T.C.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

SERAMİK VE CAM TASARIMI ANASANAT DALI

Yüksek Lisans Tezi

GRAFİT KATKILI SERAMİK ASTAR VE SIR ARAŞTIRMALARI

Hazırlayan

Gökçe BAVLİ

Danışman

Doç. Pınar Çalışkan GÜNEŞ

İZMİR/ 2026

YEMİN METNİ

"Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum "Grafit Katkılı Astar ve Sır Araştırmaları" adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

… / … / …

Gökçe BAVLİ

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü' nün …… / …… / ..... tarih ve …… sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği' nin …….. maddesine göre Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı öğrencisi Gökçe BAVLİ'nın Grafit Katkılı Seramik Astar ve Sır Araştırmaları konulu tezi incelenmiş ve aday …… / ……. / ……... tarihinde, saat.....'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra ..... dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anasanat dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin …….. olduğuna oy..... ile karar verilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE ÜYE

ÖZET

Bu yüksek lisans tezi, karbonun kristal bir allotropu olan grafit mineralinin seramik astar ve sır formülasyonlarına dahil edilmesiyle, ortaya çıkan fiziksel ve estetik etkilerin deneysel olarak incelenmesini amaçlamaktadır. Grafit, yüksek termal stabilite, elektriksel iletkenlik ve karakteristik koyu rengi gibi benzersiz özelliklere sahiptir. Çalışmanın kuramsal çerçevesi, grafitin tanımı, yapısal özellikleri, endüstriyel kullanım alanları ve özellikle Neolitik dönem Balkan seramiklerinde görülen tarihsel uygulamaları temel alınarak oluşturulmuştur.

Araştırmanın deneysel aşamasında, farklı oranlarda grafit katkılı astar ve sır reçeteleri hazırlanmış; bu reçeteler ve çeşitli sıcaklık ve atmosfer koşullarında pişirim testlerine tabi tutulmuştur.

Elde edilen bulgular, grafitin seramik yüzeylere mat, metalik ve iletken özellikler kazandırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda tez, grafitin seramik sanatı ve endüstrisinde yeni yüzey dokuları ile fonksiyonel özellikler (örneğin iletken seramik uygulamaları) geliştirme potansiyelini ortaya koyarak, seramik sanatında malzeme bilimi alanına sağlayabileceği katkıları tartışmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Grafit, Seramik Astar, Seramik Sır, Pekişmiş Astar, İndirgen Pişirim

ABSTRACT

This master's thesis aims to experimentally investigate the physical and aesthetic effects resulting from the inclusion of graphite, a crystalline allotrope of carbon, in ceramic glaze and enamel formulations. Graphite possesses unique properties such as high thermal stability, electrical conductivity, and a characteristic dark color. The theoretical framework of the study is based on the definition of graphite, its structural properties, industrial applications, and historical uses, particularly in Neolithic Balkan ceramics.

In the experimental phase of the research, glaze and slip recipes containing different proportions of graphite were prepared; these recipes were subjected to firing tests under various temperature and atmospheric conditions.

The findings indicate that graphite has the potential to impart matte, metallic, and conductive properties to ceramic surfaces. In this context, the thesis aims to discuss the contributions that graphite can make to the field of materials science in ceramic art by revealing its potential for developing new surface textures and functional properties (e.g., conductive ceramic applications) in ceramic art and industry.

Keywords: Graphite, Ceramic Glaze, Ceramic Slip, Sintered Glaze, Reduction Firing

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı'nda yürütülen Yüksek Lisans eğitimi kapsamında, "Grafit Katkılı Seramik Astar ve Sır Araştırmaları" başlığı altında hazırlanmıştır. Seramik sanatının ve endüstrisinin binlerce yıllık gelişim süreci, sürekli olarak yeni malzeme ve teknik arayışlarıyla şekillenmiştir. Bu tez, geleneksel seramik malzemelerine, benzersiz fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip bir mineral olan grafitin dahil edilmesi yoluyla, seramik yüzeylerde yeni estetik ve fonksiyonel olanaklar ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Tez çalışmam süresince bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, değerli eleştirileri ve teşvikleriyle çalışmanın bilimsel niteliğinin gelişmesine katkı sağlayan danışmanım Sayın Doç. Pınar Çalışkan GÜNEŞ' e en içten teşekkürlerimi sunarım. Grafit katkılı seramikler konusuna ilgi duymamı sağlayıp bu yönde araştırmaya yönlendiren ve sonuçta tez konusu haline getirmek için teşvik eden Sayın Prof. Halil Yoleri' ye şükranlarımı sunarım. Gerek pişirim süreci gerekse ön hazırlık sürecinde desteklerini esirgemeyen Doç. Temel Köseler' e ve Hüseyin Gürgöze' ye, astar hazırlama ve pişirim tecrübelerini paylaşan Doç. Füsun Uludağ Çövenoğlu ve Kadir Ertürk hocama, son olarak bilgisini, tecrübesini her zaman paylaşan ve her daim destek olan Cem Atmaca' ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tezin deneysel aşamasında kritik yere sahip olan X-Işını Kırınımı (XRD) analizlerinin gerçekleştirilmesi ve yorumlanmasına sağladıkları katkılar nedeniyle konusundaki destekleri için Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne ve Sayın Prof. Dr. Mümtaz Çolak'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Bu zorlu süreçte sabırları, anlayışları ve koşulsuz destekleriyle her zaman yanımda olan aileme ama özellikle annem Selma Uysal'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin, seramik malzeme bilimi ve sanatı alanında grafitin potansiyelini ortaya koyarak, ileride yapılacak araştırmalara ve sanatsal uygulamalara katkı sağlaması en büyük dileğimdir.

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ…….....…ii

TUTANAK…….....…….…iii

ÖZET…….....…….….iv

ÖNSÖZ…….....…… .v

İÇİNDEKİLER……..…….....…….....….. .vi

GÖRSEL LİSTESİ…….....…….....viii

TABLO LİSTESİ…….…….....xii

GİRİŞ…….....…….……1

1.BÖLÜM

GRAFİT'İN TANIMI, YAPISAL ÖZELLİKLERİ, KULLANIM ALANLARI

1.1. Grafit' in Tanımı…….....……4

1.2. Grafit' in Yapısal Özellikleri…….....……..... 4

1.3. Grafit' in Kullanım Alanları……...…….....…….……11

1.4. Grafit' in Ülkemizdeki Rezervi ve Çıkartıldığı Yerler…….....…….……11

2. BÖLÜM

GRAFİT KATKILI SERAMİKLERİN TARİHTEKİ YERİ

2.1. Grafit Katkılı Seramiklerin Tarihlendirilmesi…….....……14

2.2. Grafit Kullanılan Seramiklerin Tarihsel Süreçte Bölgesel Olarak İncelenmei…….....14

3. BÖLÜM

GRAFİT KATKILI SERAMİK ASTAR VE SIR ARAŞTIRMA UYGULAMALARI

3. Deneysel Uygulamalar.....45

SONUÇ.....112

KAYNAKÇA.....115

ÖZGEÇMİŞ

GÖRSELLER LİSTESİ

Görsel 1: Grafit şist kayasının polarizan mikroskopta görünümü ….....……..……6

Görsel 2: Eski kodlu grafit örneğinin XRD görünümü …….....…...……7

Görsel 3: Yeni kodlu grafit örneğinin XRD görünümü …….....……...…8

Görsel 4: Grafitten alınan numunenin 900°C' de pişmiş halinin fotoğrafı ….....9

Görsel 5: 900°C'de pişirilmiş Grafit'in XRD görünümü …….....…10

Görsel 6: Türkiye de grafit çıkartılan maden yatakları haritası…….....……12

Görsel 7: Grafitli seramiklerin Neolitik Dönemden Başlayarak Balkanlar da Görüldüğü Antik Kentlerin Haritası……..... …..…15

Görsel 8: Kodzhadermen–Gumelniţa- Karanovo VI Kazılarında elde Edilen pozitif süslemeli grafit örnekleri…… .....…..…16

Görsel 9: Kodzhadermen–Gumelniţa- Karanovo VI Kazılarında elde edilen Negatif süslemeli grafit örnekleri …….....……17

Görsel 10: Pozitif ve Negatif Süsleme…….....……...……17

Görsel 11: Korça Havzası Maliq Bölgesi Grafit Bezemeli Çömlek Örneği….....19

Görsel 12: Korça Havzası Burimas 'tan gelen Grafit bezemeli Çömlek Örneği…….....……19

Görsel 13: Korça Havzası Dunavec 'ten gelen Grafit bezemeli Çömlek Örneği…….....……...20

Görsel 14: Korça Havzası Dunavec 'ten gelen Grafit bezemeli Çömlek Örneği…….....…….....…….20

Görsel 15: Urnfield Kültürü Dağılım Haritası…….....……..……21

Görsel 16: MÖ. 850-500 Linden Museum Stuttgart …….....…….22

Görsel 17: Hallstatt Kültürü Dağılım Haritası …….....…….23

Görsel 18: Hallstatt Dönem Çömleği…….....……24

Görsel 19: M.Ö. 5yy Hallstatt C Dönemi Çömleği…….....……..25

Görsel 20: M.Ö. 8-7yy Kırmızı Siyah (Grafit) dekorlu, geometrik desenli Hallstatt Çömleği…….....…….....26

Görsel 21: M.Ö 400 Grafit Kaplı Geometrik Kazıma Dekorlu Kadeh.....27

Görsel 22: MÖ 5.yy Grafit astarlı, perdahlı kazıma dekorlu çömlek.....28

Görsel 23: Hallstatt D Dönemine ait Roma esintisi taşıyan grafit astarlı, kazıma dekorlu sürahi.....29

Görsel 24: La Tene Kültürü Dağılım Haritası.....30

Görsel 25: Fransa'nın La Marne kentinden bir Kelt çömleği. Kavisli yapı ve siyah motifleri kırmızı bir arka ile tipik Kelt tasarım özelliklerini gösterir. MÖ 4. Yüzyıl.....31

Görsel 26: Slepotice Bölgesini Gösteren Harit.....32

Görsel 27: Doğu Bohemya Bölgesi Slepotice Yerleşimi Grafit Kaplamalı..... 33

Görsel 28: Moravya Haritası M.S 800.....34

Görsel 29: Mezoamerika Dönemi Meksika Havzası Haritası..... 35

Görsel 30: Morelos Grafit Dekorlu Kase, M.S 1100-1300, Museo Amparo.....36

Görsel 31: Morelos, Grafit Dekorlu Olduğu Düşünülen Sürahi, Museo Amparo.....37

Görsel 32: Geç Postklasik (M.S.1250-1521) İç Kısmı Grafit Kaplı Kase Museo Amparo.....38

Görsel 33: Mate Ortiz Pottery, Sanatçı: Hilario.....39

Görsel 34: Karaz Kültürü Dağılım Haritası.....41

Görsel 35: Pulur Kazısı 2021 de elde edilen Grafit Astarlı Çanak.....41

Görsel 36: Bronz Dönemi Arkeolojik Yerleşim Bölgeleri.....43

Görsel 37: Hacılar Köyü Seramik Kap M.Ö 5600-5400.....46

Görsel 38: Deneysel Arkeologların kullandığı bölgesel kilden yapılmış kil silindirler ve astar uygulaması sonrası perdahlama işlemi.....48

