

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SERAMİK VE CAM ANASANAT DALI

**BİLECİK-BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT VE FELDSPAT HAMMADDELERİ İLE
ETİ MADEN BORİK ASİT VE BORAKS DEKAHİDRAT ATIKLARININ SİR
BÜNYELERİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEYZA NUR KUM

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. LEYLA KUBAT

BİLECİK, 2025

10690018

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SERAMİK VE CAM ANASANAT DALI

**BİLECİK-BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT VE FELDSPAT HAMMADDELERİ İLE
ETİ MADEN BORİK ASİT VE BORAKS DEKAHİDRAT ATIKLARININ SİR
BÜNYELERİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEYZA NUR KUM

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. LEYLA KUBAT

BİLECİK, 2025

10690018

BEYAN

Bilecik-Bozüyük Bölgesi Granit ve Feldspat Hammaddeleri İle Eti Maden Borik Asit ve Boraks Dekahidrat Atıklarının Sır Bünyelerinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması adlı yüksek lisans tezi hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın,			
Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR		DESTEK ALINMAMIŞTIR	X
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)			
2- TÜBİTAK			
Diğer;			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:			

BEYZA NUR KUM

Tarih

İmza

ÖN SÖZ

Tez çalışmamın yazım sürecinde ve öğrenim hayatımın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana rehberlik eden, her alanda katkılarını ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Leyla Kubat'a, araştırmada hammadde imkanı sağlayan maden ocağı işletme sahibi Hayati Mahir Bey'e, bor atıklarının elde edilmesinde Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğüne, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Seramik ve Cam Bölümü hocalarıma ve çalışanlarına, hayatım boyunca her zaman desteklerini benden esirgemeyen aileme, sevgili annem Kadriye Reyhan Kum'a, tez sürecinde kaybettiğim sevgili babam İhsan Kum'a, babamın yokluğunda bana babalık yapan sevgili dayım Ali Ayhan Metin'e, sevgili ablam Zeynep Kum'a, sevgili abim Hayrullah Kum'a, sevgili yeğenim Yunus Emre Mert'e, sevgili teyzem Hacer Şen'e, sevgili kuzenlerime ve yanımda olan tüm arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Beyza Nur KUM

2025

Aileme...

ÖZET

BİLECİK-BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT VE FELDSPAT HAMMADDELERİ İLE ETİ MADEN BORİK ASİT VE BORAKS DEKAHİDRAT ATIKLARININ SİR BÜNYELERİNDE KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

İnsanlığın varoluşundan günümüze kadar doğal taşlar ve seramik önemli bir yere sahiptir. Teknolojilerin ilerlemesi ile seramik üretimin artması ve hammadde rezervlerinin azalması gibi yeni hammadde arayışlarına girilmekte olup aynı zamanda atıkların değerlendirilmesi önemli bir rol oynar. Granit ve feldspat kayaçları gibi bor atıkları da seramik üretiminde alternatif hammadde olarak kullanılabilir.

Bu araştırmada, Bilecik ili Bozüyük ilçesinde bulunan granit ve feldspat hammaddeleri ile Eti Maden tarafından üretilen borik asit ve boraks dekahidrat atıklarının seramik sır bünyelerinde kullanım olanakları araştırılmıştır. Doğadan kayaç olarak elde edilen granit ve feldspat hammaddeleri inşaat sektöründe dolgu malzemesi ihtiyacını karşılamak amacıyla kum olarak kullanılmaktadır. Bilecik bölgesinin zengin mineral yatakları, yerel kaynakların seramik sektöründe değerlendirilmesi açısından büyük bir potansiyel sunmaktadır.

Araştırma kapsamında, granit ve feldspat hammaddelerinin kimyasal ve mineralojik yapıları incelenmiş, borik asit ve boraks dekahidrat atıklarının seramik sır bünyelerinde ikili sistem ve standart sır reçetesi oluşturularak kırmızı ve beyaz bünyelerde 1050-1100-1200°C sıcaklıklarda denemeleri yapılmış olup kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Seramik sır bünyeleri araştırmalarında Bilecik-Bozüyük bölgesi granit ve feldspat hammaddelerinin hem yöresel kullanımı hem de seramik sektörüne yeni kaynak olarak kullanılabilmesi aynı zamanda bor atıklarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Granit, Feldspat, Bilecik, Bor Atıkları, Sır.

ABSTRACT

BİLECİK-BOZUYUK REGION GRANITE AND FELDSPAR RAW MATERIALS AND ETİ MADEN BORİK ACID AND BORAX INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES OF USING DECAHYDRATE WASTES IN GLAZE BODİES

Natural stones and ceramics have an important place since the existence of humanity. With the advancement of technologies, ceramic production is increasing and new raw materials are being sought as raw material reserves are decreasing and at the same time, the utilization of wastes plays an important role. Boron wastes such as granite and feldspar rocks can be used as alternative raw materials in ceramic production.

In this study, the possibilities of using granite and feldspar raw materials found in Bozüyük district of Bilecik province and boric acid and borax decahydrate wastes produced by Eti Maden in ceramic glaze structures were investigated. Granite and feldspar raw materials obtained from nature as rocks are used as sand to meet the need for filling material in the construction sector. The rich mineral deposits of the Bilecik region offer a great potential for the utilization of local resources in the ceramic sector.

Within the scope of the research, the chemical and mineralogical structures of granite and feldspar raw materials were examined, and the usability of boric acid and borax decahydrate wastes in ceramic glaze bodies was evaluated by creating a binary system and standard glaze recipe in red and white bodies at 1050-1100-1200°C temperatures. It is aimed to utilize the granite and feldspar raw materials of Bilecik-Bozuyuk region both locally and as a new resource for the ceramic sector and at the same time to utilize boron wastes in ceramic glaze bodies researches.

Keywords: Granite, Feldspar, Bilecik, Boron Waste, Glaze.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
GÖRSELLER LİSTESİ.....	vi
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

MİNERALLER VE KAYAÇLAR, GRANİT, FELDİSPAT TANIMI, JEOLJİSİ VE ETİ MADEN BOR ATIKLARININ, ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

1. Mineraller ve Kayaçlar	2
2. Granitin Tanımı, Tarihçesi, Jeolojisi, Özellikleri ve Kullanım Alanları	4
3. Feldspatın Tanımı, Tarihçesi, Jeolojisi, Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	10
4. Eti Maden Bor Hammaddesinin Tanımı, Tarihçesi, Jeolojisi, Özellikleri, Üretimi ve Kullanım Alanları.....	14

İKİNCİ BÖLÜM

BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT- FELDSPATININ VE ETİ MADEN BOR ATIKLARININ VE KULLANILAN DİĞER HAMMADDELERİN ÖZELLİKLERİ

1. Bilecik-Bozüyük Bölgesi Tarihi, Maden Yatakları, Özellikleri ve Kullanım Alanları	23
2. Bozüyük Bölgesi Granit-Feldspat Özellikleri	24
3. Seramik Sır Bünyesinde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri.....	33
3.1. Kaolin ve Killer	33
3.1.1.Kuvars	33
3.2. Sülyen (Kurşun Oksit)	34

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT VE FELDSPATI İLE HAZIRLANAN SIR

BÜNYELERİNİN DENEYSEL ÇALIŞMALARI

1. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı İkili Sistemde Kullanımı.....	35
1.1. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi	36
1.2. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi.....	48
1.3. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi.....	60
1.4. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi.....	72
1.5. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi.....	84
2. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Standart Sır Reçetesi.....	96
2.1. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Standart Kodlu Sır Reçetesi.....	96
2.2. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Standart R10 Kodlu Sır Reçetesi.....	108
2.3. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Standart R11 Kodlu Sır Reçetesi.....	120

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT-FELDİSPAT HAMMADDELERİ İLE ETİ MADEN İŞLETMELERİ BORİK ASİT VE BORAKS DEKAHİDRAT ATIKLARI İLE HAZIRLANAN SIR BÜNYELERİNİN ÜÇ BOYUTLU FORM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

1. Bozüyük Bölgesi Granit-Feldspat Hammaddeleri ile Eti Maden İşletmeleri Borik Asit ve Boraks Dekahidrat Atıklarının Uygulamaları	132
SONUÇ.....	179
KAYNAKÇA	183

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	36
Tablo 3.2. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	38
Tablo 3.3. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	40
Tablo 3.4. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	42
Tablo 3.5. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	44
Tablo 3.6. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	46
Tablo 3.7. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	48
Tablo 3.8. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	50
Tablo 3.9. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	52
Tablo 3.10. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	54
Tablo 3.11. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	56
Tablo 3.12. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	58
Tablo 3.13. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	60
Tablo 3.14. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete	

Bileşimi (%).....	62
Tablo 3.15. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	64
Tablo 3.16. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	66
Tablo 3.17. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	68
Tablo 3.18. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	70
Tablo 3.19. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	72
Tablo 3.20. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	74
Tablo 3.21. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	76
Tablo 3.22. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	78
Tablo 3.23. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	80
Tablo 3.24. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	82
Tablo 3.25. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	84
Tablo 3.26. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	86
Tablo 3.27. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	88
Tablo 3.28. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	90

Tablo 3.29. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	92
Tablo 3.30. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).....	94
Tablo 3.31. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	96
Tablo 3.32. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	98
Tablo 3.33. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	100
0	
Tablo 3.34. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	102
2	
Tablo 3.35. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	104
Tablo 3.36. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	106
Tablo 3.37. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	108
Tablo 3.38. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	110
Tablo 3.39. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	112
Tablo 3.40. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	114
Tablo 3.41. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	116
Tablo 3.42. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	118

Tablo 3.43. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	120
Tablo 3.44. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	122
Tablo 3.45. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	124
Tablo 3.46. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	126
Tablo 3.47. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	128
Tablo 3.48. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).....	130

GÖRSELLER LİSTESİ

Sayfa

Görsel 1.1. Granit Parke Taşı ve Granit Mermer Tezgah.....	3
Görsel 1.2. Granitin oluşumundaki mineraller.	3
Görsel 1.3. Granit.	4
Görsel 1.4. Muğla Herakleia Antik Kenti (Latmos Herakleia) ve Aydın Alabanda Antik Kenti.	5
Görsel 1.5. Roma'daki Pantheon ve Jüpiter (Baalbek) Tapınağı.	6
Görsel 1.6. Granitten Yapılmış Mısır Heykeli.	7
Görsel 1.7. II. Ramses'in Anıtsal Granit Heykeli.....	7
Görsel 1.8. Keops Piramidi.....	7
Görsel 1.9. Magmatik Kayaçlar İçin K-A-P Üçgen Diyagramı.	9
Görsel 1.10. Türkiye Granit Yatakları.....	10
Görsel 1.11. Sodyum Feldispat Hammaddesi.	11
Görsel 1.12. Aytası, Labradorit ve Ortoklaz taşları.....	11
Görsel 1.13. Ülkelere 2022-2023 Yıllarının Feldispat Maden Üretimi ve Rezervleri.	13
Görsel 1.14. Türkiye Feldispat Rezervleri.....	14
Görsel 1.15. Ülkelere 2022-2023 Yıllarının Bor Üretimi-Tüm Formları ve Rezervleri (NA: Mevcut Değil-XX: Geçerli Değil-W: Şirkete özel verilerin ifşa edilmesini önlemek için saklı tutulmuştur-e: Tahmini).	15
Görsel 1.16. Türkiye Bor Yatakları.....	16
Görsel 1.17. Rafine Bor Ürün Üretimi.	17
Görsel 1.18. Boraks (Kırka-Eskişehir).	18
Görsel 1.19. Üleksit.	19
Görsel 1.20. Kolemanit (Emet-Kütahya).....	19
Görsel 1.21. Borik Asit.....	20
Görsel 1.22. Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü, Fabrika Dışının Görüntüsü.	

.....	21
Görsel 1.23. Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü, Fabrika İçinin Görüntüsü.	21
Görsel 1.24. Bandırma Bor ve Asit Fabrikası, Kolemanitten Üretilen Borik Asit ve Tinkalden Üretilen Boraks Akış Şeması.	22
Görsel 2.1. Bilecik İl Haritası.	24
Görsel 2.2. Bilecik İli Bozüyük İlçesi Granit-Feldispat Hammadde Yataklarının Çıkartıldığı Maden Ocağının Kuşbakışı Görünümü.	25
Görsel 2.3. Bilecik İli Bozüyük İlçesi Granit-Feldispat Hammadde Yataklarının Çıkartıldığı Maden Ocağının Kuşbakışı Görünümü.	26
Görsel 2.4. Bozüyük Bölgesi Granit Hammadde Yatağı.	26
Görsel 2.5. Bozüyük Bölgesi Feldispat Hammaddesi Yatağı.	27
Görsel 2.6. Bozüyük Bölgesi Granit ve Feldispat Hammaddelerinin Çekiç Yardımı ile Küçültülmüş Halleri.	28
Görsel 2.7. Bozüyük Bölgesi Granit ve Feldispat Hammaddelerinin Konik Kırıcıda Ön Kırma İşlemi ve Bilyeli Değirmende Kuru Öğütme İşlemi.	29
Görsel 2.8. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımının Doğal, 850-1000°C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	30
Görsel 2.9. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımının Doğal, 1050-1250°C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	31
Görsel 2.10. Kuvars.	34
Görsel 2.11. Sülyen.	34
Görsel 3.1. GB1-FB1-GFB1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	37
Görsel 3.2. GB2-FB2-GFB2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	39
Görsel 3.3. GB3-FB3-GFB3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	41
Görsel 3.4. GB4-FB4-GFB4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim	

Sonuçları.	43
Görsel 3.5. GB5-FB5-GFB5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	45
Görsel 3.6. GB6-FB6-GFB6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	47
Görsel 3.7. GD1-FD1-GFD1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	49
Görsel 3.8. GD2-FD2-GFD2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	51
Görsel 3.9. GD3-FD3-GFD3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	53
Görsel 3.10. GD4-FD4-GFD4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	55
Görsel 3.11. GD5-FD5-GFD5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	57
Görsel 3.12. GD6-FD6-GFD6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	59
Görsel 3.13. GK1-FK1-GFK1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	61
Görsel 3.14. GK2-FK2-GFK2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	63
Görsel 3.15. GK3-FK3-GFK3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	65
Görsel 3.16. GK4-FK4-GFK4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	67
Görsel 3.17. GK5-FK5-GFK5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	69
Görsel 3.18. GK6-FK6-GFK6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	71

Görsel 3.19. GÜ1-FÜ1-GFÜ1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	73
Görsel 3.20. GÜ2-FÜ2-GFÜ2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	75
Görsel 3.21. GÜ3-FÜ3-GFÜ3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	77
Görsel 3.22. GÜ4-FÜ4-GFÜ4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	79
Görsel 3.23. GÜ5-FÜ5-GFÜ5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	81
Görsel 3.24. GÜ6-FÜ6-GFÜ6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	83
Görsel 3.25. GS1-FS1-GFS1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	85
Görsel 3.26. GS2-FS2-GFS2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	87
Görsel 3.27. GS3-FS3-GFS3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	89
Görsel 3.28. GS4-FS4-GFS4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	91
Görsel 3.29. GS5-FS5-GFS5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	93
Görsel 3.30. GS6-FS6-GFS6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.	95
Görsel 3.31. R9-G1, R9-F1, R9-GF1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	97
Görsel 3.32. R9-G2, R9-F2, R9-GF2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	99
Görsel 3.33. R9-G3, R9-F3, R9-GF3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	101

Görsel 3.34. R9-G4, R9-F4, R9-GF4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	103
Görsel 3.35. R9-G5, R9-F5, R9-GF5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	105
Görsel 3.36. R9-G6-R9-F6-R9-GF6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	107
Görsel 3.37. R10-G1-R10-F1-R10-GF1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	109
Görsel 3.38. R10-G2-R10-F2-R10-GF2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	111
Görsel 3.39. R10-G3-R10-F3-R10-GF3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	113
Görsel 3.40. R10-G4-R10-F4-R10-GF4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	115
Görsel 3. 41. R10-G5-R10-F5-R10-GF5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	117
Görsel 3.42. R10-G6-R10-F6-R10-GF6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	119
Görsel 3.43. R11-G1-R11-F1-R11-GF1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	121
Görsel 3.44. R11-G2-R11-F2-R11-GF2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	123
Görsel 3. 45. R11-G3-R11-F3-R11-GF3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	125
Görsel 3. 46. R11-G4-R11-F4-R11-GF4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	127
Görsel 3.47. R11-G5-R11-F5-R11-GF5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.....	129
Görsel 3.48. R11-G6-R11-F6-R11-GF6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları	131

Görsel 4. 1. NX Siemens Programında Modelleme, Alçı Kalıplama İşlemi, Döküm Yöntemi ile Şekillendirme, Bisküvi Pişirimi (950 °C) ve Sırlı Pişirim Aşaması (1050-1100 ve 1200 °C).	132
Görsel 4. 2. GFD2-GB4, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	133
Görsel 4. 3. GFD2-GB4 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	133
Görsel 4. 4. GFÜ1-GD3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	134
Görsel 4. 5. GFÜ1-GD3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	134
Görsel 4. 6. R10G3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C. ...	135
Görsel 4. 7. R10G3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	135
Görsel 4. 8. FK5-FB3-GB6, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	136
Görsel 4. 9. FK5-FB3-GB6 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	136
Görsel 4. 10. GFB1-GB6-GÜ3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	137
Görsel 4. 11. GFB1-GB6-GÜ3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	137
Görsel 4. 12. GD5, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	138
Görsel 4. 13. GD5 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	138
Görsel 4. 14. GÜ2, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	139
Görsel 4. 15. GÜ2 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	139

Görsel 4. 16. GK6-GFS2-FK4, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	140
Görsel 4. 17. GK6-GFS2-FK4 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	140
Görsel 4. 18. FD6-GÜ2, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C...	141
Görsel 4. 19. FD6-GÜ2 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	141
Görsel 4. 20. GS3-GÜ3-R9F3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	142
Görsel 4. 21. GS3-GÜ3-R9F3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	142
Görsel 4. 22. FÜ2-GÜ3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C...	143
Görsel 4. 23. FÜ2-GÜ3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	143
Görsel 4. 24. GÜ3-GÜ4-GD3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	144
Görsel 4. 25. GÜ3-GÜ4-GD3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	144
Görsel 4. 26. R9GF4-R9GF5-FÜ4, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.....	145
Görsel 4. 27. R9GF4-R9GF5-FÜ4 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.	145
Görsel 4. 28. GFB5, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C....	146
Görsel 4. 29. GFB5 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	146
Görsel 4. 30. GÜ2, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.....	147
Görsel 4. 31. GÜ2 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	147
Görsel 4. 32. GB5, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.....	148

Görsel 4. 33. GB5 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	148
Görsel 4. 34. GS3, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	149
Görsel 4. 35. GS3 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	149
Görsel 4. 36. GD4, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.....	150
Görsel 4. 37. GD4 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	150
Görsel 4. 38. GÜ6, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.....	151
Görsel 4. 39. GÜ6 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	151
Görsel 4. 40. GFB6, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C....	152
Görsel 4. 41. GFB6 Detay, cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.....	152
Görsel 4. 42. FB6, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	153
Görsel 4. 43. FB6 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	153
Görsel 4. 44. FK6, 7x9x5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.	154
Görsel 4. 45. FK6 Detay, 7x9x5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C...	154
Görsel 4. 46. GD3-GFÜ1, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	155
Görsel 4. 47. GD3-GFÜ1 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.....	155
Görsel 4. 48. GFD2-GB4, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	156
Görsel 4. 49. GFD2-GB4 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	156
Görsel 4. 50. GB6-GFB1-GÜ3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.....	157

Görsel 4. 51. GB6-GFB1-GÜ3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	157
Görsel 4. 52. GK6-GFS2-FK6, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	158
Görsel 4. 53. GK6-GFS2-FK6 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	158
Görsel 4. 54. GÜ3-GS3-R9F3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	159
Görsel 4. 55. GÜ3-GS3-R9F3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	159
Görsel 4. 56. GÜ3-GÜ4, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C..	160
Görsel 4. 57. GÜ3-GÜ4 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	160
Görsel 4. 58. R9GF4-R9GF5-FÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	161
Görsel 4. 59. R9GF4-R9GF5-FÜ4 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	161
Görsel 4. 60. GÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	162
Görsel 4. 61. GÜ4 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	162
Görsel 4. 62. FK6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	163
Görsel 4. 63. FK6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	163
Görsel 4. 64. GB5, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	164
Görsel 4. 65. GB5 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	164
Görsel 4. 66. GFÜ5, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	165
Görsel 4. 67. GFÜ5 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	165

Görsel 4. 68. FÜ5, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	166
Görsel 4. 69. FÜ5 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	166
Görsel 4. 70. GÜ6, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.....	167
Görsel 4. 71. GÜ6 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	167
Görsel 4. 72. GFB6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.....	168
Görsel 4. 73. GFB6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	168
Görsel 4. 74. GB6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.....	169
Görsel 4. 75. GB6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.	169
Görsel 4. 76. GK6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.....	170
Görsel 4. 77. GK6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.	170
Görsel 4. 78. GD5-FK5-FD3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	171
Görsel 4. 79. GD5-FK5-FD3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	171
Görsel 4. 80. GFD2-GB4, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.	172
Görsel 4. 81. GFD2-GB4 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	172
Görsel 4. 82. GD3-GFÜ1, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.	173
Görsel 4. 83. GD3-GFÜ1 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	173
Görsel 4. 84. GB6-GFB1, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.	174

Görsel 4. 85. GB6-GFB1 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	174
Görsel 4. 86. GÜ3-GÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.	175
Görsel 4. 87. GÜ3-GÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.	175
Görsel 4. 88. R9GF4-R9GF5-FÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	176
Görsel 4. 89. R9GF4-R9GF5-FÜ4 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.	176
Görsel 4. 90. GÜ3-GS3-R9F3, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	177
Görsel 4. 91. GÜ3-GS3-R9F3, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.....	177
Görsel 4. 92. Üç Boyutlu Form Üzerinde Denemeleri Yapılan Reçetelerin Pano Haline Getirilmesi, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı ve Beyaz Bünye, 1050-1100 ve 1200 °C....	178

GİRİŞ

Bilecik-Bozüyük bölgesi, zengin mineral kaynakları ve maden yataklarıyla dikkat çeken bir bölgelerden biridir. Bu bölgedeki granit ve feldspat hammaddeleri ile Eti Maden tarafından üretilen borik asit ve boraks dekahidrat atıkları, seramik endüstrisi gibi birçok sektörde geniş bir kullanım potansiyeline sahiptir. Seramik üretiminde kullanılan sırların kalitesini artırmak amacıyla, bu yerel kaynakların kimyasal ve fiziksel özellikleri incelenmektedir.

Granit ve feldspat gibi doğal hammaddeler, sırların fiziksel dayanıklılığı ve estetik özelliklerini desteklerken, bor bileşikleri ise yüksek sıcaklık direnci, parlaklık ve kimyasal dayanıklılık gibi avantajlar sunar. Bu çalışma, Bilecik-Bozüyük bölgesindeki bu hammaddelerin seramik üretimindeki kullanım olanaklarını değerlendirmek ve potansiyel faydalarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

MİNERALLER VE KAYAÇLAR, GRANİT, FELDİSPAT TANIMI, JEOLJİSİ VE ETİ MADEN BOR ATIKLARININ, ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

1. Mineraller ve Kayaçlar

Seramik üretiminde kullanılan temel hammaddeler anorganik yapıda, metal olmayan, kristal yapıya katılardır. Çoğunlukla kompleks jeolojik süreçler sonunda oluşmuşlardır. Dünyamız yeraltına doğru beş tabakadan oluşmuştur. Bunlar sırayla hava küre, su küre, yer kabuğu, magma, çekirdek şeklinde sıralanır. Bu katmanların kalınlıkları, yoğunlukları ve bileşimleri birbirinden çok farklıdır (Mete, 2020: 97).

Yer kabuğunda 2000'den fazla mineral bulunmaktadır (Yüzer vd., 2008: 37). Mineral, belirli bir kimyasal bileşime ve kristal yapısına sahip, doğal olarak bulunan, çoğunlukla inorganik, homojen katı maddedir (Mete, 2020: 99).

Yeraltından (yer kabuğundan) çıkarılan cisim anlamına gelen “Mineralis” sözcüğünden gelmektedir. Canlı organizmadaki hücre gibi, cansız doğada mineral, en küçük birimi oluşturur. Her mineral Kuvars (SiO_2), Kalsit (CaCO_3), gibi bir kimyasal formüle sahiptir (Kubat, 2009:5).

Hava şartları altında değişime uğrayan ilk magmasal kaya mineraller; granitler, gneisses, feldspatlar, pegmatitler gibi bu primer kayaların değişimi su, rüzgar, buzullar, karbondioksit, humikasitler ve bazen de yüksek sıcaklıklarda sülfirik ve florikasit gazlarının etkisi altında oluşmuştur (Sümer, 1990: 10).

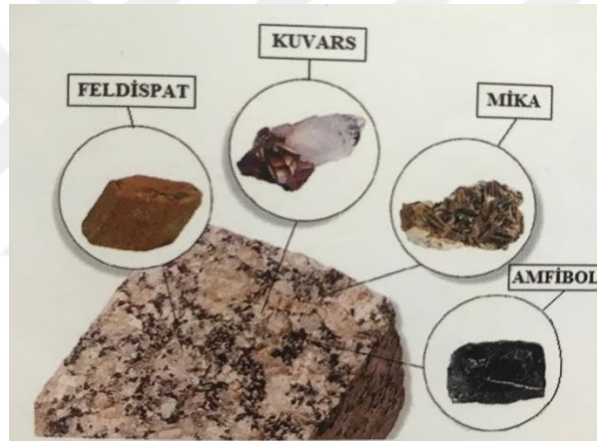
Mineraller çok büyük olursa pegmatit, çok ince taneli olursa aplit olarak adlandırılır. Yapıtaşı olarak granitlerde orta ve magmatik kökenli olan granit iri taneliden ince taneli feldispat ve kuvars mineralleri içeren sert bir kayadır. Özellikle ince mineral taneli olmasına ilaveten düzgün kırılabilme özelliği aranmaktadır. Yörelere göre farklı özellikler veren granitlerin özellikle gri renkli, ince mineral taneli olanları parke taşı imalatında kullanılmaktadır. İri mineral taneli ve farklı renkli granitler daha çok mermer gibi parlatılarak plakalar şeklinde kullanılmaktadır (DPT, 2001:33).



Görsel 1.1. Granit Parke Taşı ve Granit Mermer Tezgah.

Kaynak: (Olympos Maden, 2023; Aykoç Granit ve Mermer, 2020)

Kayaçlar tek bir mineralden meydana geldiği gibi birden fazla mineralden de meydana gelebilir (Mete, 2020: 99). Örneğin magmatik bir taş türü olan granit, esas olarak; kuvars, feldspat, mika ve amfibol gibi birçok türde mineralden oluşur.



Görsel 1.2. Granitin oluşumundaki mineraller.

Kaynak: (Yüzer vd., 2008: 37)

Yer kabuğunda bulunan kayaçlar kökenleri ve oluşum şartlarına göre üç grupta toplanırlar.

1. Magmatik (volkanik = erüptif = püskürük) Kayaçlar
2. Sedimanter (tortul) Kayaçlar
3. Metamorfik (başkalaşım = kristalin şistleri) Kayaçlar

Magmatik Kayaçlar kendi içerisinde de 3 gruba ayrılır.

1. Derinlik (İç püskürük) kayaçlar (granit, siyenit, gabro, diyorit, peridotit vb.)

2. Volkanik (Dış püskürük) kayaçlar (kuvars, porfir, diyabaz, riyolit, trakit, bazalt, andezit vb.)

3. Yarı Derinlik (Damar) kayaçlar (granit, porfir, siyenit porfir, pegmatit vb.) (Sert, 2010: 5, Kubat, 2014: 37)

Granit; Derinlik (iç püskürük) kayaçlar ve yarı derinlik (damar) kayaçlar olarak görülmektedir.

2. Granitin Tanımı, Tarihçesi, Jeolojisi, Özellikleri ve Kullanım Alanları

Granit, sert, kristal yapıli minerallerden meydana gelen tane görünüşlü magmatik bir kayaç türüdür. Doğada doğal olarak bulunmaktadır (Kazanbaş, 2022: 6).

Doğal taşlar grubunda mermerden sonra ikinci önemli doğal taş granittir. Plütonik magmatik kökenli bir kayaç olan granit, asidik bir bileşime sahiptir (MTA, 2018: 18).



Görsel 1.3. Granit.

Kaynak: (Kum, 2024)

Granit hammaddesi mitolojik olarak araştırıldığında;

Karaçay-Malkar Nart destanlarında Sosurka' nın bir granit taşından doğduğu anlatılır. Karaçay-Malkar dilinde granite “sostar” veya “soslan” adları verilir. “Sosuruk” ve “Sosurka” adları “Granit soyundan” anlamına gelir. Destanlarda anlatıldığına göre, bir gün İdil ırmağı kıyılarında dolaşmakta olan Satanay Biyçe bir granit kayanın kımıldadığını görür. Kayayı alır ve Debet'e götürür. O sırada kaya yarılr, içinden kor gibi yanan çocuk çıkar. Debet kızgın demiri tuttuğu kısıracıyla çocuğu baldırından tutup suya sokar ve vücudunu çelikleştirir. O yüzden Sosurka'nın en zayıf yerleri, suya değmeyen yerleridir. Düşmanları onu baldırından vurmaya çalışır. Sosurka'yı Örüzmek ve Satanay Biyçe yetiştirirler. Nart destanlarının bazı anlatımlarında ise, Sosurka'yı yetiştirip ona annelik yapan destan kahramanı İdil ırmağı

kıyısında bir Nart kalesinde yaşayan Kırs Biyçe' dir. Kırs Biyçe Sosurka'yı Ekücüre adlı Nart'ın Akbilek adındaki güzel kızı ile evlendirir. Granit taşının olduğu düşünülür (Nartla, 1995: 290, Tavkul, 2001: 187). Granit hammaddesi için mitolojik anlatımın dışında, tarihsel gelişim sürecinde, dekorasyon amacıyla kullanılan en eski malzemenin granit olduğu arkeolojik kalıntılardan bilinmektedir (Gündüz, 1995:105).

Arkeolojik kalıntılardaki edinilen bilgilere göre heykellerin ve tapınakların granitten yapıldığı görülmektedir.

Heykel yapmak için gerekli olan bazalt, porfir ve granit gibi sert taş çeşitlerinin antik çağlardan itibaren heykel sanatçıları tarafından bilinmesine rağmen yaygın olarak kullanıldığı söylenemez. Daha sonraki dönemlerde değerli heykel malzemelerine talep artınca taşlara olan talep de artarak, granit, diyorit, diyabaz, labradorit, gabro, bazalt, siyenit gibi sert taşlar heykelcilikte tercih edilen taş malzeme olmuştur (Odnoralov, 1965: 102, 106-109; Taş ve Gümüş, 2021: 64).

Mermer, kireçtaşı ve tufün yanı sıra antik çağlarda kullanılan granit, Mezopotamya ve Yunanlılar tarafından, anıtsal veya sanatsal yapılarında tercih edilmemiştir. Bunun sebebi büyük olasılıkla çok sert olan bu kaya çeşidinin büyük bloklar halinde çıkarılıp işlenmesi için gerekli olan teknolojinin bulunmamasıdır. Latmos Herakleia'sı, Alinda, Alabanda ve Neandria'daki sur duvarlarında granite rastlamak mümkündür. Roma Dönemi'ne doğru bu taşın kullanımının arttığı gözlenmektedir (Coulton, 1977: 140, Çördük, 2006: 17).



Görsel 1.4. Muğla Herakleia Antik Kenti (Latmos Herakleia) ve Aydın Alabanda Antik Kenti.

Kaynak: (Vikipedi, 2023; T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2024)

Romalılar döneminde ocaklardan sadece dikdörtgen bloklar değil, her ölçüde mermer ve granit sütunlar da elde etmişlerdir. Bu sütunlar Roma'daki birçok yapıda görülebilir. Pantheon'da granit, Ulpia Bazilikası'nda granit ve mermer, Jüpiter, Venüs ve Roma

Tapınaklarında granit, Antoninus ve Faustine tapınaklarında ise mermer sütunlar örnek olarak verilebilir (Çördük, 2006: 62).



Görsel 1.5. Roma'daki Pantheon ve Jüpiter (Baalbek) Tapınağı.

Kaynak: (Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 2024; Vikipedi, 2015)

Roma imparatorluk dönemine ait Bilecik ili, Hisar kayası üzerinde yer almakta olan kalenin ovayı, yerleşim yerlerini korumak, gözetlemek için yapıldığı anlaşılmıştır. Kale duvarlarında bölgede bulunan kalker, granit, şist cinsi moloz ve kırma taşlar, kireç kum harcı kullanılmıştır (Nikolayidis, 2016: 31).

Gerçek taş ocakçılığı, ilk olarak Mısır Aswan'daki granit ocaklarının işletilmesiyle başlamıştır (Waelkens vd., 1988: 12; Ay, 2017: 4). Bu ocaklar ilk olarak Mısır'da Eski Krallık döneminde M.Ö. 3000-2800'ler de mimari elemanların ve heykellerin yapımında kullanılmaya başlanmıştır (Galetti vd., 1992,168; Ay, 2017: 4).

Mısır döneminde, heykellerinin en belli başlı özelliği figürlerin hareketsiz ve durgun halde tasvir edilmesidir. Bu sadeliğin ve durgunluğun sebebi, Mısır heykellerinde kullanılan granit ve bazaltın çok sert olması, din inancının sertliği ile benzeştirilmektedir. Kültür alanında yüzyıllar boyunca süreklilik gösteren Mısır'da heykeltıraşlar ağaç, granit, bazalt gibi dayanıklı malzemeler kullanmışlar, tapınakların ve mezar anıtlarının iç ve dış cephelerini heykeller ve rölyeflerle süslemişlerdir (Binzet, 2014:7-8).



Görsel 1.6. Granitten Yapılmış Mısır Heykeli.

Kaynak: (British Museum, 2024)



Görsel 1.7. II. Ramses'in Anıtsal Granit Heykeli.

Kaynak: (British Museum, 2024)

Keops Piramidinin (M.Ö. 26. yy) kral mezarının yapımında da granit kullanılmıştır.



Görsel 1.8. Keops Piramidi.

