şekil 22 (b)'de Mısır pastasının yüzeyinde kristal oluşumları görülmektedir. Şekil 22 (c)'de toplu şekilde kristal oluşumlar gözlenmektedir. Şekil 22 (d)'de çubuk ve yaprak şeklinde kristallerin varlığı görülmektedir. Şekil 22 (a), (b), (c) ve (d)'de B7-7 kodlu deney örneğinin SEM görüntüleri verilmiştir.

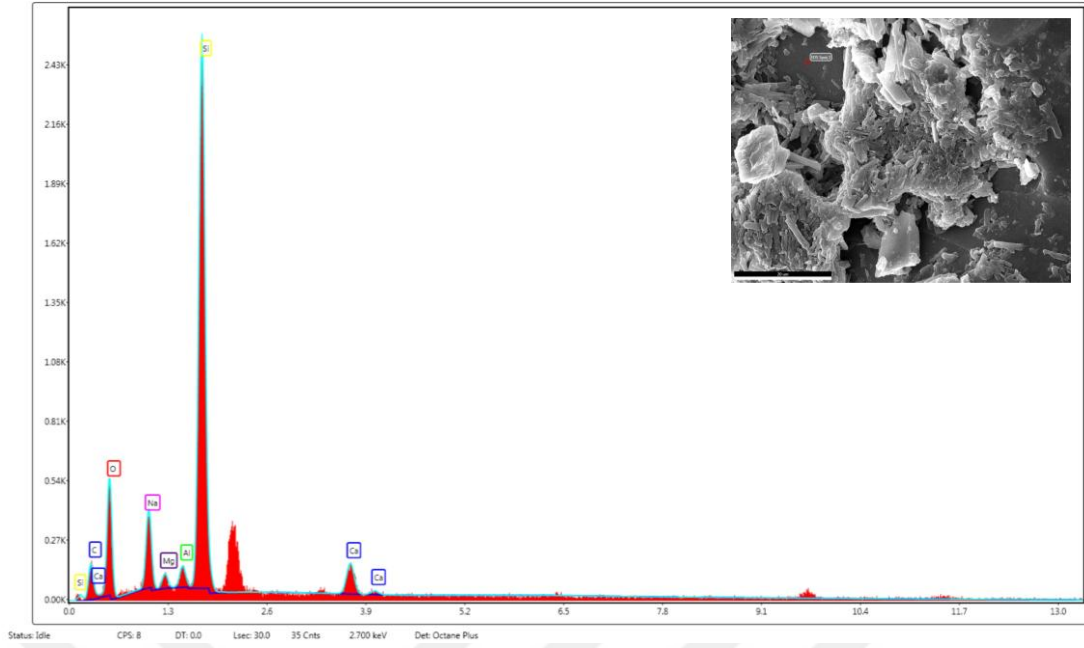


Şekil 23: B7-7 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 39: B7-7 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	14,54
O	39,2
Na	45,05
K	1,21

950 °C'de pişirimi yapılan Mısır pastası numunesinin SEM analizi incelendiğinde yapıda gözeneklilik olduğu gözlenmiştir. SEM analizi yapılan B7-7 kodlu Mısır pastası numunesinin EDS analizine bakıldığında ağırlıklı olarak yüksek sodyum %45,05 ve %1.21 potasyum içerdiği gözlenmektedir.



Şekil 24: B7-7 Kodlu Mısır pastası örneğinin işaretli alandan EDS analizi

Tablo 40: B7-7 Kodlu Örneğin İşaretli Alandan Element İçeriği

Element	% Ağırlık
C	21,48
O	30,45
Na	8,37
Mg	1
Al	1,3
Si	33,4
Ca	6,63

SEM analizi yapılan B7-7 kodlu Mısır pastası örneğinin EDS analizi incelendiğinde yüksek miktarda silisyum (Si) (%33,4) ve sırası ile sodyum (Na) %8,37, kalsiyum (Ca) %6,6, 3 alüminyum (Al)%1,3 içerdiği görülmektedir.

4.4. Sanatsal Uygulamalar

İnorganik katı atık katkılı Mısır pastası reçete uygulamaları doğrultusunda bu çalışmada olumlu sonuçlar veren reçeteler seçilerek, özgün sanatsal uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Sanatsal uygulamalarda kullanılan inorganik katı atık katkılı reçeteler için bünye olarak A11 ve B7 kodlu Mısır pastası reçeteleri kullanılmıştır. Cam ve metal atık katkılı reçeteler ile üretilen formlar arasından, 950°C sıcaklıkta formu bozulmayan reçeteler seçilmiştir. Sanatsal formlarda reçeteler pano uygulamalarında birlikte kullanılmıştır.

Çalışmada incelenen “Mısır Pastası” konusu ile ilgili Mısır figürinlerinden bir grup çalışma tasarlanmıştır.

Mısır tarihinden günümüze bir atıf yapılması düşünülerek, insan yüzü ve masktan oluşan ikinci bir grup seride özgün sanatsal çalışma olarak sunulmuştur.