Görsel 39: Deneysel Çalışmanın Kutu pişirimi öncesi sonrası hali.....48

Görsel 40: Grafit: %10 Kınık Kili: %90.....49

Görsel 41: Grafit: %20 Kınık Kili: %80.....49

Görsel 42: Grafit: %30 Kınık Kili: %70.....50

Görsel 43: Grafit: %40 Kınık Kili: %60.....50

Görsel 44: Grafit: %50 Kınık Kili: %50.....50

Görsel 45: Grafit: %60 Kınık Kili: %40.....51

Görsel 46: Grafit: %70 Kınık Kili: %30.....51

Görsel 47: Grafit: %80 Kınık Kili: %20.....51

Görsel 48: 650°, 750°, 850° C' de Toplu Görünüm.....52

Görsel 49: Kuru tartım uygulama fotoğrafı.....55

Görsel 50: Hazırlanan Denemelerin Kurutulması.....55

Görsel 51: Sagar Kutularının Hazırlanması ve Fırına Yerleştirilmesi.....56

Görsel 52: Beyaz Pekişmiş Astar Beyaz Pişmiş Yüzey 850° C B1-B6.....65

Görsel 53: Beyaz Pekişmiş Astar Beyaz Pişmiş Yüzey 850° C B7-B13.....66

Görsel 54: Beyaz Pekişmiş Astar Kırmızı Pişmiş Yüzey 850° C B1-B6.....66

Görsel 55: Beyaz Pekişmiş Astar Kırmızı Pişmiş Yüzey 850° C B7-B13.....66

Görsel 56: Kurşun-Grafit-Kaolen yüzdelik dağılım çizelgesi.....79

Görsel 57: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 550° C 80

Görsel 58: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 550° C.....81

Görsel 59: Beyaz Bünye ve Kırmızı Bünye yakın görünüm.....81

Görsel 60: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 650° C.....82

Görsel 61: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 650° C.....82

Görsel 62: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 750° C.....83

Görsel 63: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 750° C Detay.....83

Görsel 64: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 750° C.....84

Görsel 65: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 750° C Detay.....84

Görsel 66: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 850° C.....85

Görsel 67: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 850° C.....86

Görsel 68: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 850° C -950° C.....89

Görsel 69: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 950° C.....89

Görsel 70: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 850° C -950° C.....91

Görsel 71: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 950° C.....91

Görsel 72: Üleksit- Grafit-Kaolen Yüzdelik Dağılım Çizelgesi.....93

Görsel 73: Üleksit-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 650° C.....94

Görsel 74: Üleksit-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 650° C Detay.....94

Görsel 75: Üleksit-Grafit Kaolen-Kırmızı Bünye 650° C.....95

Görsel 76: Üleksit-Grafit Kaolen-Kırmızı Bünye 650° C Detay.....95

Görsel 77: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 750° C.....96

Görsel 78: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 750° C Detay.....96

Görsel 79: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 750° C.....97

Görsel 80: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 750° C Detay.....97

Görsel 81: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 850° C.....98

Görsel 82: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 850° C.....99

Görsel 83: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 950° C.....100

Görsel 84: Üleksit-Grafit- Kaolen Kırmızı Bünye 950°C.....103

Görsel 85: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Yüzdelik Çizelge.....104

Görsel 86: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Beyaz Bünye 750°C.....105

Görsel 87: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Kırmızı Bünye 750°C.....105

Görsel 88: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Beyaz Bünye 850°C.....106

Görsel 89: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Kırmızı Bünye 850°C.....107

Görsel 90: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Beyaz Bünye 950° C.....108

Görsel 91: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Kırmızı Bünye 950° C.....109

Görsel 92: Eser Adı: Kurak 2024.....110

Görsel 93: Kurak Detay.....111

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Kırmızı ve Beyaz Astar Reçeteleri Tablosu.....52

Tablo 2: D Grubu Reçeteleri.....54

Tablo 3: D1 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....57

Tablo 4: D2 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....57

Tablo 5: D3 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....58

Tablo 6: D4 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....58

Tablo7: D5 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....59

Tablo8: D6 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....59

Tablo 9: D7 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....60

Tablo 10: D8 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....60

Tablo 11: D1 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar 61

Tablo 12: D2 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar 61

Tablo 13: D3 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....62

Tablo 14: D4 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar 62

Tablo 15: D5 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar.....63

Tablo 16: D6 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar 63

Tablo 17: D7 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar 64

Tablo 18: D8 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar 64

Tablo 19: B Grubu Reçeteleri.....65

Tablo 20: B1 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....67

Tablo 21: B2 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....67

Tablo 22: B3 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....68

Tablo 23: B4 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....68

Tablo 24: B5 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....69

Tablo 25: B6 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....69

Tablo 26: B7 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....70

Tablo 27: B8 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....70

Tablo 28: B9 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....71

Tablo 29: B10 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....71

Tablo 30: B11 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....72

Tablo 31: B13 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....72

Tablo 32: B1 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....73

Tablo 33: B2 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....73

Tablo 34: B3 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....74

Tablo 35: B4 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....74

Tablo 36: B5 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....75

Tablo 37: B6 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....75

Tablo 38: B7 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....76

Tablo 39: B8 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....76

Tablo 40: B9 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....77

Tablo 41: B10 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....77

Tablo 42: B11 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....78

Tablo 43: B13 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar.....78

Tablo 44: Beyaz Bünye 850 °C'de Olgunlaşan Grup P1.....87

Tablo 45: Kırmızı Bünye 850 °C'de Olgunlaşan Grup P1.....88

Tablo 46: Beyaz Bünye 950 °C'de Olgunlaşan Grup P2.....90

Tablo 47: Kırmızı Bünye 850 °C'de Olgunlaşan Grup P2.....92

Tablo 48: Beyaz Bünye 950° C de Olgunlaşan Grup Ü1.....101

Tablo 49: Beyaz Bünye 950° C de Olgunlaşan Grup Ü1'in devamı.....102

GİRİŞ

Seramik, insanlık tarihinin en eski ve en kalıcı sanat ve zanaat dallarından biri olup, kilin ateşle dönüşümü sonucunda ortaya çıkan zengin form ve yüzey çeşitliliğini bünyesinde barındırmaktadır. Çağdaş seramik sanatı ve teknolojisi, geleneksel üretim yöntemlerini korurken, aynı zamanda yeni malzemelerin keşfi ve mevcut malzemelerin farklı bağlamlarda değerlendirilmesi yoluyla sürekli bir dönüşüm içerisindedir. Bu yenilenme süreci, seramik yüzeylerin estetik niteliklerini zenginleştirmenin yanı sıra, fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesini de hedeflemektedir.

Bu tezin odak noktasını, doğada yaygın olarak bulunan ve karbonun altıgen kristal yapılı bir allotropu olan grafit minerali oluşturmaktadır. Grafit, yüksek ısıya dayanıklılığı, elektriksel iletkenliği, düşük sürtünme katsayısı ve karakteristik koyu rengi gibi ayırt edici özelliklere sahiptir. Söz konusu özellikler, grafiti refrakter malzemelerden enerji depolama teknolojilerine kadar uzanan geniş bir endüstriyel kullanım alanında önemli bir malzeme haline getirmektedir.

Grafitin seramikle olan ilişkisi yeni bir olgu değildir. Arkeolojik bulgular, özellikle Neolitik dönem Balkan kültürlerine ait, seramik kapların yüzeylerinde parlak, metalik görünümlü koyu renkli süslemeler elde etmek amacıyla grafitin kullanıldığını göstermektedir. Bu tarihsel örnekler, grafitin seramik bünyeler ve yüzeyler üzerindeki estetik erken dönemden beri ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, grafitin modern seramik sır ve astar formülasyonlarına sistematik biçimde dahil edilmesi, pişirim sıcaklığı ve atmosferine bağlı olarak meydana gelen kimyasal ve mineralojik değişimlerin detaylı biçimde incelenmesini gerekli kılmaktadır. Özellikle, grafitin yüksek sıcaklıklarda oksitlenme eğilimi ve bu sürecin seramik yüzeylerin renk, doku ve parlaklık özellikleri üzerindeki etkileri, deneysel temelli bir araştırmayı zorunlu hale getirmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, Grafit Katkılı Seramik Astar ve Sır Araştırmaları başlığı altında, grafitin seramik astar ve sır reçetelerine farklı oranlarda eklenmesiyle elde edilen yüzeylerin fiziksel, kimyasal ve estetik özelliklerini bilimsel yöntemlerle

incelemektir. Çalışma kapsamında, birinci bölümde grafitin mineralojik yapısı, ikinci bölümde tarihsel gelişim süreci, üçüncü bölümde ise seramik uygulamaları ve deneysel çalışmalar detaylı olarak ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, grafitin çağdaş seramik sanatında ve endüstrisinde yeni, benzersiz yüzey efektleri yaratma potansiyelini ortaya koyarak, seramik malzeme bilimine önemli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

1.BÖLÜM
GRAFİT'İN TANIMI, YAPISAL ÖZELLİKLERİ
ve
KULLANIM ALANLARI

1. BÖLÜM

GRAFİT'İN TANIMI, YAPISAL ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

1.1 Grafit' in Tanımı

Grafit minerali, karbonun doğal ortamda kristal şekil değişimlerinden biridir (Hacızade, s. 135).

Kristalize karbon şeklinde, gnays, glimmer, kalktaşı ve granitin içinde bulunur (Ateş Arcasoy ,Hasan Başkıran, s. 56). Grafit, karbon elementinin kristal bir formudur ve doğal olarak oluşur. Standart koşullar altında karbonun en kararlı formu olarak bilinir. İnce dokulu, yumuşak, yağlı bir his veren karbon mineralidir.

1.2 Grafit' in Yapısal Özellikleri

Grafit' in Genel Özellikleri

Kimyasal Bileşimi : C

Sertliği : 1

Yoğunluğu : 2

Kristal Yapısı : Hekzagonal

Renk : Demir siyahından çelik grisine değişken.

Erime Derecesi : 3927° C'dir. Erime noktasında madde sıvı hale değil gaz hale dönüşür (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü).

Karbonun diğer bir şekil değişimi olan elmas mineraline göre, grafitin sertliği düşüktür (Hacızade, s. 135). Bulunduğu morfoloji (Görsel 1), kristalinik derecesi (kristal yapısı) ve tane boyutuna göre sınıflandırılır.

İki ana türü vardır;

Mikrokristalin (amorf) grafit genellikle kömür yüksek ısıya maruz kalarak değişime uğramasıyla oluşmaktadır. Kristal yapısı düzenli değildir. Tane boyutları çok küçüktür ve dışarıdan bakıldığında toz ya da mat kütle gibi görünmektedir (Çolak M. , Grafit, 2024) .

Kristalin grafit ise kristal yapısı bakımından daha düzenlidir. Tane boyutları ise daha büyüktür. Pul ve parça/talaş olmak üzere iki çeşidi vardır; Pul görünümlü olan grafit, karbon içeren metamorfik kayaçlardan çıkarılan, daha düzenli kristal yapıya sahip olan ince yaprak gibi tabakalı parçalardan oluşmaktadır. Parça/talaş görünümlü grafit ise yüksek dereceli metamorfik bölgelerde bulunan damarlardan çıkarılır. Pul yapılı grafite göre daha iri, katı ve kristal yapı olarak daha düzensiz bir yapıya sahiptir (Çolak M. , Grafit, 2024).