Kaynak: (Vikipedi, 2005)

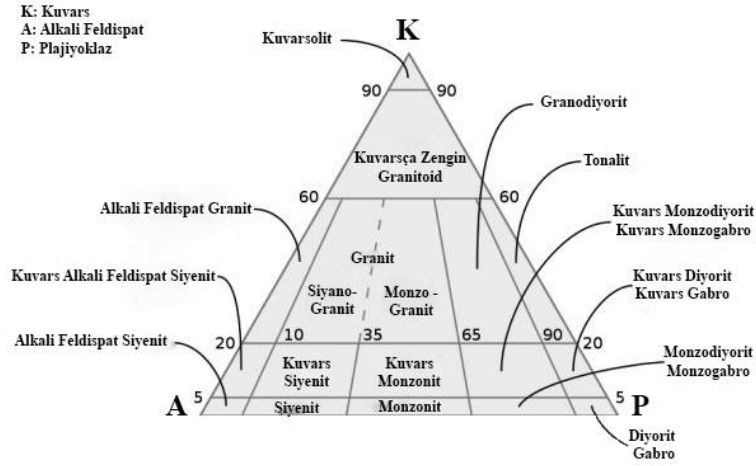
İnsanlığın avcılık ve toplayıcılık döneminde kendine fayda sağlayan alet ve edevat yapımında taşı kullanmışlardır. Arkeolojik buluntular içerisinde granitin kullanıldığı da görülmektedir. Sadece bir yapı taşı olarak değil, aynı zamanda insanlık tarihinin mühendislik ve sanatsal gelişiminin bir simgesidir. Dayanıklılığı, estetikliği ve uzun ömürlü oluşu, tarihin her döneminde tercih edilebilen bir malzeme haline gelmiştir. Edinilen bilgilere göre; M.Ö. 1200 yılında Perge kentinin yapımında granit kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca, Theodosius Dikilitaşı (M.Ö. 1550) Mısır firavunu III. Thutmose tarafından granitten yaptırılmış, M.S. 390 yılında Roma İmparatoru I. Theodosius tarafından Mısır'dan getirtilerek İstanbul'daki yerine dikilmiştir. Diğer önemli granit yapısı ise Çin Seddi' dir. M.Ö. 221-M.S. 608 yılları arasında inşa edilen Çin Seddi'nde de granit önemli bir yapı taşı olarak kullanılmıştır. Rushmore Dağı Anıtında ise Doğu Dakota'da (ABD) bulunan granit kayaların üzerinde oyularak Amerika Başkanlarının heykelleri 1927-1941 yılları arasında yapılmıştır.

Araştırmalar sonucunda granitten yapılan heykeller, tapınaklar, mezar anıtları dışında M.Ö. 8. ve 7. yüzyıllarda Urartu Dönemine ait olduğu düşünülen mühürlerin Elazığ müzesinde sergilendiği görülmektedir.

Urartu dönemi mühürleri silindir, makara, yarı küre, iç bükey çan, dört yüzlü damgalı ve silindir-damgalılar olarak çeşitli tipler içermektedir. Alabaster, kum ve granitten üretilmiş olan mühürlerin dış kenarları sürtme ile yuvarlatılmıştır (Pınarcık ve Gökçe, 2020: 130).

Granit hammaddesinin tarih boyunca işlenip kültürel ve dini objelere dönüştürüldüğüne dair ipuçları bulunmaktadır.

Granitin jeolojik özellikleri, yarı öz şekilli hipidiform, tamamen kristal halinde bazen mineral boyutlarında farklılıkla porfirik bir doku gösterecek şekilde kenetlenmiş kuvars ve alkali feldspatın çoğunluğunu oluşturduğu ve az miktarda plajiyoklas (magmatik kayalarda) mineralinin bulunduğu taşlar olarak tanımlanmaktadır (Güneri, 2009: 7).



Görsel 1.9. Magmatik Kayaçlar İçin K-A-P Üçgen Diyagramı.

Kaynak: (Idaho Museum of Natural History, 2019)

Granit, diyorit, siyenit vb. gibi mermer olarak da kullanılabilir niteliklerdeki magmatik kökenli kayaçlar, eski kristal yapılar içinde masif şeklinde bulunur. Bazı kıtalarda örneğin; Kuzey Avrupa'da, İsveç, Finlandiya ve Güney Afrika'da olduğu gibi çok geniş alanlarda granit oluşumlarının bulunduğu jeolojik olarak bilinmektedir (DPT, 2001: 34).

Granitler, asitlere karşı dayanıklı olup farklı renklerde bulunmaktadır. Gri, beyaz, yeşil, kahve, kırmızı, pembe, siyah ve bej tonlarına kadar değişken zengin renk aralığına sahip olduğu görülmektedir.

Son yıllarda saf feldspat kaynaklarının rezerv açısından azalma eğilimi göstermesi, bu hammaddenin sürdürülebilir kullanımını sağlamak amacıyla alternatif kaynak arayışlarını gündeme getirmiştir. Bu bağlamda, granit kayaçlarının seramik sanayinde hammadde olarak değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Söz konusu çalışmalar, seramik üretiminde feldspatın yerine granitin kullanılmasını mümkün kılmakta ve sektörün hammadde teminine yönelik yeni fırsatlar sunmaktadır.

Granitin kullanım alanları, geniş bir yelpazede çeşitlilik göstermektedir. Özellikle seramik sektörü, iç ve dış mekân mimarisi, dekoratif ürünler ve sıhhi özellikleri nedeniyle kamuya açık alanlar gibi farklı alanlarda tercih edilmektedir. Bu durum, granitin estetik, dayanıklılık ve işlevsellik gibi özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Türkiye, günümüzde de granit rezervlerinin önemli bir kısmını elinde bulundurmakta olup, bu zenginliğin tarih boyunca süregeldiği görülmektedir.

Türkiye 5,1 milyar m³ işletilebilir mermer, 2,8 milyar m³ işletilebilir traverten ve 1 milyar m³ granit rezervi ile dünya doğal taş rezervinin yaklaşık %40'ına sahiptir (Erol ve

Pekdemir, 2022:28).

Önemli rezervler Ordu, Rize, Trabzon, Balıkesir (Kapıdağ, Havran), Çanakkale (Kaz Dağları), Kırklareli, Kırşehir, Bolu, İzmit, Aksaray, Gümüşhane, İzmir, Yalova (Armutlu), Kütahya (Simav, Eğrigöz), Bursa (Uludağ, Göynükbelen, Orhaneli) ve Niğde’de bulunmaktadır. Parlak görünümü ve dayanıklılığı ile genellikle gelişmiş ülkelerde tercih edilen granitin kullanımı son zamanlarda ülkemizde de yaygınlaşmaya başlamıştır (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2021: 2; Kulaksız, 2005: 30).



Görsel 1.10. Türkiye Granit Yatakları.

Kaynak: (MTA, 2023)

3. Feldspatın Tanımı, Tarihçesi, Jeolojisi, Özellikleri ve Kullanım Alanları

Feldspat minerali ilk kez 1747 yılında İsveçli kimyager ve minerolog J. G. Wallerious tarafından ‘Field-spar’ olarak adlandırılmıştır (MTA, 2023: 2). Çoğunlukla saf olarak bulunmazlar. Genellikle bünyelerinde sodyum (albit), potasyum (ortoklaz) ve kalsiyum (anortit) gibi alkali oksitler bulundurlar (Taçyıldız, 2018: 17). Endüstride sodyum, potasyum, kalsiyum içeriğinin yüksekliğine göre isimlendirilirler. Feldspatların ergime derecesi kil ve kaolinlere göre daha düşüktür (Genç, 2022: 34).

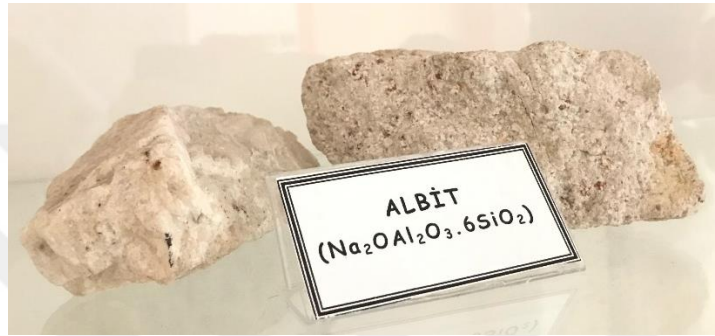
Feldspatlar, yeryüzündeki kayaçları oluşturan mineral grubunun en önemlilerinden biri olup yerkabuğunun %60'ını oluştururlar ve bu haliyle yeryüzünde en yaygın olarak bulunan mineral grubudur (Bates & Jackson, 1980, Hızal, 1997: 31).

Feldspat, yerkabuğundaki pek çok magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçta yaygın olarak bulunması nedeniyle, ticari olarak çeşitli kaynaklardan üretilir. Ayrıca, feldspat oranının yeterli seviyede olduğu durumlarda, bu kayaçların doğrudan endüstriyel uygulamalarda kullanımı da mümkündür. Feldspat kaynağı olarak pegmatitler, aplitler, feldspat

filonları, nefelinli siyenit, alaskit, grafik granit (yazı graniti), pertit, feldspatik kumlar, altere granitler kullanılabilir.

Granitler %60 civarında feldspat içermektedir. Feldspatlar genellikle kil, mika, demir oksit, turmalin, rutil, sfen gibi renk verici istenmeyen mineraller ve kuvars ile bulunmaktadır (Bayraktar vd., 1999: 22).

Feldspat mineralleri, parlak bir görünüme sahip olup, beyaz, krem, pembe, kırmızı, kahverengi, mavi, gri ve yeşil gibi çeşitli renklerde bulunabilmekte olup yapıları düzgün değildir.



Görsel 1.11. Sodyum Feldspat Hammaddesi.

Kaynak: (Kum, 2024)

Bazı kaynaklara göre; feldspat, kristal yapısı nedeniyle 20'den fazla mineral grubunu içeren ve yaygın bulunabilirliği sayesinde "kristallerin anası" olarak adlandırılan bir mineral ailesidir. Tarih boyunca farklı kültürlerde önemli bir yere sahiptir. Aytaşı, Eski Mısırlılar tarafından ay tanrılarıyla ilişkilendirilmiş, Labradorit ise Eskimolar tarafından Kuzey Işıklarını içerdiğine inanılarak değer görmüştür. Ortoklaz, altın sarısı rengiyle dikkat çekerken, feldspatın çakraları dengelediği, özsaygı ve farkındalık geliştirdiği, ayrıca yaratıcılık ve ilham kaynağı olduğu düşünülmektedir.



Görsel 1.12. Aytaşı, Labradorit ve Ortoklaz taşları.

Kaynak: (Vikipedi, 2009; Doğadan Stone, 2022; Vikipedi, 2008)

Teknolojik özellikleri itibariyle feldspat, özsüz bir hammadde olmasına karşın, çamurlarda belli bir pişme sıcaklığına çıkıldığı zaman, çamurları pekiştirecek ergiticilik özelliği gösterir. Seramik bünyenin pişmesi sürecinde, kuvars ile cam fazı oluşturarak bünyenin mukavemet gücünü artırır. Sodyum feldspat (albit) ise yaygın olarak sır üretiminde geniş kullanım alanı bulur. Sodyumlu feldspatın ergime sıcaklığı 1120°C'dir. Saf potasyumlu feldspatın ergime sıcaklığı 1170°C'dir. Ancak, potasyumlu feldspatın tam ergime sıcaklığı yaklaşık 1280°C dolayına ulaşmaktadır. Geniş bir ergime aralığına sahiptir (Kibici, 2002: 27). Feldspatların sertlikleri Mohs'a göre 6'dır (Arcasoy ve Başkırkan, 2020: 48). Feldspatların ince öğütülmesi (ortalama, 0,074 mm), pişme renklerinin beyaz olması gerekir (Kibici, 2005: 19-20; Kubat, 2014: 43).

Beyaz mamul, fayans, vitrifiye ve diğer seramik ürünlerde feldspat, bünye malzemelerinin %15-35'ini, sır malzemelerinin %30-50'sini teşkil eder (MTA, 2023:13).

Feldspat seramikte sadece bünye ve sır üretiminde değil cam, emaye yapımı, çimento sanayii, boya sanayii, plastik sanayii ve kaynak elektrodları üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Feldspat cam yapımı için yaklaşık 20 mesh, çoğu seramik ve dolgu maddesi için 200 mesh veya daha ince öğütülür. Yurtiçinde üretilen feldspatın gemi, demiryolu veya kamyonla bölgelere taşındığı bilinmektedir. ABD, Kanada ve Meksika da dahil olmak üzere 30 yabancı ülkeye gönderilmektedir. 2023 yılı cam üretiminin kullanım dağılımının tahmini %60'ını oluşturmaktadır. Feldspat, nefelinli siyenit ile seramik ve diğer kullanım alanları kalan %40'lık kısmı oluşturmaktadır.

İthalat kaynaklarından edinilen 2019-2022 verilerine göre feldspat: Türkiye, %93; Meksika, %5; İspanya, %1; ve diğer bölgelerde %1'dir. Nefelinli siyenit oranı ise Kanada'da %99 iken diğer bölgelerde toplam yüzde %1'dir.

Dünya feldspat maden üretimi ve rezervleri: Çin, Çekya, İran, Tayland ve Türkiye için rezervler hükümet raporlarına göre yenilenmiştir (USGS, 2024: 70-71). Ülkelere göre 2022-2023 yılları maden üretimi ve rezervleri Görsel 1.13'te verilmektedir (USGS, 2024: 70-71).

	Mine production ^a		Reserves ^b
	2022	2023	
United States ¹	540	590	NA
Brazil (beneficiated, marketable)	760	760	150,000
China	2,500	2,500	730,000
Czechia	450	450	54,000
India	5,000	5,000	320,000
Iran	2,000	2,000	95,000
Italy	2,200	2,200	NA
Korea, Republic of	851	900	180,000
Mexico	495	460	NA
Pakistan	448	400	NA
Saudi Arabia	550	550	NA
Spain (includes pegmatites)	800	800	NA
Thailand	1,300	1,300	45,000
Turkey	6,100	6,200	720,000
Other countries	2,600	2,600	NA
World total (rounded)	26,600	27,000	Large

Görsel 1.13. Ülkelere 2022-2023 Yıllarının Feldspat Maden Üretimi ve Rezervleri.

NA: Mevcut Değil-e: Tahmini

Kaynak: (USGS, 2024: 70-71)

Dünya kaliteli feldspat rezervinin yaklaşık %14'üne sahip olduğumuz dikkate alındığında Türkiye maden rezervlerinin zenginlik sınıflandırılmasında, feldspat açısından çok zengin kategorisinde yer almaktadır. Feldspat rezervleri konusunda kesin rakamlar vermek mümkün değildir. Bu konuda yapılan değerlendirmelerde granit, nefelinli siyenit ve feldspatik kum rezervleri verilmektedir. Ülkemizde Aydın, Muğla, Bilecik, Çanakkale (Bayramiç), Kırklareli (Çelebi), Balıkesir (Edremit), Manisa (Gördes, Demirci), Afyon, Eskişehir, Ankara (Beypazarı), Çankırı, Kırşehir (Kaman), Kayseri, Sivas (Divriği), Bursa (Orhaneli), Kütahya (Simav, Eğrigöz), Yozgat (Yerköy, Sorgun, Şefaati), Gümüşhane, Rize (İkizdere), Erzurum (İspir, Çaykara), Malatya gibi birçok şehrimizden feldspat üretilmektedir. Ülkemizin en önemli ve kaliteli sodyum (albit) feldspat yatakları, Aydın (Çine, Bozdoğan), Uşak, Muğla (Milas, Yatağan), Kütahya (Simav) yörelerinde bulunur ve üretimleri yapılmaktadır (MTA,2023: 22; Kulaksız ve Özçelik, 1997: 41).



Görsel 1.14. Türkiye Feldspat Rezervleri.

Kaynak: (MTA, 2024)

4. Eti Maden Bor Hammaddesinin Tanımı, Tarihçesi, Jeolojisi, Özellikleri, Üretimi ve Kullanım Alanları

Eti Maden verilerine göre; Türkiye'nin, M.Ö. 7000 yıllarına kadar uzanan madencilik potansiyeli vardır. İlk örnek olarak Doğu Anadolu bölgesinde çıkartılan obsidiyenlerin cilalı taş devrinde takas yoluyla kavimlere satışı ile dünya madencilik tarihinde Türkiye'nin yer altı zenginliklerinin önemi açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Cumhuriyet'in ilanından sonra Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün gelecek vizyonu doğrultusunda kurulan Etibank ile ülkemizdeki madencilik faaliyetleri yürütülmeye başlanmıştır. 1998 yılındaki yapılandırmayla Eti Holding A.Ş. adını alan kurum 2004 yılında tekrar yapılandırılarak Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü adını almıştır (<https://www.etimaden.gov.tr/tarihce>).

Tarihte ilk olarak 4000 yıl önce Babiller Uzak Doğu'dan boraks ithal etmiş ve bunu altın işletmeciliğinde de kullanmışlardır. Mısırlıların da bor hammaddesini mumyalamada, tıpta ve metalurji uygulamalarında, Çinlilerin porselen cilalamada kullandıkları bilinmektedir. İlk boraks kaynağı Tibet Göllerinden elde edilmiştir. Boraks; koyunlara bağlanan torbalarda Himalayalar'dan Hindistan'a getirilmiştir. Eski Yunanlılar ve Romalılar boratları temizlik maddesi olarak kullanmıştır. İlaç olarak ilk kez Arap doktorlar tarafından M.S. 875 yılında kullanılmıştır. Borik Asit 1700'lü yılların başında borakstan yapılmış, 1800'lü yılların başında ise elementer bor elde edilmiştir (Moseman, 1994; Yiğitbaşıoğlu, 2004: 13).

Türkiye'deki boratlar ise 13. yüzyıldan bu yana bilinmesine rağmen son zamanlara

kadar çok az miktarda kullanılmıştır. 1772 yılında İtalya'nın Tuscany Bölgesindeki sıcak su kaynaklarında doğal borik asit olan "sasolit" minerali keşfedilmiştir. 1836 yılında ise Şili ve Arjantin'deki boratlar bulunmuş ve bu yataklar 19. yüzyılın sonlarına kadar Dünya'da bor elde edilen en büyük kaynaklar haline gelmiştir. 1864 yılında A.B.D.'nin Kaliforniya ve Nevada Eyaletlerindeki bor yatakları keşfedilmiştir (Cebi ve Yersel, 1994; Konuk ve Yersel, 1993; Lyday, 1995; Özkan, 1994; Roskill, 1995; Özkan vd., 1997: 225).

Dünyadaki önemli bor yatakları Türkiye, Rusya ve ABD'de olup dünya ticari bor rezervleri 4 bölgede toplanmaktadır. Bunlar; ABD Kaliforniya Eyaletinin güneyinde yer alan "Mojave Çölü", Güney Amerika'da yer alan "And Kemerı", Türkiye'nin de yer aldığı "Güney-Orta Asya Orojenik Kemerı" ve Doğu Rusya'dır (<https://boren.tenmak.gov.tr/tr/calisma- alanlari/rezervler>).

Bor kullanıldığı alanlar bakımından geniş bir yapıya sahip olup, bununla beraber dünyadaki %73'lük kısmının Türkiye'de bulunması sonucunda dünyada birinci sıradadır (Kum ve Kubat, 2023: 1073).

U.S. Geological Survey 2022-2023 bor rezervlerinin verileri; Türkiye 950.000 bin ton rafine boraks, Birleşik Devletler 48.000 bin ton ham cevher, Rusya 40.000 bin ton datolit (kalsiyum boran hidroksi) cevheri, Şili 35.000 bin ton üleksit, Çin 20.000 bin ton borik oksit eşdeğeri, Peru 4.000 bin ton ham boratlar olarak raporlanmıştır. Arjantin; ham cevher, Bolivya; üleksit, Almanya bor bileşiklerinin rezervleri mevcut değildir.

Üretim ve rezervler tüm ülkeler tarafından tutarlı bir şekilde raporlanmadığı için dünya toplamaları hesaplanamamaktadır (USGS, 2024: 49).

	Production—All forms ^a		Reserves ³
	2022	2023	
United States	W	W	48,000
Argentina, crude ore	130	130	NA
Bolivia, ulexite	170	170	NA
Chile, ulexite	360	360	35,000
China, boric oxide equivalent	200	200	20,000
Germany, compounds	60	60	NA
Peru, crude borates	200	200	4,000
Russia, datolite ore	80	80	40,000
Turkey, refined borates	2,200	2,200	950,000
World total ⁴	XX	XX	XX

Görsel 1.15. Ülkelere 2022-2023 Yıllarının Bor Üretimi-Tüm Formları ve Rezervleri (NA: Mevcut Değil-XX: Geçerli Değil-W: Şirkete özel verilerin ifşa edilmesini önlemek için saklı tutulmuştur-e: Tahmini).

Kaynak: (USGS, 2024: 49)

Türkiye’de rezerv açısından en çok bulunan bor mineralleri Tinkal ve kolemanittir. Türkiye’de tinkal yatakları Eskişehir (Kırka), kolemanit yatakları ise Kütahya (Emet), Balıkesir (Bigadiç) ve Bursa’da (Kestelek) bulunmaktadır. Ayrıca, Balıkesir (Bigadiç) üleksit rezervi mevcut olup Bursa’da (Kestelek) zaman zaman üleksit yan ürün olarak elde edilmektedir (<https://www.etimaden.gov.tr/turkiyede-bor>).



Görsel 1.16. Türkiye Bor Yatakları.

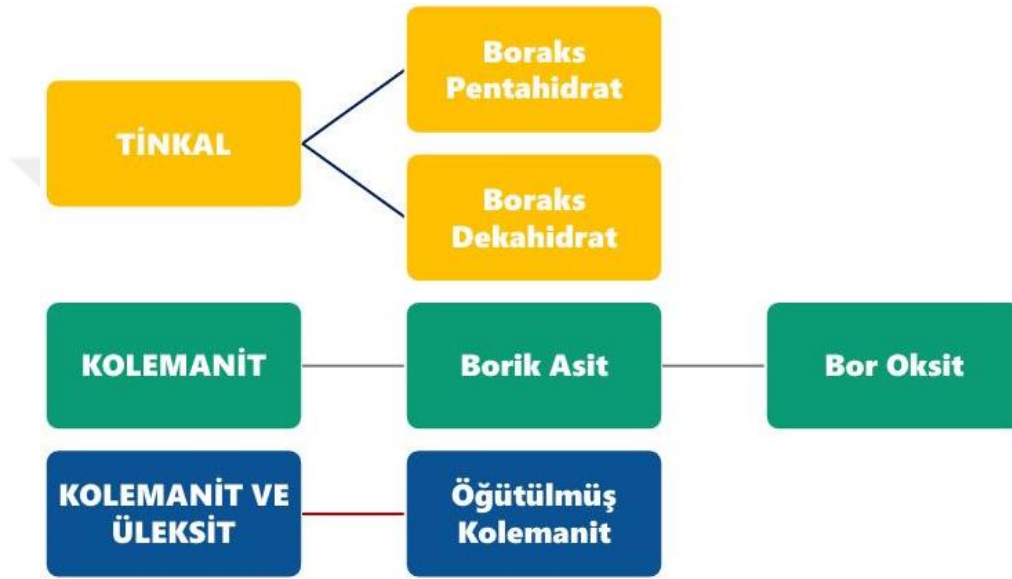
Kaynak: (Eti Maden İşletmeleri, 2024)

Yer kabuğunda 51. yaygın element olarak boratlar ve borosilikatlar halinde yer alan bor elementi, yaklaşık 3 ppm'lik konsantrasyon değerine sahiptir. Kimyasal sembolü "B" olup, periyodik cetvelde 3A grubunun metal olmayan tek elementidir (Özkan vd., 1997: 224).

Borat yataklarını oluşturan playa göllerinin çevresinde volkanik faaliyetler çok yaygın olup, genellikle kalkalkalen karakterli ve asitten baziğe kadar değişen volkanitler ve tortullarla ardalanmalı olarak piroklastik kayalar gözlenir. Tüm bor havzalarında volkanik kayaların bulunması, bor oluşumu için volkanizmanın gerekli olduğunu ve bor getiriminin ortaç ve asidik volkanik kayalara bağlı olduğunu ortaya koyar. Diğer taraftan bor havzalarındaki tortulların büyük bölümü volkanik kayalardan türemiş gereçler içerir. Yaklaşık 250 mineralin değişik jeolojik ortamlarda bor içerdiği bilinmektedir. Kökenleri ve jeolojik ortamlarına göre bor minerallerinin oluşum yerleri genel olarak üç gruba ayrılabilir:

1. Silikat ve demir oksitlerden oluşan ve sokulumlar ile ilişkili skarn (sert, iri taneli metamorfik kaya) mineralleri,
2. Denizel tortullar ile ilişkili magnezyum oksitler,
3. Karasal tortullar ve volkanik aktivite ile ilişkili sulu sodyum ve kalsiyum boratlar (Helvacı, 2015: 68)

Metalle ametal arası yarı iletken özelliğe sahip bir element olan Bor, çok çeşitli bileşik yapma kapasitesine ve nötronları absorbe etme özelliğine sahip olmasından dolayı sanayinin vazgeçilmez hammaddelerinden bir tanesidir. Bor mineralleri, yapılarında farklı oranlarda bor oksit (B_2O_3) içeren doğal bileşiklerdir. Doğada 230'dan fazla bor minerali bulunmaktadır. Bunlar arasında boraks (tinkal), kolemanit, üleksit ve kernit ticari açıdan en yaygın olanlarıdır. Türkiye'de yaygın olarak bulunan bor mineralleri ise; sodyum içerikli tinkal, kalsiyum içerikli kolemanit ve sodyum+kalsiyum içerikli üleksittir (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2024: 5).



Görsel 1.17. Rafine Bor Ürün Üretimi.

Kaynak: (Eti Maden, 2020)

Bor minerali, geniş bir kullanım alanına sahiptir. Seramik, cam, tarım, temizlik metalurji, ahşap koruma, yalıtım, tekstil tipi fiberglass, sağlık, enerji, nükleer uygulama, otomobil sektörü, füze ve uçuş yakıtları, nanoteknoloji sanayi, kozmetik, fotoğrafçılık, patlayıcı maddeler, havai fişek, manyetik cihazlar, petrol boyaları, zımpara-aşındırıcılar, manyetik cihazlar, kompozit malzemeler, kauçuk ve plastik sanayisi gibi birçok alanda çok yönlü kullanım potansiyelinin olduğu görülmektedir.

Seramik sır üretiminde cam yapıcı özelliğinden dolayı bor bileşikleri tercih edilmektedir.

B_2O_3 'ün sırın ergime sıcaklığını düşürmesi, sırdaki parlaklığı arttırması ve düşük genleşme katsayısına sahip olması nedeniyle sırda oluşabilecek çatlamalara karşı direnci yüksektir fakat %12 oranın üstünde kullanılması ile olumsuz etki yapar. Sırda bor oranının

artması ile bor tülü oluşumu görülür. Bor tülünün giderilerek sırn saydamlaşmasını sağlamak için sırdaki Al_2O_3 oranını arttırmak yeterlidir. CaO (kalsiyum oksit) içeren sırlarda geniş ergime aralığı ile sırn çizilmelere karşı direncini arttırmaktadır. Boraks ve borik oksit hammaddelerinin suda çözünebilmesi ile fritli sırlarda tercih edilebilmektedir (Taçyıldız, 2018: 23; Arcasoy, 1983: 171).

Kimyasal bileşimi $Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$ olan boraks sırlarda ergitici veya camlaşma özelliği için kullanılır. Boraks $750^\circ C$ 'de ergimeye başlar, $1200-1300^\circ C$ tamamen ergir ve camı yapıya dönüşür. Artistik sırlar içinde önemli yere sahip olan aventürin sırların temel hammaddesi olan boraks, kristal oluşumunu artırır. İçinde demir oksit gibi renklendiriciler olmadığı için erimiş haldeki camın rengi saydamdır (Genç, 2022: 23). Genellikle seramik üretiminde emaye hammaddesi olarak boraks dekahidrat ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) kullanılmaktadır.



Görsel 1.18. Boraks (Kırka-Eskişehir).

Kaynak: (İTÜ Maden Fakültesi Müzesi, 2024)

Üleksit ($Na_2O \cdot 2CaO \cdot 5B_2O_3 \cdot 16H_2O$) sır içinde iyi bir ergiticidir ve sırn viskozitesini (akışkanlığını) düşürür. Üleksit içinde bulunan bordan dolayı renklendirici oksitler üzerinde güçlü çözücü etkiye sahiptir ve düşük genleşme katsayısıyla sırda çatlama hatalarını azaltır. İçinde barındırdığı oksitlerinde etkisi ile sıra camlaşma ve parlak bir görünüm kazandırır (Sevim, 2006: 52).



Görsel 1.19. Üleksit.

Kaynak: (Kum, 2024)

Sır bünyelerinde üleksitin bulunmadığı durumlarda kolemanit ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) tercih edilmektedir. 1000°C 'de kolemanit, üleksite göre daha az ergime gösterir, $1200\text{-}1300^\circ\text{C}$ sıcaklıklardaki pişirimlerde tam olarak ergir ve camlaşır. Sırın beyazlaşmasını ve opaklaşmasını sağlar. Çatlaklı sırların elde edilmesi için çok uygun bir hammaddedir (Genç, 2022: 29).



Görsel 1.20. Kolemanit (Emet-Kütahya).

Kaynak: (İTÜ Maden Fakültesi Müzesi, 2024)

Borik asit ($\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) seramiklerde bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Borik asidin

ilavesi sonucunda, ergime ve yapışma daha düşük sıcaklıkta olmaktadır. 1000-1200 ve 1300°C sıcaklıklarda tamamen ergir ve camlaşır. Sır bünyesine %10 oranından az konulduğu zaman sır çatlaklarını önlerken, oran arttırıldığında sır bünyesinde çatlamalara görülmektedir.

Seramik ürünlerinin fiziksel darbeler karşısında kırılma ve çizilme direncini arttırmakta, kimyasal direnci güçlendirmektedir. Sır ve emaye kaplamalarında sodyumun istenmediği formülasyonlarda kullanılır. Ayrıca seramik yaş karo üretiminde sağlamlaştırıcı olarak kullanılır. Seramik, porselen ve emaye firit üretiminde kullanılan malzemelerden biridir (Eti Maden, 2019: 2).



Görsel 1.21. Borik Asit.

Kaynakça: (Kum, 2024)

Bor oksit; borik asit, boraks, üleksit ve kolemanitin dışında, kalsine boraks ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$), çinko borat ($\text{ZnO} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$), pandermit ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ve kristal borakstan ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) sır bünyelerine katılabilmektedir (Dural, 1998: 23).

Eti Maden Genel Müdürlüğüne bağlı olarak, 1967 yılında Balıkesir'in Bandırma İlçesinde “Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü” kurulmuştur. Diğer işletmelerin sahalarından çıkartılan tinkal ve kolemanit; Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü’nde işlenerek, borik asit, boraks dekahidrat/pentahidrat, öğütülmüş kolemanit, susuz boraks, çinko borat ve bor oksit gibi hammaddeler elde edilmektedir.



Görsel 1.22. Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü, Fabrika Dışının Görüntüsü.

Kaynak: (Eti Maden İşletmeleri, 2019)



Görsel 1.23. Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü, Fabrika İçinin Görüntüsü.

Kaynak: (Eti Maden İşletmeleri, 2019)

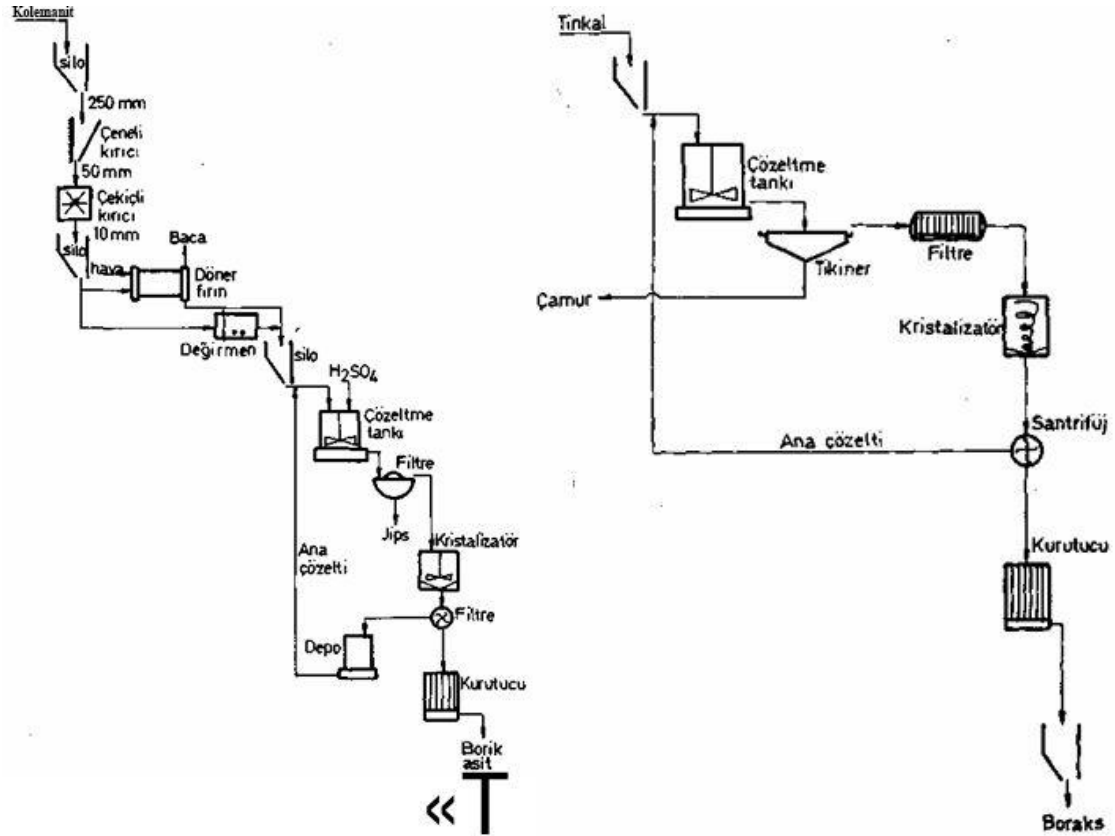
Eti Maden verilerine göre, Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü, yaklaşık yılda 400.000 bin ton rafine bor üretimi gerçekleştirmektedir. Ayrıca, yılda 900.000 bin tondan fazlada ihracat yapmaktadır.

Eti Maden, 2023 yılında 1,92 milyon ton olarak rafine bor üretmiştir. En fazla üretim payına sahip olan ürünler boraks pentahidrat, öğütülmüş kolemanit ve borik asittir (Eti Maden, 2024: 26).