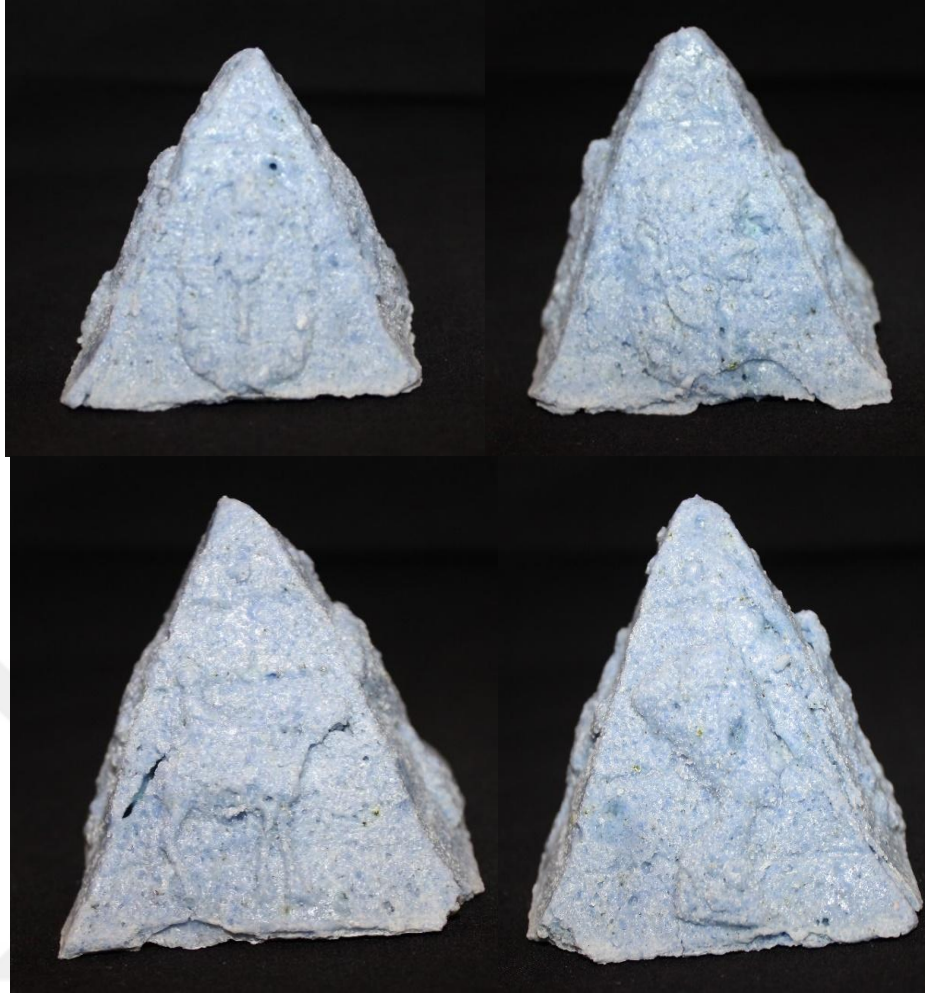
Sanatsal formlar şekillendirirken alçı kalıp, silikon kalıp ve serbest el ile şekillendirme yöntemleri kullanılmıştır.



Görsel 45: İnorganik katı atıklardan yeşil şişe cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-1), Horus Figürini, 15x10x3 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



*Görsel 46: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye
(Reçete A11-3), Kral Mycerinus Üçlüsü Hathor ve Nome Figürini, 20x15x6 cm,
950 °C,
(Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)*