Doğal grafit şistleri, ince kesitte (mikroskop altında) nispeten basit bir mineraller bileşime sahiptir (Hacızade, s. 135). Başlıca mineraller; kuvars, feldspat (özellikle ortoklas), biyotit ve grafittir. Grafit, kayadaki ana opak mineral olup genellikle siyah renkte gözlenir. Kuvars ve feldispat kısmen granoblastik (eşit boyutlu ve mozaik benzeri) bir doku sergiler. Grafit kristalleri çoğunlukla diğer minerallerin tane sınırlarında oluşur, biyotite paralel dizilir. Bu dizilim kayaçta foliasyonun (yapraklanma dokusunun) belirginleşmesini sağlar. Kristal boyutu genellikle 50–2000 mikron arasında değişirken, yüksek karbon içerikli örneklerde birkaç santimetreye kadar ulaşabilmektedir (Çolak M. , Grafit, 2024).

Sentetik grafit, hidrokarbon esaslı malzemelerin (petrol koku, kömür katranı) çoğunlukla Acheson işlemi ile 2.100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda termal grafitleştirilmesi sonucu elde edilen yüksek saflıkta bir grafit türüdür. Doğal grafite göre daha pahalıdır ama elektriksel ve termal özellikleri daha tutarlı olur (Çolak M. , 2024).

Minerallerin kristal yapılarını tanımlamada yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri de XRD'dir. X-Işını Kırınımı (XRD), kristal yapılı malzemelerin faz tanımlaması ve birim hücre parametrelerinin belirlenmesi için kullanılan hızlı ve etkili bir

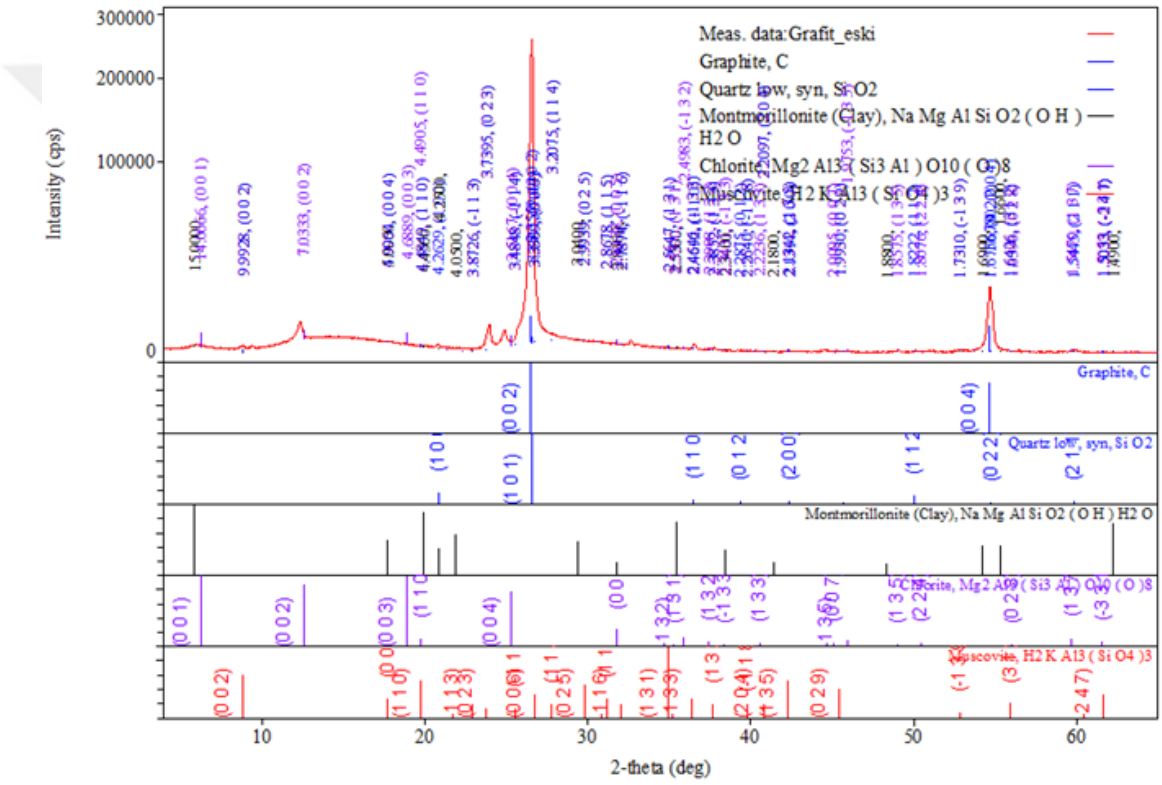
analitik tekniktir. Özellikle bilinmeyen minerallerin, inorganik bileşiklerin tanımlanmasında, kristallik derecesi ve faz saflığının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Teknik, numuneye gönderilen X-ışını demetlerinin atom düzlemlerinden kırınıma uğrayarak belirli açılarda (2θ) saçılması esasına dayanır. Ölçülen bu kırınım açılarından elde edilen d(hkl) değerleri, standart verilerle karşılaştırılarak mineral fazları tanımlanır (Çolak M. , 2024).

Tez çalışmasında kullanılan grafit toz örnek olması nedeniyle XRD cihazıyla mineral tanımlanması yapılmıştır. Bunun için Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde bulunan cihaz ile örneklerin çekimleri yapılmış ve Prof. Dr. Mümtaz Çolak tarafından yorumlanması yapılmıştır.

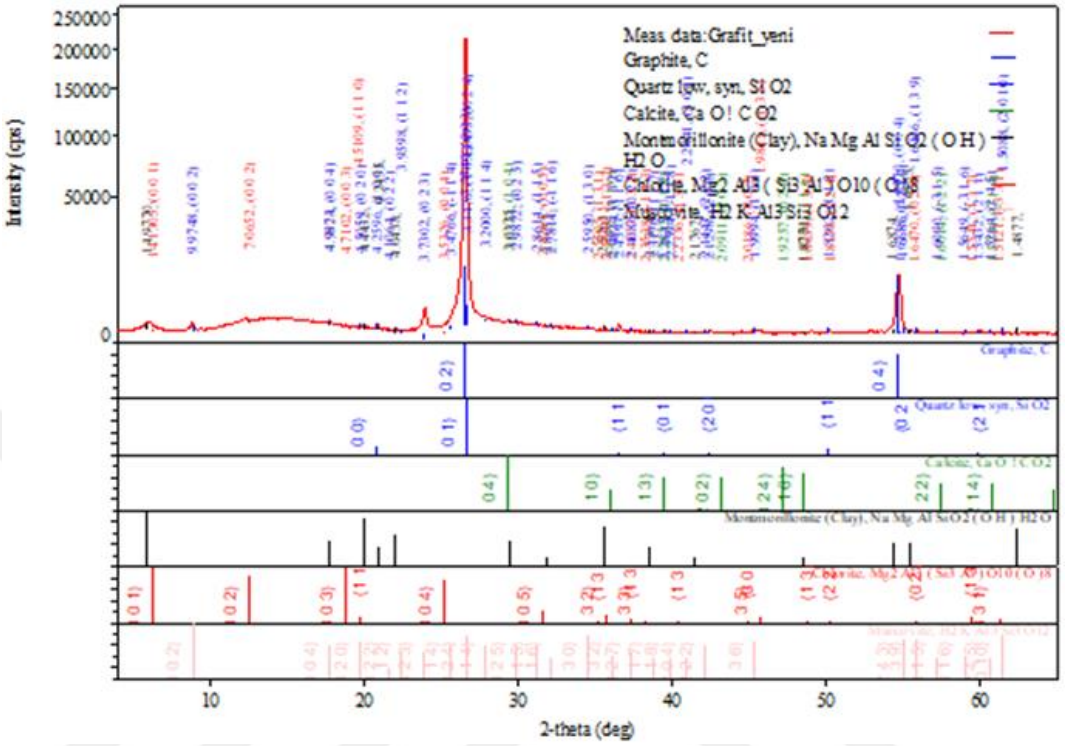


Görsel 1 : Grafit şist kayasının polarizan mikroskopta görünümü
(K: kuvars, B: biyotit, F: feldispat, G: grafit)
(Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Mikroskobik Fotoğraf) (Çolak P. M.).

Çalışmada eski ve yeni kodlu olmak üzere iki örnek kullanılmıştır. Örneklerin XRD çekimleri yapılmıştır (Görsel 2 ve 3). Eski kodlu örnek her ne kadar saf olarak piyasada satılmakta ise de içerisinde kuvars, kalsit, simektit (montmorillonit), klorit ve muskovit /biyotit gibi mineraller içermektedir. Yeni kodlu örnekte de grafitin yanında benzer mineraller bulunmaktadır. Bu mineraller yaklaşık %5-10 arasında olabilir (Çolak M. , Grafit, 2024).

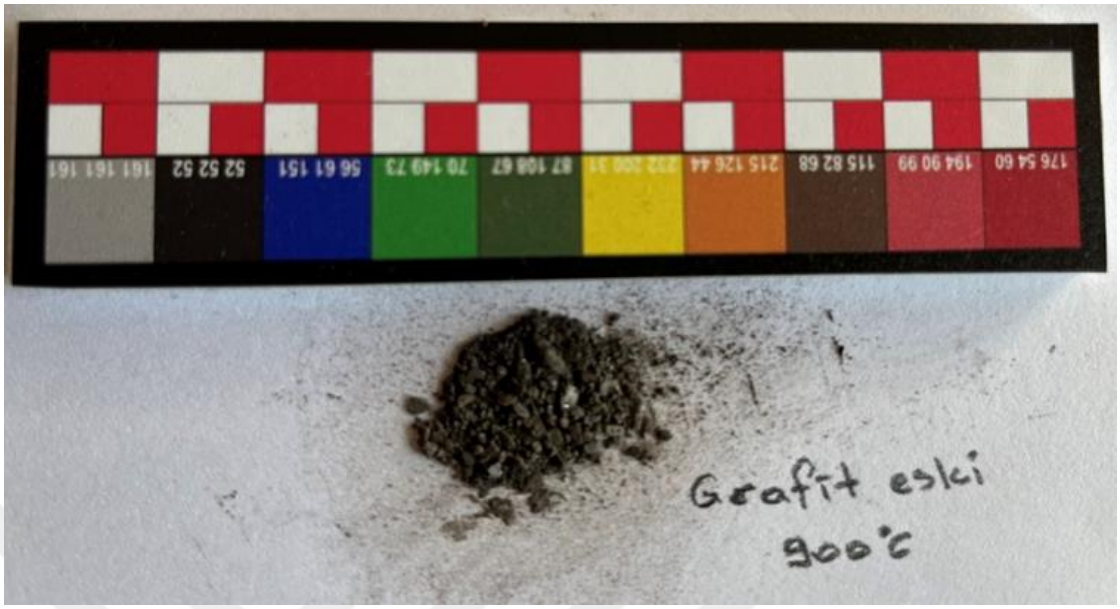


Görsel 2: Eski kodlu grafit örneğinin XRD görünümü (Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği XRD Cihazı) (Çolak P. M.).