Borik asit üretimi yapmak için kalsine kolemanit cevheri ve sülfirik asit birlikte reaksiyona sokulmaktadır. Kolemanit konsantresi kırılıp öğütülmekte ve kalsine edilerek reaktöre verilmektedir. Reaktörde 100°C'de %96'lık sülfirik asitle reaksiyona giren cevher

borik asit oluşturarak çözelmektedir. Bulamaç filtrelenerek çözünmeyenlerden ayrılmakta ve kristalizatöre verilmektedir. Oluşan borik asit kristalleri santrifüjlerde çöeltiden ayrılarak kurutulmakta ve torbalar halinde satışa sunulmaktadır (İpekoğlu ve Polat, 1987: 14-15).

Bandırma bor ve asit fabrikalarında boraks üretimi, tinkal konsantresi tanklarda 95°C de suyla çözülür. Sonra flokülan ilavesiyle çözünmeyenler çöktürülür. Berrak sıvı soğuk su ile soğutulan kristalizatörlerden kristallendirilir. Kristaller santriflülerde ayrılıp kurutulur ve torbalanır (DPT, 1987: 6).



Görsel 1.24. Bandırma Bor ve Asit Fabrikası, Kolemanitten Üretilen Borik Asit ve Tinkalden Üretilen Boraks Akış Şeması.

Kaynak: (İpekoğlu ve Polat, 1987: 14-15)

İKİNCİ BÖLÜM

BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT- FELDSPATININ VE ETİ MADEN BOR ATIKLARININ VE KULLANILAN DİĞER HAMMADDELERİN ÖZELLİKLERİ

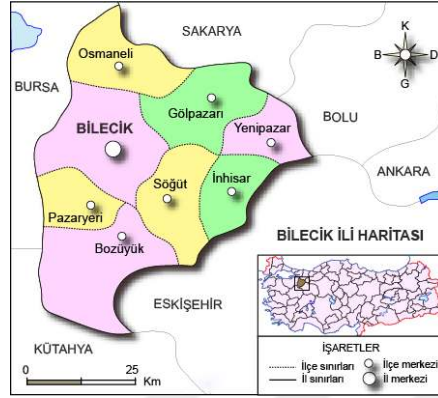
1. Bilecik-Bozüyük Bölgesi Tarihi, Maden Yatakları, Özellikleri ve Kullanım Alanları

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı verilerine göre tarih öncesi dönemlerde Bilecik bölgesinde yapılan arkeolojik kazılarda, Paleolitik ve Epi Paleolitik döneme ait Gedikkaya Mağarasından elde edilen kazılarda en eski radyon karbon tarihleri M.Ö. 48.000'leri göstermektedir. Bilecik şehir merkezinde günümüzde devam etmekte olan Bahçelievler kazılarıyla Neolitik döneme ait, günümüzden 9000 yıl önceki tarihlere gidildiği zamanlarda tarım ve hayvancılık yapan bölgenin en eski açık hava yerleşmesinin olduğu saptanmıştır. Kalkolitik dönemin ikinci yarısına ait yerleşmelerin olduğu tespit edilmiştir. İlk Tunç Çağı ile köy hayatının yerini şehir hayatının yerleşim düzenine geçiş yapılmıştır. Çömlek üretimi artarken, madencilikte gelişmişlerdir (<https://bilecik.ktb.gov.tr/TR-69066/tarihce.html>).

Bilecik ili, M.Ö. 1400'lerde Hititler'den başlamak üzere, Frigya Krallığı, Lidyalılar, Persler, Makedonyalılar, Romalılar ve Doğu Romalılar egemenlik sürmüştür. M.Ö. 2000'li yıllarda Anadolu'da Hititler, Bilecik'e Şirin köy anlamına gelen "Belekoma" ismini vermişlerdir (BEBKA, 2024: 17). Agrileion, Belakoma/Belo Kome gibi eski adları daha çok ön plana çıkan Bilecik, Antik Çağ'dan günümüze dek her dönem tarih sahnesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu kentlerden Agrilion veya Agrillum günümüz şehir merkezinin 4 kilometre kadar güneybatısında bulunmaktadır. Bilecik adının diğer isim kökeni olan Belakoma kenti ise Debbağhane Deresinde hakim bir konumda bulunan Sakarya İznik sınırlarına yakın bir yerleşimdir (Kamiloğlu, 2024: 46).

Eski kaynaklarda adından Lamunia diye söz edildiğini öğrendiğimiz Bozüyük hakkında tarihî bilgiler oldukça sınırlıdır (Özgür, 1994: 187). Bozüyük ilçesi ile ilgili ise yazılı kaynakların ve kazı çalışmalarının yetersizliği nedeniyle yerleşim tarihinin ne zaman başladığı ile ilgili kesin bir bilgi yoktur. Fakat Albay İbrahim Çolak kereste fabrikasının inşası yapılırken bazı eserler elde edilmiştir ve bu eserlerin Tunç çağına ait olduğu anlaşılmıştır. Bozüyük adı ise 1895-1896 yıllarında İstanbul- Ankara demiryolları yapımında Soğukpınar mevkiinde yer alan ve çalışmalar sırasında kazılan Tunç Çağına tarihlenen höyükten almaktadır (Bozüyük Belediye Başkanlığı İmar ve Şehircilik Müdürlüğü, 2024: 4).

Bilecik, Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda, Marmara, Karadeniz, İç Anadolu ve Ege Bölgelerinin kesişim noktasında yer almaktadır. Coğrafi konumu itibarıyla güneyde Kütahya, batıda Bursa, kuzeyde Sakarya, doğuda ise Bolu ve Eskişehir illeriyle sınır komşusudur.



Görsel 2.1. Bilecik İl Haritası.

Kaynak: (Coğrafya Harita, 2023)

Sakarya Zonu tektonik birliği içerisinde yer alan Bilecik ve çevresinde Paleozoyik'ten günümüze kadar değişen çeşitli kayaçlar türlerini verir. Bu kayaç türlerinde altın (Au), bakır (Cu), molibden (Mo), manganez (Mn), antimuan (Sb), volfram (W) gibi metalik madenler ile feldspat, kaolen, kil, manyezit ve mermer gibi endüstriyel hammadde yatak ve zuhurları bulunmaktadır (MTA, 2010: 1).

Bilecik ilinin temelini oluşturan paleozik (I. Zaman) yaşlı başkalaşım külteleri özellikle güneyde Bozüyük-Dodurga ve batıda Merkez ilçe-Pazaryeri oldukça yaygındır. Gnays, şist ve mermer gibi külteler arasında granit (magmatik külte) sokulumu vardır (T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1998: 12).

Bursa-Bilecik serisinin Bozüyük (Eskişehir) alanında Jura yaşlı birimler çalışılmıştır. Burada pegmatitik ve aplitik dayklarla kesilmiş yüksek alterasyonlu orta Sakarya granitine rastlanmıştır (Altın vd., 1991; Kayacı, 2007: 53).

2. Bozüyük Bölgesi Granit-Feldspat Özellikleri

Yapı malzemelerinden günlük yaşamın her alanına kadar geniş bir yelpazede kullanılan seramik ürünler, seramik hammaddelerinin bir araya getirilmesi ile oluşurlar. Son yıllarda Ülkemizin çeşitli bölgelerinde bulunan alternatif hammadde kaynaklarının seramik bünyelerde kullanımı ile ilgili birçok araştırma yapılmaktadır. Farklı kimyasal, fiziksel ve mineralojik özelliklere, şekillendirme, renk ve doku karakteristiklerine sahip olan hammaddeler ekonomik

anlamda da fayda sağlayacaktır (Çakı vd., 2012: 147).

Bilecik ili Bozüyük Bölgesinden çıkartılan granit ve feldspat hammaddeleri inşaat sektöründe dolgu maddesi ihtiyacını karşılamak için kum olarak değerlendirilmektedir. Kum olarak kullanılan bu hammaddelerin seramik hammaddesi olmasından dolayı kendi alanı içerisinde katma değerini arttırmak hedeflenerek sır bünyesinde kullanım olanaklarının değerlendirilebilmesi ve araştırılabilmesi bu çalışmada amaçlanmıştır.

Granit ve feldspat hammaddelerin temin edildiği maden ocağı Bursa-Eskişehir (D200-E90) karayolu üzerinde “39°54'40"N 29°59'45"E” koordinatları üzerinde, Bilecik ili Bozüyük ilçesinde bulunmaktadır. Maden ocağı ruhsat alanı 160 hektar, işletme izin alanı 24,5 hektar, kullanım alanı 4,5 hektardır ve hammadde rezerv ölçümü yapılmamıştır.



Görsel 2.2. Bilecik İli Bozüyük İlçesi Granit-Feldspat Hammadde Yataklarının Çıkartıldığı Maden Ocağının Kuşbakışı Görünümü.

Kaynak: (Google Earth, 2024)



Görsel 2.3. Bilecik İli Bozüyük İlçesi Granit-Feldspat Hammadde Yataklarının Çıkartıldığı Maden Ocağının Kuşbakışı Görünümü.

Kaynak: (Google Earth, 2024)



Görsel 2.4. Bozüyük Bölgesi Granit Hammadde Yatağı.

Kaynak: (Kum, 2024)



Görsel 2.5. Bozüyük Bölgesi Feldspat Hammaddesi Yatağı.

Kaynak: (Kum, 2024)

Granit-feldspat hammaddelerin kimyasal bileşimi XRF analizi ile belirlenmiş ve Tablo 2.1.' de gösterilmektedir.

Tablo 2.1. Bozüyük Bölgesi Granit-Feldspatın XRF ile Belirlenen Kimyasal Analizi (ağırlıkça%).

Hammaddeler	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	SO ₃	P ₂ O ₅	*A.K
Bozüyük Bölgesi Granit	59,33	17,01	7,57	0,85	4,14	3,88	1,43	2,61	0,03	0,15	0,12	2,88
Bozüyük Bölgesi Feldspat	73,40	14,30	0,40	0,05	0,52	0,29	5,15	4,68	0,08	-	0,28	0,85

*A.K: Ateşte kayıp.

Kaynak: (Kum, 2024)

Bilecik Bozüyük bölgesinden elde edilen hammaddelerin XRF sonuçlarına göre, feldspatın; silisyum dioksit (%73,40), sodyum oksit (%5,15), potasyum oksit (%4,68), mangan oksit (%0,08) oranlarının granite göre yüksek olduğu, granitin ise alüminyum oksit (%17,01), demir oksit (%7,57), titanyum dioksit (%0,85), kalsiyum oksit (%4,14), magnezyum oksit (%3,88) oranlarının feldspat oranlarına göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Maden ocağından toplanılan hammaddelerin ilk aşamada çekiç yardımı ile boyutları küçültülerek konik kırıcıdan geçebilecek boyutlara getirilmiştir. Konik kırıcı ile 10 mm boyutunda kırma işlemi gerçekleştirilen granit ve feldspat hammaddeleri bilyeli değirmenlerde öğütülmüş, 110°C sıcaklıkta etüvde bünyelerinde bulunan nem uzaklaştırılmış ve 120 mesh'lik elekten geçirilmiştir.



Görsel 2.6. Bozüyük Bölgesi Granit ve Feldspat Hammaddelerinin Çekiç Yardımı ile Küçültülmüş Halleri.

Kaynak: (Kum, 2024)



Görsel 2.7. Bozüyük Bölgesi Granit ve Feldspat Hammaddelerinin Konik Kırıcıda Ön Kırma İşlemi ve Bilyeli Değirmende Kuru Öğütme İşlemi.

Kaynak: (Kum, 2024)

Elenen hammaddeler, granit, feldspat ayrı ve aynı oranlarda granit-feldspat olarak karışık şekilde krezeller içerisinde doğal haldeki görünüşleri ile 850-1250°C arasında 50°C aralıklarla 9 farklı sıcaklıklarda pişirim sonrası renkleri ve ergime davranışları gözlemlenmiştir (Görsel 2.8.-Görsel 2.9.).

Pişirim Sıcaklığı (°C)	Hammaddeler		
	Granit	Feldspat	Granit-Feldspat
Doğal			
850 °C			
900 °C			
950 °C			
1000 °C			

Görsel 2.8. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımının Doğal, 850-1000°C Sıcaklık Aralığındaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Pişirim Sıcaklığı (°C)	Hammaddeler		
	Granit	Feldspat	Granit-Feldspat
1050 °C			
1100 °C			
1150 °C			
1200 °C			
1250 °C			

Görsel 2.9. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımının Doğal, 1050-1250°C Sıcaklık Aralığındaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Granit doğal haldeki görünümü gri renktedir. 850 °C’ de toprak tonlarına yakın, 900 °C’ de daha sıcak tonlarda kahverengi, 950°C’ de sarı alt tonlu sıcak kahve, 1000°C’ de açık kahve tonu, 1050°C’ de koyu kahve tonlarında, 1100°C’ de turuncu alt tonlu kahve, 1150°C’ de koyu kahve renk tonlarındadır. 1200°C’ de granit hammaddesi ergimeye başlamış ve gri renktedir. 1250°C’ de siyaha yakın gri renklerde olduğu gözlemlenmiştir.

Feldspat doğal halde bej renktedir. 850 °C’ de bej alt tonlu toprak, 900 °C’ de açık kahve, 950°C’ de kahve ve pembe tonu, 1000°C’ de kırmızı alt tonlu açık kahverengi, 1050-1100°C’ kırmızı alt tonlu toprak, 1150 °C’ de soluk pembe kahve, 1200 °C’ de feldspat hammaddesi ergimeye başlamıştır ve grimsi kahve tonlarındadır. 1250°C’ de gri renklerde olduğu tespit edilmiştir.

Granit-feldspat karışımı doğal halde açık gri renktedir. 850 °C’ de sıcak kahve, 900 °C’ de toprak, 950°C’ de karamel, 1000-1050°C’ de koyu kahve, 1100°C’ de taba rengi, 1150°C’ de gri-kahve, 1200 °C’ de granit-feldspat karışımı ergimeye başlamış ve koyu gri renktedir. 1250 °C’ de kömür grisidir.

Granit ve feldspat hammaddeleri 850-1250 °C arasındaki genel pişme renkleri kahve ve gri tonlarında olduğu görülmektedir.

Hazırlanan reçetelere ergitici olarak kullanılan borik asit, boraks dekahidrat, kolemanit, üleksit, sülyen, kuvars ve kaolen 1C hammaddelerinin kimyasal analizleri Tablo 2.2.’de verilmektedir.

Tablo 2.2. Hazırlanan Reçetelerde Kullanılan Diğer Hammaddelerin Kimyasal Bileşimi (ppm max (Milyonda Bir Birim) %-).

Hammaddeler	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₄	SrO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	B ₂ O ₃	*A.K
Borik Asit	-	-	-	-	-	300 ppm max	-	-	--		56,25-56,80	-
Boraks Dekahidrat	-	-	-	-	-	135 ppm max	-	16,24 - 17,14	-	-	36,47-38,50	-
Kolemanit	4,00-6,50	0,40	0,08	27,00	3,00	0,60	1,50	0,50	-	-	40,00	25,00
Üleksit	4,00	0,25	0,04	20,00	2,50	0,25	1,50	3,50	-	-	37,00	27,62
Sülyen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--	-
Kuvars	99,5	0,15	-	0,03	-	-	-	-	-	0,01	-	0,20
Kaolen 1C	48.0	36.9	0.6-1.0	0,1	0.2	-	-	0.1	1.2	0.2	-	12.40

*A.K: Ateşte Kayıp

Kaynak: (Kum, 2024)

3. Seramik Sır Bünyesinde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

3.1. Kaolin ve Killer

Saf kaolin ve killer, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ formülü ile temsil edilir. Sırlara Al_2O_3 ve SiO_2 girdisi ve süspansiyonunun askıda kalmasını sağlamak amacıyla kullanılır. Killer, çoğunlukla renklendirici oksitler içerdiğinden sırlarda genellikle kaolinler tercih edilir. Genellikle ergime derecesinin yüksek olması nedeni ile, sırlarda saf halde alümina kullanılmaz. Al_2O_3 sıra feldspat, kaolin, kil vb. hammaddelerden girer. Al_2O_3 ; sırnın bünyeye uygulanmasını kolay hale getirir, kararlı olmasını sağlar, ergimiş haldeki sırnın viskozitesini artırır, akışkanlığını düşürür, kristal büyümesini ve camlaşmayı azaltır (Taçyıldız, 2018: 19-20).

3.1.1. Kuvars

Seramik sırlarının tümünde ortak oksit olan SiO_2 sırnın içinde, cam oluşumunu sağlar. SiO_2 seramik sırlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini büyük ölçüde etkiler, sırnın erimesini

kontrol altında tutar (Arcasoy ve Başkırkan, 2020: 46-47).



Görsel 2.10. Kuvars.

Kaynak: (Kum, 2024)

3.2. Sülyen (Kurşun Oksit)

PbO' in erime noktası 880°C' dir. Silikat karışımlarının içinde iyi bir ergiticilik görevi yapan PbO, renk veren oksitler için iyi bir çözücüdür. Kurşun bileşiklerinin çoğu zehirlidir. Gıda maddeleri için üretilen PbO hiçbir zaman sülyen (Pb_3O_4), mürdesenk (PbO) veya kurşun karbonattan ($PbCO_3$) alınmamalıdır. Kurşun oksit katkısı ile artistik akıcı sırlar elde edilebilir (Arcasoy, 1988: 166-167).



Görsel 2.11. Sülyen.

Kaynak: (Kum, 2024)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT VE FELDSPAT İLE HAZIRLANAN SIR BÜNYELERİNİN DENEYSEL ÇALIŞMALARI

Bozüyük Bölgesi granit, feldspat ve granit-feldspat karışımı hammaddelerinin kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenerek, Eti maden borik asit ve boraks dekahidrat atıkları ile hazırlanan R9-R10-R11 kodlu standart sır reçetelerine ve ikili sistemde borik asit, boraks dekahidrat, kolemanit, üleksit ve sülyen hammaddeleri ile hazırlanan sır bileşimlerine granit, feldspat ve granit-feldspat ilave edilerek kırmızı ve beyaz olmak üzere iki farklı bünyede, daldırma yöntemi ile sırlanıp, 1050-1100-1200 °C’ de üç farklı sıcaklıkta denemeler yapılmıştır.

Denemelerin hazırlanması sürecinde aynı hammaddenin kullanımına dikkat edilmiş ve hammadde-hazırlanan bünyelerde değişiklik yapılmamıştır.

1. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı İkili Sistemde Kullanımı

İkili sır sistemi literatürde “Line blend” olarak tanımlanmaktadır. İki farklı malzemenin farklı varyasyonlarını elde etmek için kullanılır. Bu yöntemde; bir malzemenin miktarı artırılırken diğerinin miktarı azaltılarak reçeteler hazırlanır. Genellikle %10’luk veya %5’lik aralıklarla artırılarak veya azaltılarak yapılır; İki malzemenin toplamı her zaman 100’e kadar olmalıdır. Aslında, malzemelerin 100’den sıfıra ve sıfırdan 100’e nasıl bir araya geldiğine dair, sırnın kullanılan hammaddelerin oranlarına göre nasıl değiştiğini gösteren kullanışlı bir sistemdir (Hopper, 2001: 92; Özkul, 2023: 25).

Bozüyük Bölgesi granit hammaddesi ve ergitici hammaddeler ile ikili sır reçetesi oluşturulmuştur. Oluşturulan reçetelerin amacı seramik üretimine uygun renk, doku ve camlaşma özelliklerine sahip sır bünyeleri hazırlamaktır.

Bozüyük bölgesinden elde edilen granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve borik asit, boraks dekahidrat, kolemanit, üleksit, sülyen hammaddeleri ile yapılan ikili sır sistemindeki deneme reçetelerinde granit, feldspat, granit-feldspat hammaddelerinin oranı %40 ile %90 arasında, borik asit, boraks dekahidrat, kolemanit, üleksit, sülyen hammaddeleri oranı ise %10 ile %60 arasında ilave edilerek reçeteler hazırlanmıştır. Hazırlanan reçetelerde granit, feldspat, granit-feldspat hammaddelerinin oranı %10 oranında azaltılırken, kullanılan ergiticilerin oranı %10 oranında artırılmış olup 1050-1100 ve 1200 °C olacak şekilde üç farklı sıcaklıklarda denemeler yapılmıştır.

1.1. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve borik asit atığı ilavesi ile 1050-1100 ve 1200 °C olup üç farklı derecelerde denemeleri yapılmıştır. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-borik asit ile hazırlanan reçeteye GB, feldspat-borik asit ile hazırlanan reçeteye FB, Granit-feldspat-borik asit ile hazırlanan reçeteye ise GFB kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. Denemelerin sonuçlarında, sıcaklığın ve borik asitin artması ile ergime gerçekleşmiş. Sıcaklık arttıkça bünyelerde renk değişimleri ve granit, feldspat hammaddelerinin sır bünyesinde benek efekti verdiği görülmüştür. Kahverengi, beyaz, krem, bej, yeşil, mavi ve sarı tonlarının ağırlıkta olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.1. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GB1	FB1	GFB1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
Borik Asit	10	10	10

GB1 numaralı reçetenin 1050-1100 ve 1200 °C sıcaklıklarda pişirim sonrası her iki bünyede de sıcaklığa bağlı olarak mat ve yarı mat yüzeyler, kahve ve krem tonlarında renk oluşumu, ayrıca beyaz bünyede kabuklanmalar gözlemlenmiştir.

FB1 numaralı reçetenin 1050-1100 ve 1200 °C sıcaklıklardaki denemelerinin sonuçlarında sıcaklık arttıkça ergime gerçekleşmekte olup, renk değişimleri gözlemlenmiştir. Beyaz ve açık bej renklerinde, opak ve toplanmalı sırların olduğu tespit edilmiştir.

GFB1 numaralı reçetenin sonuçlarında 1050 °C sıcaklıktaki sonuçlarda yarı mat olduğu ve beyaz bünyede beneklerin olduğu gözlemlenirken 1100 ve 1200 °C sıcaklıktaki denemelerde sıcaklığın artması, granit ve feldspat hammaddesinin birlikte kullanılması ile yarı mat görünümün yerini parlak sır bünyelerinin olduğu görülmektedir. Koyu kahve, açık kahve ve yeşil alt tonlu kahverengi renklerin olduğu gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GB1	Kırmızı			
	Beyaz			
FB1	Kırmızı			
	Beyaz			
GFB1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.1. GB1-FB1-GFB1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.2. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GB2	FB2	GFB2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
Borik Asit	20	20	20

GB2 numaralı reçetenin sonuçlarında 1050 °C sıcaklıktaki sonuçlarında mat yüzey ve kabuklanmaların olduğu görülürken sıcaklık değerleri arttıkça ergime gerçekleşmiş olup benekli, parlak bir bünye ve sırda köpürmelerin olduğu ve koyu kahve, kırmızı kahve tonlarında renkler gözlemlenmiştir.

FB2 numaralı reçetenin 1050-1100 ve 1200 °C sıcaklıklardaki denemelerin sonuçları incelendiğinde beyaz renk, opaklık ve toplanmalı sırların olduğu görülmektedir.

GFB2 kodlu reçetede 1050-1100 ve 1200 °C sıcaklıklarda benekli, parlak ve toplanmalı sırların olduğu, sarı ve krem renklerin olduğu gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GB2	Kırmızı			
	Beyaz			
FB2	Kırmızı			
	Beyaz			
GFB2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.2. GB2-FB2-GFB2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3. 3. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GB3	FB3	GFB3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
Borik Asit	30	30	30

GB3 numaralı reçetenin 1050°C sıcaklıktaki sonuçlarında ergimenin gerçekleştiği toplanmaların olduğu görülürken, 1100-1200°C sıcaklıklarda toplanmaların kaybolduğu, beneklerin ve köpürmelerin olduğu, saydam ve bej renkler gözlemlenmiştir.

FB3 numaralı reçetenin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklardaki denemelerin sonuçları incelendiğinde beyaz renklerde bor tülü oluşumları ve opaklık olduğu görülmektedir.

GFB3 kodlu reçetenin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıktaki sonuçlardaki, kırmızı bünyede sırn yoğun olduğu yerlerde parlak beyaz bor tülü oluşumları, beyaz bünyede parlak, krem tonlarının ve toplanmalı sırların olduğu tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GB3	Kırmızı			
	Beyaz			
FB3	Kırmızı			
	Beyaz			
GFB3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.3. GB3-FB3-GFB3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.4. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GB4	FB4	GFB4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
Borik Asit	40	40	40

GB4 numaralı reçetenin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıktaki sonuçlarında borik asitin oranının artmasıyla ergimenin gerçekleştiği, beneklerin olduğu, saydam ve bej renkler gözlemlenmiştir.

FB4 numaralı reçetenin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklardaki sırlarda kırmızı bünyede, beyaz renklerde bor tülü oluşumları ve opaklık olduğu, beyaz bünyede sıcaklığın artmasıyla toplanmaların kaybolduğu görülmektedir.

GFB4 kodlu reçetenin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıktaki sonuçlarında, bünyelerde sırn yoğun olduğu yerlerde parlak beyaz, bej ve krem renklerde bor tülü oluşumları tespit edilmektedir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GB4	Kırmızı			
	Beyaz			
FB4	Kırmızı			
	Beyaz			
GFB4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.4. GB4-FB4-GFB4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.5. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GB5	FB5	GFB5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
Borik Asit	50	50	50

GB5 numaralı sırın her üç sıcaklıktaki sonuçlarında ergimenin gerçekleştiği saydam yüzeyler, toplanmalı sırın ve benekli bej renkler gözlemlenmiştir.

FB5 ve GFB5 numaralı reçetenin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıktaki denemelerin sonuçları incelendiğinde sırın oluştuğu, kırmızı bünyede bej ve hafif mavi renk tonlarında bor tülü oluşumlarının olduğu, beyaz bünyede ise benekli bej ve krem tonlarının olduğu görülmektedir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GB5	Kırmızı			
	Beyaz			
FB5	Kırmızı			
	Beyaz			
GFB5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.5. GB5-FB5-GFB5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.6. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Borik Asit Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GB6	FB6	GFB6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
Borik Asit	60	60	60

GB6 numaralı reçetenin 1050-1100°C ve 1200°C sıcaklıklarda ergimenin gerçekleştiği belirlenmiştir. Kırmızı bünyede zeytin yeşili ve mavi tonlarında bor tülü oluşurken, beyaz bünyede benekli ve sarıya yakın bej tonları gözlemlenmiştir.

FB6 kodlu reçetenin aynı sıcaklık aralıklarında gerçekleştirilen denemelerinde krem tonlarında sır oluştuğu, sıcaklık artışıyla birlikte beneklerin belirginleştiği tespit edilmiştir.

GFB6 numaralı reçetenin sonuçlarında kırmızı bünyede soft yeşil ve hafif mavi tonlarında yoğun bor tülü oluşumu gözlenirken, beyaz bünyede benekli bej ve krem tonlarının olduğu tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GB6	Kırmızı			
	Beyaz			
FB6	Kırmızı			
	Beyaz			
GFB6	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.6. GB6-FB6-GFB6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

1.2. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı ve boraks dekahidrat hammaddeleri ile hazırlanan sır reçetelerinin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklarda yapılan denemelerinin sonuçları incelenmiştir. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-boraks dekahidrat ile hazırlanan reçeteye GD, feldspat-boraks dekahidrat ile hazırlanan reçeteye FD, Granit-feldspat-boraks dekahidrat ile hazırlanan reçeteye ise GFD kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. Genel olarak, mat, saydam, çatlaklı yapılar ve toplanmalı sırların gözlemlendiği; krem, balköpüğü ve kahverengi renk tonlarının ise çoğunlukta olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.7. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GD1	FD1	GFD1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
Boraks Dekahidrat	10	10	10

GD1 kodlu sır reçetesi, mat yüzeyli, kırmızı kahve tonlarında ve bünyeye tutunan sırların olduğu gözlemlenmiştir.

FD1 kodlu sır reçetesinde beyaz ve krem tonlarında sırların olduğu, toplanmalı sırların meydana geldiği belirlenmektedir.

GFD1 kodlu sır reçetesinde ise kahverengi ve hardal tonlarında toplanmalı sırların ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GD1	Kırmızı			
	Beyaz			
FD1	Kırmızı			
	Beyaz			
GFD1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.7. GD1-FD1-GFD1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.8. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi
Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GD2	FD2	GFD2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
Boraks Dekahidrat	20	20	20

GD2 kodlu sır reçetesi, bünyeye iyi tutunan, mat ve kızıl kahve tonlarında bir yapı sergilemiştir. Mat sarı alt tonlu kahverengi toplanmalı sırların oluştuğu gözlemlenmiştir.

FD2 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede bor tülü oluşumu gözlemlenmiş, sır yüzeyinde beyaz ve krem tonlarında parlak toplanmalı sırlar ortaya çıkmıştır.

GFD2 kodlu sır reçetesinde ise balköpüğü tonlarında toplanmalı sırların oluşumu tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GD2	Kırmızı			
	Beyaz			
FD2	Kırmızı			
	Beyaz			
GFD2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.8. GD2-FD2-GFD2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.9. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi
Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GD3	FD3	GFD3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
Boraks Dekahidrat	30	30	30

GD3 kodlu sır reçetesi, toplanmalı sırların olduğu, ancak pişirimlerde benekli parlak sırlar ile sarı alt tonlu kahverengi ve kırmızı bünyeden kaynaklanan kahverengi tonlarının ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

FD3 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede toplanma gözlemlenmemiş, beyaz bünyede ise toplanmalı sırlar meydana gelmiştir. Sırların parlak ve saydam özellikte olduğu belirlenmiştir.

GFD3 kodlu sır reçetesinde ise krem tonlarında ve parlak sırların olduğu gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GD3	Kırmızı			
	Beyaz			
FD3	Kırmızı			
	Beyaz			
GFD3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.9. GD3-FD3-GFD3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200°C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3. 10. Granit, Feldispat, Granit-Feldispat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GD4	FD4	GFD4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
Boraks Dekahidrat	40	40	40

GD4 numaralı reçetenin denemelerinde, 1050°C sıcaklıkta çatlaklı ve parlak sırlar gözlemlenmiş, artan sıcaklıklarda ise granit hammaddesinden kaynaklanan beneklerle birlikte balköpüğü renklerinde parlak sırlar oluşmuştur.

FD4 kodlu reçetede, yapılan denemelerde sırların saydam, çatlaklı yapıda olduğu ve köpürmelerin olduğu gözlemlenmiştir.

GFD4 numaralı reçetede ise benekli, çatlaklı ve parlak krem renklerde sırlar olduğu tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GD4	Kırmızı			
	Beyaz			
FD4	Kırmızı			
	Beyaz			
GFD4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.10. GD4-FD4-GFD4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.11. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GD5	FD5	GFD5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
Boraks Dekahidrat	50	50	50

GD5, FD5 ve GFD5 kodlu sır reçetelerinin denemelerinde, sırların parlak, çatlaklı olduğu gözlemlenmiştir. GD5 reçetesinde krem tonlarında sırlar, FD5 reçetesinde saydam sırlar, GFD5 reçetesinde ise krem tonlarında, sırların olduğu görülmektedir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GD5	Kırmızı			
	Beyaz			
FD5	Kırmızı			
	Beyaz			
GFD5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.11. GD5-FD5-GFD5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.12. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Boraks Dekahidrat Atığı İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GD6	FD6	GFD6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
Boraks Dekahidrat	60	60	60

GD6 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, parlak, çatlaklı ve benekli sırların oluştuğu, ayrıca hafif mavi bor tülleri ve sarı renklerin gözlemlendiği tespit edilmiştir.

FD6 kodlu sır reçetesinde ise parlak, transparan ve benekli sırların meydana geldiği belirlenmiştir.

GFD6 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, bej tonlarında, çatlaklı ve parlak sırların oluştuğu, sırn yoğun olduğu bölgelerde köpürmelerin meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GD6	Kırmızı			
	Beyaz			
FD6	Kırmızı			
	Beyaz			
GFD6	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.12. GD6-FD6-GFD6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

1.3. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve kolemanit hammaddesinin ilavesi ile hazırlanan sır reçetelerinin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklarda pişirimleri yapılmıştır. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-kolemanit ile hazırlanan reçeteye GK, feldspat-kolemanit ile hazırlanan reçeteye FK, Granit-feldspat-kolemanit ile hazırlanan reçeteye ise GFK kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. Yapılan denemelerinin sonuçlarına genel olarak bakıldığında mat, parlak, bor tülü oluşumları ve benek etkili sırların gözlemlendiği; koyu kahve, krem, bej, beyaz ve sarı tonlarının görüldüğü tespit edilmiştir.

Tablo 3.13. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GK1	FK1	GFK1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
Kolemanit	10	10	10

GK1 kodlu sır reçetesinde, 1050°C sıcaklıkta kırmızı bünyede ergime meydana gelirken, beyaz bünyede bu durum gözlemlenmemiştir. Bu sıcaklıkta mat kırmızı kahve tonlarında renkler oluşmuş, 1100-1200°C aralığında ise mat koyu kahve ve kırmızı kahve tonlarında benekli sırlar elde edilmiştir.

FK1 kodlu sır reçetesinde, aynı sıcaklıklarında sırda açılmalar, toplanmalı sır ve opaklık gözlemlenmiş, renkler beyazdır.

GFK1 kodlu sır reçetesinde, 1050 ve 1100°C sıcaklıklarda benekli kırmızı kahve yarı mat sırlar oluşmuş, 1200°C’de ise parlak ve sarı tonlar hakim olmuştur.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GK1	Kırmızı			
	Beyaz			
FK1	Kırmızı			
	Beyaz			
GFK1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.13. GK1-FK1-GFK1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.14.Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GK2	FK2	GFK2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
Kolemanit	20	20	20

GK2 kodlu sır reçetesinde yapılan pişirimlerde, benekli, mat gri ve kahve tonlarında renkler gözlemlenmiştir.

FK2 kodlu sır reçetesinde sırda bor tülü oluşumları, toplanmalı sır ve opaklık gözlemlenmiş, renkler beyaz ve krem tonlarında oluşmuştur.

GFK2 kodlu sır reçetesinde ise yapılan denemelerde açılmalar görülmüş, sırlar parlak ve sarı tonlarında olduğu tespit edilmiştir.

	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GK2	Kırmızı			
	Beyaz			
FK2	Kırmızı			
	Beyaz			
GFK2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.14. GK2-FK2-GFK2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.15. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GK3	FK3	GFK3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
Kolemanit	30	30	30

GK3 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak ve benekli sırlar gözlemlenirken, beyaz bünyede açılmalar ve köpürmeler meydana gelmiş, sarı alt tonlu kahve renkleri görülmüştür. 1100 ve 1200 °C sıcaklıklarda sır benekli, parlak ve sarı alt tonlu kahve renklerinde oluşmuştur.

FK3 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede hafif mavi ve beyaz bor tülü oluşumu gözlemlenirken, beyaz bünyede toplanmalı sırlar görülmüştür. Artan sıcaklıklarda ise sırda toplanmalar kaybolmuştur.