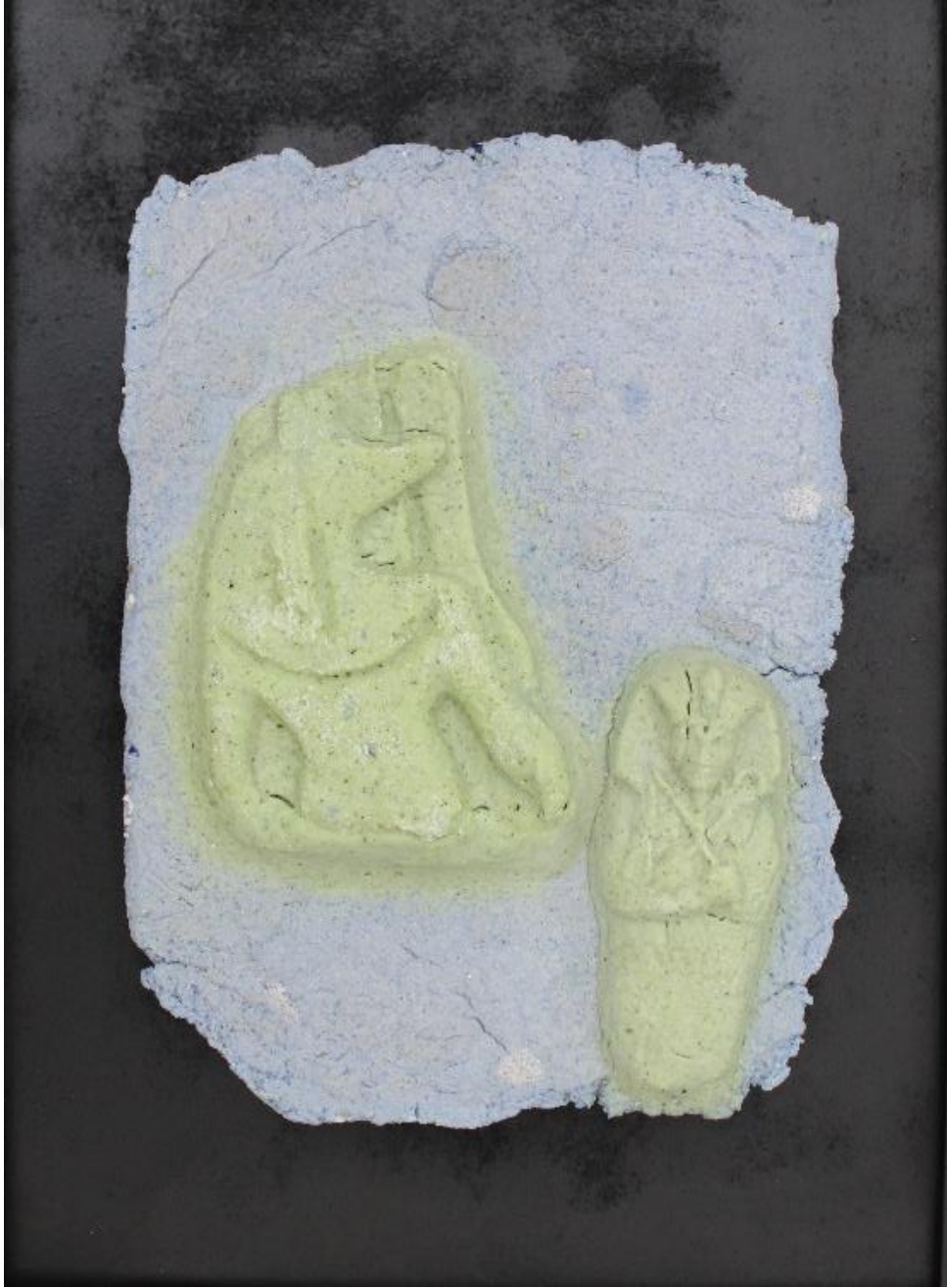


Görsel 47: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası
bünye

(Reçete A11-3), *Mısır Piramidi*, 6x5x5 cm, 950 °C,
(Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 48: İnorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve anahtar tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-11), Anubis Figürini, 23x9x2.5 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 49: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi ve yeşil soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-3-A11-1), Anubis ve Tutankhamun Figürini, 24x17x3 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 50: İnorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve kobalt oksit katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-5, B7-7), Tutankhamun, Anubis, Kedi Figürini, 28x16x2.5 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 51: İnorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ve pirinç atığı tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-12), Anubis Figürini, 19x9x2.5 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 52: İnorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve pirinç tozu atığı katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-12), Ra'nın Gözü Tabak, R:23 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 53: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi ve yeşil soda şişesi cam tozları katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-1, A11-3), Anubis Figürinleri, 12x9x2.5 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 54: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi ve beyaz meyve suyu şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-5, A11-3), Tutankhamun Figürini, 14x5-12x6 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)

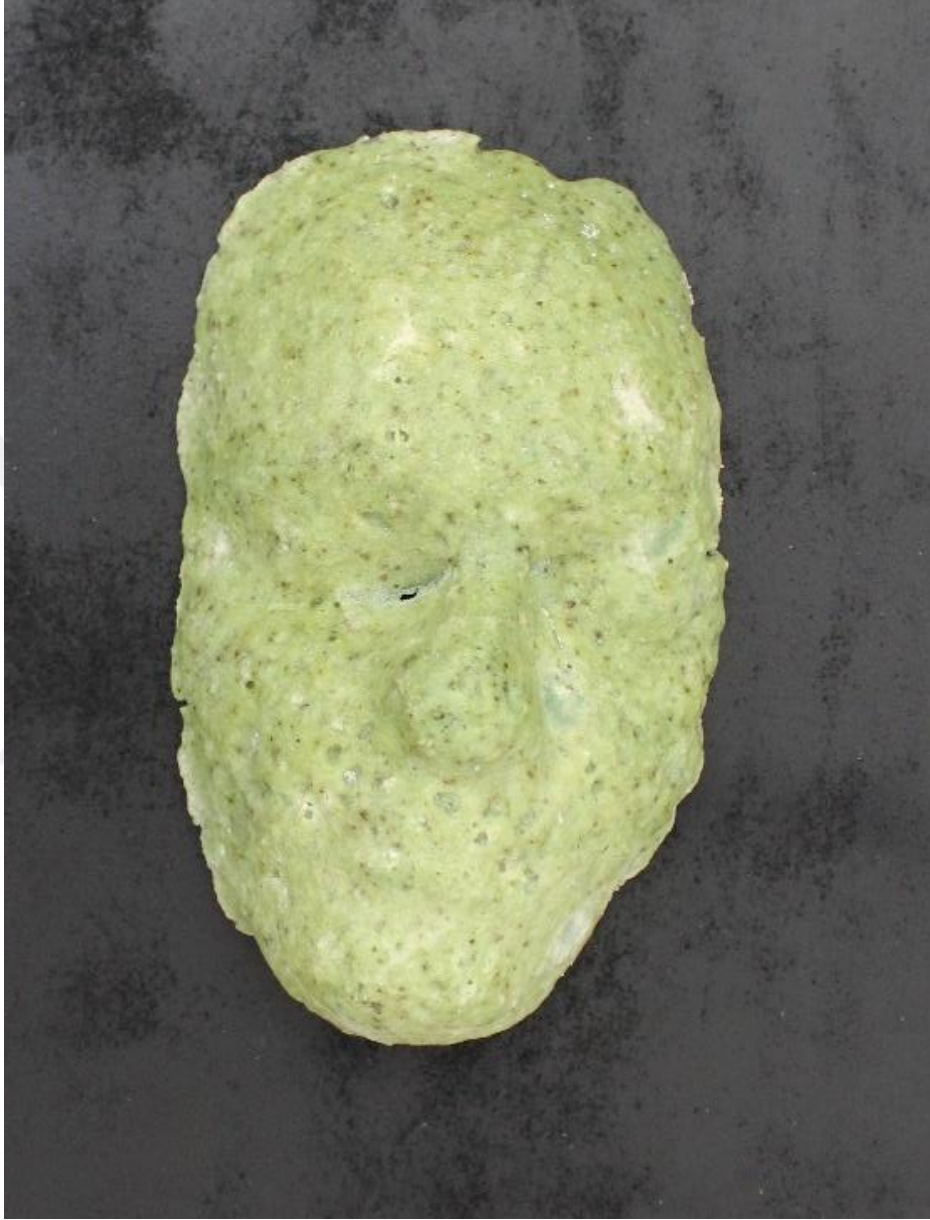


Görsel 55: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi, yeşil soda şişesi ve beyaz meyve suyu şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye (Reçete A11-3, A11-1, A11-5), Anubis Figürinli Pano, R:19 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



Görsel 56: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye

(Reçete A11-3), *Mask*, 17x10x7 cm, 950 °C,
(Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



*Görsel 57: İnorganik katı atıklardan yeşil soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası
bünye
(Reçete A11-1), İnsan Yüzü, 18x10x7 cm, 950 °C,
(Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)*



Görsel 58: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası bünye

*(Reçete A11-3), İnsan Yüzü, 17x10x7 cm, 950 °C,
(Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)*