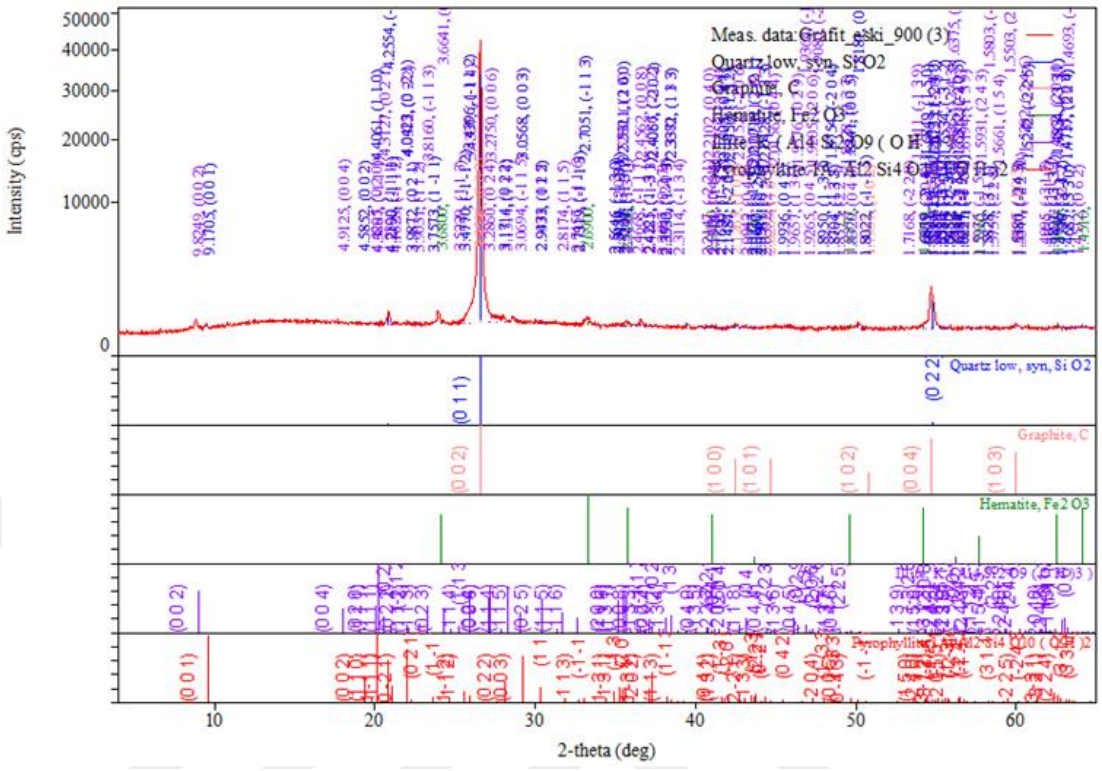
Görsel 3: Yeni kodlu grafit örneğinin XRD görünümü
(Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği XRD Cihazı) (Çolak P. M.).

Seramik üzerinde sır olarak kullanım sırasında grafitin renginin kırmızı tonlara dönüşmesi nedeniyle, eski kodlu örnek elektrikli fırında 900 °C'de pişirilmiştir. Pişirilen örnekte çok fazla bir renk açılması görülmemektedir (Görsel 4).



Görsel 4: Grafitten alınan numunenin 900°C' de pişmiş halinin fotoğrafı (Çolak P. M.).

Pişirilen eski kodlu grafit örneğinin mineral bileşimine bakıldığında, örnekte grafitin dışında kuvars, hematit, mika ve profillit bulunmuştur (Şekil 5).



Görsel 5: 900°C'de pişirilmiş Grafit 'in XRD görünümü (Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği). XRD Cihazı).

Kırmızı renk hematit, klorit ve/veya simektit'in bünyesinde bulunan demirin bozuşması sonucunda oluşmuştur. Profillit de XRD toplam kayada klorit olarak tanımlanan mineral içerisinde bir miktar kaolen mineralinin ısı karşısında dönüşümü olarak karşımıza çıkmaktadır. Hematit dışında sır çalışmasına kırmızı rengi verebilecek bir mineral bulunmamıştır. Renk değişimi, sır konsantrasyonuna veya sırın bünye yüzeyindeki dağılımına bağlı gerçekleşmiş olabilir.

1.3 Grafit' in Kullanım Alanları

Grafit, fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle geniş bir kullanım alanına sahiptir. Başlıca kullanım alanları; Makine parçalarında yağlayıcı olarak, ergitme-pota endüstrisinde, döküm sanayisinde, kurşun kalem ucu yapımında, motor ve jeneratör fırçaları imalatındaki kullanımları olarak özetlenebilir (Grafit, 2025).

Kimyasal içeriklerinin zenginliği nedeniyle birçok kullanım alanı mevcuttur. Refrakter tuğlalar, döküm boyaları, potalar, yatay mufl fırınları, soba boyaları ve elektrodlar gibi dayanıklılık yönünden kullanım alanları bulunmaktadır.

Motor, jeneratör fırçaları, pil tozları ve fren astarları gibi İletkenlik özelliğinden yararlanılan kullanım alanları mevcuttur.

Karbon verici özelliğinden yararlanılarak karbon yükseltici, izabe işlemcileri, nükleer modetörler üretilmektedir.

Yağlayıcılar, motor ve jeneratör fırçaları, barut cilası, lastikler, tohum kaplama, kurşun kalemler, piston halkaları, motor gömlekleri ise yağlayıcılık özelliğinden faydalanılarak üretilen malzemelerdir.

Kimyasal asallık bakımından kullanım alanları ise Contalar, yapıştırıcılar, boyalar, pas temizleyiciler (kazanlar), soba boyalarıdır şeklinde sıralanabilir (Grafit, 2025).

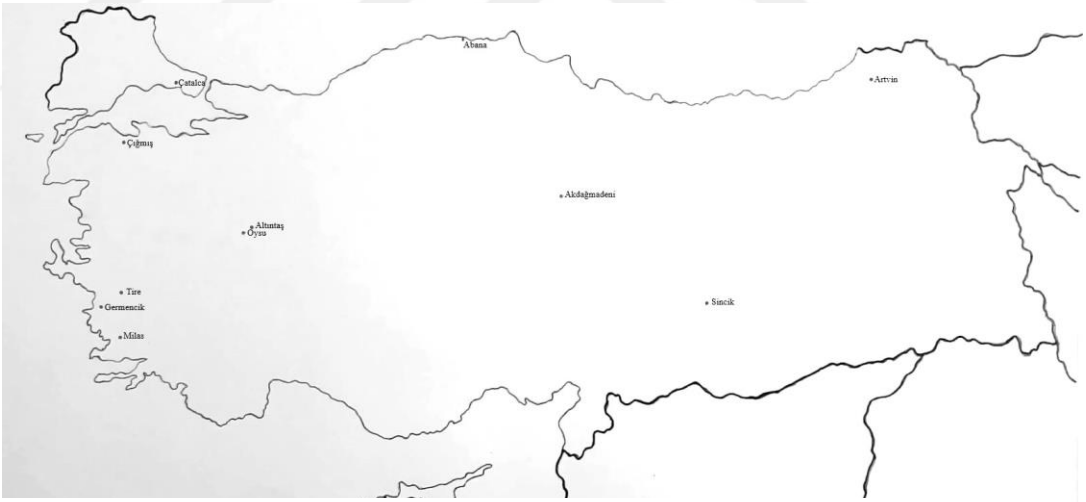
1.4 Grafit' in Ülkemizdeki Rezervi ve Çıkartıldığı Yerler

Grafit, dünyada, teknolojinin gelişmesiyle birlikte, hızla kullanılan ve günümüz teknolojisinin vazgeçilemeyen bir endüstri hammaddesi olmuştur. II. Dünya savaşından önce 200-250 bin ton olan dünya üretiminin son senelerde 800 bin tona ulaşmıştır (Grafit, 2025).

Türkiye de grafiti ham olarak tüketen sanayii dalları kurşun kalem ve döküm sanayidir. Ayrıca boya yapımcıları da ithal grafit kullanmaktadırlar. Bunların dışında, demir ve çelik fabrikalarının kullandıkları büyük çaptaki hazır grafit elektrodları da

dışarıdan satın alınmaktadır (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü). Dışarıdan satın alımın başlıca sebebi ülkemizdeki grafit yataklarının etkin kullanılmaması ve madenlere gerekli yatırımın yapılıp güçlendirilmemesidir.

Türkiye de grafit çalışmalarının, Maden Dairesi ve MTA Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre, 1941 yılında başlamış ve 22'yi aşkın bölgede ekonomik değere sahip, az sayıda yatağın varlığı saptanmıştır. Bunlar, özellikle İnebolu- Abana, Yozgat- Akdağmadeni, Çığmış- Bandırma, Kütahya- Altıntaş- Oysu, Muğla- Milas, Adıyaman- Sincik, İzmir- Tire, İstanbul- Çatalca, Aydın- Germencik ve Artvin yörelerinde bulunmaktadır. Son yıllarda ülkemizde teknolojinin (MTA şartlarının) gelişmesiyle birlikte, yapılan grafit aramalarında kaliteli Balıkesir Susurluk iri kristalen grafiti, Adıyaman Sincik, ayrıca Konya Derbent civarları ve Kastamonu civarları umutlu grafit sahaları izlenimi vermişlerdir (Grafit, 2025).



Görsel 6: Türkiye de grafit çıkartılan maden yatakları haritası (Bavlı, 2025)

Ülkemizin grafit bakımından dünya rezervinde yer bulamaması, bölgemizde çıkartılan grafitin özelliklerinin, bazı kullanım alanlarındaki istekleri karşılayamaması ve grafitin kömür tozu ile karıştırılması gibi sebeplerden günümüzde hala grafit yurt dışından tedarik edilmektedir.

BÖLÜM 2

GRAFİT KATKILI SERAMİKLERİN TARİHTEKİ YERİ

GRAFİT KATKILI SERAMİKLERİN TARİHTEKİ YERİ

2.1.Grafit Katkılı Seramiklerin Tarihlendirilmesi

Arkeolojik kazılarda elde edilen seramik buluntuların tarihlendirilmesi için radyokarbon (^{14}C) tarihlendirme yönteminden faydalanılmaktadır. Grafit katkısından emin olmak amacı ile XRD cihazı kullanılmaktadır.