GFK3 kodlu sır reçetesinde, yapılan denemelerde sır parlak bir görünüme sahip olup açılmalar tespit edilmiştir. Kırmızı bünyede sıranın yoğun olduğu kısımlarda bor tülü oluşumları görülmüş, beyaz bünyede ise krem renkleri elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GK3	Kırmızı			
	Beyaz			
FK3	Kırmızı			
	Beyaz			
GFK3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.15. GK3-FK3-GFK3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.16. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GK4	FK4	GFK4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
Kolemanit	40	40	40

GK4 kodlu sır reçetesinde yapılan pişirimlerde, parlak, benekli ve bej renkleri gözlemlenmiştir.

FK4 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede beyaz bor tülü oluşumu gözlemlenirken, beyaz bünyede beyaz renklerde beneklerin oluştuğu tespit edilmiştir.

GFK4 kodlu sır reçetesinde, sır parlak bir görünüme sahip olup, kırmızı bünyede sıranın yoğun olduğu kısımlarda beyaz ve mavi tonlarında parlak bor tülü oluşumları gözlemlenmiş, beyaz bünyede ise krem ve bej renkleri elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GK4	Kırmızı			
	Beyaz			
FK4	Kırmızı			
	Beyaz			
GFK4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.16. GK4-FK4-GFK4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.17.Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Koleanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GK5	FK5	GFK5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
Koleanit	50	50	50

GK5 kodlu sır reçetesinde yapılan pişirimlerde, kırmızı bünyede bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede parlak, benekli ve bej renkleri elde edilmiştir. 1200°C sıcaklıkta ise sır bünyesinde kristal oluşumları gözlemlenmiştir.

FK5 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak, beyaz bor tülü oluşumu görülürken, beyaz bünyede beyaz renklerde beneklerin sıcaklık arttıkça oluştuğu tespit edilmiştir.

GFK5 kodlu sır reçetesinde, sır parlak bir görünüme sahip olup, kırmızı bünyede sırn yoğun olduğu kısımlarda krem ve mavi tonlarında parlak bor tülü oluşumları gözlemlenmiş, beyaz bünyede ise krem renk tonları elde edilmiştir. 1200°C sıcaklıkta ise sır bünyesinde kristal oluşumları görülmektedir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GK5	Kırmızı			
	Beyaz			
FK5	Kırmızı			
	Beyaz			
GFK5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.17. GK5-FK5-GFK5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3. 18.Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Kolemanit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GK6	FK6	GFK6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
Kolemanit	60	60	60

GK6 kodlu sır reçetesinde yapılan pişirimlerde, kırmızı bünyede bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede parlak, benekli ve bej tonları ortaya çıkmıştır. 1200°C sıcaklıkta ise sır bünyesinde, GK5 sonuçlarına kıyasla daha az kristal oluşumu gözlemlenmiştir.

FK6 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak, krem ve soft yeşil bor tülü oluşumu gözlemlenirken, beyaz bünyede bej ve krem tonlarının yanı sıra, sıcaklık artışıyla birlikte benekli efektlerin ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

GFK6 kodlu sır reçetesinde, sır parlak bir görünüme sahip olup, kırmızı bünyede sıranın yoğun olduğu kısımlarda krem ve soft yeşil tonlarında parlak bor tülü oluşumları gözlemlenmiş, beyaz bünyede ise benekli krem renkleri elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GK6	Kırmızı			
	Beyaz			
FK6	Kırmızı			
	Beyaz			
GFK6	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.18. GK6-FK6-GFK6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

1.4. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve üleksit hammaddesi ile hazırlanan sır reçetelerinin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklarda yapılan denemelerinin sonuçları incelenmiştir. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-üleksit ile hazırlanan reçeteye GÜ, feldspat-üleksit ile hazırlanan reçeteye FÜ, Granit-feldspat-üleksit ile hazırlanan reçeteye ise GFÜ kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. Denemelere genel olarak bakıldığında zaman; parlak, mat ve bor tülü oluşumları ile kahverengi, krem, bej, sarı ve kırık beyaz renk tonları gözlemlenmiştir.

Tablo 3.19.Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GÜ1	FÜ1	GFÜ1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
Üleksit	10	10	10

GÜ1 kodlu sır reçetesinde yapılan pişirimlerde, mat kırmızı kahve ve yeşil-kahve renk tonları gözlemlenmiştir. 1050 °C sıcaklıktaki pişirim sonucunda beyaz bünyede sırda açılmaların olduğu tespit edilmiştir.

FÜ1 kodlu sır reçetesinde ise, parlak, yarı opak ve bej renk tonlarının olduğu belirlenmiştir.

GFÜ1 kodlu sır reçetesinde yapılan denemelerde, mat kırmızı kahve ve sarı alt tonlu kahve renkleri elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GÜ1	Kırmızı			
	Beyaz			
FÜ1	Kırmızı			
	Beyaz			
GFÜ1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.19. GÜ1-FÜ1-GFÜ1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.20.Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GÜ2	FÜ2	GFÜ2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
Üleksit	20	20	20

GÜ2 kodlu sır reçetesinde, açık-koyu kahve ve yeşil-kahve renk tonları gözlemlenirken, mat benekli sırlar elde edilmiştir.

FÜ2 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak, beyaz bor tülü oluşumları, beyaz bünyede ise parlak ve krem renklerde sırların olduğu tespit edilmiştir.

GFÜ2 kodlu sır reçetesinde yapılan denemelerde, parlak hardal renk tonları elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GÜ2	Kırmızı			
	Beyaz			
FÜ2	Kırmızı			
	Beyaz			
GFÜ2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.20. GÜ2-FÜ2-GFÜ2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.21. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GÜ3	FÜ3	GFÜ3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
Üleksit	30	30	30

GÜ3 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak koyu kahve, beyaz bünyede ise mat, benekli ve açık kahve renk tonları gözlemlenmiştir.

FÜ3 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak beyaz bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede parlak ve krem renk tonlarında sırların oluştuğu tespit edilmiştir.

GFÜ3 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak krem bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede parlak bej renk tonları elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GÜ3	Kırmızı			
	Beyaz			
FÜ3	Kırmızı			
	Beyaz			
GFÜ3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.21. GÜ3-FÜ3-GFÜ3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.22. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GÜ4	FÜ4	GFÜ4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
Üleksit	40	40	40

GÜ4 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak ve transparan sırlar, beyaz bünyede ise parlak, benekli ve koyu bej renk tonları gözlemlenmiştir.

FÜ4 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak beyaz ve mavi bor tülü oluşumları görülürken, beyaz bünyede parlak ve kırık beyaz renk tonlarında sırların oluştuğu tespit edilmiştir.

GFÜ4 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak beyaz bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede parlak krem ve açık sarı renk tonları elde edilmiştir. Sıcaklık arttıkça benekler gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GÜ4	Kırmızı			
	Beyaz			
FÜ4	Kırmızı			
	Beyaz			
GFÜ4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.22. GÜ4-FÜ4-GFÜ4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.23. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GÜ5	FÜ5	GFÜ5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
Üleksit	50	50	50

GÜ5 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak ve saydam sırlar, beyaz bünyede ise parlak, benekli ve koyu bej renk tonları gözlemlenmiştir.

FÜ5 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak beyaz bor tülü oluşumları görülürken, beyaz bünyede parlak ve kırık beyaz renk tonlarında sır oluşumu elde edilmiştir.

GFÜ5 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak, açık bej ve hafif mavi tonlu bor tülü oluşumları gözlemlenmiş, beyaz bünyede ise parlak krem renk tonları elde edilmiştir. Sıcaklık arttıkça beneklerin oluştuğu gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GÜ5	Kırmızı			
	Beyaz			
FÜ5	Kırmızı			
	Beyaz			
GFÜ5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.23. GÜ5-FÜ5-GFÜ5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.24.Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Üleksit İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GÜ6	FÜ6	GFÜ6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
Üleksit	60	60	60

GÜ6 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak, koyu bej ve hafif mavi tonlarda bor tülü oluşumu görülürken, beyaz bünyede parlak, benekli ve bej renk tonları gözlemlenmiştir.

FÜ6 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak ve kırık beyaz tonlarında bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede parlak ve kırık beyaz tonlarında sır oluşumları meydana gelmiştir.

GFÜ6 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak ve bej tonlarında bor tülü oluşumları gözlemlenmiştir. Beyaz bünyede ise parlak ve krem renk tonları belirlenmiştir. Artan sıcaklıkla birlikte yüzeyde benekler ortaya çıkmaktadır.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GÜ6	Kırmızı			
	Beyaz			
FÜ6	Kırmızı			
	Beyaz			
GFÜ6	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.24. GÜ6-FÜ6-GFÜ6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

1.5. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve sülyen hammaddesinin ilavesi ile sır reçetelerinin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklarda yapılan denemelerinin sonuçları incelenmiştir. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-sülyen ile hazırlanan reçeteye GS, feldspat-sülyen ile hazırlanan reçeteye FS, Granit-feldspat-sülyen ile hazırlanan reçeteye ise GFS kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. Denemelerin sonuçlarında parlak, mat ve saydam sırlar gözlemlenmiş, renk tonları ise kızıl kahve, kahverengi, açık sarı, taba ve krem olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.25. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GS1	FS1	GFS1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
Sülyen	10	10	10

GS1 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, sır bünyesi mat ve kızıl kahve tonlarında gözlemlenmiştir. Artan sıcaklıklarda ise yarı mat, kızıl kahve ve koyu kahve renkleri tespit edilmiştir.

FS1 kodlu sır reçetesinde yapılan denemeler, kırmızı bünyede parlak ve kırık beyaz tonlarında bor tülü oluşumlarının meydana geldiğini, beyaz bünyede ise parlak ve kırık beyaz tonlarında sır oluşumunun gözlemlenmektedir.

GFS1 kodlu sır reçetesinde, sıcaklığın artmasıyla birlikte mat görünüm yerini parlaklıklara bırakmıştır ve kızıl kahve ile hardal renkleri elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GS1	Kırmızı			
	Beyaz			
FS1	Kırmızı			
	Beyaz			
GFS1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.25. GS1-FS1-GFS1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200°C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.26. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GS2	FS2	GFS2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
Sülyen	20	20	20

GS2 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, sır bünyesi mat ve kıvılcak kahve tonlarında gözlemlenmiştir. Artan sıcaklıklarda ise yarı mat, koyu kahve renkleri tespit edilmekte ve beyaz bünyelerde açılmalar görülmektedir.

FS2 kodlu sır reçetesinde yapılan denemelerde, kırmızı bünyede parlak ve kırık beyaz tonlarında hafif bor tülü oluşumları meydana gelirken, beyaz bünyede ise parlak ve saydam sırlar elde edilmiştir.

GFS2 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, kırmızı bünyede parlak ve saydam sırlar gözlemlenirken, beyaz bünyede ise yarı mat, kıvılcak ve sarı tonları görülmüştür.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GS2	Kırmızı			
	Beyaz			
FS2	Kırmızı			
	Beyaz			
GFS2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.26. GS2-FS2-GFS2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200°C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.27. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GS3	FS3	GFS3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
Sülyen	30	30	30

GS3 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, yarı mat, kıvıllı kahve tonları gözlemlenmiştir. Beyaz bünyede ise 1100°C sıcaklıkta sırda açılmalar tespit edilmiştir.

FS3 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, parlak ve saydam sırlar elde edilmiştir.

GFS3 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, kırmızı bünyede parlak ve saydam sırlar gözlemlenirken, beyaz bünyede ise yarı mat ve açık sarı renk tonları görülmektedir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GS3	Kırmızı			
	Beyaz			
FS3	Kırmızı			
	Beyaz			
GFS3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.27. GS3-FS3-GFS3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.28. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GS4	FS4	GFS4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
Sülyen	40	40	40

GS4 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, yarı mat, benekli, kıvılcık kahve ve taba tonları gözlemlenmiştir.

FS4 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, parlak ve saydam sır oluşumları elde edilmiştir.

GFS4 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, kırmızı bünyede parlak ve saydam bir görünüm elde edilirken, beyaz bünyede yarı mat ve açık sarı tonları oluşmuştur.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GS4	Kırmızı			
	Beyaz			
FS4	Kırmızı			
	Beyaz			
GFS4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.28. GS4-FS4-GFS4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200°C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.29. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GS5	FS5	GFS5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
Sülyen	50	50	50

GS5 kodlu sır reçetesinde, sıcaklık arttıkça mat görünümün yerini parlaklık almış ve açık sarı ile kahve tonları gözlemlenmiştir.

FS5 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, parlak ve kırık beyaz sır oluşumları elde edilmiştir.

GFS5 kodlu sır reçetesinde, sıcaklık arttıkça parlak, saydam sır görünümü elde edilmiş ve rengi kırık beyaz olmuştur.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GS5	Kırmızı			
	Beyaz			
FS5	Kırmızı			
	Beyaz			
GFS5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.29. GS5-FS5-GFS5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.30. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Sülyen İkili Sır Sistemi Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	GS6	FS6	GFS6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
Sülyen	60	60	60

GS6 kodlu sır reçetesinde, artan sıcaklıkla birlikte mat görünüm yerini parlak bir yüzeye bırakmış ve balköpüğü ile kahve tonlarının ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

FS6 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, parlak, saydam ve kırık beyaz tonlarında sır oluşumları elde edilmiştir.

GFS6 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede parlak, saydam sır görünümü elde edilmiş, beyaz bünyede ise parlak açık sarı rengi görülmektedir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
GS6	Kırmızı			
	Beyaz			
FS6	Kırmızı			
	Beyaz			
GFS6	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.30. GS6-FS6-GFS6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

2. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Standart Sır Reçetesi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve R9-R10-R11 kodlu reçeteler ile yapılan standart sır deneme reçetelerinde granit, feldspat, granit-feldspat hammaddelerinin oranı %40 ile %90 arasında, R9-R10-R11 oranı ise %10 ile %60 arasında ilave edilerek reçeteler hazırlanmıştır. Hazırlanan reçetelerde granit, feldspat, granit-feldspat hammaddelerinin oranı %10 oranında azaltılırken, R9-R10-R11 oranı %10 oranında artırılmış olup 1050-1100 ve 1200 °C olacak şekilde üç farklı sıcaklıklarda denemeler yapılmıştır.

2.1. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Standart Kodlu Sır Reçetesi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve R9 (%10 kaolen, %20 kuvars, %50 borik asit, %10 boraks dekahidrat) ile hazırlanan standart sır reçetesinin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklarda yapılan denemelerinin sonuçları incelenmiştir. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-R9 ile hazırlanan reçeteye R9-G, feldspat-R9 ile hazırlanan reçeteye R9-F, Granit-feldspat-R9 ile hazırlanan reçeteye ise R9-GF kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. Denemelerin sonuçlarında mat, yarı mat ve parlak sonuçlar gözlemlenmiş; kahve, sarı, bej, krem, yeşil-kahve ve açık pembe renk tonları ortaya çıkmıştır.

Tablo 3.31. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R9-G1	R9-F1	R9-GF1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
R9	10	10	10

R9-G1 kodlu sır reçetesinin sonuçlarında, mat pembe-bej, kırmızı, soft yeşil tonları görülürken, artan sıcaklıkla birlikte sırda yarı mat kırmızı kahve rengi gözlemlenmiştir.

R9-F1 kodlu sır reçetesinin denemelerinde, mat açık pembe renkler elde edilmiş, ancak sırda kabuklanmalar gözlemlenmiştir. Sıcaklık arttığında sır oluşmuş ve kırık beyaz renk tonları görülmektedir.

R9-GF1 kodlu sır reçetesinde, mat ve kırmızı tonları görülmekte olup, artan sıcaklıkla

benekli ve koyu balköpüğü renkleri tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R9-G1	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-F1	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-GF1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.31. R9-G1, R9-F1, R9-GF1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.32. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R9-G2	R9-F2	R9-GF2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
R9	20	20	20

R9-G2 kodlu sır reçetesinin kırmızı bünyesinde yarı mat koyu kahve, beyaz bünyesinde ise mat, soft turuncu renk tonları görülürken; artan sıcaklıklarda yarı mat, koyu kahve, yeşil-kahve ve açık kahve renk tonları ile birlikte benek efektleri de gözlemlenmektedir.

R9-F2 kodlu sır reçetesinde mat açık pembe renkler elde edilmiş ancak sırda kabuklanmalar gözlemlenmiştir. 1100 ve 1200 °C sıcaklıklarda sır oluşmuş ve kırık beyaz renk tonları gözlemlenmiştir.

R9-GF2 kodlu sır reçetesinde mat ve kırmızı tonları gözlemlenmiş, daha yüksek sıcaklıklarda ise benekli ve koyu balköpüğü renkleri tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R9-G2	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-F2	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-GF2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.32. R9-G2, R9-F2, R9-GF2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.33. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R9-G3	R9-F3	R9-GF3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
R9	30	30	30

R9-G3 kodlu sır reçetesinin kırmızı bünyede mat kızıl kahve, beyaz bünyede ise benekli, yarı mat, yeşil-kahve sırlar gözlemlenirken; artan sıcaklıklarda daha parlak, benekli, yeşil-kahve ve hardal renk tonlarında sonuçlar elde edilmiştir.

R9-F3 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, kırmızı bünyede bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede yarı mat, açık pembe renkler görülmüş; artan sıcaklıklarda ise sır ergimiş, kırık beyaz renk tonlarında oluşmuştur.

R9-GF3 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, benekli, yarı mat ve çikolata kahve renk tonları gözlemlenmiş, artan sıcaklıklarda ise benekli ve sarı renkte olduğu tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R9-G3	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-F3	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-GF3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.33. R9-G3, R9-F3, R9-GF3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.34. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R9-G4	R9-F4	R9-GF4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
R9	40	40	40

R9-G4 kodlu sır reçetesinde, benekli, mat, yarı mat, yeşil alt tonlu kahve renkleri görülürken, artan sıcaklıklarda daha parlak, benekli ve yeşil-kahve tonlarında sırlar gözlemlenmiştir.

R9-F4 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede yarı mat ve açık pembe tonlar görülmüştür. Artan sıcaklıklarda ise sır oluşumu gerçekleşmiş ve kırık beyaz tonlarında bir görünüm elde edilmiştir.

R9-GF4 kodlu sır reçetesinde, benekli, parlak ve sarı tonlarda sırlar elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R9-G4	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-F4	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-GF4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.34. R9-G4, R9-F4, R9-GF4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.35. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R9-G5	R9-F5	R9-GF5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
R9	50	50	50

R9-G5 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede saydam, parlak sırlar elde edilirken, beyaz bünyede benekli, yarı mat, sarı tonlarında renkler görülmüştür.

R9-F5 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede mat, beyaz ve sırda açılmaların olduğu görülmüştür. Artan sıcaklıklarda ise sır oluşumu gerçekleşmiş ve beyaz renkte bir görünüm elde edilmiştir.

R9-GF5 kodlu sır reçetesinde, benekli, parlak ve krem tonlarda sırlar elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R9-G5	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-F5	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-GF5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.35. R9-G5, R9-F5, R9-GF5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.36. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R9 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R9-G6	R9-F6	R9-GF6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
R9	60	60	60

R9-G6 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede saydam, parlak sırlar elde edilirken, beyaz bünyede benekli, parlak, krem renk tonları gözlemlenmiştir.

R9-F6 kodlu sır reçetesinde, kırmızı bünyede bor tülü oluşumları gözlemlenirken, beyaz bünyede mat, beyaz ve sırda açılmaların olduğu görülmüştür. Artan sıcaklıklarda ise sır oluşumu gerçekleşmiş ve beyaz renkte bir görünüm elde edilmiştir.

R9-GF6 kodlu sır reçetesinde, benekli, parlak ve krem tonlarda sırlar elde edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R9-G6	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-F6	Kırmızı			
	Beyaz			
R9-GF6	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.36. R9-G6-R9-F6-R9-GF6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

2.2. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Standart R10 Kodlu Sır Reçetesi

Bozüyük bölgesi granit, feldspat, granit-feldspat karışımı hammaddeleri ve R10 kodlu reçetenin (kaolen %20, kuvars %20, borik asit %20, boraks dekahidrat %40) ilavesi ile hazırlanan standart sır reçetesinin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklarda yapılan denemelerinin sonuçları incelenmiştir. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-R10 ile hazırlanan reçeteye R10-G, feldspat-R10 ile hazırlanan reçeteye R9-10, Granit-feldspat-R10 ile hazırlanan reçeteye ise R10-GF kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. Denemelerin sonuçlarında benekli, mat, parlak, açılmaların ve bor tülü oluşumlarının olduğu vizon, koyu kahve, açık kahve, bej, açık pembe, sarı tonlarının yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.37. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R10-G1	R10-F1	R10-GF1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
R10	10	10	10

R10-G1 kodlu sır reçetesinde, mat, kıvıllı kahve renk tonları görülürken, artan sıcaklık ile parlak, koyu kahve sır elde edilmiştir.

R10-F1 kodlu sır reçetesinde, yapılan denemelerde mat, kabuklanma ve açık pembe renkler görülürken, sır ergimiş ve krem renkte bir görünüm elde edilmiştir.

R10-GF1 kodlu sır reçetesinde, mat vizon renk tonları gözlemlenmiş, yarı mat, parlak, koyu kahve ve açık kahve renkler tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R10-G1	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-F1	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-GF1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.37. R10-G1-R10-F1-R10-GF1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.38. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R10-G2	R10-F2	R10-GF2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
R10	20	20	20

R10-G2 kodlu sır reçetesinde, mat, kızıl kahve, yarı mat, koyu kahve renk tonları görülürken, ısının artmasıyla parlak, benekli, açık kahve sır elde edilmiştir.

R10-F2 kodlu sır reçetesinde, açık pembe, parlak, opak, yer yer açılmaları olan kırık beyaz renk görülürken, sır oluşumu gerçekleşmiş ve kırık beyaz renkte bir görünüm elde edilmiştir.

R10-GF2 kodlu sır reçetesinde, mat vizon renk tonları gözlemlenmiş, parlak, kırmızı bünyede koyu kahve, beyaz bünyede sarı alt tonlu kahve ve benekli sırlar tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R10-G2	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-F2	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-GF2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.38. R10-G2-R10-F2-R10-GF2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.39. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R10-G3	R10-F3	R10-GF3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
R10	30	30	30

R10-G3 kodlu sır reçetesinde, yarı mat ve koyu kahve tonlar gözlemlenirken, parlak ve benekli koyu kahve bir görünüm elde edilmiştir. Artan sıcaklıkla birlikte parlak, benekli ve açık kahve tonlarında bir sır oluşumu tespit edilmiştir.

R10-F3 kodlu sır reçetesinde, yarı opak, toplanmalı ve kırık beyaz renkler görülürken, kırmızı bünyede bor tülü oluşumları, beyaz bünyede ise parlak, beyaz renkler görülmektedir.

R10-GF3 kodlu sır reçetesinde, artan sıcaklıklarda sır oluşmuş ve parlak bir yüzeye sahiptir. Kırmızı bünyede koyu kahve, beyaz bünyede ise sarı alt tonlu benekli sırlar tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R10-G3	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-F3	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-GF3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.39. R10-G3-R10-F3-R10-GF3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.40. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R10-G4	R10-F4	R10-GF4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
R10	40	40	40

R10-G4 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, 1050 °C sıcaklıkta benekli, kahverengi ve yeşil-kahve tonlarında yarı mat, toplanmalı sır, gözlemlenirken, artan sıcaklıklarda parlak ve benekli sarı ve vizon renklerde bir görünüm elde edilmiştir.

R10-F4 kodlu sır reçetesinde bor tülü, toplanmalı sır ve beyaz renkler görülürken, sıcaklığın artması ile sır ergimiş ve toplanmalar kaybolmuş, parlak, beyaz renkler gözlemlenmiştir.

R10-GF4 kodlu sır reçetesinde, mat, kabuklanma ve açılmalar görülmüş, sütlü kahve renk tonları gözlemlenmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda kırmızı bünyede saydam parlak sır, beyaz bünyede ise sarı alt tonlu benekli ve yer yer açılan sırlar tespit edilmiştir. Sıcaklık arttıkça, sır krem renkte, benekli ve parlak bir görünüm almıştır.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R10-G4	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-F4	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-GF4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.40. R10-G4-R10-F4-R10-GF4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.41. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R10-G5	R10-F5	R10-GF5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
R10	50	50	50

R10-G5 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, kırmızı bünyede parlak açılmaların olduğu, beyaz bünyede ise parlak, benekli ve sıcaklığın artması ile açılmaların azaldığı sarı tonlarda sır oluşumları tespit edilmiştir.

R10-F5 kodlu sır reçetesinde, yapılan denemelerde 1050 °C kırmızı bünyede beyaz tonlarda toplanmalı sır gözlemlenmiştir. 1100 ve 1200 °C sıcaklıklarda sır ergidiği ve bu toplanmaların kaybolduğu belirlenmiştir. Parlak, beyaz ve krem renk tonları görülürken bor tülü oluşumları da tespit edilmektedir.

R10-GF5 kodlu sır reçetesinde, yapılan denemelerde, benekli, sarı ve kahverengi tonlarında parlak, toplanmalı sır oluşumları tespit edilmiştir. 1200 °C sıcaklıktaki denemenin sonucunda toplanmaların kaybolduğu görülmektedir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R10-G5	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-F5	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-GF5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3. 41. R10-G5-R10-F5-R10-GF5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.42. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R10 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R10-G6	R10-F6	R10-GF6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
R10	60	60	60

R10-G6 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, parlak, saydam koyu bej tonlarında sonuçlar elde edilirken, beyaz bünyede toplanmalı sır görülmüştür. Artan sıcaklıklarda parlak, benekli, koyu bej renklerde sır sonuçları gözlemlenmiştir.

R10-F6 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, beyaz tonlarda belirgin toplanmalı sır gözlemlenmiştir. Artan ısı etkisiyle sırn ergidiği ve bu toplanmaların kaybolduğu tespit edilmiştir. Beyaz tonlarda bir sır yüzeyi oluşmuştur.

R10-GF6 kodlu sır reçetesinin yapılan denemelerinde, 1050 °C sıcaklıkta mat vizon tonlarında sonuçlar elde edilmiştir. Artan sıcaklıklarda benekli sarı ve kahverengi tonlarda parlak, toplanmalı sır oluşumları gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R10-G1	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-F1	Kırmızı			
	Beyaz			
R10-GF1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.42. R10-G6-R10-F6-R10-GF6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

2.3. Bozüyük Bölgesi Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve Standart R11 Kodlu Sır Reçetesi

Bozüyük bölgesinden temin edilen granit, feldspat ve granit-feldspat karışımı hammaddeleri ile R11 kodlu reçetenin (kaolen %20, kuvars %20, borik asit %30, boraks dehidrat %30) ilavesiyle hazırlanan standart sır reçetesinin 1050-1100 ve 1200°C sıcaklıklarda yapılan denemelerinin sonuçları incelenmiştir. Kırmızı bünye üzerinde hazırlanan reçetelerde 1200 °C’de bünye erimesi görüldüğü için tablolara ilave edilmemiştir. Granit-R11 ile hazırlanan reçeteye R11-G, feldspat-R11 ile hazırlanan reçeteye R11-F, Granit-feldspat-R11 ile hazırlanan reçeteye ise R11-GF kodlamaları yapılarak tablolara eklenmiştir. mat, parlak ve toplanmalı sırların yanı sıra kahve, hardal, sarı ve beyaz renk tonları gözlemlenmiştir.

Tablo 3.43. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R11-G1	R11-F1	R11-GF1
Bozüyük Bölgesi Granit	90	-	45
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	90	45
R11	10	10	10

R11-G1 kodlu sır reçetesinin 1050°C’de gerçekleştirilen denemelerinde sır oluşumu gözlemlenmemiş, yüzey mat ve turuncu tonlarda kalmıştır. 1100°C ve 1200°C’de ise yarı mat, koyu kahverengi tonların ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

R11-F1 kodlu sır reçetesinin 1050°C’deki denemelerinde mat ve toz pembe tonlar elde edilmiştir. 1100°C’de kırmızı bünyede farklı yüzey efektleri ve dokusal özelliklerin üzerinde ise kabuklu camsılaşma gözlemlenmiş, yarı mat ve hafif pembe tonlara ulaşılmıştır. 1200°C’ye çıkarıldığında ise sırların ergidiği ve parlak, krem tonlarında bir yüzey oluşturduğu belirlenmiştir.

R11-GF1 kodlu sır reçetesinin 1050°C’de gerçekleştirilen denemelerinde mat ve kızıl kahve tonlarında sonuçlar elde edilmiştir. Sıcaklığın artmasıyla birlikte yarı mat ve parlak kızıl kahve tonlarının belirginleştiği gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R11-G1	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-F1	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-GF1	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.43. R11-G1-R11-F1-R11-GF1 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.44. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R11-G2	R11-F2	R11-GF2
Bozüyük Bölgesi Granit	80	-	40
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	80	40
R11	20	20	20

R11-G2 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen denemelerde sır oluşumu gözlemlenmemiş, mat yüzey ve koyu kahverengi bir görünüm elde edilmiştir. Artan sıcaklıklarda ise yarı mat, koyu kahverengi tonların belirginleştiği tespit edilmiştir.

R11-F2 kodlu sır reçetesiyle yapılan denemelerde mat yüzeyler elde edilirken, sıcaklığın artmasıyla sıran parlaklık kazandığı ve yüzeyde kırık beyaz tonların oluştuğu gözlemlenmiştir.

R11-GF2 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen denemelerde sıcaklık arttıkça parlaklığın belirginleştiği, yüzeyde benekli koyu ve açık kahverengi tonların oluştuğu tespit edilmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R11-G2	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-F2	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-GF2	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.44. R11-G2-R11-F2-R11-GF2 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.45. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R11-G3	R11-F3	R11-GF3
Bozüyük Bölgesi Granit	70	-	35
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	70	35
R11	30	30	30

R11-G3 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen 1050°C sıcaklıklardaki denemelerde sır oluşumu gözlemlenmemiştir. Bu koşullarda, kırmızı bünyede toplanmalı sır meydana gelirken, beyaz bünyede bu tür bir etki gözlenmemiştir. Yüzeyde mat ve koyu kahverengi bir görünüm elde edilmiştir. Artan sıcaklıklarda ise parlak ve açık kahve tonlarının oluştuğu tespit edilmiştir.

R11-F3 kodlu sır reçetesiyle yapılan denemelerde parlak, opak ve beyaz renkte sırlar elde edilmiştir.

R11-GF3 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen denemelerin sonuçlarında, yüzeylerde parlak, toplanma sır gözlemlenmiş; hardal ve koyu kahverengi tonları ortaya çıkmıştır.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R11-G3	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-F3	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-GF3	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3. 45. R11-G3-R11-F3-R11-GF3 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.46.Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R11-G4	R11-F4	R11-GF4
Bozüyük Bölgesi Granit	60	-	30
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	60	30
R11	40	40	40

R11-G4 kodlu sır reçetesinin 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklarında yapılan denemelerde toplanmalı sır oluşumu gözlenmiş, yüzeyde kahve ve hardal tonları tespit edilmiştir.

R11-F4 kodlu sır reçetesinin aynı sıcaklıklardaki denemelerinde beyaz renkte parlak, opak, toplanmalı sırlar elde edilmiştir.

R11-GF4 kodlu sır reçetesinin denemelerinde ise parlak toplanmalı sır meydana gelmiş ve hardal tonlarının ön plana çıktığı görülmüştür.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R11-G4	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-F4	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-GF4	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3. 46. R11-G4-R11-F4-R11-GF4 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.47. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R11-G5	R11-F5	R11-GF5
Bozüyük Bölgesi Granit	50	-	25
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	50	25
R11	50	50	50

R11-G5 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen denemelerin, üç farklı sıcaklıklarda toplanmalı sır oluşumu gözlemlenmiş ve yüzeyde hardal tonlarının belirginleştiği tespit edilmiştir.

R11-F5 kodlu sır reçetesiyle yapılan denemelerde beyaz renkte parlak, opak ve toplanmalı sırlar elde edilmiştir.

R11-GF5 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen denemelerde parlak toplanmalı sırlar meydana gelmiş ve hardal tonlarının baskın hale geldiği belirlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R11-G5	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-F5	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-GF5	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.47. R11-G5-R11-F5-R11-GF5 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

Tablo 3.48. Granit, Feldspat, Granit-Feldspat Karışımı ve R11 Kodlu Standart Sır Reçete Bileşimi (%).

Hammadde	Reçete No ve Bileşim (%)		
	R11-G6	R11-F6	R11-GF6
Bozüyük Bölgesi Granit	40	-	20
Bozüyük Bölgesi Feldspat	-	40	20
R11	60	60	60

R11-G6 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen denemelerde toplanmalı sır oluşumu gözlemlenmiş, yüzeyde kahve ve hardal tonları ön plana çıkmıştır.

R11-F6 kodlu sır reçetesiyle yapılan denemelerde parlak, opak ve toplanmalı kırık beyaz tonlarında sırlar elde edilmiştir.

R11-GF6 kodlu sır reçetesiyle gerçekleştirilen denemelerde, parlak toplanmalar meydana gelmiş ve sarı tonları gözlemlenmiştir.

Reçete No	Uygulanan Bünye	Pişirim Sıcaklığı (°C)		
		1050 °C	1100 °C	1200 °C
R11-G6	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-F6	Kırmızı			
	Beyaz			
R11-GF6	Kırmızı			
	Beyaz			

Görsel 3.48. R11-G6-R11-F6-R11-GF6 Kodlu Reçetelerin 1050-1100 ve 1200 °C Sıcaklıklardaki Pişirim Sonuçları.

Kaynak: (Kum, 2024)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BOZÜYÜK BÖLGESİ GRANİT-FELDİSPAT HAMMADDELERİ İLE ETİ MADEN İŞLETMELERİ BORİK ASİT VE BORAKS DEKAHİDRAT ATIKLARI İLE HAZIRLANAN SIR BÜNYELERİNİN ÜÇ BOYUTLU FORM ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

1. Bozüyük Bölgesi Granit-Feldispat Hammaddeleri ile Eti Maden İşletmeleri Borik Asit ve Boraks Dekahidrat Atıklarının Uygulamaları

Bu tez çalışmasının temel amacı, seramik sır üretiminde kullanılabilecek Bozüyük bölgesi granit, feldspat gibi hammaddeler ile Eti Maden İşletmeleri'ne ait atık borik asit ve boraks dekahidratın potansiyel kullanım olanaklarını değerlendirmek ve bu hammaddelerin üretim sürecine sağlayabileceği potansiyel faydaları ortaya koymaktır. Çalışma, seramik sırlarının kalite, dayanıklılık ve estetik özelliklerine katkı sağlamak amacıyla alternatif hammaddelerin kullanımını hedeflemektedir. Bu bağlamda belirlenen sır reçetelerinin üç boyutlu formlar üzerinde uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Formlar, NX Siemens programında modellenmiş ve üç boyutlu yazıcının algılayabileceği G-code formatına dönüştürülerek filament baskısı alınmıştır. Baskısı alınan modelden alçı kalıplama işlemi gerçekleştirilmiş ve döküm yöntemi ile çoğaltılmıştır. Şekillendirilen formlar 950 °C sıcaklıklarda bisküvi pişirimi gerçekleştirilen formlar akıtma yöntemi ile sırlanmıştır. Seçilen reçeteler 1050-1100 ve 1200 °C sır pişirimleri gerçekleştirilmiştir.