Görsel 59: İnorganik katı atıklardan mavi soda şişesi cam tozu, beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve renklendirici kobalt oksit katkılı Mısır pastası bünye (Reçete B7-7, A11-3), İnsan Yüzleri, 15x10x5 cm, 950 °C, (Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)



*Görsel 60: İnorganik katı atıklardan yeşil soda şişesi cam tozu katkılı Mısır pastası
bünye
(Reçete A11-1), Şişe, 6x4 cm, 950 °C,
(Özlem Sağlıyan Sönmez, 2024)*

BÖLÜM V

SONUÇ ve ÖNERİLER

Geçmişe baktığımızda uygarlıkların çoğunun ürettiği seramik eserlerde katkı olarak atıkların kullanıldığı saptanmıştır. Seramiğin tarihsel süreci içerisinde inorganik katkılı seramik bünye kullanımının sanatçılar, zanaatkârlar ve seramik endüstrisi tarafından devam ettiği görülmektedir. Seramik bünyeye katılan inorganik atıkların seramik çamurunun şekillendirmesinde, kurutulmasında ve pişirilmesinde bünyeye birçok fayda sağladığı görülmüştür. Bunlar; tür, tane boyutu ve katkı miktarlarına bağlı olarak bünyenin kuru ve pişme dayanımını, kuru ve pişme küçülmesini, plastikliğini, gözenekliliğini, pişme sıcaklığını; pişme sonrası desen, renk ve doku özelliklerini değiştirmektedir. Bu çalışmada inorganik katı atıkların Mısır pastası üretiminde kullanılabilirliği ve Mısır pastası bünyelerinin karakterizasyonu gerçekleştirilerek düşük sıcaklıkta büyük formların üretilebilirliği araştırılmıştır.

Son dönemlerde geleneksel katı atıklara ek olarak endüstri alnından elde edilen cam, seramik ve metal atıklar geri dönüştürülerek seramik bünyelere inorganik katık olarak eklenmesi oldukça yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle bu inorganik atıkların seramik bünyelerdeki feldspat-kil-kuvarsın herhangi birinin yerine kullanılmasına yönelik sanatsal ve akademik çalışmalar yapılmaktadır. Katı atık katkılı malzemelerin endüstriyel olarak maliyelerinin yüksek olmasından dolayı endüstride yaygın olarak kullanılmamakta fakat sanatsal alanda seramik bünye bileşiminde sanatçılar tarafından oldukça yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Çalışmada iki farklı Mısır pastası reçetesine 6 farklı cam ambalaj atığı tozu ve 4 farklı metal atık eklenerek Mısır pastaları hazırlanmıştır. Mısır pastası denemeleri 950°C ve 1050°C sıcaklıklarda elektrikli fırında pişirilmiştir. Mısır pastalarının renklendirilmesi için reçeteye ağırlıkça %3-5 oranlarında kobalt oksit eklenmiştir. Mısır pastası reçetesinde kullanılan %40 ve %55 kuvars hammaddesi yerine cam ambalaj atıklarının tozları; oksitler yerine de hem renkli cam ambalaj atığı tozları, hem de metal atıklar kullanarak Mısır pastası bünyeleri hazırlanmıştır.

İnorganik atık katkılı Mısır pastası reçeteleri ile yapılan bu çalışmada 950°C sıcaklık için 22 adet, 1050 °C sıcaklık için 22 adet deneme olmak üzere toplam 44 adet deney örneği elde edilmiştir.

İlk grup A2 olarak kodlanmış, yöresel Avanos kırmızı kili Mısır pastası reçetesindeki kaolin yerine hammadde olarak ilave edilmiştir. A2 kodlu grup, atık

ilavesine göre A2-1, A2-2, ve A2-3 alt kodlara ayrılmış ve 950 °C ve 1050 °C sıcaklıklarda pişirilerek atık katkılı yeni bünyeler gelişmiştir. Her üç deneme sonucu da olumlu olmuştur. Bünyelerde parlak ve siyah metalik renkler elde edilmiştir. A2 deneme grubunda 950°C sıcaklıkta ve 1050°C sıcaklıkta istenilen sonuçlara ulaşılmış metalik parlak koyu renkte bünyeler elde edilmiştir. Yapılan deneme sonuçlarına bakıldığında görülmektedir ki Avanos kırmızı kili Mısır pastası yapımında hammadde olarak sorunsuz bir şekilde kullanıma olanak sağlamaktadır.

A11 ve B7 kodlu inorganik katı atıklardan cam tozu katkılı Mısır pastası reçeteleri ile hazırlanan formlar incelendiğinde genel olarak bünyelerin 950°C sıcaklıkta formlarını korudukları, parlak bir yüzey oluşturdıkları ve istenilen parlak etkiyi verdikleri gözlenmiştir.

A11 ve B7 kodlu %5 metal atık katkılı Mısır pastası reçeteleri ile şekillendirilen formların pirinç tozu katkılı bünye dışında 950°C sıcaklığın yüksek geldiği, geldiği eğer çalışılacaksa daha düşük sıcaklıklarda çalışılması gerektiği gözlenmiştir.

A11 ve B7 kodlu Mısır pastası reçetelerine katılan inorganik katı atıklardan beyaz meyve suyu şişesi cam tozu ve reçeteye %5 ilave olarak eklenen metal atıklarının pişirim sonrası bünyeye farklı renk ve doku etkileri verdiği gözlenmiştir.