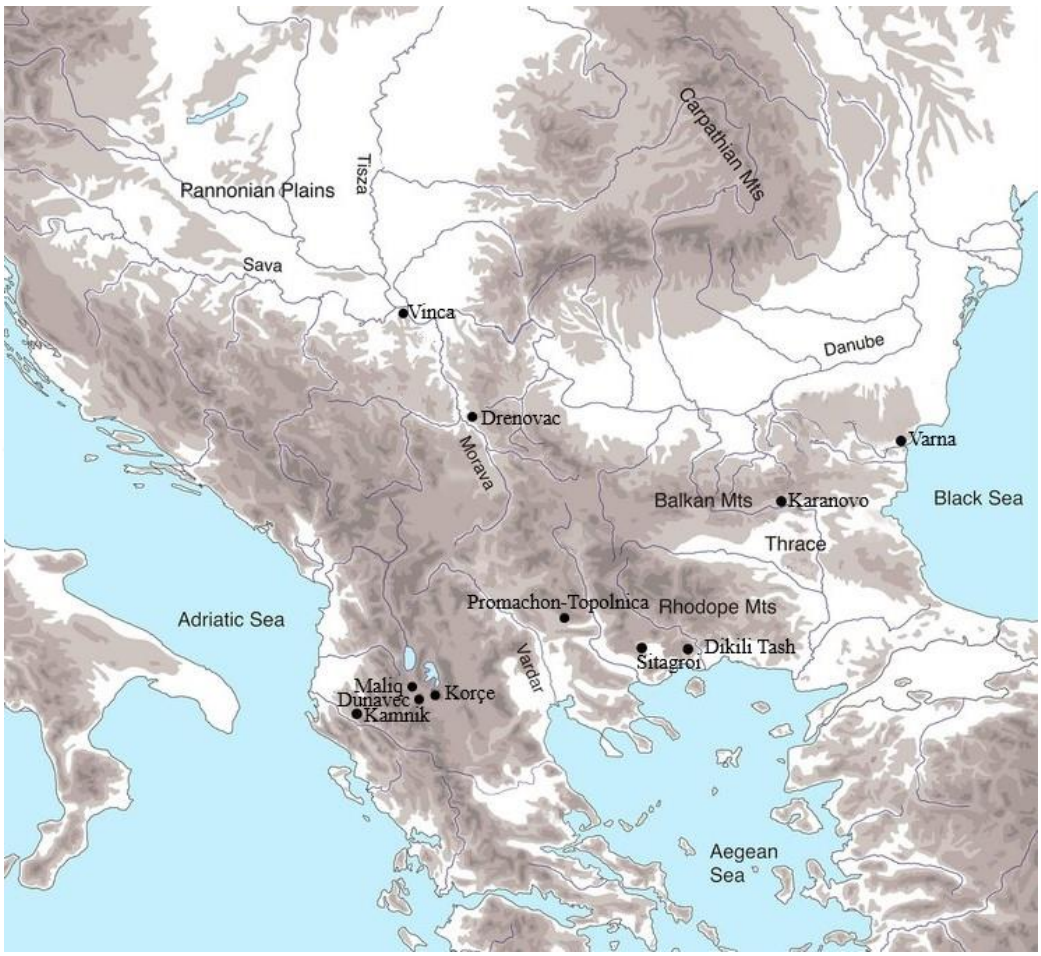
Radyokarbon tarihlendirme (^{14}C datasyonu), atmosferdeki kozmik ışınların ^{14}N (azot-14) atomları ile etkileşime girerek nükleer dönüşüm yoluyla ^{14}C (karbon-14) izotopunu üretmesi ilkesine dayanmaktadır (Arnold, J. R., & Libby, W. F., 1949). Atmosferde oluşan ^{14}C, karbon döngüsüne CO_2 formunda katılır ve fotosentez aracılığıyla bitkisel dokularda yer alır. Bitkilerden beslenen hayvanlar ve insanlar da bu radyoaktif karbonu bünyelerine alarak, yaşamları boyunca atmosfer ile izotopik denge durumunu sürdürürler (Richard E. Taylor,Ofer Bar-Yosef, 2014). Bir organizma öldüğünde çevreyle karbon alışverişi tamamen sona erer. Bu noktadan itibaren ^{14}C izotopu**,** β-ışınımı (beta bozunumu) yoluyla ^{14}N'e dönüşerek zamanla azalır. Canlı dokularda bulunan $^{14}C/^{12}C$ oranının ölümden sonra sabit bir hızla değişmesi, söz konusu oranın ölçülmesiyle ölüm sonrası geçen sürenin hesaplanmasına olanak tanır (Minze Stuiver,Henry A. Polach, 1977). Bu nedenle radyokarbon yöntemi, organik kökenli arkeolojik materyallerin kronolojik konumlandırılmasında en güvenilir mutlak tarihlendirme tekniklerinden biri olarak kabul edilmektedir.

2.2.Grafit Kullanılan Seramiklerin Tarihsel Süreçte Bölgesel Olarak İncelenmesi

Grafit katkılı seramik teknolojisi, antik dönemde kaynakların kısıtlı olması nedeniyle sadece sanatsal anlamda grafitin seramikler üzerinde kullanımını araştırmak için değil aynı zamanda Avrupa ve Balkanlarda oluşan ticaret yollarını belirlemek amacı ile de önem taşımaktadır.

Grafit boyalı seramikler ilk kez MÖ 4600-3500 yıllarına tarihlenen Kuzey Yunanistan'daki Sitagroi'nin III. aşamasında görülmüştür (Renfrew, 1986).Ancak,

grafitin en eski kullanımı, MÖ 5300 ile 5070 yılları arasında radyokarbon tarihlemesi yapılan Promachon-Topolnica II katmanlarında kaydedilmiştir. Burada görülen grafit tabakası, bir dizi siyah kaplı kapta koyu renkli ve pırıltılı yüzey elde etmek amacı ile kullanılmıştır. Aynı bölgede, ince çizgilerden oluşan grafit süsleme motifleri, mutlak tarihleri MÖ 5070 ile 4700 arasında değişen sonraki III. aşamada ortaya çıkartılmıştır (Vajsov, 2007).

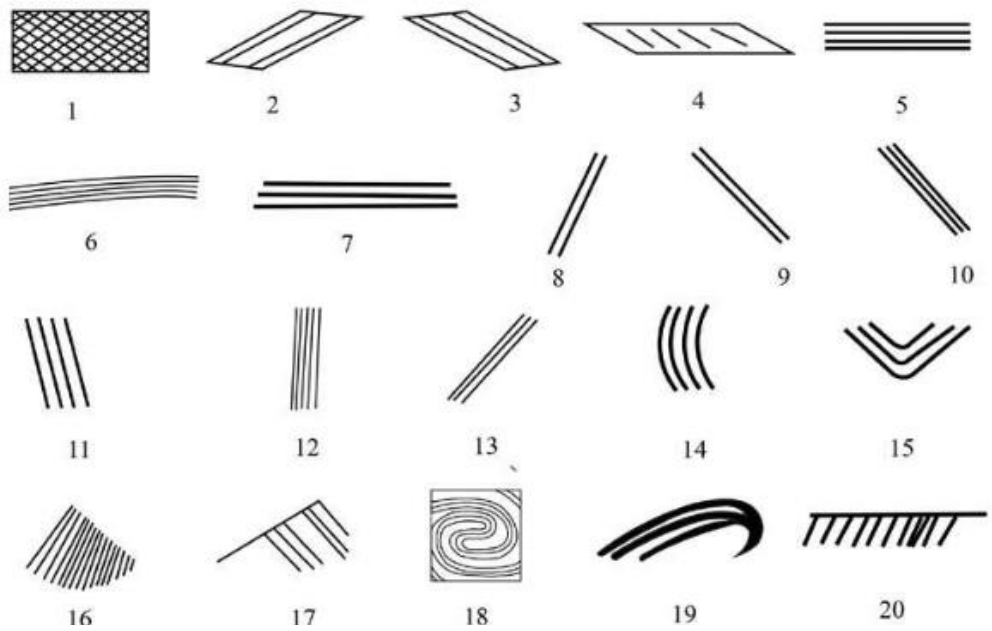


Görsel 7: Grafitli seramiklerin Neolitik Dönemden Başlayarak Balkanlar da Görüldüğü Antik Kentlerin Haritası (Radivojević, 2021) (Bavli, 2025).

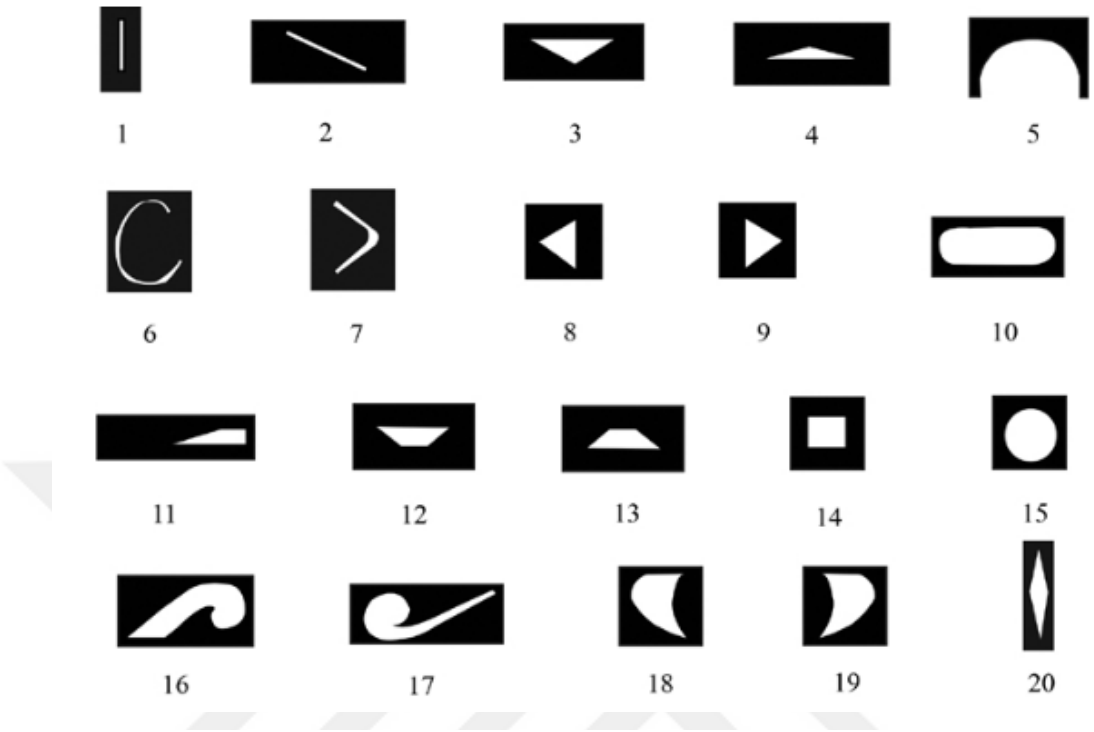
Grafit boyama tekniği ile yapılmış çömlekler, tarih öncesi Balkanlar'da yaygın olarak görülmektedir. Karanovo, Varna, Dikili Tash, Promachon-Topolnica, Sitagroi ve Vinĉa bu seramik türünün en iyi temsil edildiği yerler arasındadır (Martino, 2017) .

Günümüz Romanya ve Bulgaristan'ında bulunan Kodzhadermen–Gumelniţa-Karanovo VI adlı kültürel topluluktan çıkan bir dizi yayın, kapların gövdelerine grafitin uygulanmasına ilişkin çeşitli teknikler hakkında ayrıntılı bilgi sağladığından büyük ilgi çekmektedir. Motifleri oluşturmak için grafitin yüzeye uygulanma şekline dayanarak, bilim adamları bunu üç ana gruba ayırmışlardır (C. Renfrew,M. Gimbutas,E. S. Elster , 1986).

Grafitle yapılmış pozitif süsleme; Bu grup, çoğunlukla doğrusal ve geometrik yatay veya dikey çizgiler, çift ve üçlü şeritler, üçgenler, yarı oval, dikdörtgen ve trapez şekilli öğelerden oluşan zengin bir motif repertuarı sergilemektedir.



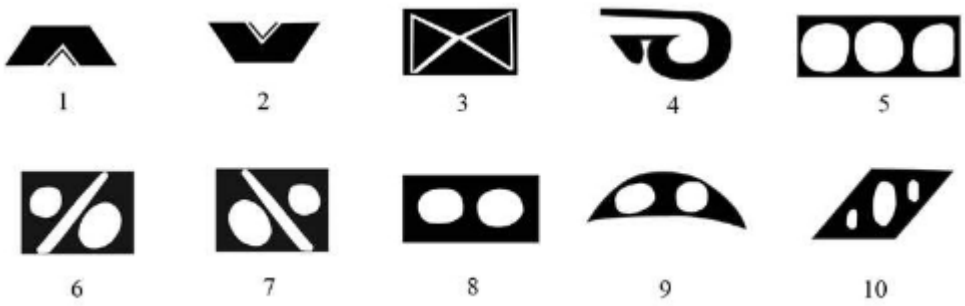
Görsel 8: Kodzhadermen–Gumelniţa- Karanovo VI Kazılarında elde edilen pozitif süslemeli grafit örnekleri (V.Petrova, 2014).



Görsel 9: Kodzhadermen–Gumelniţa- Karanovo VI Kazılarında elde edilen negatif süslemeli grafit örnekleri (V.Petrova, 2014).