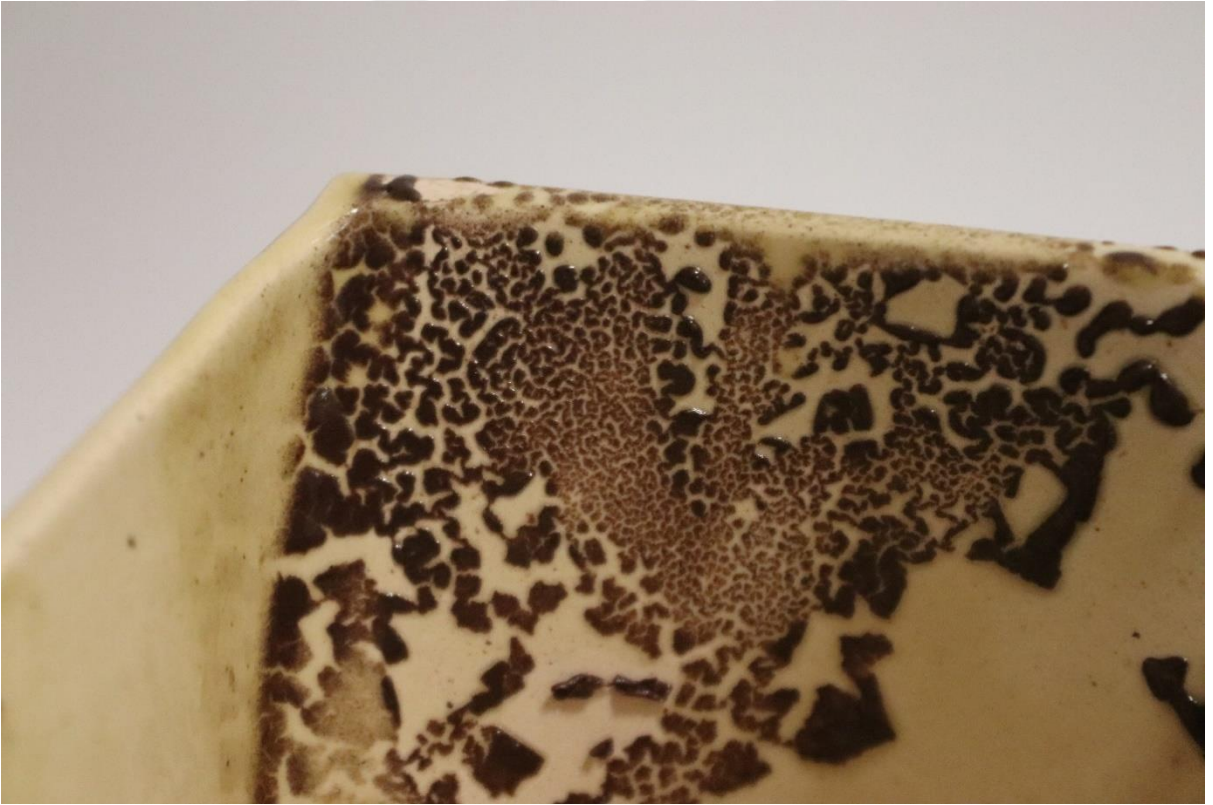
Görsel 4. 1. NX Siemens Programında Modelleme, Alçı Kalıplama İşlemi, Döküm Yöntemi ile Şekillendirme, Bisküvi Pişirimi (950 °C) ve Sırlı Pişirim Aşaması (1050-1100 ve 1200 °C).

Kaynak: (Kum, 2025)



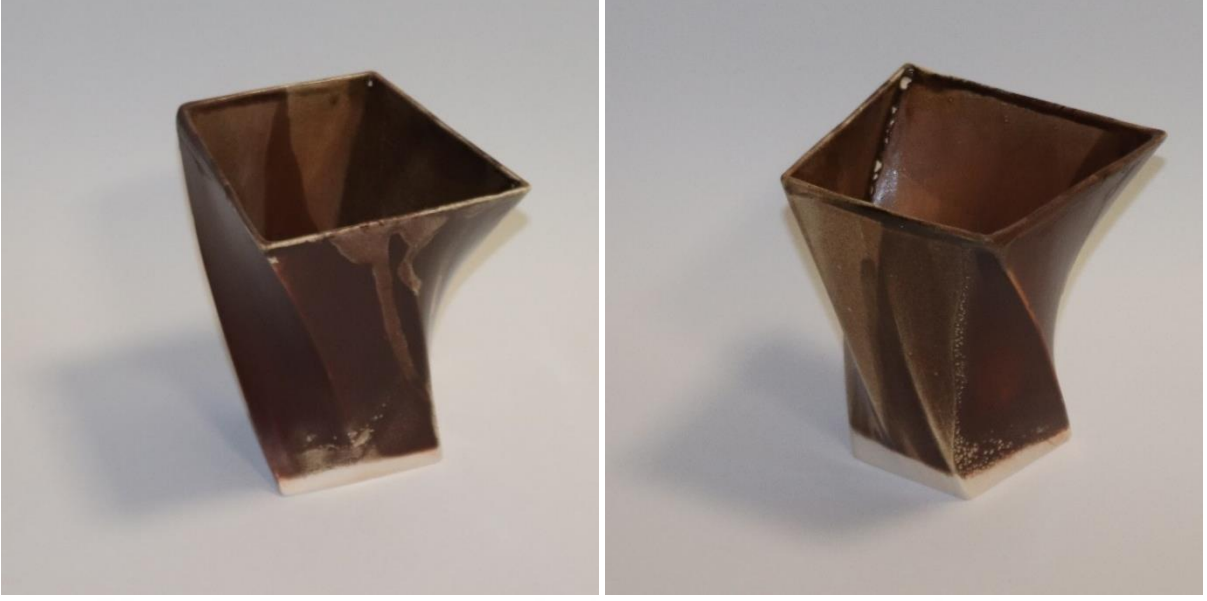
Görsel 4. 2. GFD2-GB4, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 3. GFD2-GB4 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



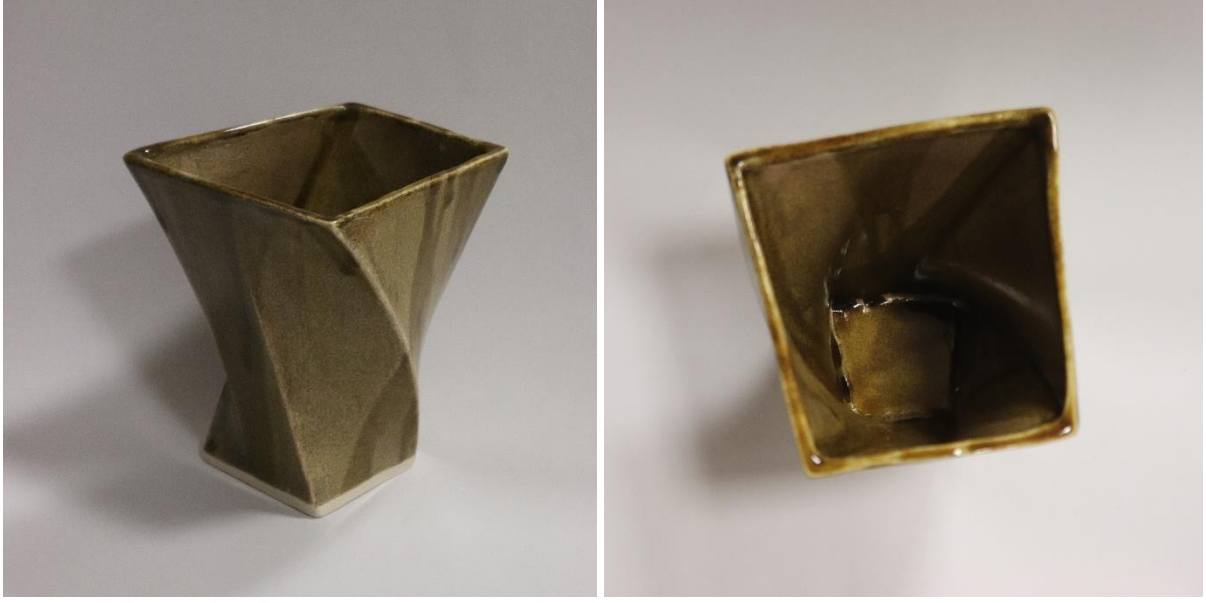
Görsel 4. 4. GFÜ1-GD3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



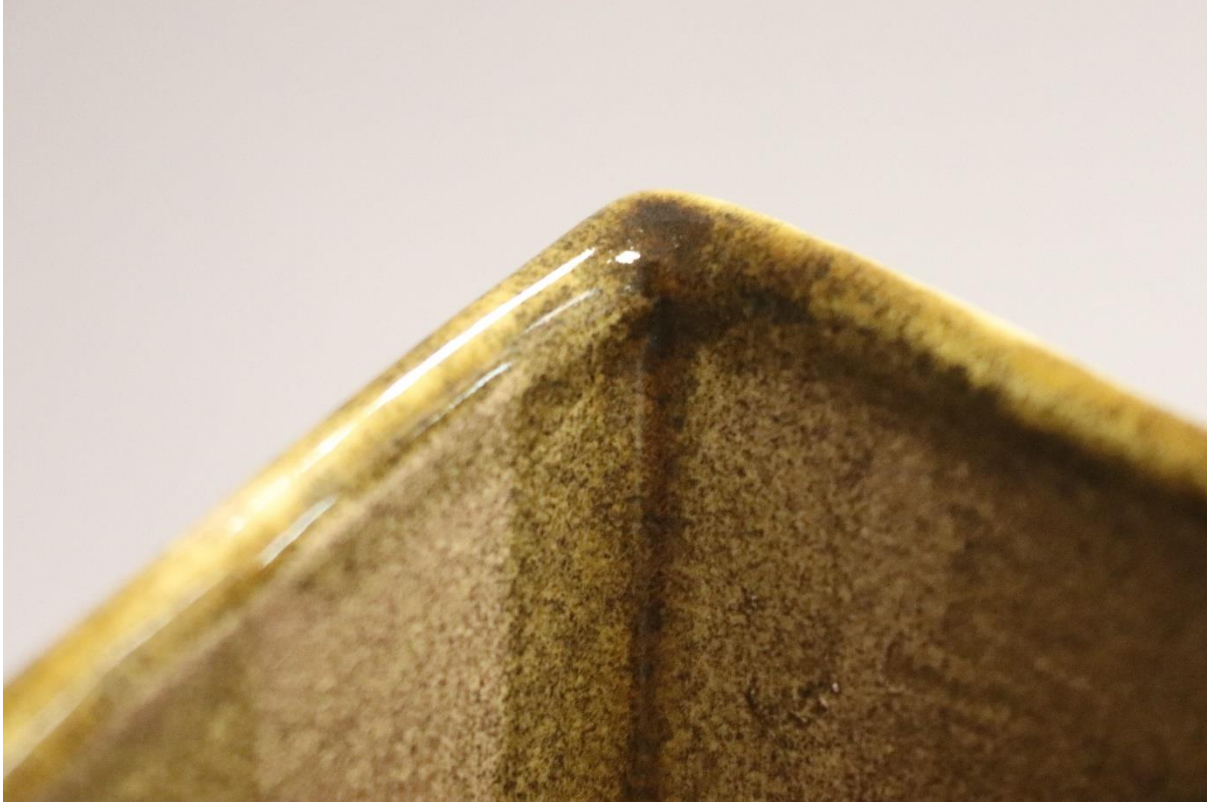
Görsel 4. 5. GFÜ1-GD3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 6. R10G3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 7. R10G3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 8. FK5-FB3-GB6, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 9. FK5-FB3-GB6 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 10. GFB1-GB6-GÜ3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 11. GFB1-GB6-GÜ3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 12. GD5, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



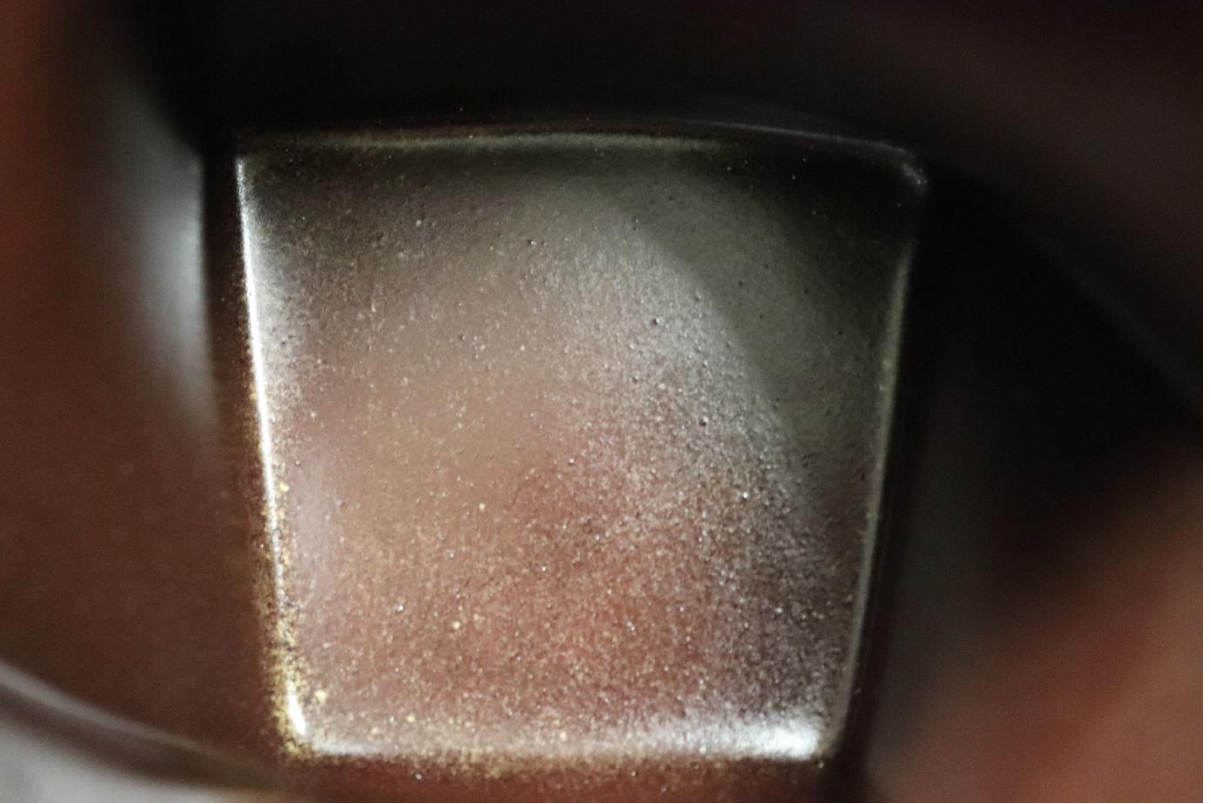
Görsel 4. 13. GD5 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 14. GÜ2, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



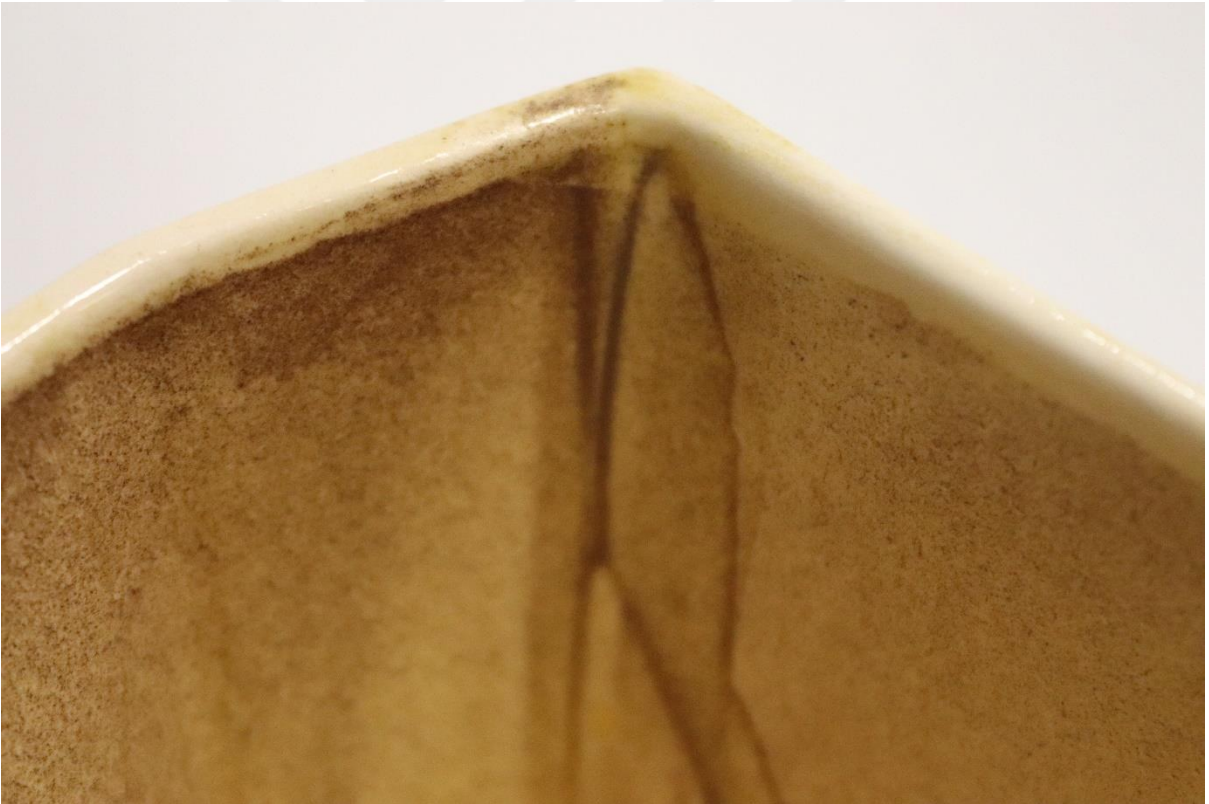
Görsel 4. 15. GÜ2 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 16. GK6-GFS2-FK4, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



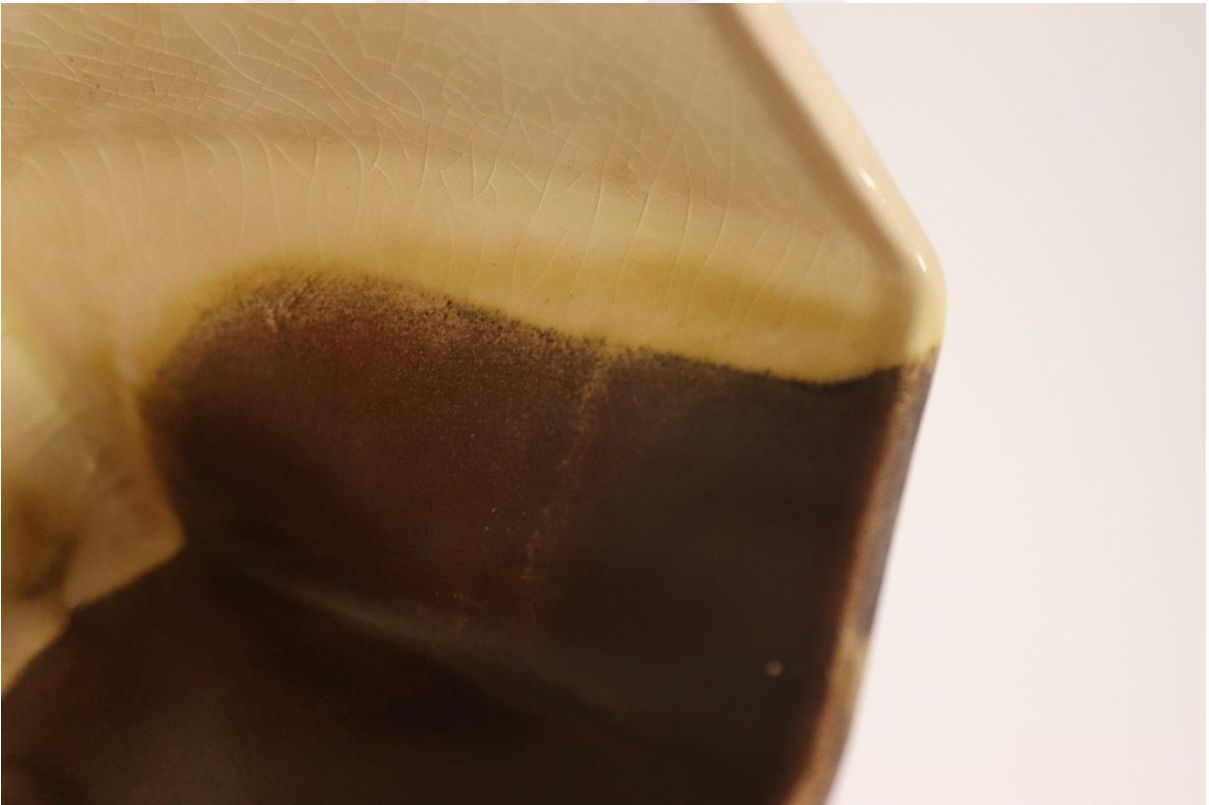
Görsel 4. 17. GK6-GFS2-FK4 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 18. FD6-GÜ2, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 19. FD6-GÜ2 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 20. GS3-GÜ3-R9F3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



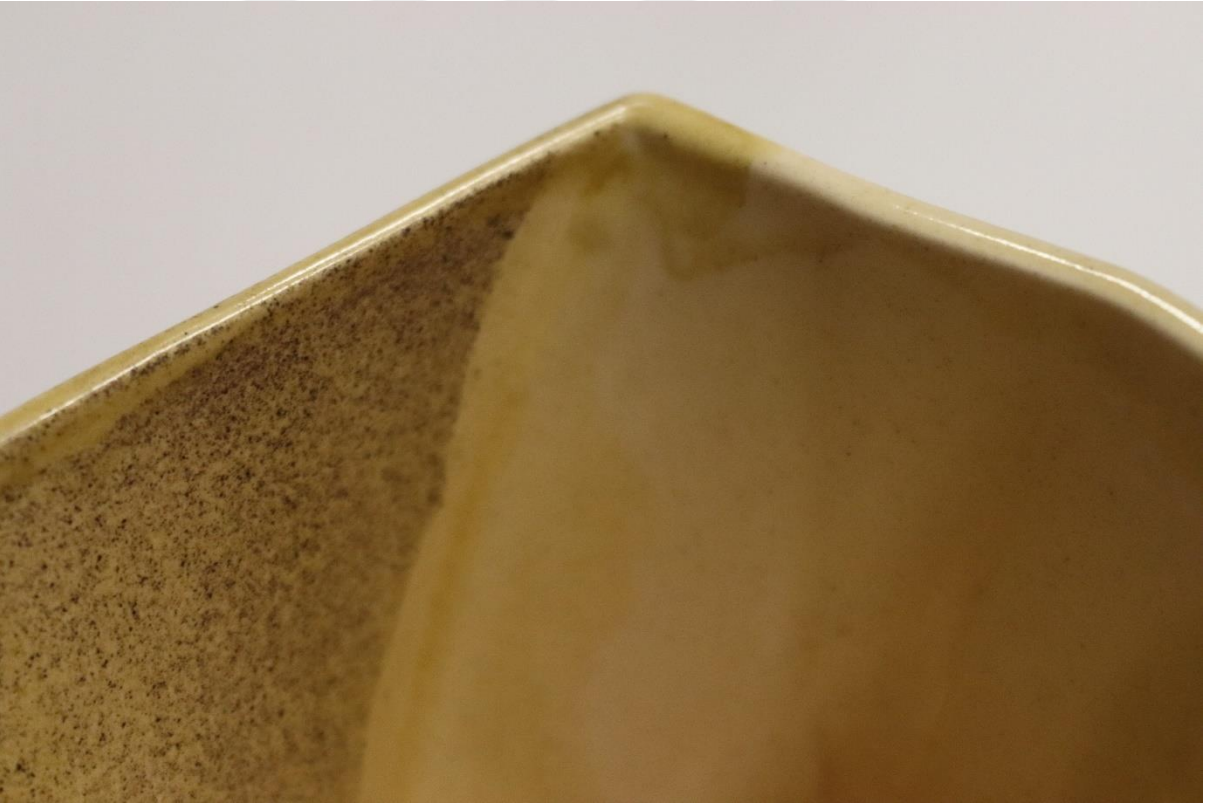
Görsel 4. 21. GS3-GÜ3-R9F3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



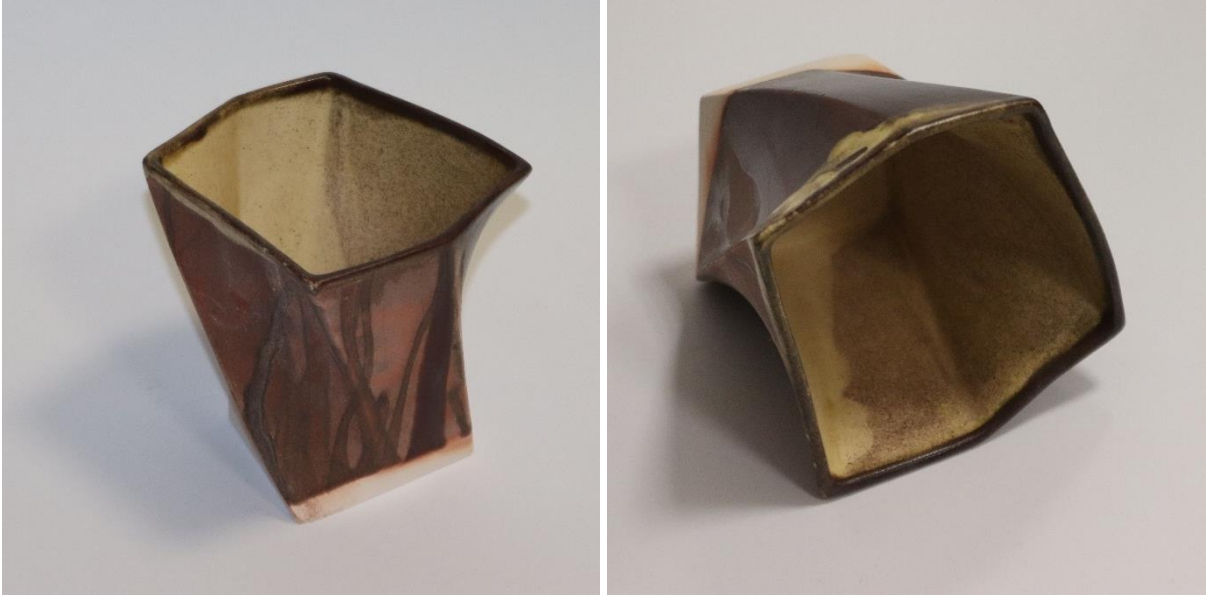
Görsel 4. 22. FÜ2-GÜ3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 23. FÜ2-GÜ3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



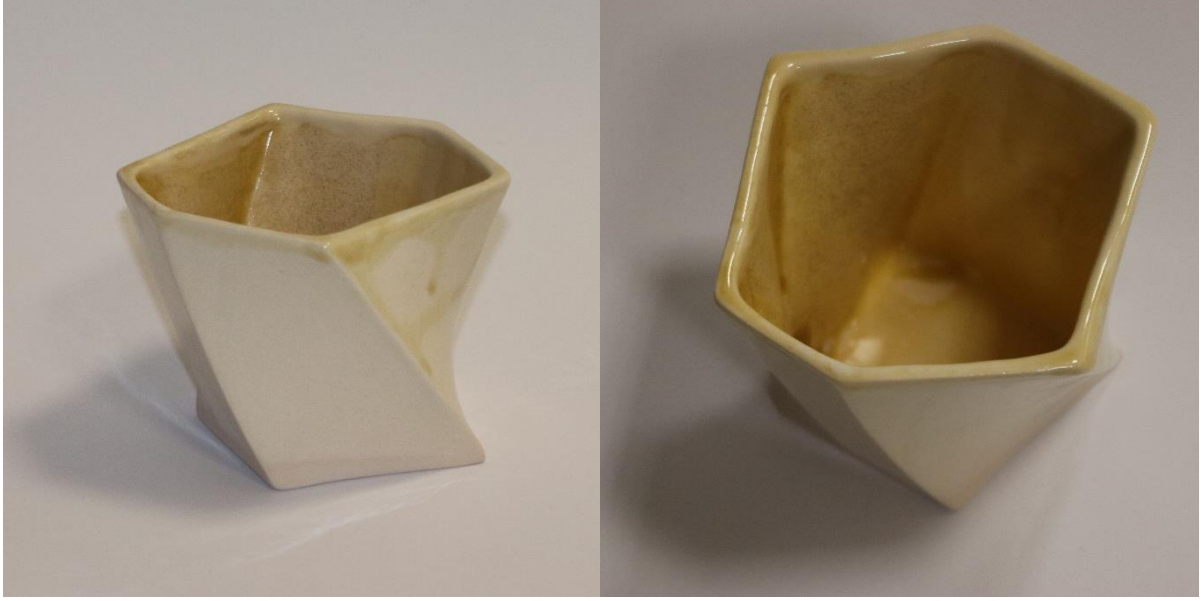
Görsel 4. 24. GÜ3-GÜ4-GD3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 25. GÜ3-GÜ4-GD3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



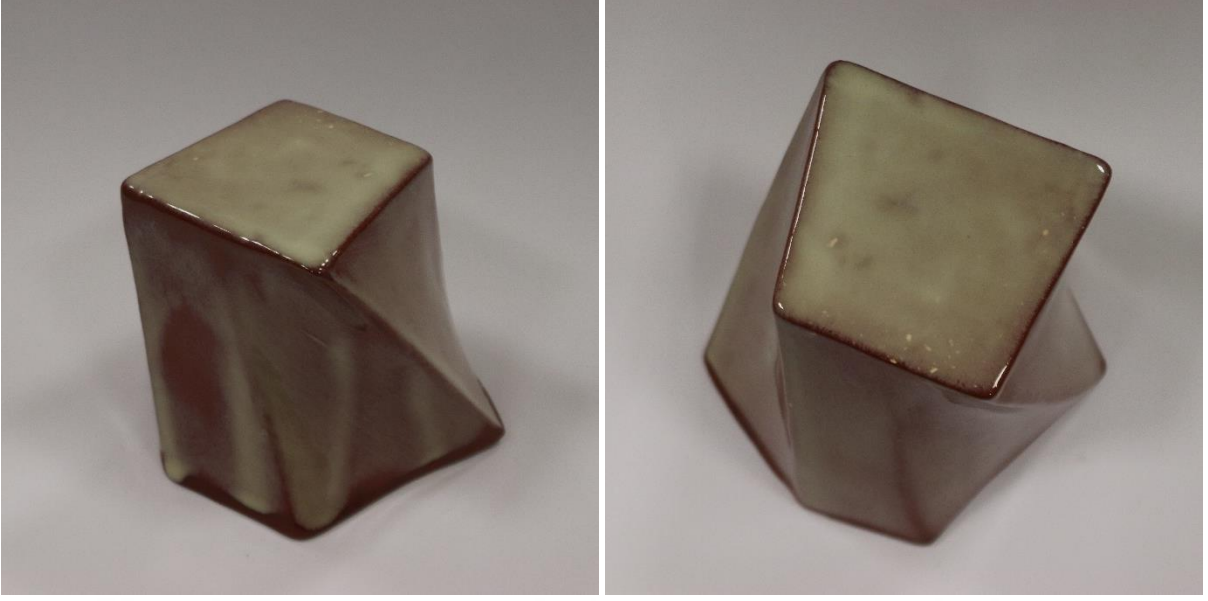
Görsel 4. 26. R9GF4-R9GF5-FÜ4, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 27. R9GF4-R9GF5-FÜ4 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 28. GFB5, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



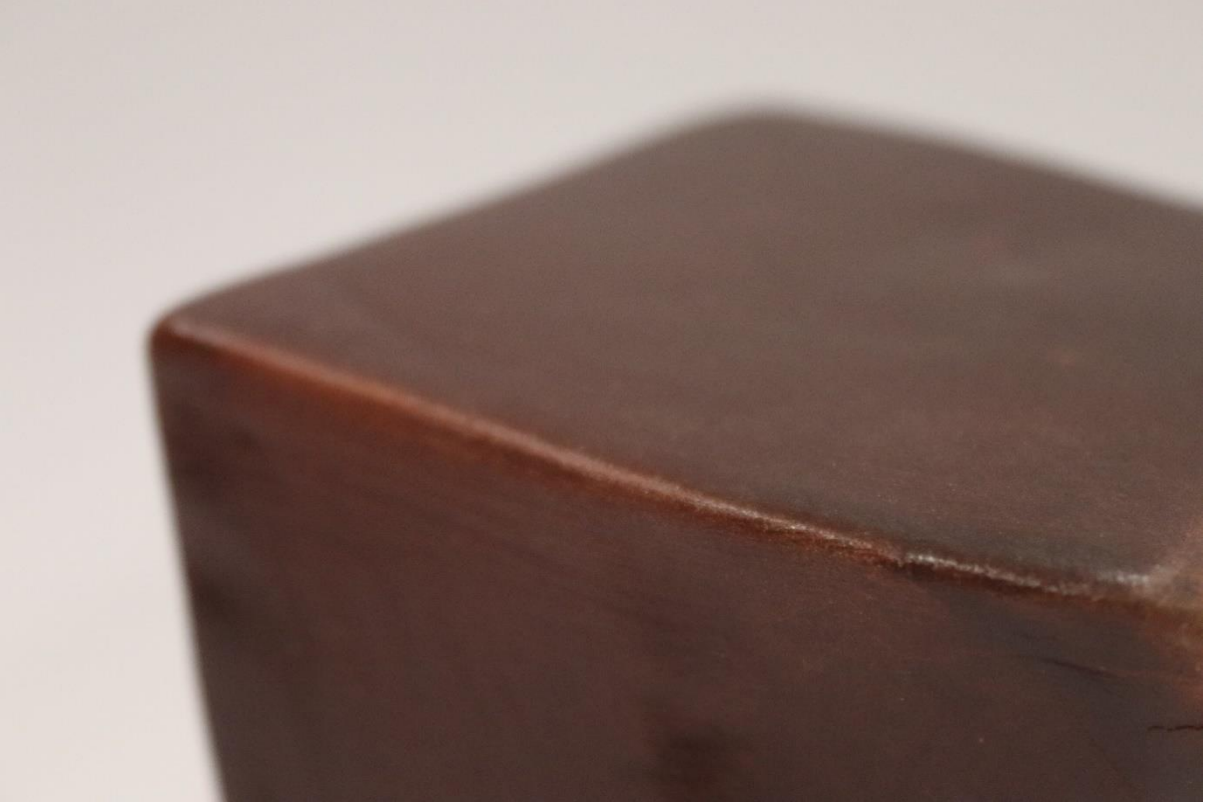
Görsel 4. 29. GFB5 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