B7 kodlu atık katkılı Mısır pastası reçeteleri ile küçük, orta ve büyük ölçekli formlar şekillendirilerek, 950°C sıcaklıkta pişirimi yapılmıştır. B7-4, B7-8 ve B7-9 kodlu reçeteler ile yapılan formlarda olumlu sonuçlar elde edildiği, parlak sırlı yüzey ve formun şeklinin korunduğu gözlenmiştir. B7-5 kodlu formların pişirim sonrası rengi parlak beyaz, B7-4 kodlu reçete ile yapılan formların rengi açık mavi, B7-8 kodlu reçete ile yapılan formlarda pişirim sonrası rengi parlak beyaz üzeri siyah benekler, B7-9 kodlu reçete ile yapılan formlarda pişirim sonrası rengi parlak beyaz üzerine siyah benekler yer yer turkuazlar olduğu gözlenmiştir. B7-1 kodlu reçete ile yapılan formlarda pişirim sonrası küçük ölçekli formun parlak yüzey ve form şeklinin kısmen korunduğu, orta ölçekli ve büyük ölçekli formda ise erimelerin olduğu ve formlarda bundan dolayı bozulmalar olduğu; ayrıca açık parlak yeşil renkte oldukları görülmektedir. B7-2 kodlu reçete ile yapılan formlarda pişirim sonrası küçük ölçekli formun erimeden dolayı şeklinin bozulduğu, orta ölçekli ve büyük ölçekli formlarda erimenin gerçekleştiği; fakat formu koruduğu renk olarak da açık kahve renkte oldukları gözlenmiştir. B7-2, B7-5 ve B7-6 kodlu reçeteler ile yapılan formlarda pişirim sonrası erimeden dolayı şekil

bozukluğu olduğu gözlenmiştir. B7-5 kodlu reçete ile yapılan formların rengi koyu mavi, B7-6 kodlu reçete ile yapılan formların renginin limon küfü olduğu gözlenmiştir.

A11 kodlu inorganik katı atıklı Mısır pastası ile küçük, orta ve büyük ölçekli formlar şekillendirilerek 950°C sıcaklıkta pişirimi yapılmıştır. Pişirim sonrası sonuçlar değerlendirildiğinde A11-1, A11-2, A11-3, A11-5, A11-6 ve A11-12 kodlu reçeteler ile yapılan formlarda olumlu sonuçlar elde edildiği, parlak camsı/sırlı yüzey ve formun korunduğu gözlenmiştir. A11-8, A11-9 ve A11-11 kodlu reçeteler ile yapılan formlarda ise erimenin fazla olduğu ve formun şeklinin korunamadığı, aynı zamanda yüzeyde gözeneklerin olduğu gözlenmiştir. A11-8, A11-9 ve A11-11 kodlu reçeteler ile çalışılacak ise daha düşük bir sıcaklıkta pişirimlerinin gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

A11 kodlu reçeteye 0,5 mm, 1 mm ve 4 mm tane boyutlarına sahip cam parçacıkları ilave edilerek oluşturulan küçük, orta ve büyük Mısır pastası formların 950°C sıcaklıkta pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Pişirim sonrası A11-1, A11-2, A11-3, A11-5 ve A11-6 kodlu reçeteye ilave edilen 0,5 mm tane boyutuna sahip atık camlar ile elde edilen küçük, orta ve büyük ölçekli formlarda olumlu sonuçlar gözlenmiştir. Bu örneklerde parlak sırlı yüzey ve formun korunduğu gözlenmiştir. 1 mm tane boyutlu küçük, orta ve büyük ölçekli formların yüzeylerinde kısmen erimelerin olduğu; fakat yüzeyde cam tanecikleri görülmektedir. 4 mm tane boyutlu küçük, orta ve büyük ölçekli formlarda pişirim sonrası erimelerin olmadığı, dolayısıyla yüzeylerin pürüzlü olduğu ve matlık sergilediği gözlenmiştir. Form boyutunun çalışmada çok fazla etkili olmadığı, atıkların tane boyutu parametresinin ise çalışma sonuçları üzerinde çok etkili olduğu görülmüştür.

A11-4 kodlu reçeteye 0,5 mm, 1 mm ve 4 mm tane boyutunda katı atık ilavesi ile oluşturulan Mısır pastası reçeteleri ile küçük, orta ve büyük ölçekli formlar şekillendirilmiştir. A11-4 kodlu reçete 950 °C sıcaklıkta gelişemediği için, 1050 °C sıcaklıkta pişirilmiştir. A11-4 kodlu reçete ile yapılan, 0,5 mm tane boyutlu atık cam katkılı küçük, orta ve büyük ölçekli formlarda parlak sırlı yüzey gelişmiştir. Ancak erimeden kaynaklı olarak verilen şekli koruyamadığı gözlenmiştir. A11-4 kodlu reçete ile yapılan, 1 mm tane boyutlu atık cam katkılı küçük, orta ve büyük ölçekli formlarda pişme sonrası parlak sırlı yüzey gelişmiştir. Formun şeklinin korunduğu ve istenilen sonuca ulaşıldığı gözlenmiştir. A11-4 kodlu reçete ile yapılan 4 mm tane boyutlu atık cam katkılı küçük, orta ve büyük ölçekli formların parlak sırlı yüzey oluşturduğu, cam tanelerinin yüzeyde görüldüğü ve formun şeklinin korunduğu gözlenmiştir. A11-4 kodlu Mısır pastası reçetesinde en iyi sonucun 1 mm tane boyutlu cam tozu ilavesi ile yapılan

çalışmanın verdiği ve tane boyutu parametresinin form boyutuna etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

B7 deneme grubu 950 °C ve 1050 °C pişirimleri yapılmıştır. B7 deneme grubunda 950 °C sıcaklıkta 27 adet, 1050 °C sıcaklıkta 18 adet mısır Pastası denenmiştir. B7-5 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu, B7-1 yeşil maden suyu şişesi cam tozu, B7-2 için atık kahverengi bira şişesi cam tozu, B7-3 araba camı tozu, B7-4 mavi şişe cam tozu, B7- 6 yeşil şarap şişesi cam tozu kullanılmıştır. 1050 °C sıcaklıkta B7-7 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ve %5 kobalt oksit, B7-8 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ve %5 pirinç tozu, B7-9 beyaz meyve suyu şişesi camı tozu ve %5 anahtar tozu kullanılarak Mısır pastası araştırmaları gerçekleştirilmiştir. B7 kodu numunelerin tamamında 950 °C sıcaklıkta erime ve parlaklığın varlığı gözlenmiştir. Sadece B7-11 kodlu numunede 950 °C sıcaklıkta yüzeyde matlık ve pürüzlü bir görünüm oluşmuştur. B7 kodlu 15 adet deney örneği 1050 °C sıcaklıkta erimiş ve şeklini muhafaza edememiştir.