Grafitle yapılmış negatif süsleme; Burada grafit tabakası, önceki süsleme grubuna benzer motifleri boş alanlarda oluşan bir arka plan görevi görür.

Üçüncü grup ise pozitif ve negatif grubun birleşimidir.

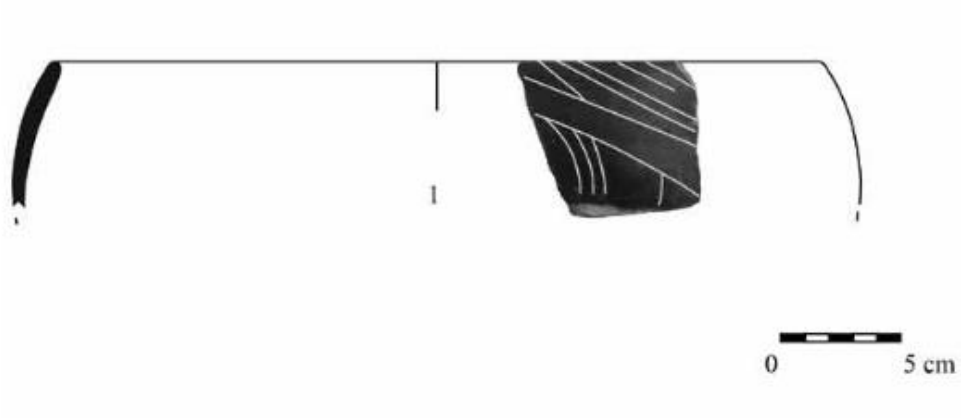


Görsel 10: Pozitif ve Negatif Süsleme (V.Petrova, 2014).

Arkeolojik alanda grafitli seramikleri ele alan akademisyenler genel olarak grafit süslemeli resimlerden bahsederler. Dekorlama yöntemlerinde astar malzeme ve boyar malzeme olarak kullanımı üzerine yoğunlaşılmıştır. Az da olsa mum boya ve kurşun boya şeklinde kullanımları da saptanmıştır. Grafit, çömlek yapımında sadece stilistik bir unsur olarak değil, aynı zamanda seramik çamurunun direncini arttırmak amaçlı katkı malzemesi olarak da kullanılmıştır. Fırınlama sırasında grafit minerali, çamur bünyenin termal stabilitesini sağlarken, dış tabaka yüzeyini aşınmaya karşı daha dayanıklı hale getirir (Martino, 2017).

Grafit süslemeli çömleklerin pişirme sıcaklığı ile ilgili olarak, başlangıçta en az 1000ºC'ye ulaşmış olabileceği öne sürülmüştür (Gardner, 1979, s. 18-23). Bu, bu bölgenin toprak kapları için yüksek bir sıcaklık olduğundan, çoğu bilim insanı daha sonra, Yunanistan'ın kuzeyindeki Dimitra ve Dikili Tash ile Bulgaristan'daki Karanovo ve Gradešcina'dan elde edilen grafit içeren kapların bilimsel analizlerine dayanarak, pişirme sıcaklığının büyük olasılıkla 750 ºC'nin altında olduğu konusunda hemfikir olmuştur (J.Frierman, 1979, s. 175-176).

Arnavutluk'ta grafit boyama tekniği kullanılmış çok fazla parça bulunmamaktadır ve bunlar hakkında teknolojik, tipolojik ve stilistik bilgiler oldukça sınırlıdır. İlginçtir ki, tüm parçalar Korça Havzası'ndan gelmektedir. (Elezi, 2020). Arnavutluk'ta bulunun İlk grafitli çömlek 1960'larda Maliq II evresinin Eneolitik katmanlarında bulunmuştur (Prendi, 1982). Maliq bölgesinden elde edilen buluntularda grafit incelemesi yapılmıştır. Grafit, kapalı ağızlı, üst kısmı siyah, içbükey üst duvarları olan omurgalı bir kaseye aittir. Siyah dış yüzey astarlıdır, iç kısmı ise fırının yeniden oksijen alması nedeniyle bej renktedir ve perdah izleri de bulunmaktadır. Kabın koyu renkli kısmı, üst kısmın tamamını kaplayan düz ve kavisli grafit çizgilerden oluşan çizgisel motiflerle süslenmiştir (Görsel 11).



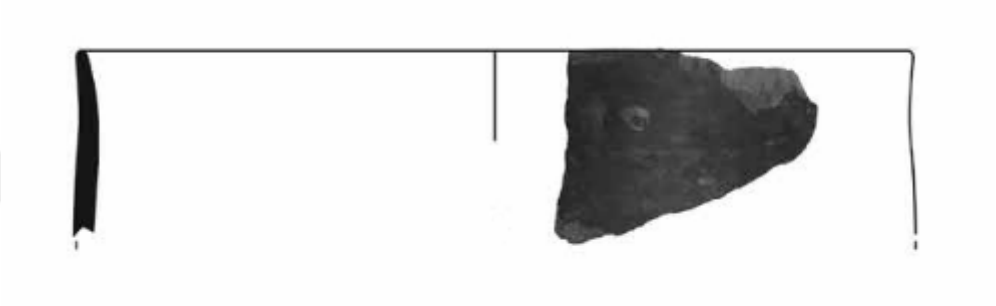
Görsel 11: Korça Havzası Maliq Bölgesi Grafit Bezemeli Çömlek Örneği (Ergizi Hasa,Gazmend Elezi,Vanessa Muros, 2018).

Burimas'tan gelen iki örnekte küresel gövdeli, kapalı, perdahlanmış koyu gri boyunlu kabın parçaları görülmektedir. Grafit bezemesi, boynun tabanında bir çevre çizgisi içerir ve bu çizgiden, her biri dört düz ince çizgiden oluşan birkaç diyagonal küme oluşturmaktadır (E.Hasa, 2019, s. 46) (Görsel 12).



Görsel 12: Korça Havzası Burimas'tan gelen Grafit bezemeli Çömlek Örneği (E.Hasa, 2019, s. 42).

Dunavec'ten gelen üç örnekten biri silindirik boyunlu yarım küre şeklinde bir kasedir. Diğeri küresel bir kaba, sonuncusu ise muhtemelen kenarları çıkıntılı bir kaseye aittir. Hepsinin dış yüzeyleri siyah astarlı ve perdahlıdır. Yarım küre şeklindeki kâsenin dış yüzeyindeki süsleme, kanal süslemesi ve grafit boyama ile yapılmıştır. Öte yandan, kenarları çıkıntılı kabın üst kısmı tamamen grafit ile kaplanmış görünmektedir. Son olarak, grafit kasenin boynuna uygulanmıştır (E.Hasa, 2019).

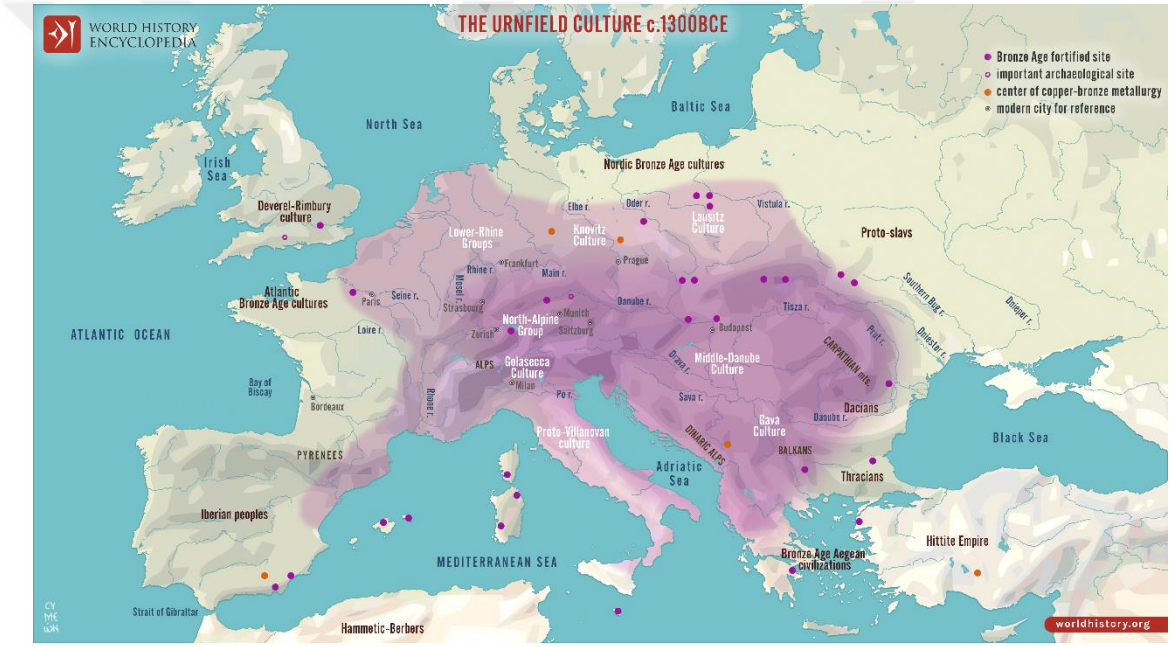


Görsel 13: Korça Havzası Dunavec'ten gelen Grafit bezemeli Çömlek Örneği (E.Hasa, 2019, s. 42).



Görsel 14: Korça Havzası Dunavec'ten gelen Grafit bezemeli Çömlek Örneği (E.Hasa, 2019).

Avrupa ve Balkanla da oldukça geniş bir coğrafyaya dağılan Kelt Kültürü grafit teknolojisi içeren çömleklerin kullanım özellikleri ve yaygınlığı bakımından önem teşkil etmektedir. Başlangıcında ve gelişiminde üç kültür öne çıkar. İlk Kelt kültürü, Urnfield Kültürdür. M.Ö. 1300'den itibaren yukarı Tuna nehri civarında bulunan Geç Tunç Çağı kültürüdür. Kültür adını ölülerini yakma ve küllerini vazolar içinde tarlalara gömme geleneklerinden alır (Netchev, https://www.worldhistory.org, 2021). Kültür döneme ait arkeolojik buluntuların eksikliğinden gizemini korumaktadır.



Görsel 15: Urnfield Kültürü Dağılım Haritası (Netchev, https://www.worldhistory.org, 2021)

Almanya'nın güneydoğusunda yer alan Bavyera'da bulunan Altdorf'da yapılan kazılarda geç urnfield döneme ait grafit katkılı ve grafit içeren seramikler mevcuttur. Keltlerin maddi kültüründe yer alan en karakteristik ögelerden biri olan grafitli seramiklerin örneklerini, kültürün başlangıcından beri bu bölgede görülmektedir.



Görsel 16: MÖ. 850-500 Linden Museum Stuttgart (https://www.antike-tischkultur.de).