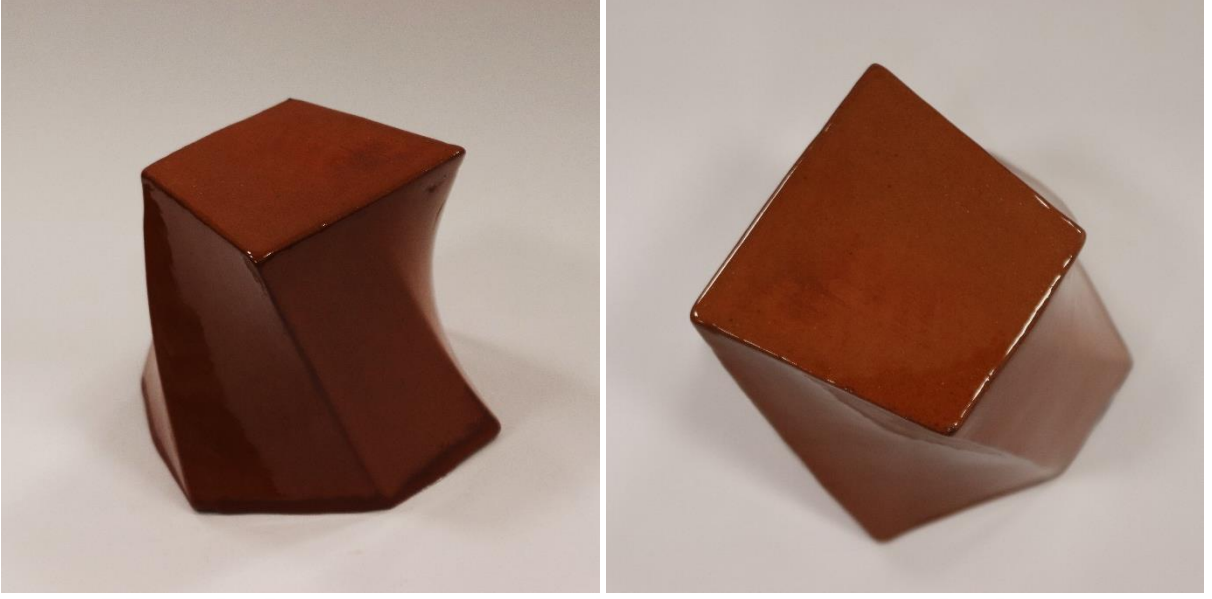
Görsel 4. 30. GÜ2, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



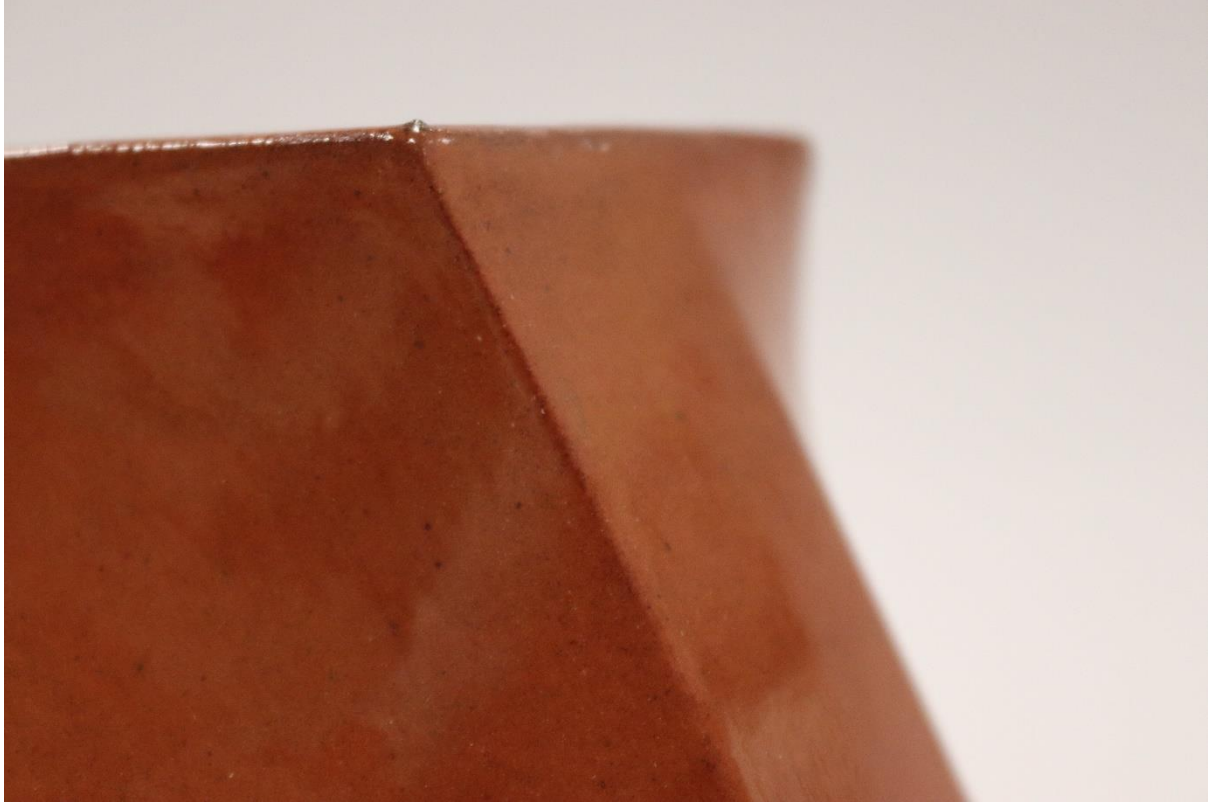
Görsel 4. 31. GÜ2 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 32. GB5, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 33. GB5 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 34. GS3, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 35. GS3 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 36. GD4, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



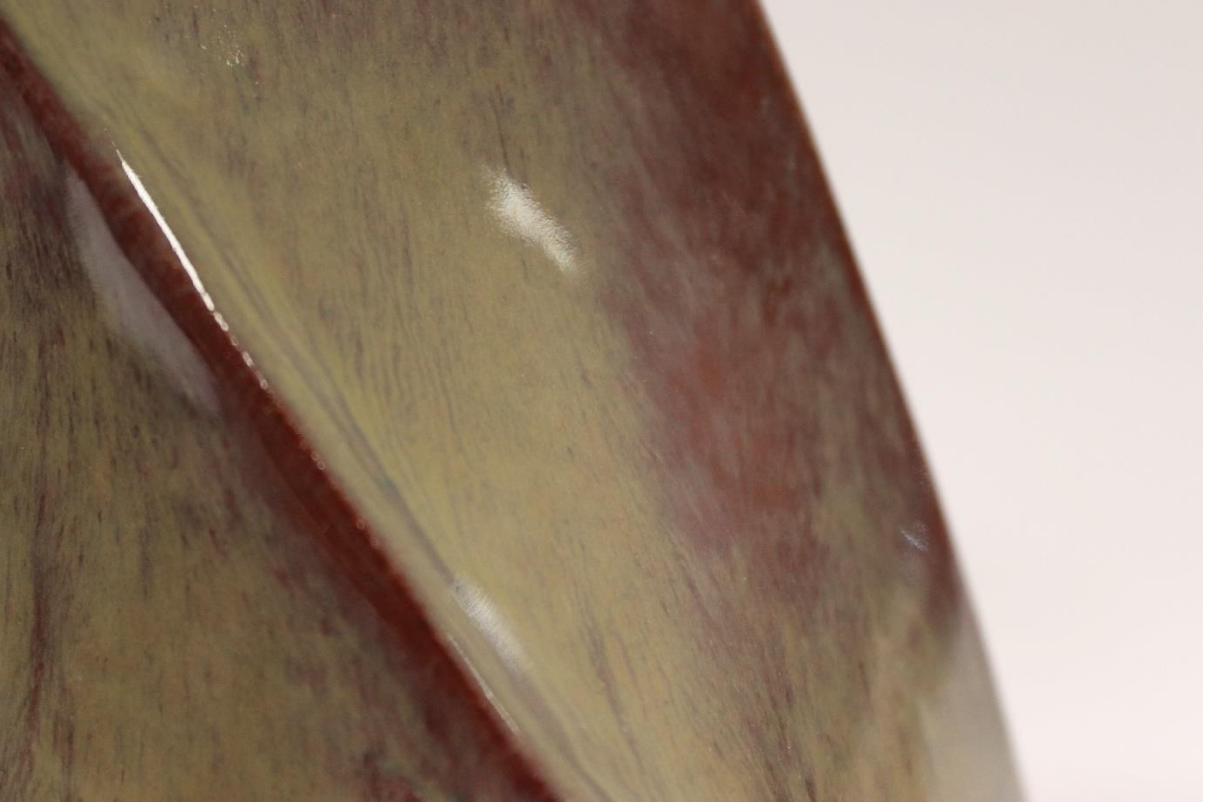
Görsel 4. 37. GD4 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



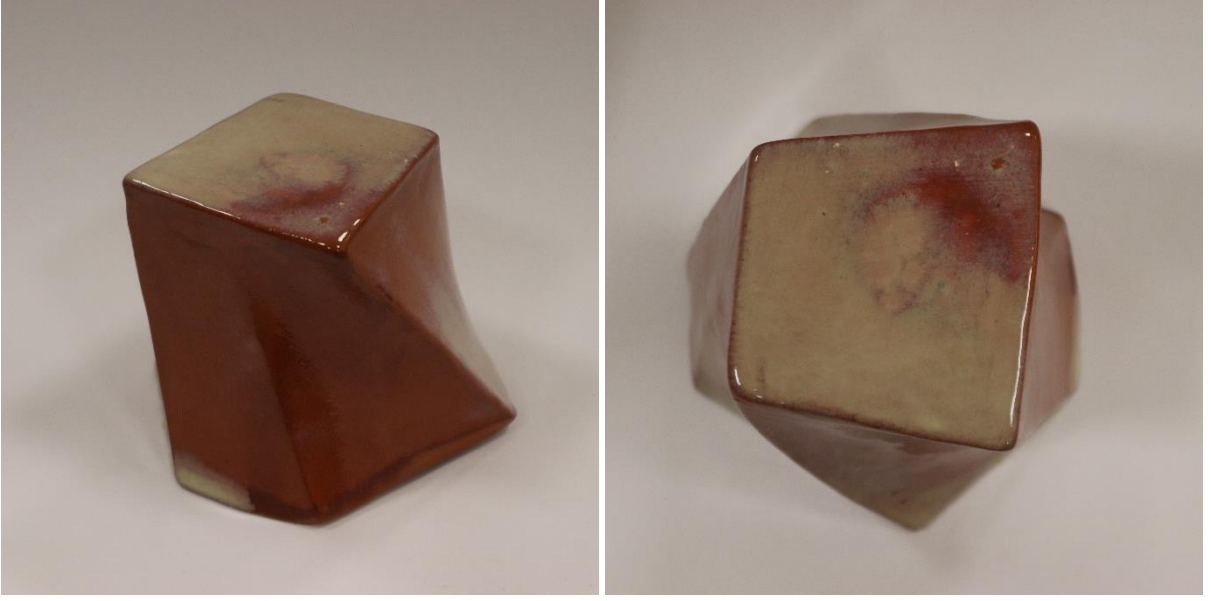
Görsel 4. 38. GÜ6, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 39. GÜ6 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



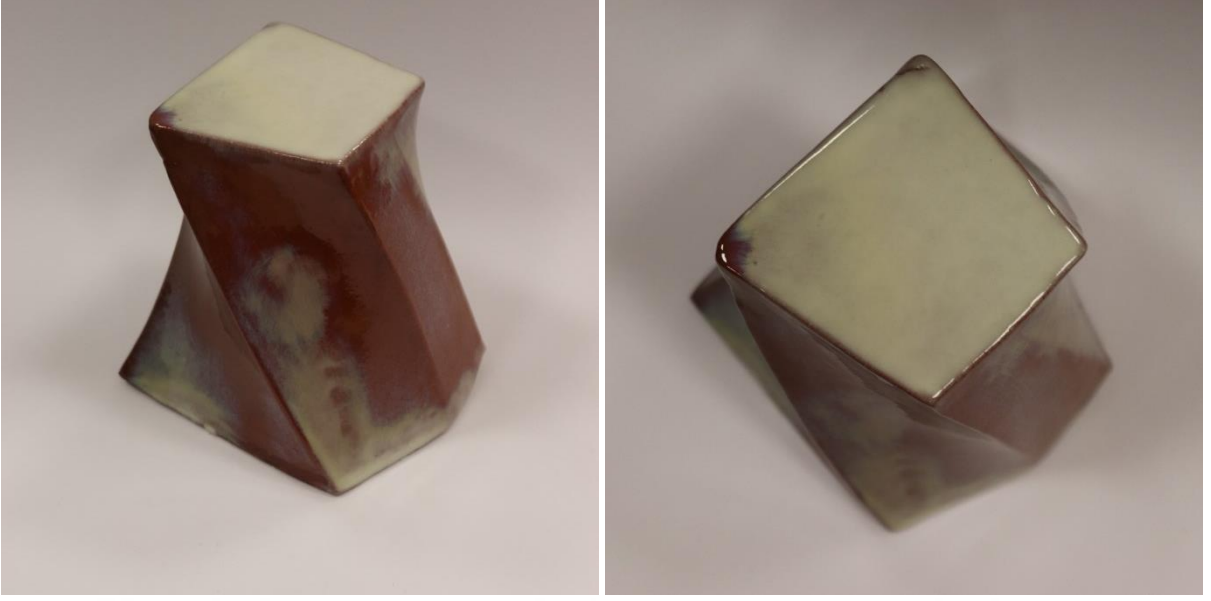
Görsel 4. 40. GFB6, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 41. GFB6 Detay, cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 42. FB6, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 43. FB6 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 44. FK6, 7x9x5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



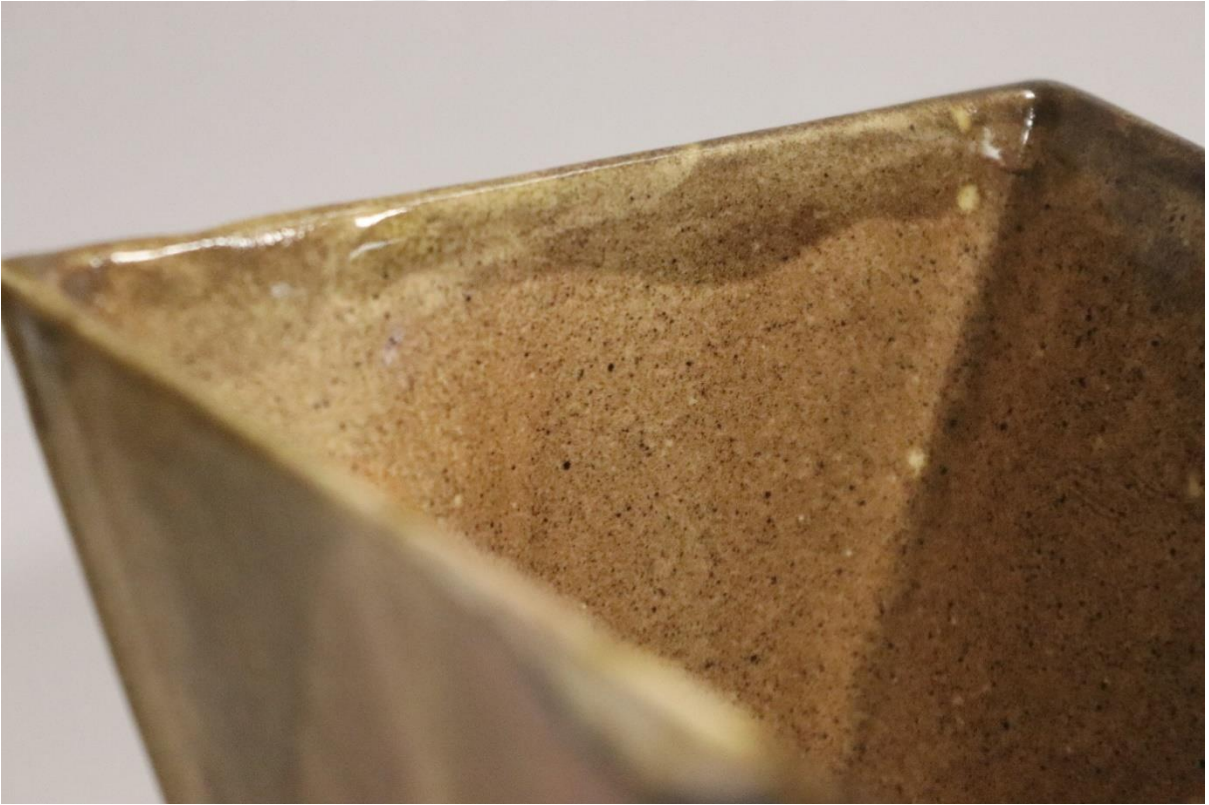
Görsel 4. 45. FK6 Detay, 7x9x5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1050 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



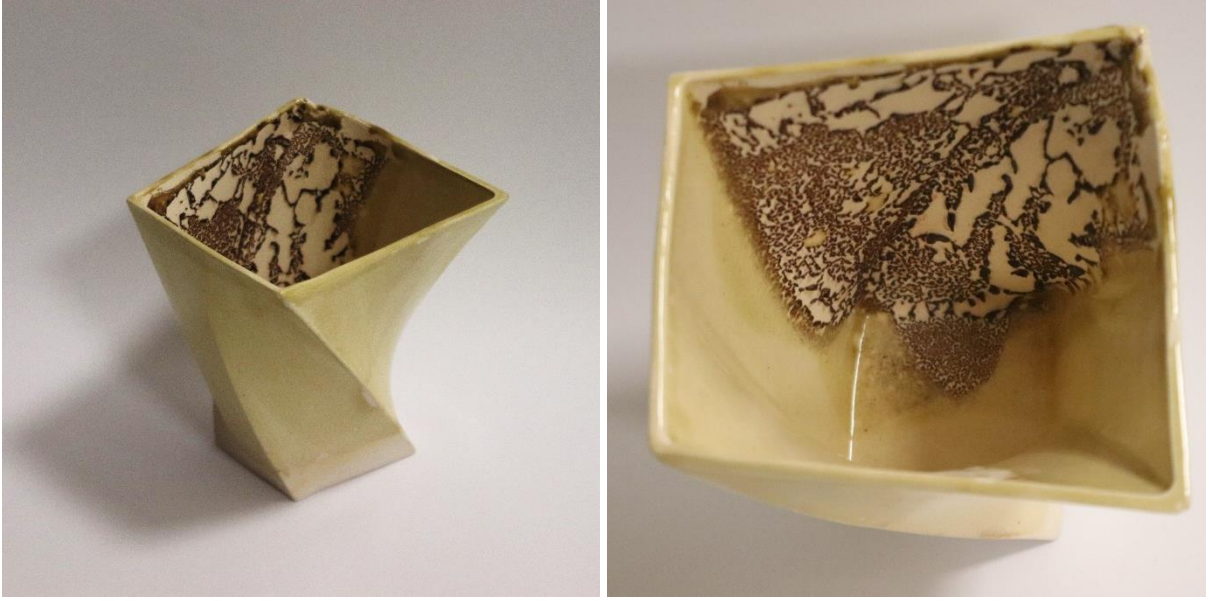
Görsel 4. 46. GD3-GFÜ1, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 47. GD3-GFÜ1 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 48. GFD2-GB4, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



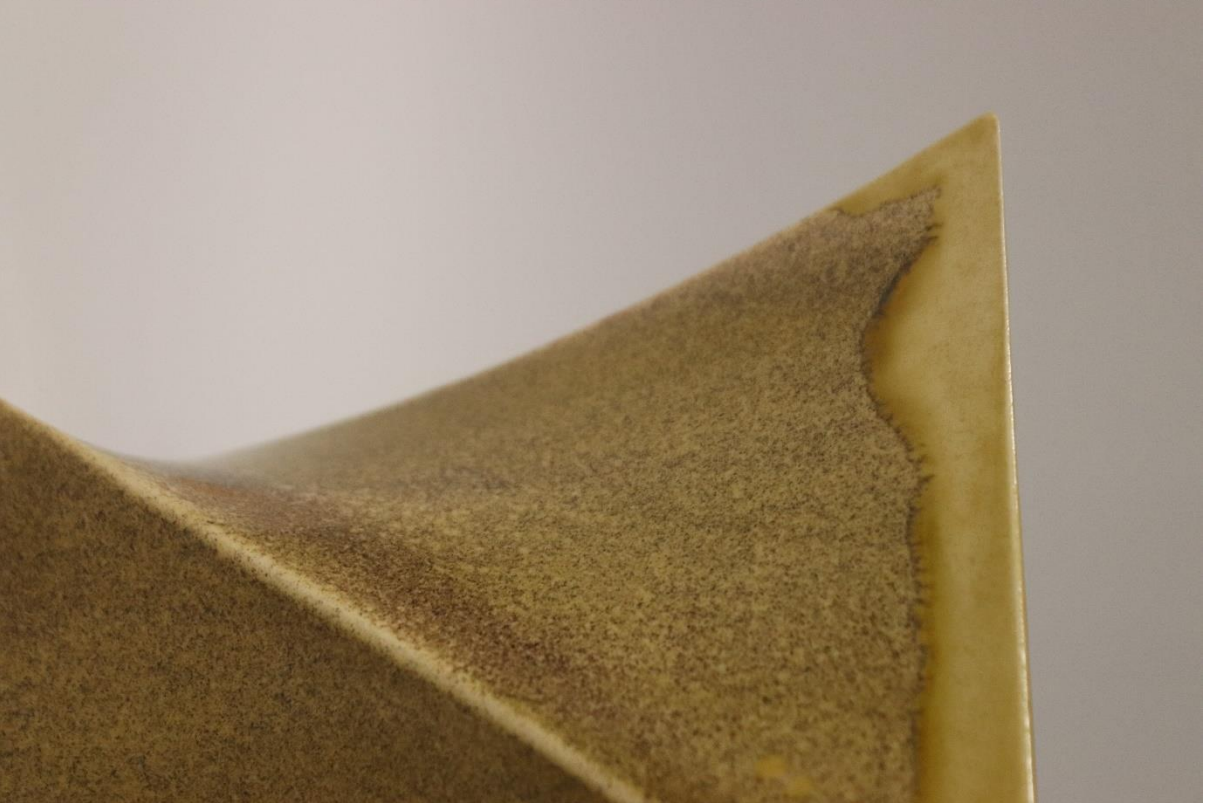
Görsel 4. 49. GFD2-GB4 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 50. GB6-GFB1-GÜ3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 51. GB6-GFB1-GÜ3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



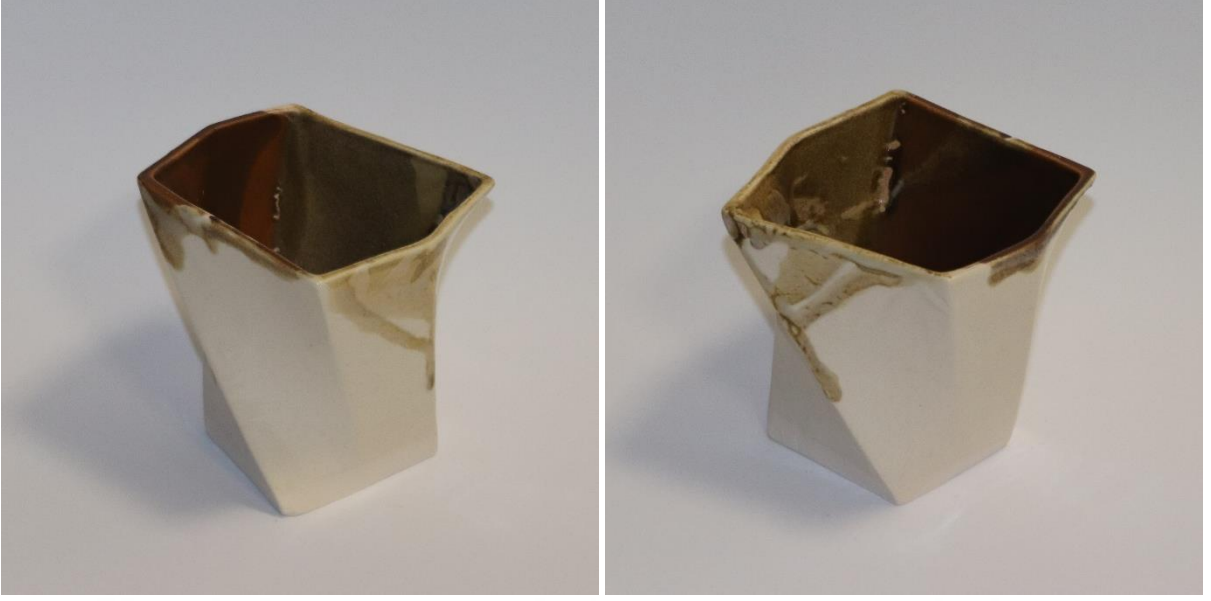
Görsel 4. 52. GK6-GFS2-FK6, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 53. GK6-GFS2-FK6 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



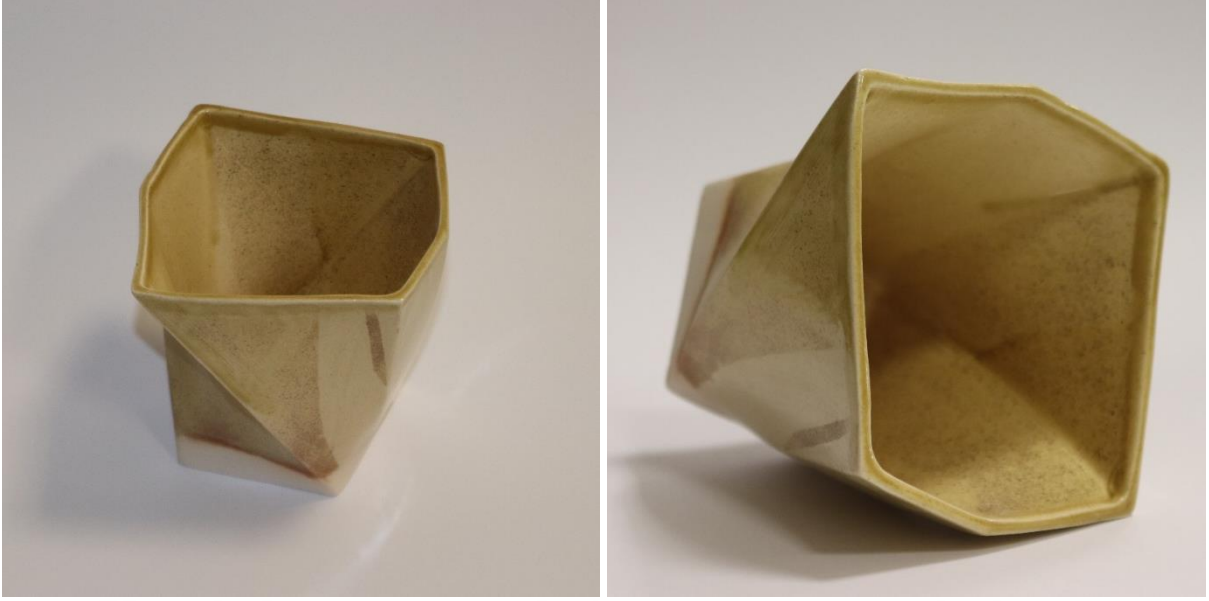
Görsel 4. 54. GÜ3-GS3-R9F3, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 55. GÜ3-GS3-R9F3 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



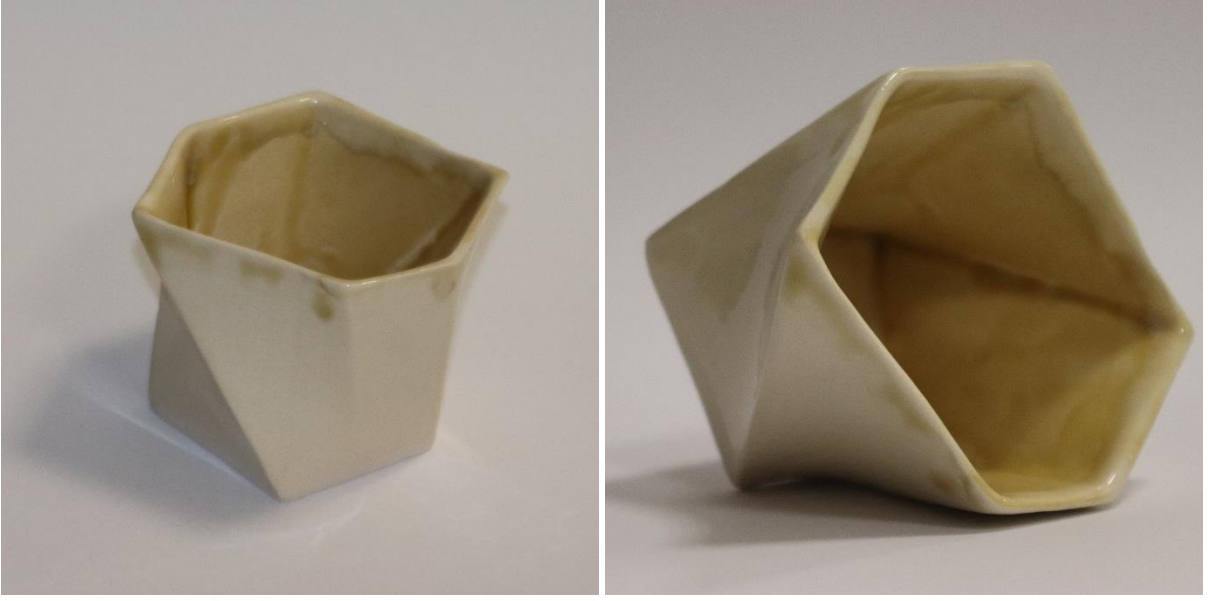
Görsel 4. 56. GÜ3-GÜ4, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 57. GÜ3-GÜ4 Detay, 11x9x11 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 58. R9GF4-R9GF5-FÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



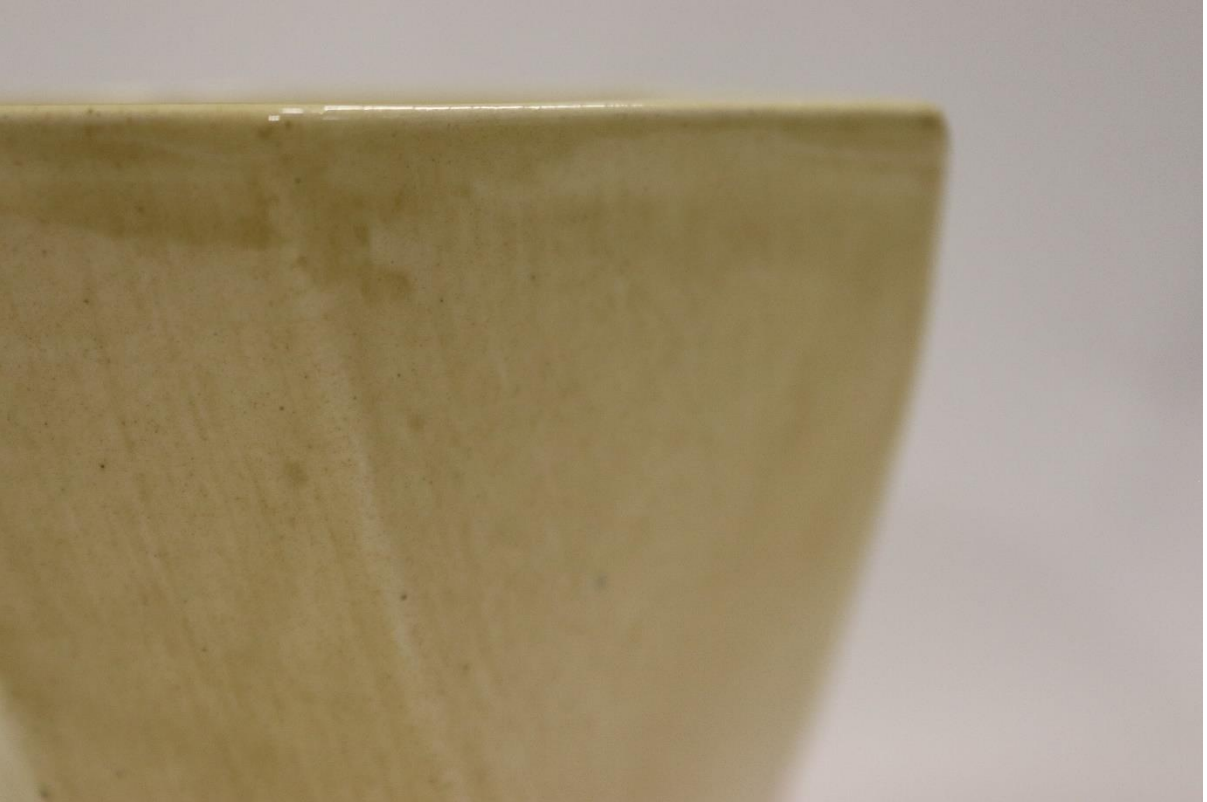
Görsel 4. 59. R9GF4-R9GF5-FÜ4 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 60. GÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 61. GÜ4 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