B7-3 kodlu reçete ile şekillendirilen formlardan 1050 °C sıcaklıkta küçük ölçekli formun eridiği ve form şeklini koruyamadığı; orta ölçekli formun ise yüzeyinde erime olduğu; fakat formda bozulmalar gözleendiği, büyük ölçekli formda ise yüzeyde erimenin az olduğu ve derin çatlakların oluştuğu gözlenmiştir. Üç formun da rengi beyazdır.

B7-3 kodlu Mısır pastası reçetesi A11-4 kodlu Mısır pastası reçetesi ile kıyaslandığında küçük ölçekli form dışında; orta ve büyük ölçekli formlarda erime gözlenmemiştir. 1050 °C sıcaklıkta A11-4 kodlu Mısır pastası reçetesi ile çalışmanın daha uygun olacağı düşünülmektedir.

A11 reçetesi ile hazırlanan atık katkılı Mısır pastası ile yapılan formların A11-4 kodlu reçeteler dışındaki A11-1, A11-2, A11-3, A11-5 ve A11-6 kodlu reçete ile hazırlanan cam tozlarının 1050 °C sıcaklıkta pişirimlerinin yapılmaması önerilmektedir.

İnorganik katı atık katkılı Mısır pastası reçeteleri ile yapılan çalışmada, Mısır pastasının özsüz bir malzeme olmasından dolayı ve katılan katı atık malzemelerin de aynı şekilde özsüz bir malzeme olmasından dolayı, form şekillendirebilmek için silikon kalıplardan yararlanmak gerekmektedir. Serbest el ile şekillendirmek oldukça zor olmaktadır. Alçı kalıp ile şekillendirme yapılacaksa da fabrika pres alçısı kullanılarak alçı kalıplar hazırlanmalı ve en fazla 2 uygulama için kullanılmalıdır. Aksi halde fazla uygulama için kullanıldığında alçı şekillendirilen formun yüzeyine yapışmakta bünyeyi bozmaktadır.

İnorganik katı atık katkılı Mısır pastasının özsüz olmasında dolayı kuruduğunda verilen şeklini koruyabilmesi için reçeteye %5 oranında arap zambkı eklenmesi önerilmektedir. Arap zambkının hazırlanan Mısır pastası reçetelerine %5 oranından fazla eklenmesi durumunda ise şekillendirilen formların kuruma aralığı uzamaktadır.

İnorganik katı atıklı Mısır pastası reçeteleri uygulamaları sonucunda, bünyeler ile hem kimyasal hem de fiziksel olarak uyumlu inorganik katı atıklardan cam ambalaj atıkları ve metal atıkları seçilerek, Mısır pastası reçeteleri hazırlanmıştır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda Mısır pastası reçetelerine %40 ve %55 oranında eklenen cam ambalaj atıklarının Mısır pastası bünyelerde kullanılabileceği ve bu bünyeler ile de büyük boyutlu sanatsal uygulamaların yapılabileceği ortaya konulmuştur. Mısır pastasına katılan renkli cam tozlarının da bünyeye ilave oksit katmaksızın renk verdiği ve sonuçların başarılı olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmanın gelecekte Mısır pastası üretimi konusunda araştırma yapacak sanatçılara ilham olacağı ve yeni fikirler vereceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Acartürk, B. (2012). Mısır (pastası) çamurlarında kuru ve sulu sementasyon yöntemleri ile pişirim. *6. Eskişehir Pişmiş Toprak Sempzoyumu*, 10-23 Eylül 2012, 9-23.
- Acıbal, N. (2023). Antik Mısır pastası çamurlarının üretim yöntemlerinin geliştirilmesi ve form uygulamaları. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Akbulut, A. (1996). *Bentonit*. Ankara: MTA Yayınları.
- Alpman, G. (1997). Mısır çamuru ve günümüzde yapılan bazı örnekleri. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Arcasoy, A. ve Başkırkan, H. (2020). *Seramik teknolojisi*. İstanbul: Literatür Yayınları.
- Aslan, N. (2019). Mısır pastası tekniğinde seramik takı uygulamalar. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Avcı, F., Özsoy-Güneş, Z. ve Kırbaşlar, F. G. (2010). The study of the subjects distribution inorganic and organic chemistry in elementary and high school education curriculum. *Procedia Social and Behavioral Sciences, Cilt: 2, Sayı: 2*, 2616–2624.
- Aydın, A. B. (2000). İç mekânda kullanılabilecek duvar kaplama malzemelerinin akılcı seçim açısından analizi ve değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Ayta, T. (2017). *Toprak sanatlarında teknik terimler sözlüğü*. İstanbul: Artshop Yayıncılık.
- Başkaya Yağcı, H. M. (2009). Sanatsal formlarda seramik ve karışık malzeme birlikteliği. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Bianchi, R. (1998). *Symbols and meanings in gifts of the Nile: Ancient Egyptian faience*. London: Thames and Hudson.
- Binns, C., Myrtle, K. & Hazel, M. (1932). An experiment in Egyptian blue glaze. *Journal of The American Ceramic Society*, 15(5), 271-272.
- Birgören, B. ve Sakallı, Ü. M. (2021). Kalite ve maliyet perspektiflerinden pirinç alaşımı harmanlama problemi: Çok amaçlı optimizasyon yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 36:1, 433-445.