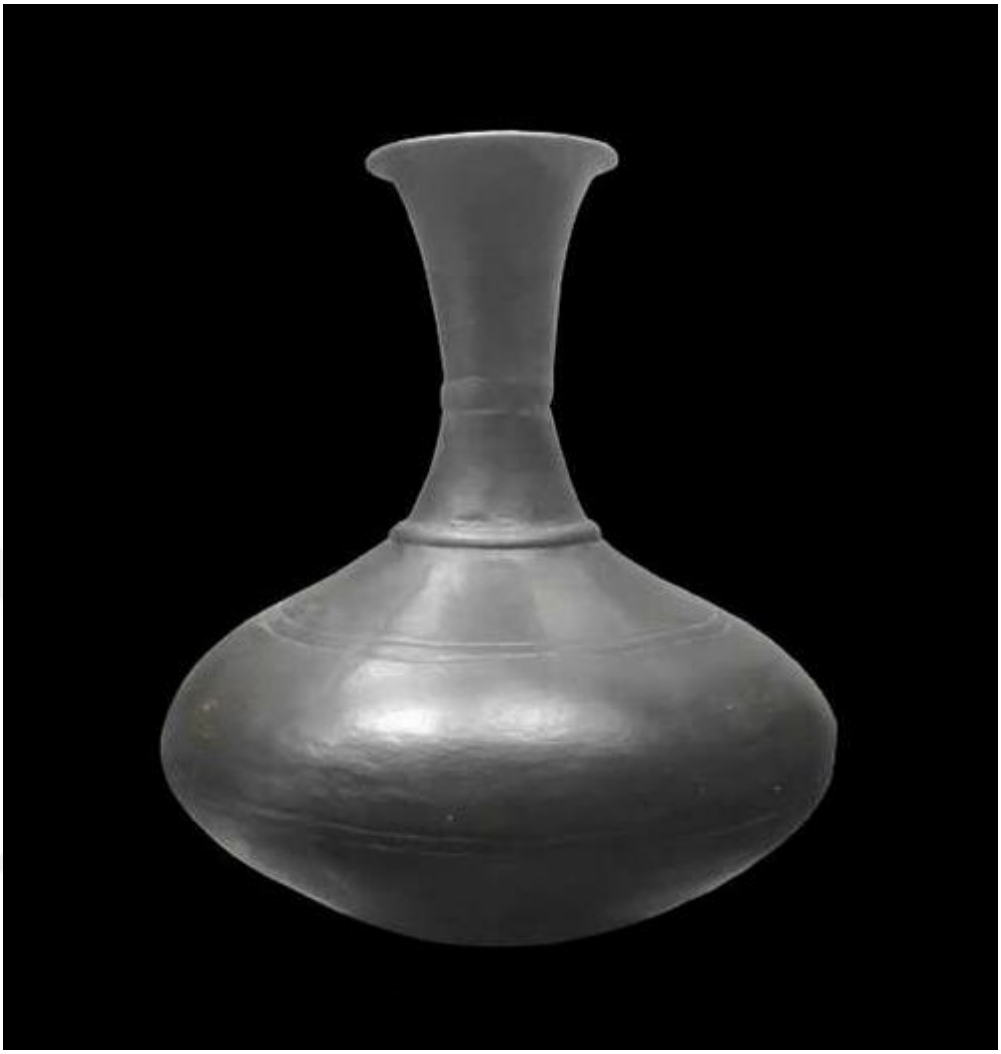
İkinci Kelt Kültürü ise, Urnfield dönemini takip eden Hallstatt Kültürüdür. Orta Avrupa'da Demir Çağı'nın erken dönemine (M.Ö.800-450) damgasını vuran önemli bir arkeolojik kültürdür. Adını Avusturya'nın Salzkammergut bölgesindeki Hallstatt gölü kenarında bulunan ve keşfedilen zengin buluntu yerinden alan bu kültür, özellikle metal işçiliği ve kendine özgü seramikleriyle tanınır.



Görsel 17: Hallstatt Kültürü Dağılım Haritası (Netchev, https://www.worldhistory.org, 2021)

Hallstatt kültürü, kendi içinde Hallstatt A ve B (Geç Tunç Çağı), Hallstatt C ve D (Erken Demir Çağı) olmak üzere dört ana evreye ayrılır. Grafit içerikli çömlekler bakımından önemli olan dönemler ise Hallstatt C (M.Ö 800-620) ve D (M.Ö. 620-450) dönemleridir.

Orta Avrupa' da Kelt çömlekçileri başlangıçta yavaş dönen çömlekçi çarkları kullanırken zaman içinde ticaretin Akdeniz'e açılımı ile daha gelişmiş çarklarla tanışılmıştır. Bu etki kavisli formların daha belirgin ve daha düzgün olmasını sağlamıştır. Genelde formlarda alt kısım gövdeye göre oldukça dar olur. Alttan genişleyerek kavis etkisi arttırılır.



Görsel 18: Hallstatt Dönem Çömleği (Doğa Tarih Müzesi Viyana)

(https://www.antike-tischkultur.de)

Hallstatt C dönemi seramiklerinde bezeme, genellikle geometrik desenlerden oluşmaktadır. Kazıma ve baskı teknikleriyle yapılan bu desenler arasında üçgenler, zikzaklar, spiraller ve daireler bulunur. Grafit kaplamanın üzerine yapılan bu kazıma desenler, parlak siyah zemin üzerinde mat bir kontrast oluşturarak etkileyici bir görünüm yaratır.



Görsel 19: M.Ö. 5yy Hallstatt C Dönemi Çömleği (https://www.antike-tischkultur.de).

Bazı kaplarda, özellikle lüks tüketim için üretilenlerde, boya bezeme de görülür. Kırmızı ve siyah renklerin kullanıldığı bu boyalı kaplar, genellikle Akdeniz dünyasıyla olan ticari ve kültürel etkileşimin bir yansıması olarak kabul edilmektedir.



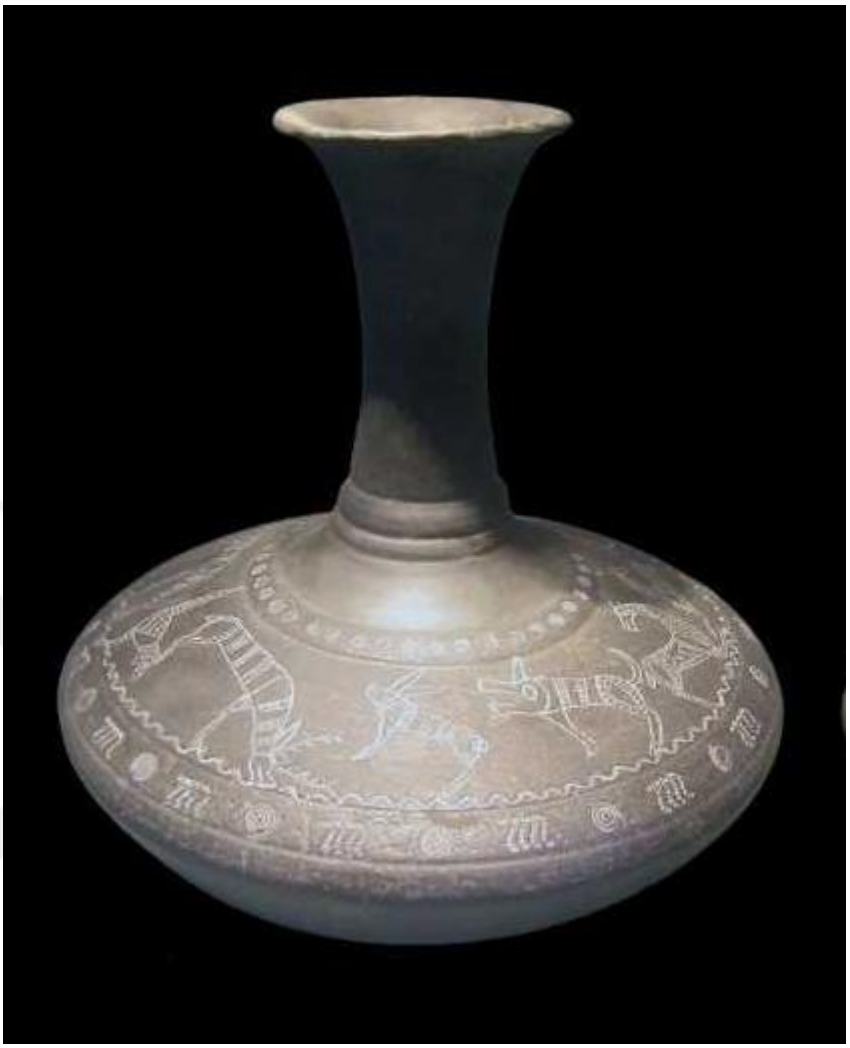
Görsel 20: M.Ö. 8-7yy Kırmızı Siyah (Grafit) dekorlu, geometrik desenli Hallstatt Çömleği (https://www.antike-tischkultur.de).

Hallstatt D dönemi, kültürün olgunluk evresi olarak kabul edilir. Bu dönemde, özellikle batı Hallstatt bölgesinde, büyük ve müstahkem yerleşimler (Fürstensitze – Prens Mezarları) ortaya çıkar ve sosyal tabakalaşma belirginleşir. Bu sosyal değişim, seramik üretimine de yansır. Kadehler, çanaklar, kaseler ve büyük depolama kapları gibi farklı işlevlere yönelik kaplar üretilir. Grafit kullanımı devam etmekle birlikte, teknik daha da geliştirilmiştir. Kapların yüzeyleri daha parlak ve pürüzsüz hale getirilmiştir. Çömlekçi çarkının kullanımı daha yaygınlaşır, bu da daha simetrik ve standart formların üretilmesine olanak tanır.



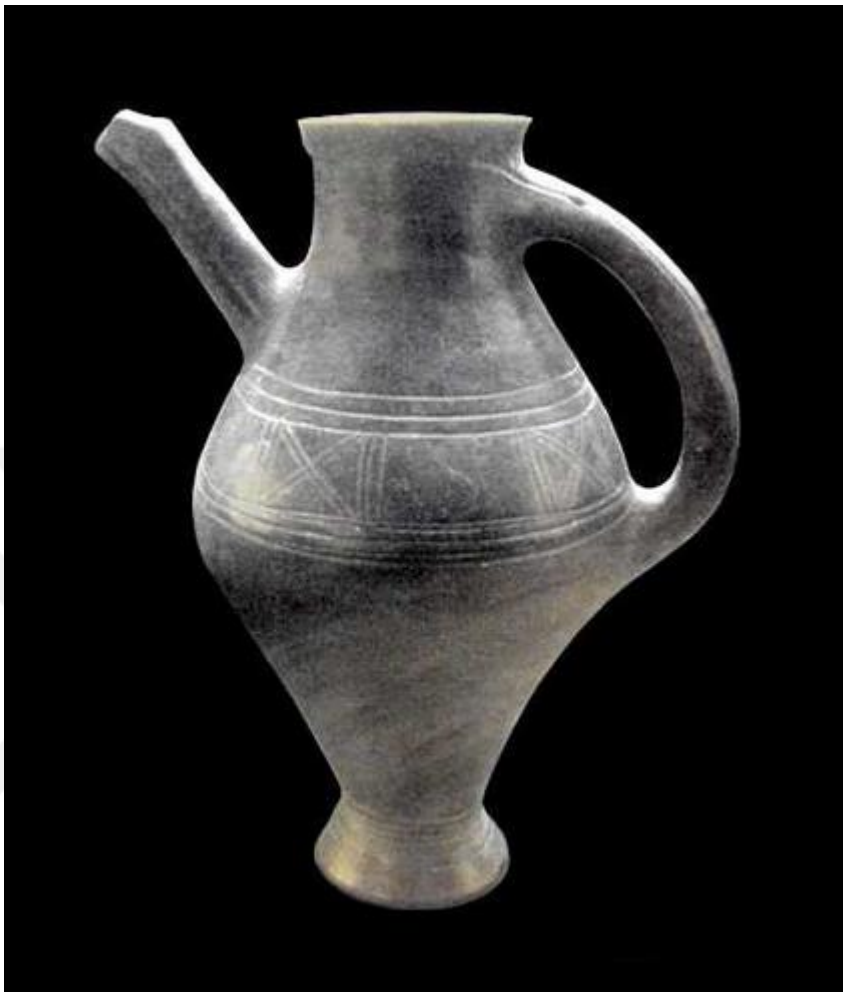
Görsel 21: M.Ö 400 Grafit Kaplı Geometrik Kazıma Dekorlu Kadeh (https://www.antike-tischkultur.de).