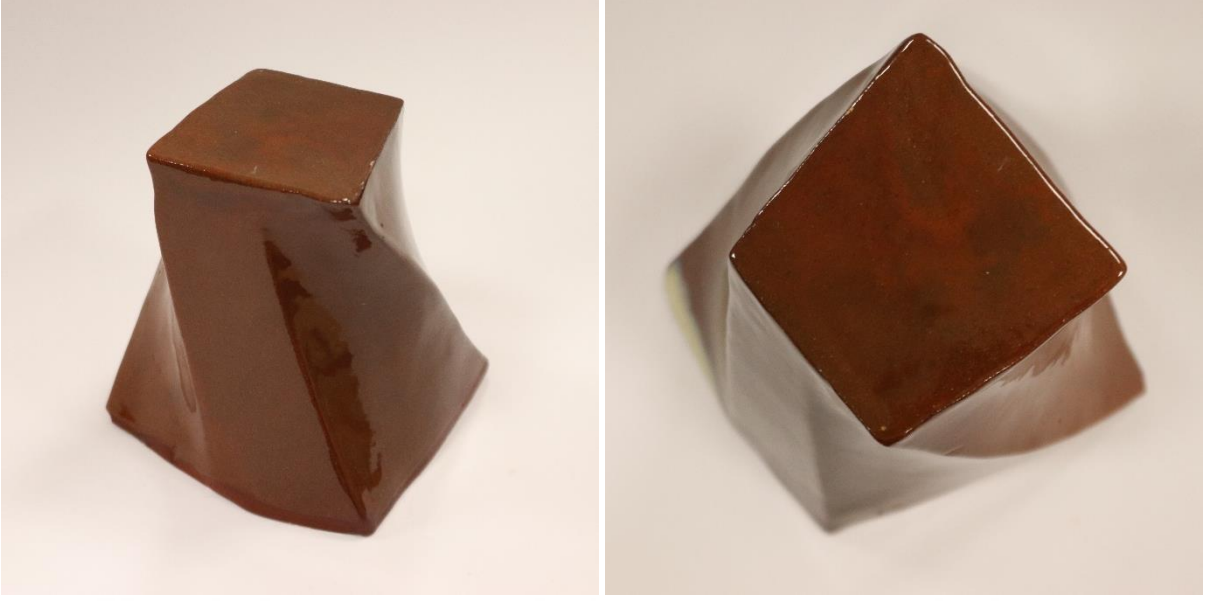
Görsel 4. 62. FK6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 63. FK6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



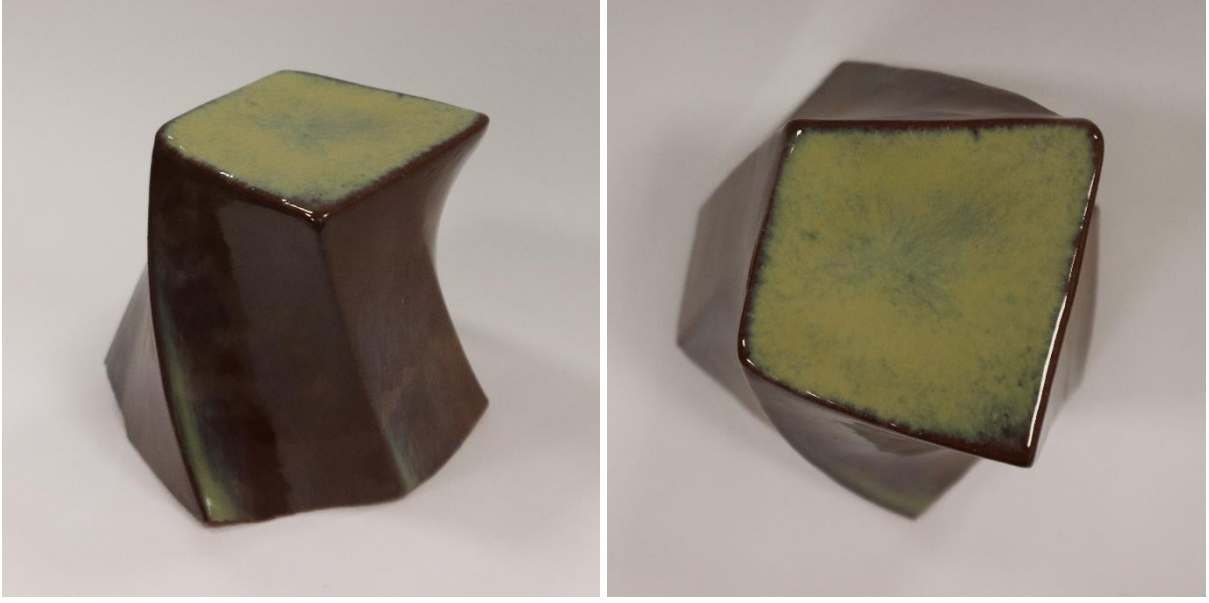
Görsel 4. 64. GB5, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



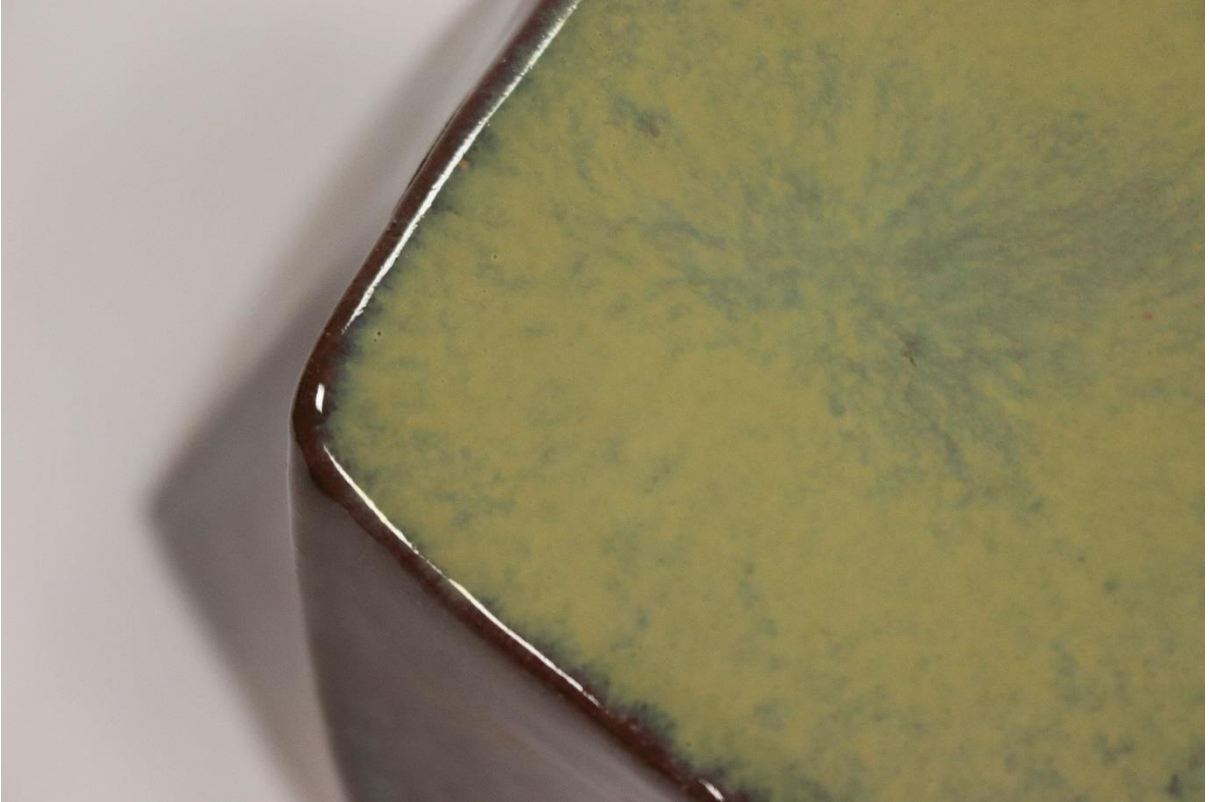
Görsel 4. 65. GB5 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 66. GFÜ5, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



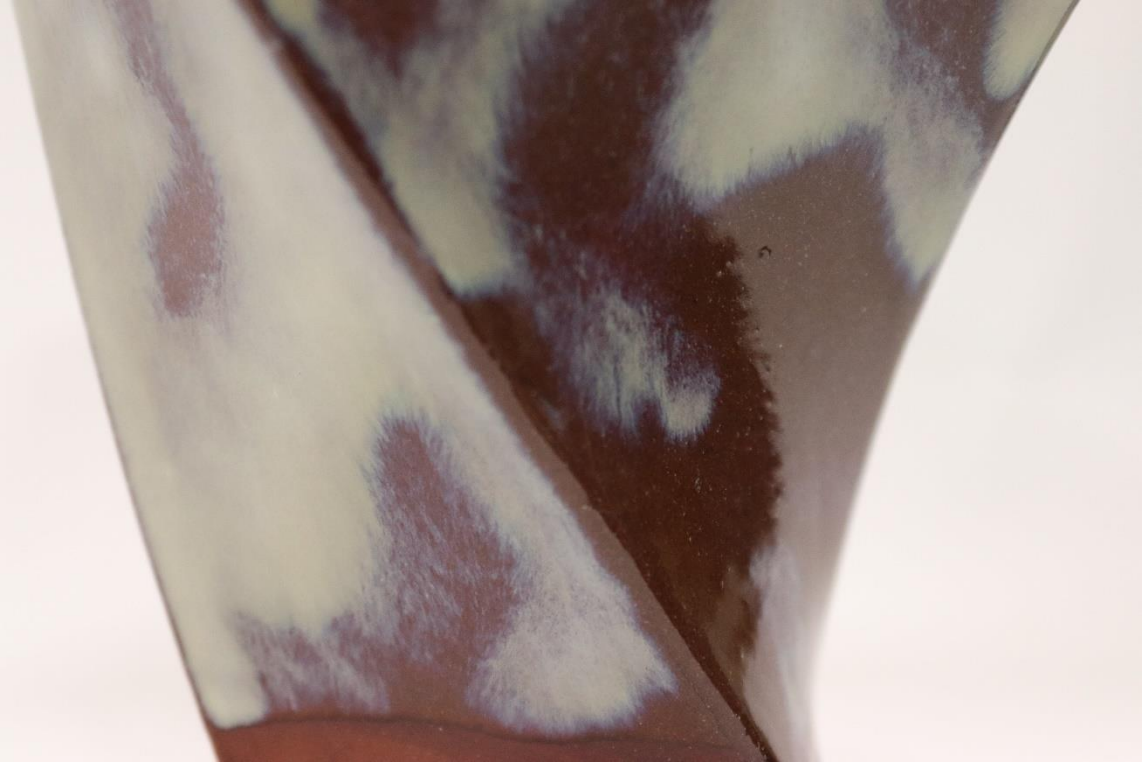
Görsel 4. 67. GFÜ5 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



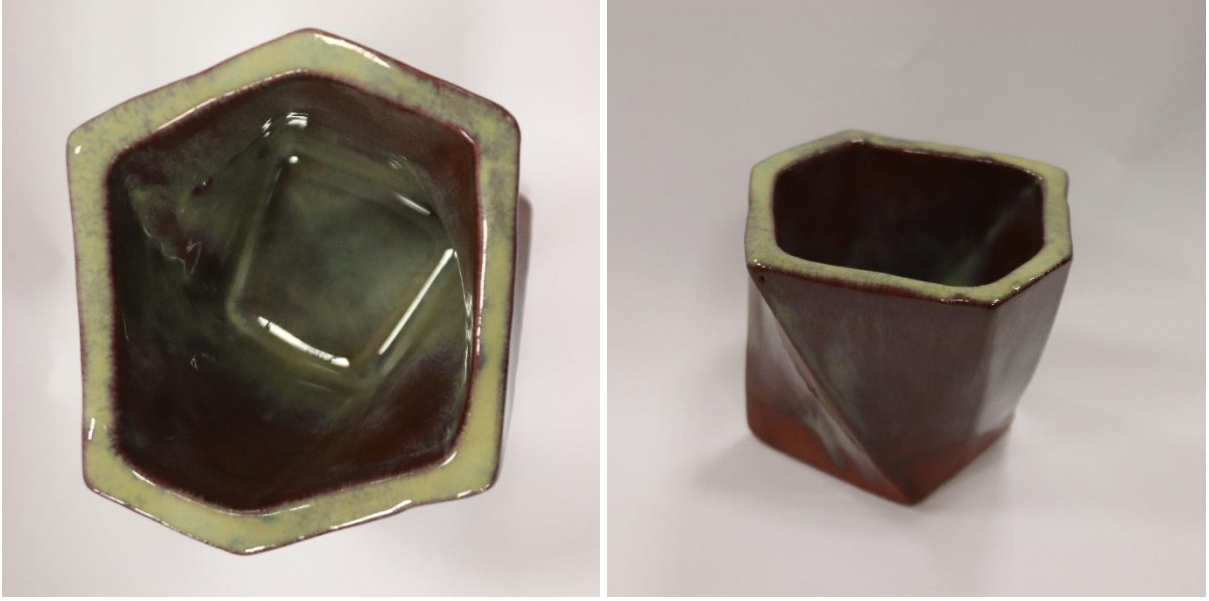
Görsel 4. 68. FÜ5, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



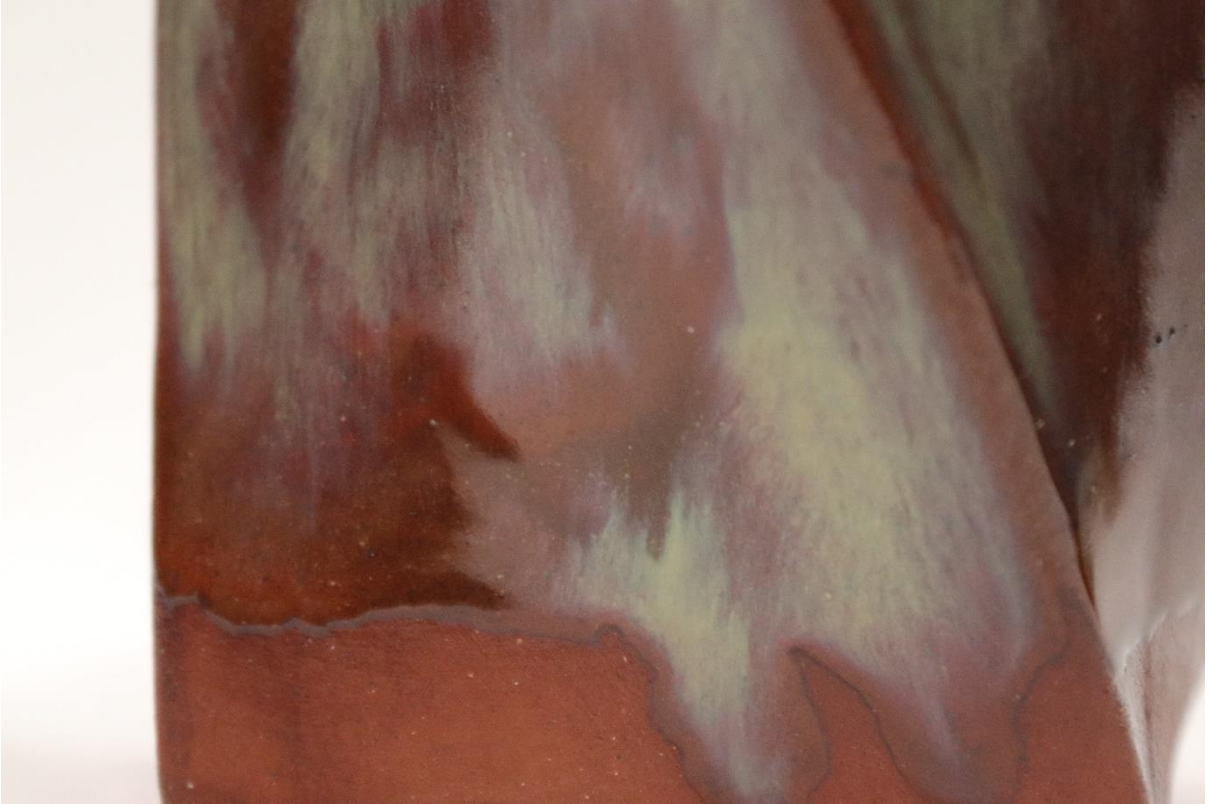
Görsel 4. 69. FÜ5 Detay, 8x11x11,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



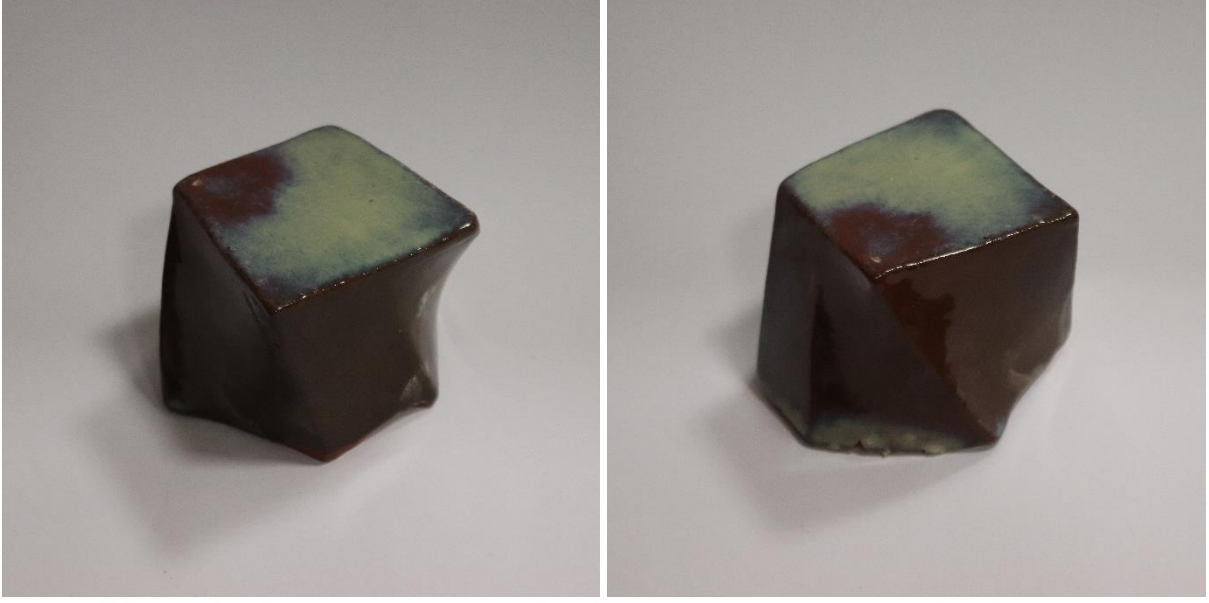
Görsel 4. 70. GÜ6, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



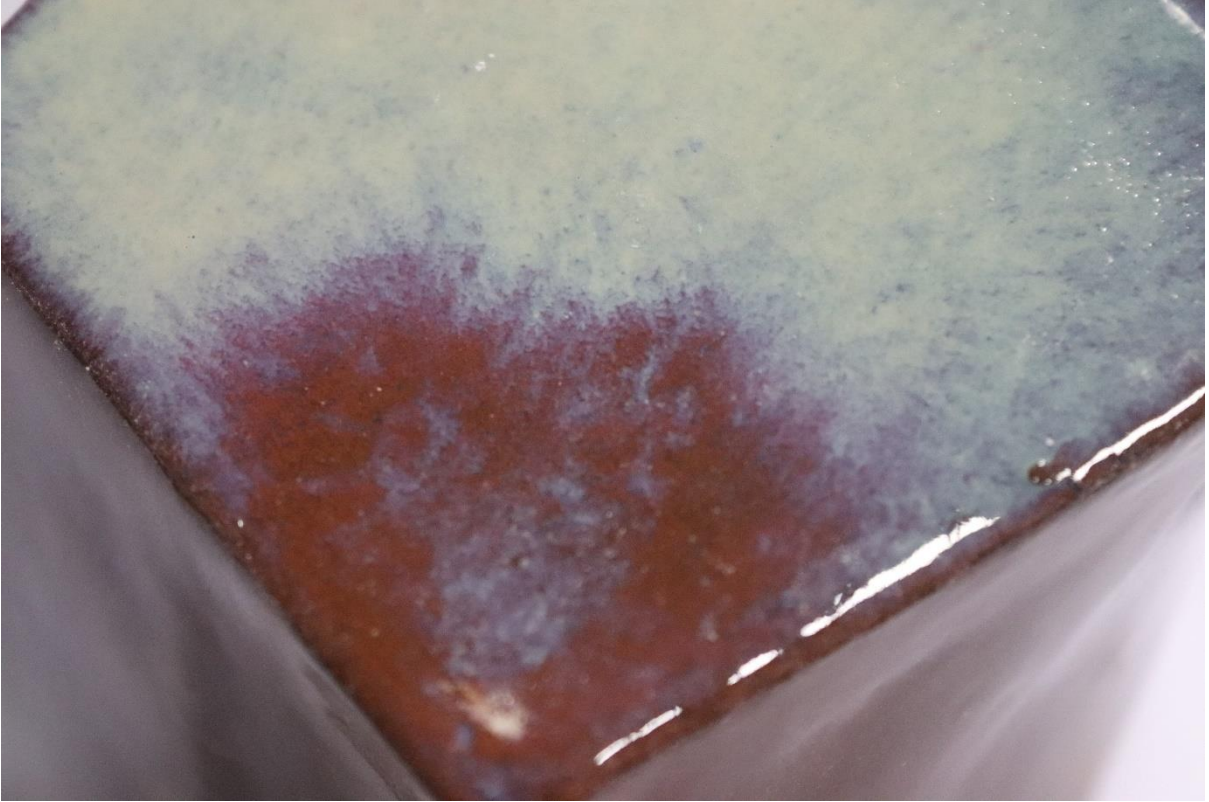
Görsel 4. 71. GÜ6 Detay, 8x10x10,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



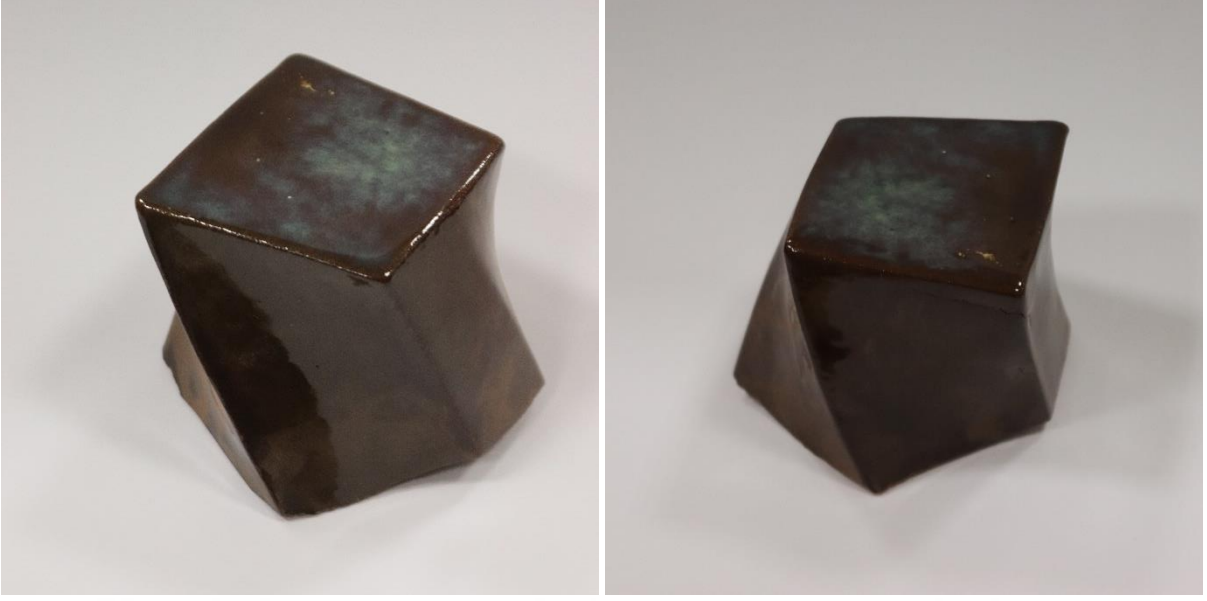
Görsel 4. 72. GFB6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



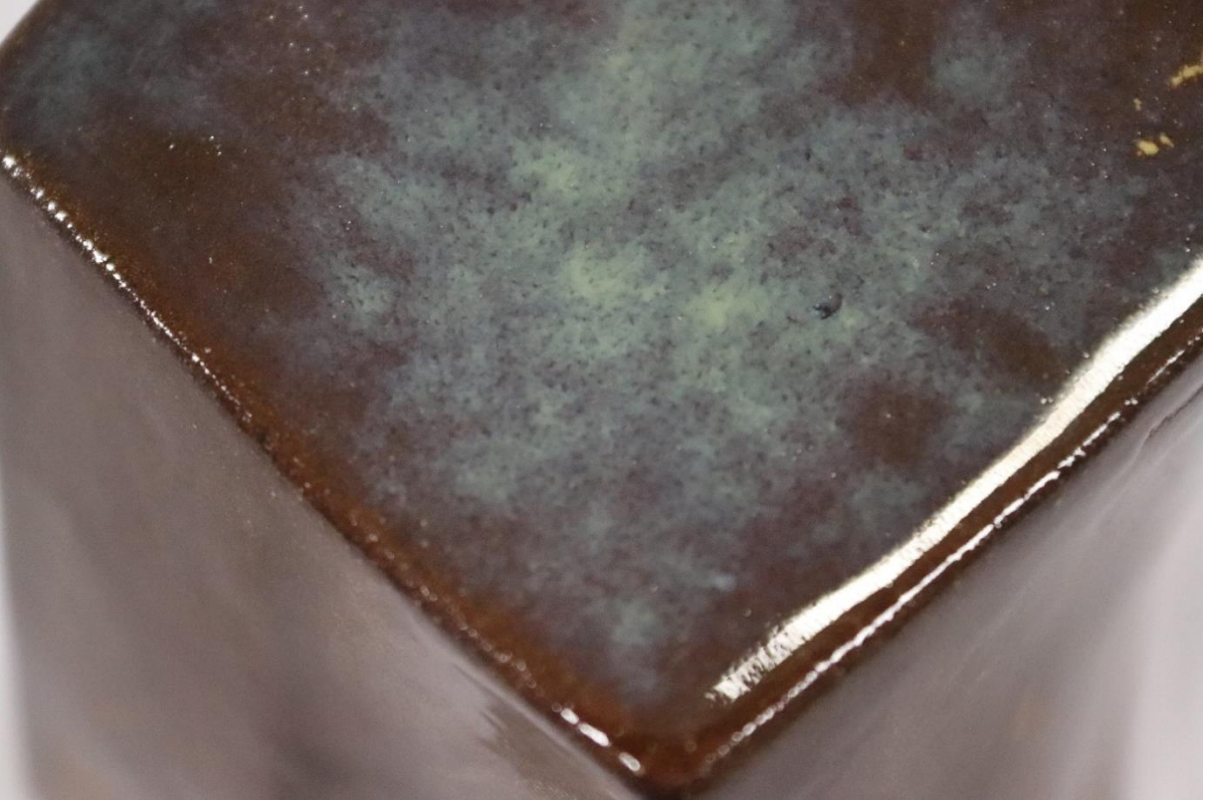
Görsel 4. 73. GFB6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



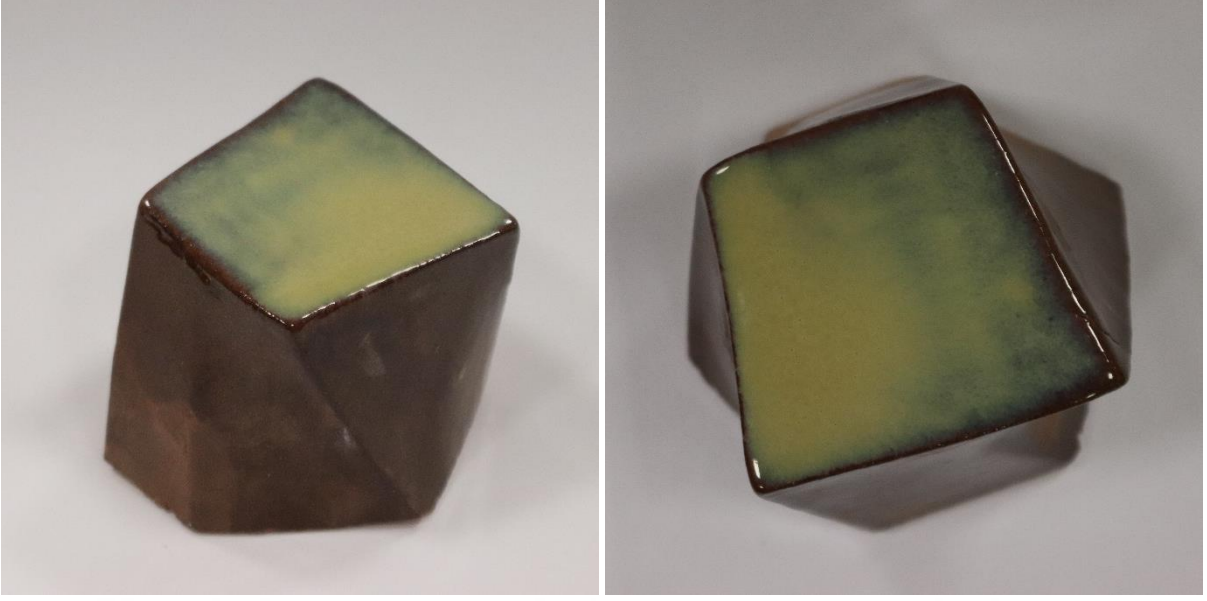
Görsel 4. 74. GB6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 75. GB6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



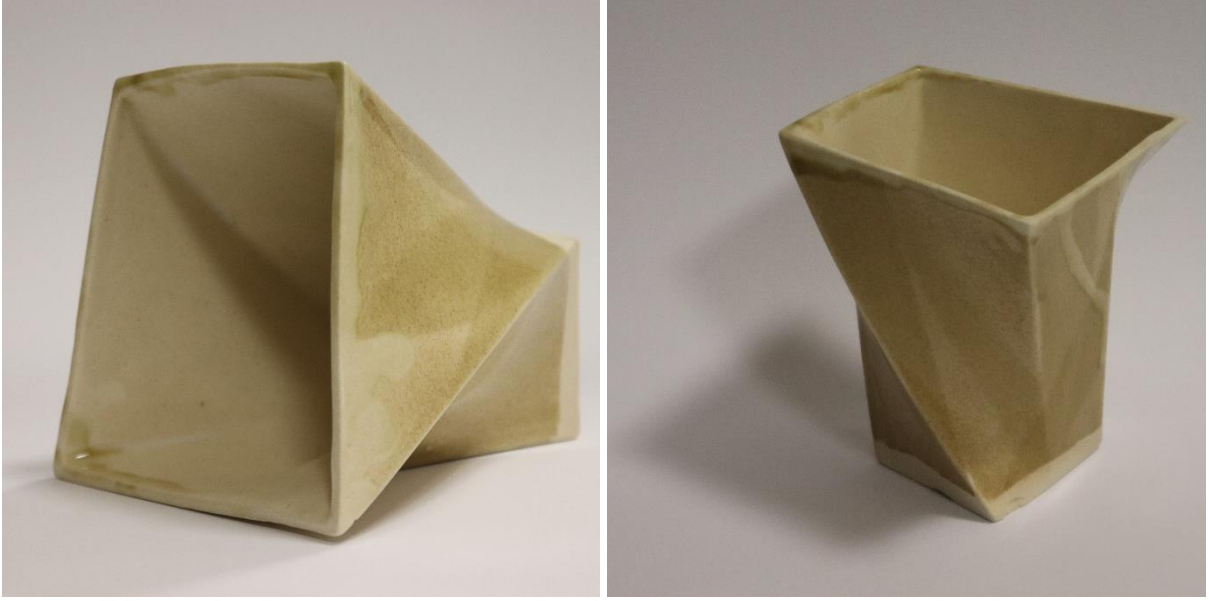
Görsel 4. 76. GK6, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 77. GK6 Detay, 6,5x8x6,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1100 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



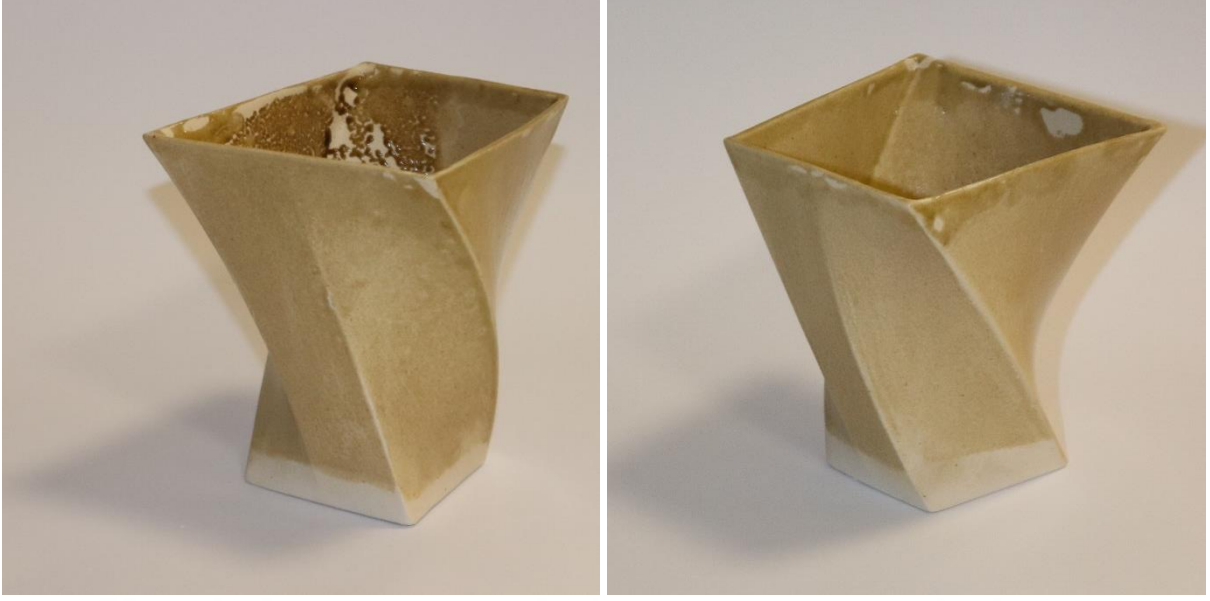
Görsel 4. 78. GD5-FK5-FD3, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