- Busz, R. & Gercke, P. (1999). *Türkis und Azur: Quarz keramik in Orient und okzident*. Staatliche Museen.
- Cloonan, M. (2019, Nisan 29). Ceramic arts net work daily. Egyptian paste: Building sculpturally with color building forms with Egyptian paste. <https://studylib.net/doc/18616587/here---ceramic-arts-daily>, adresinden alındı (Erişim tarihi: 26.06.2024).
- Connell, J. (2002). *The potter's guide to ceramic surfaces*. Londra: Apple Press.
- Çakanyıldırım, Ç. ve Gürü, M. (2021). Alüminyum üretim teknolojilerindeki gelişmeler, çevreye etkisi ve uygulama alanları. *Politeknik Dergisi*, 24(2), 585-592.
- Çakmak, D. ve Akyüz, B. (2022). CW724R pirinç malzemenin tornalanmasında yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörlerin deneysel optimizasyonu. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 9(2), 791-798.
- Çizer, S. (2024). *Seramik sözlüğü*. İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları.
- Değirmen, D. (2010). Afyonkarahisar-Gazlıgöl bölgesi soda yataklarından alınan killerin Mısır çamuru reçetelerinde kullanılabilirliğinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Drenkhahn, R. (2000). *Artisans and artists in Pharaonic Egypt*. (Ed. J.M. Sasson), Civilizations of the Ancient Near East. 4 volumes in 2. Peabody: Hendrickson Publishers.
- Engin, A. D. (2013). Anadolu'daki tarih öncesi ana tanrıça figürlerinin Mısır pastası ve metal kullanılarak çağdaş takı formunda yorumlanması. Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Erman, A. & Grapow, H. (1971). *Worterbuch der Aegyptischen sprache*. Berlin: Akademie Verlag, 1971.
- Foster, K.P. (1979). *Aegean faience of the Bronze Age*. New haven and London: Yale University Press.
- Friedman, F. (1998). *Gifts of the Nile: Ancient Egyptian faience*. London: Thames and Hudson.

- Genç, S. ve Karakaya, B. D. (2012). Antik Mısır çamuru araştırılması. 6. *Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu*, 221-232.
- Genç, S. (2022). *Artistik seramik sırları*. Eskişehir: Ülkü Ofset.
- Gorman, J. (2002). Flattery for faience. *Science News*, Vol. 161, No. 3, 45-47.
- Grim, R E. (1968). *Clay mineralogy*. New York: Mc-Graw Hill Company.
- Griffin, P.S. (2002). *Reconstruction the materials and technology of Egyptian faience and frit*. (Ed. In Vandiver, B, P., Goodway, M. & Mass, J.L.). Materials Issues in Art and Archaeology VI. Warrendale. Material research society, Symposium Proceedings.
- Hacızade, F. (2019). *Seramiğin kimyası*. Konya: Çizgi Kitabevi.
- Hamer, F., & Hamer, J. (2004). *The potter's dictionary of materials and techniques*. USA: University of Pennsylvania Press.
- Harden, D. B. (1987). *Glass of the caesars, Olivetti-Milan (The Corning Museum of Glass Corning, The British Museum-London, Römisch-Germanisches Museum-Cologne)*. London: The British Museum.
- Harris, J.R. (1961). *Lexicographical studies in Ancient Egyptian minerals*. Berlin: Deutsche Akademie.
- Housecroft, C.E., & Sharpe, A.G. (2012). *Inorganic Chemistry*. Pearson.
- Jamieson, A. (2003). Egyption faience. *Ceramics Technical*, no.17, 82-87.
- Karasu, B., Sarıcaoğlu, B., (2018). Cam Yüzey Kaplama Teknolojileri. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi Cilt: 5, No: 2, 2018 (475-500)*
- Kaya, G., ve Turan, S. (2004). Yüksek fırın cürufunun seramik sektöründe katma değeri yüksek ürünlerin eldesinde değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt: 45 Sayı: 536*, 48-60.
- Kılınç Mirdalı, N. ve Yalçın Yastı, Ş. (2015). İnorganik katı atıkların seramik çamurlarında değerlendirilmesi. 9. *Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu*, 231-247.
- Kibici, A. (2008). Uçucu kül ve kalker katkılı çimentonun teknik özelliklerinin değişiminin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi.

- Kiefer, C. & Allibert, A. (1971). Pharonic blue ceramics. *Archaeology*, 24 (2), 107-117.
- Krygier, T. A. (2005). *Late eighteenth dynasty faience and glass from MALKATA: A stylistic and quantitative analysis*. Ph.D., The Johns Hopkins University, USA.
- Kuşçuoğlu S., Yücesoy D., Engin S., “Cam teknolojisine giriş”, II. Cilt, Şişecam Eğitim Müdürlüğü, İstanbul, (1993).
- Leary, R. (2020). Rachel leary ceramics. <https://www.rachellearyceramics.com/> adresinden alındı (Erişim tarihi: 26.06.2024).
- Li Y. (2017). Stain removal and whitening by baking soda dentifrice: A review of literature. *J Am Dent Assoc.*, 148 (11), 20-26.
- Lightwood, A. (2000). *Working with paper clay and other additives*. Wiltshire: The Crowood Press.
- Lilyquist, C., Dorman, P.F., & Russmann, E. R. (1983). *The Metropolitan Museum of Art Bulletin* (Egyptian Art). vol. 41, No. 3.
- Lucas, A. (1948). *Ancient Egyptian materials & industries*. London: Edward Arnold & Co.
- Lucas, A. & Harris, J.R. (1962). *Ancient Egyptian materials and industries*. London.
- Matin, M. & Martin, M. (2012). Egyptian faience glazing by the cementation method part 1: an investigation of the glazing powder composition and glazing mechanism. *Journal of Archaeological Science*, 39 (3), 763-776.
- Mete, Z. (2020). *Seramik kimyası*. İzmir: Tibyan Yayınları.
- Moorey, P.R.S. (1994). *Ancient Mesopotamian materials and industries*. Oxford: Oxford University Press.
- Nash, K. J. (2018). *3D printed, self-glazed ceramics: An investigation inspired by Egyptian faience*. Ph.D., University of the West of England.
- Nicholson, P.T. (1998). *Materials and Technology*. (Ed. F.D. Friedman), Gifts of the Nile: Ancient Egyptian Faience. London: Thames and Hudson, 50-64.
- Nicholson, P.T. (2007). *Brilliant things for Akhenaten: The production of glass, vitreous materials and pottery at Amarna Site O45.1*. Oxbow Books.

- Nicholson, P.T. (2009). *Faience technology*. (Ed. Willeke Wendrich), Ucla Encyclopaedia of Egyptology: Los Angeles, 1-11.
- Nicholson, P.T. & E. Peltenberg. (2000). “*Faience*”. *Ancient Egyptian materials and technology*. (Ed. P. Nicholson & I. Shaw, I), Cambridge: Cambridge University Press.
- Nicholson, P.T. & Show, I. (2000). *Ancient Egyptian materials and technology*. Cambridge: University Press.
- Noble, J. (1969). He technique of Egyptian faience. *American Journal of Archaeology*, Vol. 73, No. 4, 435-439.
- Özcan, A. S. (2010). Doğal bentonitin karakterizasyonu ve kurşun (II) iyonlarını adsorpsiyon yeteneği. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, Cilt 12(2), 85-97.
- Paiva, F. F. G., Tamashiro, J. R., Silva, L. H. P. & Kinoshita, A. (2021). Utilization of inorganic solid wastes in cementitious materials – A systematic literature review. *Construction and Building Materials*, 285, 1-14.
- Palabıyık, H. ve Altunbaş, D. (2004). *Kentsel katı atıklar ve yönetimi*. (Ed. U. Yıldırım ve M. Marın), Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar. İstanbul: Beta Basım Yayın.
- Patch, D.C. (1998). *By Necessity or Design: Faience Use in Ancient Egypt*. (Ed. F.D. Friedman), Gifts of the Nile: Ancient Egyptian Faience. New York: Thames and Hudson, 32-45.
- Petrie, W. M. F. (1894). *Tell el Amama*. Warminster: Methuen & Co.
- Pina, M. L. (2016). *Reverse engineering the physical chemistry of making Egyptian faience through compositional analysis of the cementation process*. Master thesis, The University of Arizona.
- Rice, P. M. (2015). *Pottery analysis: A sourcebook*. USA: University of Chicago Press.
- Ring, T. A. (1996). *Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis*. Londra: Academic Press.
- Shortland, A. & Tite, M. (2008). *Production technology of faience and related vitreous materials*. Oxford: Oxford University School of Archaeology.

- Standen, K. (2013). *Additions to clay bodies*. The American Ceramic Society.
- Stocks, D. (1997). Derivation of ancient Egyptian faience core and glaze materials. *Antiquity* 71, 179-182.
- Sür, A., Sür, Ö. ve Yiğitbaşıoğlu, H. (2009). *Mineraller ve kayalar*. Ankara: Bilim Yayınları.
- Taçoğlu, E. (2010). Temmoku sırlarının araştırılması. Sanatta yeterlilik tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Taçoğlu, E. (2018). *Seramik sırlarının sırrı*. İstanbul: Hayalperest Yayınevi.
- Tajeddin, Z. (2014). *Egyptian faience: ancient making methods and consideration of technical challenges in sculptural practice*. Ph.D., University of Westminster.
- Tite, M. S., Freestone, I. C. & Bimson, M. (1983). Egyptian faience: An investigation of the methods of production. *Archaeometry*, 25, 1, 17-27.
- Tite, M. S. & Bimson, M. (1989). Glazed steatite: An investigation of the methods of glazing used in Ancient Egypt. *World Archaeology*, Vol. 21, No. 1, 87-100.
- Tite, M.S., Manti, P. & Shortland, A.J. (2007). A technological study of ancient faience from Egypt. *Journal of Archaeological Science*. Volume 34, Issue 10, 1568-1583.
- Tuncel, S., Arı, N., Yoleri, B. ve Şahiner, M. (2017). *Dünyada ve Türkiye’de demir*. Ankara: MTA.
- Uçurum, M. (2015). Kalsit madenciliğinin geleceğinde optik ayırma teknolojilerinin yeri ve önemi. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1, 40-46.
- Uysal, F. F. ve Bahar, S. (2018). Cüruf çeşitleri ve kullanım alanları. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt: 19 Sayı: 1, 37-52.
- Vandiver, P. (1982). *Technological change in Egyptian faience*. In *Archaeological Ceramics*, (Eds. J.S. Olin and A.D. Franklin). Washington DC: Smithsonian Institution Press.
- Vandiver, P. (1983). *Appendix A: The manufacture of faience*. (Ed. A. Kaczmarczyk & R. Hedges), *Ancient Egyptian faience: An analytical survey of Egyptian faience from Predynastic to Roman Times*. Warminster: Aris & Phillips.

- Vanthuyne, B. (2012). Amarna factories, workshops, faience moulds and their produce. *Ägypten und Levante / Egypt and the Levant, Vol. 22/23*, 395-429.
- Verges, L. F. (1992). *Bleus Egyptiens*. Louvain-Paris.
- Wypyski, M.T. (1998). *Appendix*. (Ed. F.D. Friedman), Gifts of the Nile: Ancient Egyptian Faience, London: Thames and Hudson, 265.
- Wulff, H. E., Wulff, H. S., & Koch, L. (1968). Egyptian faience a possible survival. *Archaeological Institute of America, 21(2)*, 98-107.
- Yılmaz, F. (2023). İnorganik katkıların seramik bünyelerdeki etkilerinin araştırılması. Sanatta yeterlik tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Yoleri H., Çizer, İ. S., Yarol, Y. ve Kahraman, D. (2006). Nazar inancı ve geleneksel katır boncukları. *Seramik Türkiye, No.14*, 104-113.