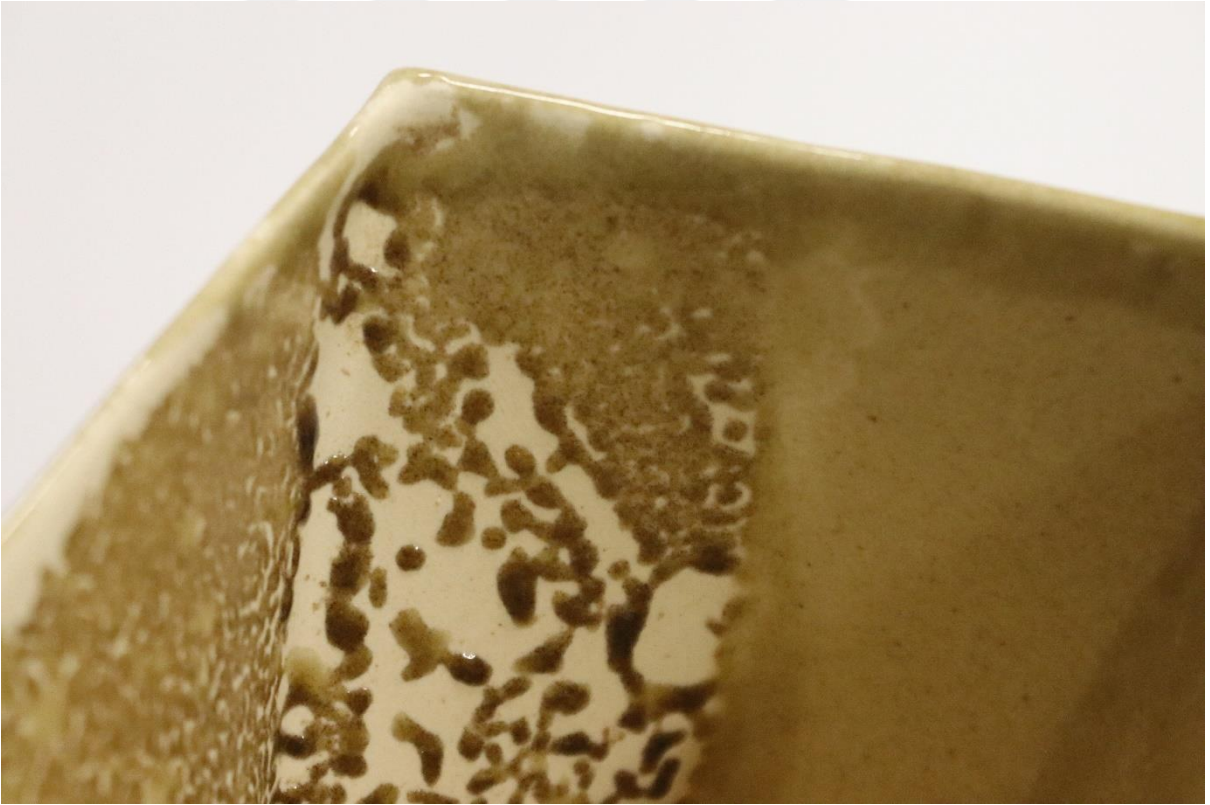
Görsel 4. 79. GD5-FK5-FD3 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 80. GFD2-GB4, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 81. GFD2-GB4 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



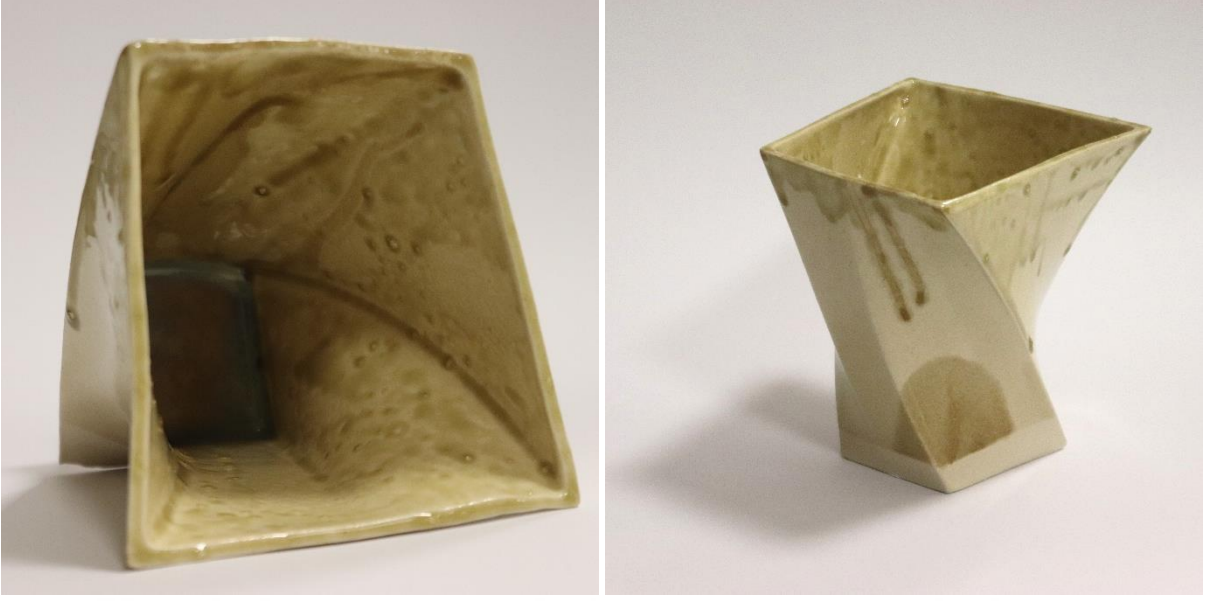
Görsel 4. 82. GD3-GFÜ1, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



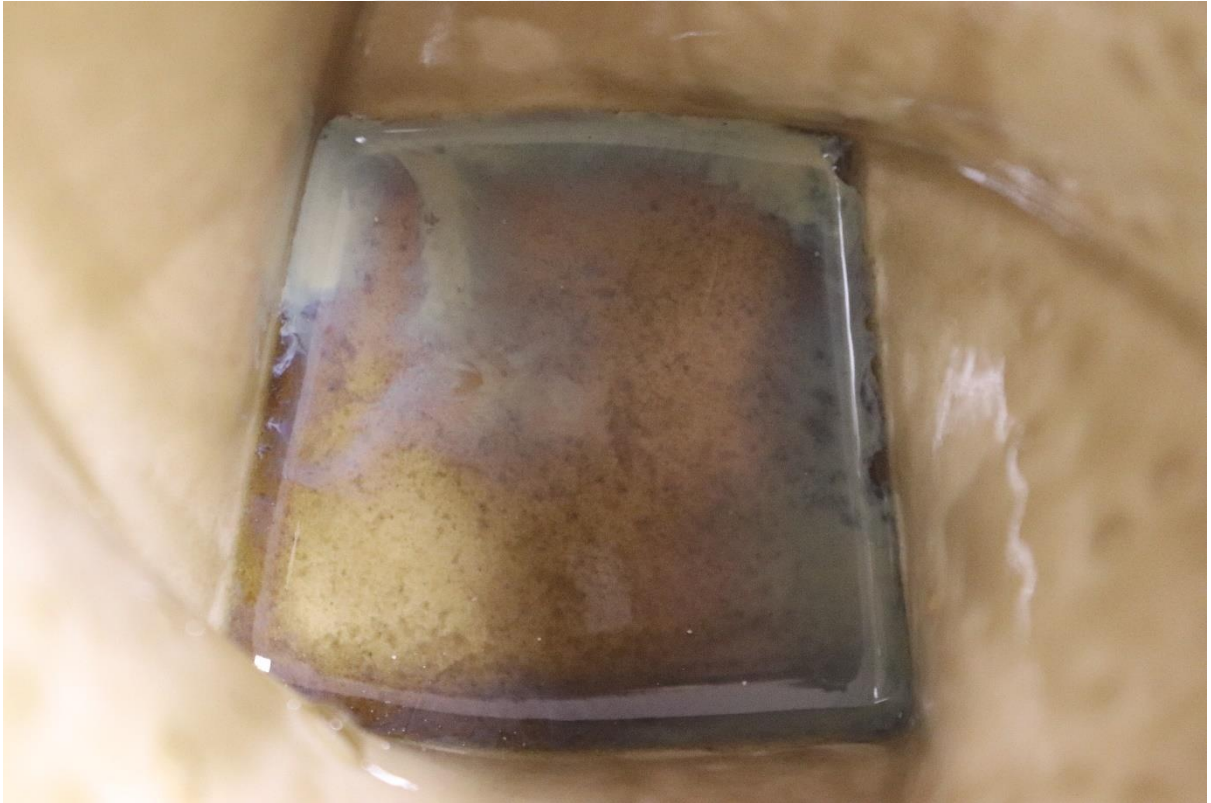
Görsel 4. 83. GD3-GFÜ1 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 84. GB6-GFB1, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 85. GB6-GFB1 Detay, 12x10x13,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 86. GÜ3-GÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 87. GÜ3-GÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 88. R9GF4-R9GF5-FÜ4, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 89. R9GF4-R9GF5-FÜ4 Detay, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



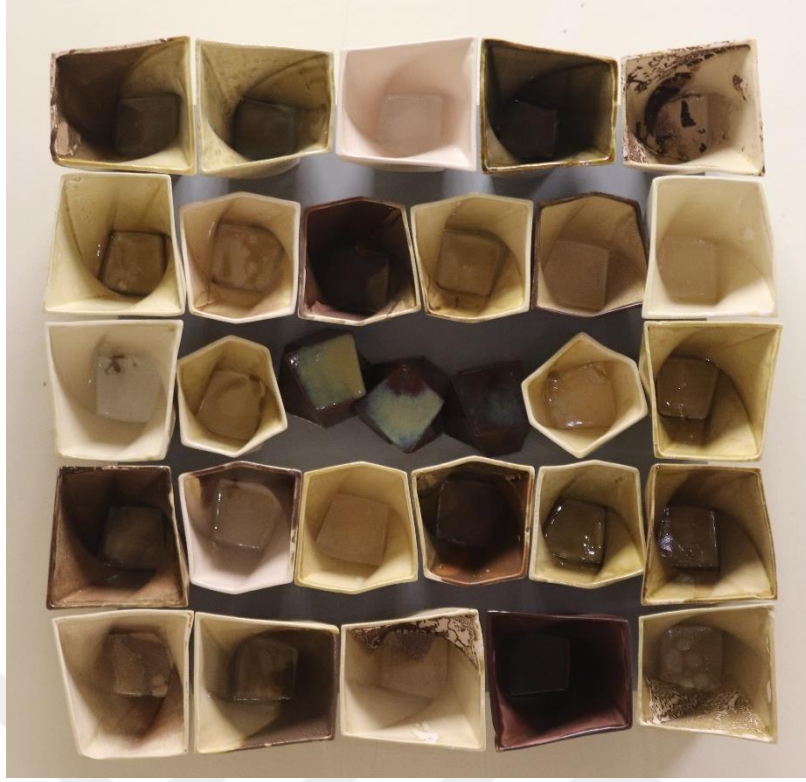
Görsel 4. 90. GÜ3-GS3-R9F3, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 91. GÜ3-GS3-R9F3, 9,5x8,5x8,5 cm, Döküm ile Şekillendirme, Beyaz Bünye, 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)



Görsel 4. 92. Üç Boyutlu Form Üzerinde Denemeleri Yapılan Reçetelerin Pano Haline Getirilmesi, Döküm ile Şekillendirme, Kırmızı ve Beyaz Bünye, 1050-1100 ve 1200 °C.

Kaynak: (Kum, 2025)

SONUÇ

Bilecik-Bozüyük bölgesinden temin edilen granit ve feldspat hammaddeleri ile Eti Maden'e ait borik asit ve boraks dekahidrat atıklarının sır bünyelerinde kullanım olanaklarını araştırmaya yönelik yapılan çalışmalar, seramik üretimine uygun sır reçeteleri geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda, %40-%90 oranında granit- feldspat hammaddeleri ve %10-%60 oranında ikili sistemde ergitici olarak borik asit, boraks dekahidrat, kolemanit, üleksit ve sülyen kullanılırken standart sır reçetesi bileşimlerinde kaolen, kuvars, borik asit ve boraks dekahidrat kullanılmıştır. Hazırlanan reçeteler, beyaz bünyeler üzerine uygulanarak, 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklarda denemeler yapılırken, kırmızı bünyelerde 1050°C ve 1100°C sıcaklıklarda pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Granit katkılı reçetelerde bej kahverengi, kızıl kahve, koyu kahve, taba, açık sarı, kahve ve balköpüğü gibi çeşitli renk tonları elde edilmiştir. Mat, yarı mat, toplanmalı sır, parlak ve benekli etkiler görülmektedir. Feldspat ilaveli sırlarda krem, açık pembe, kırık beyaz ve beyaz gibi renk tonları elde edilmiştir. Opak, saydam ve bor tülü oluşumları gözlemlenmiştir. Granit-feldspat katkılı denemelerde kahverengi, kızıl, balköpüğü, çikolata kahve, sarı, krem, hardal gibi çeşitli renk tonları elde edilmiştir. Bor tülü, benek etkileri, mat, parlak ve toplanmalı sırlar elde edilmektedir. Genel olarak sıcaklığın ve ergiticilerin artması ile mat sırların yerini parlak bir görünüm aldığı tespit edilirken toplanmalı sırlarda ise sıcaklık artması ile toplanmaların kaybolduğu görülmektedir. Kırmızı bünyede bor tülü etkiler görülürken beyaz bünyede ise benekli etkiler gözlemlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre ikili sistemde borik asit, granit, feldspat ve granit-feldspat sonuçlarında; 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklarda sırlarda aranılan olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Granit ile hazırlanan reçetelerde bej ve kahverengi renk tonları mat, yarı mat, toplanmalı sır, parlaklık ve benekli etkiler görülürken feldspat ile hazırlanan reçetelerde beyaz renk tonlarında toplanmalar görülürken opak, saydam ve bor tülü oluşumları da gözlemlenmiştir. Granit-feldspat kullanılan reçetelerde krem, kahverengi ve sarı renk tonlarında parlak, bor tülü, benekli etkiler ve toplanmalı sırlar tespit edilmektedir.

Boraks dekahidrat, granit, feldspat ve granit-feldspat sonuçlarına göre; 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklardaki sırlarda aranılan olumlu sonuçlar tespit edilmiştir. Granit ile hazırlanan reçetelerde kızıl kahve renk tonlarında mat, parlak, çatlaklı, benek etkili ve toplanmalı sırlar gözlemlenmiştir. Feldspat ilavesi olan reçetelerde beyaz ve krem tonlarında parlak, saydam, krakle, bor tülü, toplanmalı sırlar görülürken granit-feldspat ilaveli reçetelerde kahverengi, hardal ve balköpüğü renklerinde krakle, benekli, parlak ve toplanmalı sırlar elde edilmiştir.

Kolemanit, granit, feldspat ve granit- feldspat ilaveli sonuçlarda; 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklardaki deneme sonuçlarında sırlarda aranılan olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Granit katkılı reçetelerde bej ve sarı alt tonu renkler gözlemlenmiştir. Bor tülü, mat, parlak, benek etkileri görülürken; kolemanit oranı %50 ve %60 olan reçetelerde 1200°C sıcaklıkta kristal yapısı gözlemlenmiştir. Feldspat ilaveli reçetelerde beyaz ve krem renk tonları saydam, opak, toplanmalı sırlar ve bor tülü oluşumları görülmektedir. Granit-feldspat katkılı reçetelerde krem ve bej renk tonlarında parlak sırlar, mavi tonlarında bor tülü oluşumları tespit edilmektedir. %50 kolemanit katkılı reçetede kristal sır oluşumları görülmektedir.

Üleksit granit, feldspat ve granit-feldspat katkılı deneme sonuçlarında; 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklardaki deneme sonuçlarının sırlarda aranılan olumlu özelliklerin olduğu görülmektedir. Granit katkılı reçetelerde kırmızı kahve, açık kahve, koyu kahve ve bej renk tonları gözlemlenmiş olup mat, parlak, saydam ve benek etkili sır sonuçları elde edilmektedir. Feldspat katkılı reçetelerde bej, krem beyaz renk tonlarında parlak ve yarı opak sırlar, mavi tonlarında bor tülü oluşumları görülmektedir. Granit-feldspat katkılı reçetelerde ise kırmızı kahve, sarı alt tonlu kahve, hardal, krem, açık sarı, bej, benekli parlak sırlar elde edilirken hafif mavi tonlarında bor tülü oluşumları tespit edilmektedir.

Sülyen, granit, feldspat ve granit-feldspat ilaveli deneme sonuçlarında; 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklardaki denemelerin olumlu sonuçlarının olduğu tespit edilmiştir. Granit ilaveli reçetelerde kırmızı kahve, koyu kahve, taba, açık sarı, kahve ve balköpüğü renk tonları gözlemlenmiştir. Benekli mat, yarı mat ve parlak sır oluşumları elde edilmektedir. Feldspat ilaveli denemelerde kırık beyaz tonları parlak, saydam ve bor tülü oluşumları görülürken granit-feldspat ilaveli denemelerin sonuçlarında kırmızı kahve, hardal, sarı, kırık beyaz renk tonları görülmektedir. Mat, parlak ve saydam sırlar elde edilmiştir.

Standart sır reçetelerinde R9, granit, feldspat ve granit-feldspat ilavesi ile yapılan denemelerde 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklardaki sonuçların olumlu olduğu görülmektedir. Granit ilaveli reçetelerde bej, kırmızı, soft yeşil, koyu kahve, soft turuncu, yeşil-kahve, hardal, sarı ve krem renk tonları mat, yarı mat benek etkileri saydam ve parlak sır sonuçları gözlemlenmiştir. Feldspat ilaveli reçetelerde açık pembe, kırık beyaz ve beyaz renk tonları görülürken bor tülü oluşumlarının yanı sıra mat, yarı mat ve parlak sonuçlar gözlemlenmiştir. Granit-feldspat ilaveli denemelerin sonuçlarında kırmızı, balköpüğü, çikolata kahve, sarı ve krem renk tonları elde edilirken mat, parlak ve benek etkilerinin olduğu görülmektedir.

Standart sır reçetelerinde R10, granit, feldspat ve granit-feldspat katkılı denemelerde

1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklardaki sonuçların mat, yarı mat, parlak, benekli etkiler, bor tülü oluşumları, yarı opak ve toplanmalı sırlar olarak olumlu olduğu görülmektedir. Standart sır reçetelerinde R10 ve granit ile yapılan denemelerde kızıl kahve, koyu kahve, açık kahve, sarı, vizon, yeşil-kahve ve koyu bej renk tonları gözlemlenmiştir. Standart sır reçetelerinde R10 ve feldspat ile yapılan denemelerde açık pembe ve kırık beyaz renk tonlarının olduğu tespit edilmiştir. Standart sır reçetelerinde R10 ve granit-feldspat ile yapılan denemelerde vizon, koyu kahve, sarı alt tonlu kahve, sarı, krem, sütlü kahve ve kahverengi tonları görülmüştür.

Standart sır reçetelerinde R11, granit, feldspat ve granit-feldspat ilaveli denemelerde 1050°C, 1100°C ve 1200°C sıcaklıklardaki sonuçların olumlu olduğu tespit edilmiştir. Standart sır reçetelerinde R11 ve granit ilaveli denemelerde turuncu, koyu kahverengi, açık kahve, kahve ve hardal renk tonları görülmektedir. Mat, yarı mat, parlak ve toplanmalı sırların oluşumu gözlemlenmiştir. Standart sır reçetelerinde R11 ve feldspat ilaveli denemelerde toz pembe, hafif pembe, krem ve kırık beyaz renk tonları görülmektedir. Opak, mat, parlak ve toplanmalı sırlar elde edilmektedir. Standart sır reçetelerinde R11 ve granit-feldspat ilaveli denemelerde ise kızıl kahve, koyu kahverengi, açık kahverengi, hardal ve sarı renk tonları tespit edilmektedir. Benekli, mat, parlak ve toplanmalı sırlar görülmektedir.

Granit, feldspat ve granit-feldspat karışımlarının zengin renk ve doku özellikleri sunduğunu, sıcaklık ve bileşen oranlarının sırların estetik ve teknik özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır. Mat, parlak, opak, toplanmalı ve bor tülü oluşumlarına uygun sırlar üretiminde başarılı olduğunu göstermektedir.

Seramik, geçmişten günümüze kadar temel bir ihtiyaç doğrultusunda üretilmeye başlanmış, zaman içerisinde işlevselliğin ötesine geçerek sanatsal bir ifade aracı olarak kullanılmaktadır. Günümüzde endüstri alanında kullanılan farklı hammaddeler ve farklı hammadde arayışları seramik sanatını da etkileyerek bu alana yeni bir boyut kazandırmıştır. Sanayileşmenin etkisiyle seramiğin seri üretim süreçlerine dahil edilmesi ile meydana gelen hammadde temininde çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Artan talep doğrultusunda kullanılan hammadde miktarlarında da önemli artışlar yaşanmış; bu durum, seramik üreticilerini alternatif hammadde kaynakları arayışına yönlendirmiştir. Seramik üretiminde doğal kaynakların kullanımı yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Zamanla bu doğal hammaddeler, sanayileşmenin etkisiyle yerini endüstriyel hammaddelere bırakmıştır. Ancak günümüzde yaşanan hammadde sıkıntıları, üreticilerin yeniden doğal kaynaklara yönelmesine neden olmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda, yeni hammadde arayışları kapsamında Bilecik-Bozüyük bölgesine ait yerel hammaddelerden granit ve feldspatın, Eti Maden

İşletmeleri'ne ait borik asit ve boraks dekahidrat atık malzemeleri ile ikili sistem yaklaşımıyla değerlendirilmesi, daha az hammadde kullanımıyla seramik sır üretiminde estetik, teknik ve sürdürülebilir tasarımlar ağısından önemli olanaklar sunmaktadır. Bu malzemeler, sahip oldukları doğal renk çeşitliliği sayesinde, renklendirici oksit ve pigment kullanımına gerek kalmadan sır üretimine katkı sağlayabilecek potansiyele sahip olduğu görölmüştür. Bu hammaddelerin seramik sanayisinde ve sanatsal çalışmalarda kullanılabileceği aynı zamanda bu alanda araştırma yapmak isteyenlere de yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Ayrıca, bu çalışmanın sonucunda ikili sistem yöntemiyle hazırlanan kolemanit ve granit katkılı GK5 (%50 granit, %50 kolemanit), GFK5 (%25 granit, %25 feldspat, %50 kolemanit) ve GK6 (%40 granit, %60 kolemanit) reçeteleriyle, 1200 °C sıcaklıkta gerçekleştirilen denemelerde kristal sır etkileri gözlemlenmiştir. Yerel hammaddeler kullanılarak ve daha düşük oranda malzeme ile kristal sır etkilerinin elde edilebilmesi, daha az hammadde ile yüksek verim alınabileceğini göstermektedir. Bu durum, söz konusu sistemin seramik sır üretiminde hem ekonomik hem sürdürülebilir hem de estetik ağıdan önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymakta olup aynı zamanda bu alanda araştırma yapmak isteyenlere de yol gösterici nitelik taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Altın, D., Koçyiğit, A., Farinacci, A., Nicosia, U., & Conti, M. A. (1991). Jurassic, Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeographic evolution of the southern part of north-western Anatolia. *Geologica Romana*, 28, 13-80.

Arcasoy, A. (1988). *Seramik Teknolojisi*. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Anasanat Dalı Yayınları, İstanbul.

Arcasoy, A., & Başkırkan, H. (2020). *Seramik Teknolojisi*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Arkeoloji ve Sanat Yayınları (2024). *Roma'daki Pantheon*. [Erişim: 15.11.2024, https://www.arkeolojisanat.com/shop/blog/roma-imparatoru-hadrianus-kimdi_3_625548.html]

Aykoç Granit ve Mermer (2020). *Granit Mermer Tezgah*. [Erişim: 31.10.2024, <https://aykocgranitmermer.com/mutfak-tezgahi-granit-cesitleri>].

Ay, M. (2017). *Troas Granit Ocaklarında Üretilen Sütunların Batı Anadolu'daki Dağılımı: Arkeometrik Bir Yaklaşım*. Yüksek lisans tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Bates, R. L., & Jackson, J. A. (1980). *Glossary of Geology: Falls Church*. Virginia: American Geological Institute.

Bayraktar, İ., Ersayın, S., Gülsoy, Ö. Y., Ekmekçi, Z., & Can, M. (1999). Temel Seramik ve Cam Hammaddelerimizdeki (Feldispat, Kuvars ve Kaolin) Kalite Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Seramik Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, Ankara, 22-30.

BEBKA. (2024). *2024-2028 Bursa Eskişehir Bilecik Bölge Planı*.

Binzet, G. (2014). *Heykel Sanatında Doğa Formlarının Soyutlanması*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Bozüyük Belediye Başkanlığı İmar ve Şehircilik Müdürlüğü. (2024). Bilecik İli, Bozüyük İlçesi Çarşı Mahalle 23.36 Hektarlık Alana İlişkin 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planı Açıklama Raporu.

British Museum (2024). *Egypt collection*. [Erişim.: 16.11.2024, <https://www.britishmuseum.org/collection/egypt>].

British Museum (2024). *Egypt collection*. [Erişim: 16.11.2024, https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA19]

Coğrafya Harita (2023). *Bilecik ili haritası*. [Erişim: 21.12.2024, http://cografyaharita.com/haritalarim/4l_bilecik_ili_haritasi.png]

Coulton, J. J. (1977). *Ancient Greek Architects at Work: Problem of Structure and Design*. New York.

Çakı, M., Kubat, Ş., & Kubat, L. (2012). Balıkesir Dursunbey Kilinin Seramik Bünyelerde Hammadde olarak Kullanımı. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 2(2), 147-162.

Çebi, H., & Yersel, E. (1994). DPT VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Alt Komisyonu, *Endüstriyel Hammaddeler Raporu (Bor Madenleri)*. Etibank Bor Araştırma Merkezi Yayını, 14, İzmir.

Çördük, A. (2006). *Yunan ve Roma Mimarisindeki Yapı Teknikleri*. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Devlet Planlama Teşkilatı. (1987). Kimya Sektörü Özel İhtisas Komisyonu Bor Bileşikleri, Alt Komisyon Raporu, Ankara.

Devlet Planlama Teşkilatı. (2001). Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu: Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri II (Mermer-Granit-Yapı Taşları-Arduvaz (Sleyt)). Ankara.

Doğadan Stone (2022). *Labradorit Taşının Özellikleri*. [Erişim: 22.11.2024, <https://www.dogadanstone.com/blog/icerik/labradorit-tasinin-ozellikleri>]

Dural, E. (1998). *Etibank Bandırma Boraks ve Asit Borik Fabrikalarının Sır Bünyesinde (1000°C-1200°C) Kullanabilirliğinin Araştırılması*. Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Erol, G., & Pekdemir, D. (2022). Granit ve Rekristalize Kireçtaşı Doğal Taş Atıklarından Elde Edilen Kompozit Malzemenin Isıl Dönüşümünün İncelenmesi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 169, 27-38.

Eti Maden İşletmeleri (2024). *Resmî Web Sitesi*. [24.11.2024, <https://www.etimaden.gov.tr>]

Eti Maden İşletmeleri (2019). *Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü*. [Erişim: 20.12.2024, <https://www.etimaden.gov.tr/bandirma>]

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2019). *Ürün Teknik Bilgi Formu*. Ankara.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü. (2024). *2023 Bor Sektör Raporu*. Ankara.

Galetti, G., Lazzarini, L., & Maggetti, M. (1992). A First Characterization of The Most

Important Granites Used In Antiquity. In M. Waelkens, N. Herz, & L. Moens (Eds.), *Ancient Stones: Quarrying, Trade and Provenance (Acta Archaeologica Lovaniensia Monographia 4*, pp. 167-178). Leuven.

Genç, S. (2013). *Artistik Seramik Sırları*. Boyut Yayın Grubu, İstanbul.

Genç, S. (2022). *Artistik Seramik Sırları*. Ülkü Ofset, Eskişehir.

Google Earth Map (2024). *Bilecik İli Bozüyük İlçesi Granit-Feldspat Hammadde Yataklarının Çıkarıldığı Maden Ocağının Kuşbakışı Görünümü*. [Erişim: 26.10.2024, https://earth.google.com/web/@39.90975097,29.99576634,742.83081708a,725.56950982d,35y,224.74548533h,0t,0r/data=CgRCAGgBOgMKATBCAggASgOI_____ARAA]

Gündüz, L. (1995). Dekoratif Taş Endüstrisinde Granit. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir.

Güneri, S. (2009). *Doğal Taşların Teknik Özelliklerine Göre Kullanım Alanlarının ve Uygulama Parametrelerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Helvacı, C. (2015). Bor Yataklarının Mineral ve Kimyası Yönünden Genel Değerlendirilmesi ve Gelecek Öngörüsü. *Madencilik ve Yer Bilimleri Dergisi*, 47, 66-78.

Hızal, M. (1997). Potasyum Feldspatların Dünü, Bugünü ve Yarını. 2. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir, 31-39.

Hopper, R. (2001). The ceramic spectrum: A simplified approach to glaze & color development (2nd ed.). *Krause Publications*, USA.

Idaho Museum of Natural History (2019). *Components of Granite*. [Erişim: 20.11.2024, <https://www.idahomuseum.org/wp-content/uploads/2019/10/Components-of-Granite.pdf>].

İpekoğlu, Ü., & Polat, M. (1987). Bor Endüstrisine Genel Bakış. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 26(1), 5-16.

İTÜ Maden Fakültesi Müzesi (2024). *Mineral koleksiyonu görseli*. [Erişim: 18.12.2024, <https://www.maden.itu.edu.tr/muze/images/BDolap5-6/i01.jpg>]

İTÜ Maden Fakültesi Müzesi (2024). *Mineral koleksiyonu görseli*. [Erişim: 18.12.2024, <https://www.maden.itu.edu.tr/muze/images/BDolap5-6/i09.jpg>]

Kamiloğlu, O. (2024). *Kocaeli, Sakarya, Yalova, Bursa ve Bilecik İlleri Osmanlı Dönemi Yol Ağı ve Yapıları*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Kayacı, K.** (2007). *Karaköy (Bilecik) Yöresi Mikrogranitinin Jeolojisi ve Seramik Bünyelerde Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kibici, Y.** (2002). Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri. Afyon: *Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları*.
- Kibici, Y.** (2005). Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri. *SERES III. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri Bildiriler Kitabı*, Eskişehir, 447-452.
- Konuk, I. ve Yersel, E.** (1993). Borik Oksit, Borik Asit ve Boratlar. *Etibank Bor Araştırma Merkezi Yayını*. Sayı. 10, İzmir.
- Kubat, L.** (2014). *Geçmişten Günümüze Doğal Taşlar ve Isparta Gönen Trakitinin Seramik Bünyelerde Kullanımı*. Sanatta Yeterlilik Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Kulaksız, S.** (2005). *Doğal Taş (Mermer) Maden İşletmeciliği ve İşleme Teknolojileri*. Ankara: Ümit Ofset Matbaacılık.
- Kulaksız, S., & Özçelik, Y.** (1997). Türkiye ve Dünyada Feldispat Üretim-Fiyat Değişimi ve Politikası. 2. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir, 16-17.
- Kum, B. N., & Kubat, L.** (2023). Eti Maden Borik Asit ve Boraks Atıklarının Transparan (Saydam) Sır Bünyelerinde Kullanımı. *9th International Zeugma Conference on Scientific Research* (pp. 1072-1103). Gaziantep.
- Lyday, P. A.** (1995). Boron Annual Review. U.S. Bureau of Mines.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.** (2018). Dünyada ve Türkiye’de Doğal Taşlar.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.** (2010). Bilecik İli Maden ve Enerji Kaynakları.
- Mete, Z.** (2020). *Seramik Kimyası*. İzmir: Tibyan Yayıncılık.
- Moseman, R. F.** (1994). Chemical Disposition of Boron in Animals and Humans. *Environmental Health Perspectives*, 102, 113-117.
- Nikolayidis, H.** (2016). *Antik Kaynaklar ve Epigrafik Veriler Işığında Bilecik İli Tarihi Coğrafyası (M.Ö. 6. Yüzyıldan Roma İmparatorluk Dönemi Sonuna Kadar)*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Nartla / haz. M.Ç. Curtubayev, H.H. Malkonduyev.** (1995). Nalçık: Elbrus.
- Olympos Maden** (2023). *Granit Parke Taşı*. [Erişim: 31.10.2024, www.olymposmaden.com]

Özkan, Ş. G. (1994). Flotation Studies of Colemanite Ores From the Emet Deposits of Türkiye (Ph.D. thesis, *The University of Birmingham, Birmingham, England*).

Özkan, Ş. G., Çebî, H., Delice, S., & Doğan, M. (1997). Bor Minerallerinin Özellikleri ve Madenciliği. 2. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir.

Özkul, H. Ö. (2023). *Çan Taşı Üretim Atıklarının Seramik Sırlarda Hammadde Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. Yüksek lisans tezi. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Pınarcık, P., & Gökçe, B. (2020). Elazığ Müzesi'nden Bir Grup Urartu Mühürü. *Seleucia(X)*, 127-153.

Sevim, K. (2006). *1200°C Sıcaklıkta Gelişebilen Bakır Kırmızısı Sırlar*. Sanatta Yeterlik Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Sert, M. (2010). *Isparta ve Nevşehir Yöresi Volkanik Kökenli Taşların Fiziko Mekanik Özelliklerinin Belirlenerek Kullanım Alanlarının İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Sümer, G. (1990). *Endüstriyel Seramikler*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Taçoğlu, E. (2018). *Seramik Sırının Sırrı*. Hayalperest Yayınevi, İstanbul.

Taş, M., & Gümüş, A. (2021). Günümüz Heykel Uygulamalarında Malzeme Çeşitliliği. *Kalemişi*, (18), 63–73.

T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (1998). Bilecik İli Arazi Varlığı. Ankara, Türkiye: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları.

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Aydın İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (2024). *Aydın Alabanda Antik Kenti*. [Erişim: 02.11.2024, <https://aydin.ktb.gov.tr/TR-64417/alabanda-araphisar.html>]

T.C. Ticaret Bakanlığı. (2021). Doğal Taşlar Sektör Raporu.

U.S. Geological Survey. (2024). Mineral Commodity Summaries 2024: U.S. *Geological Survey*, 212 p., <https://doi.org/10.3133/mcs2024>.

Wikipedi (2005). *Keops Piramidi*. [Erişim: 16.11.2024, https://tr.wikipedia.org/wiki/Keops_Piramidi]

Wikipedi (2008). *Ortoklaz*. [Erişim: 22.11.2024, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Ortoklaz>]

Wikipedi (2009). *Aytaşı*. [Erişim: 22.11.2024, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Aytaşı>]

Vikipedi (2015). *Jüpiler (Baalbek) Tapınağı*. [Erişim: 15.11.2024, [https://en.wikipedia.org/wiki/Temple_of_Jupiter_\(Baalbek\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Temple_of_Jupiter_(Baalbek))]

Vikipedi (2023). *Muğla Herakleia Antik Kenti*. [Erişim: 02.11.2024, https://tr.wikipedia.org/wiki/Herakleia_Antik_Kenti]

Yiğitbaşoğlu, H. (2004). Türkiye İçin Önemli Bir Maden: Bor. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2(2), 13-25. https://doi.org/10.1501/Cogbil_00000000046.

Yüzer, E., Güngör, Y., Angı, S. (2008). Doğal Taş Deyince...!. İstanbul: *Detay Matbaacılık*