Hallstatt D dönemi bezemeleri, C dönemine kıyasla daha karmaşık ve çeşitlidir. Geometrik motiflerin yanı sıra, stilize edilmiş hayvan ve insan figürleri de görülmeye başlarmıştır (Görsel 22). Hayvan tasvirleri (gerçek yada mitolojik), özellikle erkek geyik, yaban domuzu, at ve av köpekleri gibi türleri içermektedir (Cartwright, Wold History Encyclopedia, 2021). Bunun yanı sıra karmaşık bitkisel motifler, soyut desenler ve birbirine dolanarak devam eden kıvrımlı çizgiler bu dönemde yaygındır (Cartwright, Wold History Encyclopedia, 2021). Dekor boyama ile yapılan bezemeler de dönemin karakteristik uygulamaları arasındadır. Akdeniz' den ithal edilen Yunan ve Etrüsk seramikleri, yerel üreticilere yeni biçimsel ve dekoratif anlayışlar kazandırarak özgün form ve bezeme stillerinin gelişimine katkı sağlamıştır (Görsel 23).



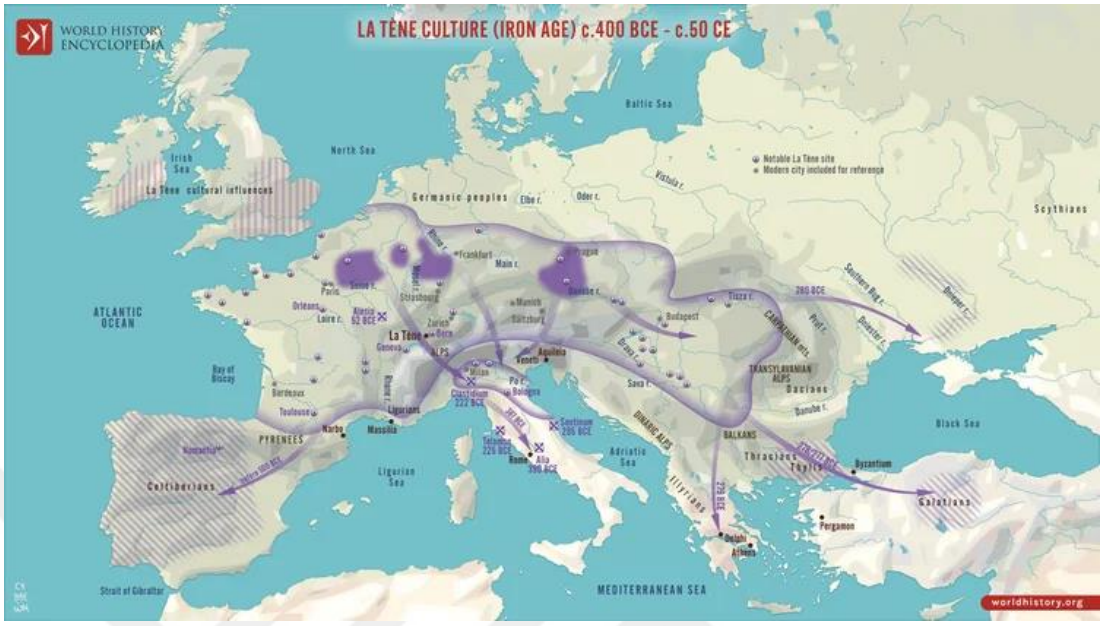
Görsel 22: M.Ö 5.yy Grafit astarlı, perdahlı kazıma dekorlu çömlek (https://www.antike-tischkultur.de).

Linsenflasche olarak bilinen uzun ve dar boyunlu yassı sürahi türü (Görsel 22), M.Ö. 5. ve 4. yüzyıllarda Orta Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaktaydı. Bu formun nitelikli bir örneği, Avusturya'nın Matzhausen bölgesinde M.Ö. 4. Yüzyıla tarihlenen bir mezarda ele geçirilmiştir. Eser üzerinde, tamamı damgalı bir bordür içinde çerçevelenmiş geyik, karaca, keçi, yaban domuzu ve kaz gibi çeşitli hayvan betimlemeleri yer alır. Ayrıca, şişenin yan yüzeyinde bir av köpeğinin tavşan kovaladığı sahne tasvir edilmiştir. Söz konusu eser günümüzde Berlin'de bulunan Museum Für Vor-und Frühgeschichte koleksiyonun da sergilenmektedir (Cartwright, Antic Celt Pottery, 2021).



Görsel 23: Hallstatt D Dönemine ait Roma esintisi taşıyan grafit astarlı, kazıma dekorlu sürahi (https://www.antike-tischkultur.de).

Hallstatt kültürünü, M.Ö. 450 ile M.Ö. 1. yüzyıl arasına tarihlenen La Tène kültürü takip etmektedir. Avrupa Demir Çağı'nın ikinci ve son evresi olarak kabul edilen bu dönem, özellikle özgün sanat üslubu ve gelişmiş metal işçiliğiyle tanınır. Seramik üretimi de La Tène döneminde hem teknolojik hem de estetik açıdan belirgin bir gelişim göstermiştir.



Görsel 24: La Tene Kültürü Dağılım Haritası (Netchev, Map of the Iron Age La Tène Culture c.400 BCE - c.50 CE, 2021).

Bu dönemde çömlekçi çarklarında ki üretimlere belirgin biçimde yansımış, kap formları daha ince duvarlı ve özenli bir şekilde çekilmeye başlanmıştır. Grafitli seramiklerde en karakteristik form, Hallstatt döneminden miras kalan situla (kova biçimli kap) olmakla birlikte, gündelik kullanıma yönelik tencere, kâse ve çanak gibi kap tipleri de yaygın olarak üretilmiştir. Çarkta şekillendirilmiş ince cidarlı kadehler ve S- profili taşıyan kaseler de La Tène döneminin tipik form repertuvarı içerisinde yer almaktadır (Klaudia Danonova,Mirosslava Kissova, 2021).



Görsel 25: Fransa'nın La Marne kentinden bir Kelt çömleği. Kavisli yapı ve siyah motifleri kırmızı bir arka ile tipik Kelt tasarım özelliklerini gösterir. MÖ 4. yüzyıl (Cartwright, Wold History Encyclopedia, 2021) (https://www.antike-tischkultur.de).

La Tene döneminin sonuna kadar bu bölgedeki çömlek üretimi, zamandan bağımsız olarak mekânsal bir süreklilik içerisinde gelişen bir düzen göstermektedir. Ancak La Tène döneminin sonu ile MÖ 1. yüzyılda Roma döneminin başlangıcına gelindiğinde, Orta Avrupa toplumu önemli bir dönüşüm sürecine girmiş ve bu sosyo-kültürel değişim çömlek üretiminde de dikkate değer yeniliklere yol açmıştır. Bu dönüşüm genellikle La Tène dönemine özgü sosyal yapıların çözülmesine ve bölgeye yeni nüfus gruplarının girişine bağlanmaktadır. Bu bağlamda, özellikle çömlek üretim pratiğinin bu dönemde belirgin biçimde dönüştüğü kabul edilmektedir (Jan Volf,Karel Slavicek,Kristina Tironava, 2025).

Doğu Bohemya'da bulunan Slepotice yerleşim bölgesinde yapılan kazılardan elde edilen buluntular da grafit teknolojisiyle üretilmiş çömleklere rastlanmıştır.



Görsel 26: Slepotice Bölgesini Gösteren Harita (Jan Volf,Karel Slavicek,Kristina Tironava, 2025).



Görsel 27: Doğu Bohemya Bölgesi Slepotice Yerleşimi Grafit Kaplamalı Çömlek Buluntusu (Jan Volf,Karel Slavicek,Kristina Tironava, 2025)

Bu bölgenin çömlek yapıları incelendiğinde La Tene Dönemine ait çömleklerin analizinde grafit, mika ve grafit içerikli frite de rastlanmıştır.

Bu dönemin ardında Avrupa ve Balkanlarda çok uzun bir dönem grafitli çömleklere rastlanmamaktadır.

M.S 900-1000 arası Moravya' da Slav grafitli çömlekleri görülmektedir. Büyük Moravya olarak geçen devlet tarihteki ilk Slav devletidir.

Slav grafit çömleklerinin kitlesel kullanımı, 10. yüzyılın ortalarından itibaren, özellikle 11. ve 12. yüzyıllarda yaygınlaşmıştır. Ancak, bu çömleklerin başlangıcı konusu tartışmalıdır. (Dostal, 1994)



Görsel 28: Moravya Haritası M.S 800 (wikipedia, 2021)

Döneme ait özgün görseller günümüze ulaşmamış olsa da, araştırmacılar tarafından hazırlanmış çizimler mevcuttur. Avrupa ve Balkanlardan sonra Mezoamerika' da grafitin seramik yüzeylerde kullanımına ilişkin arkeolojik kanıtlar bulunmaktadır. Bu kullanım, özellikle Meksika'nın batı ve güney bölgelerinde, Kolomb öncesi dönemlere kadar uzandığı bilinmektedir.

Meksika Ulusal Antropoloji ve Tarih Enstitüsü (INAH) tarafından yürütülen çalışmalar ve diğer araştırmalar, grafit kullanımının geniş bir coğrafyaya yayıldığını ve farklı dönemlerde uygulandığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Meksika'nın antik dönemine ait bazı çömlekçi merkezlerinden de örnek olarak sunulmuştur (Görsel 29). Bulguların büyük bölümü Meksika Havzası'nda yoğunlaşmaktadır. Plumbate

seramiklerinin dağılımını göstermek amacıyla Elsa Jadot tarafından hazırlanan harita, çalışmada genel bir çerçeve sunabilmesi için kullanılmıştır.



Görsel 29: Mezoamerika Dönemi Meksika Havzası Haritası. Çömlekçiliğin Geliştiği Başlıca Bölgeler (Elsa Jadot,Gregory Pereira,Hector Neff ,Michael D. Glascock, 2019)

Orta Meksika'da Postklasik dönemin (M.S 900-1521) başlangıcından itibaren seramik kültürü bölgesel özellikler gösteren ve sürekli bir etkileşim içinde gelişen bir yapı sergilemiştir. Mezoamerika' da siyah rengin kullanımı dikkat çekici olup önemli bir sembolik anlam taşımaktadır. Bu rengin, Mezoamerika toplumlarında siyasi gücün bir göstergesi olarak kullanıldığı; atalarla, evrenin yönleriyle, geceyle, soğukla ve yeraltı dünyasıyla ilişkilendirildiği bilinmektedir.

Postklasik dönem seramiklerinde, dekoratif bir unsur olarak grafit kullanımının öne çıktığı görülmektedir. Tlayacapan, Morelos'te grafit kullanımının Erken Klasik Döneme (M.S. 900-1200) kadar uzandığı da belgelenmiştir.



Görsel 30: Morelos Grafit Dekorlu Kase, M.S 1100-1300, Museo Amparo (Cortés).

Görsel 30'da30'da yer alan kase sarı tonlu kahverengi bir çamurla şekillendirilmiş olup iç ve dış yüzeyine krem renkli bir astar uygulanmıştır. Dış yüzeyde ise grafit boya kullanıldığı görülmektedir (Cortés). Bölgedeki örneklerde grafitin uygulanma biçimi, genellikle astarlanmış ve perdahlanmış yüzey üzerine dekor boyası şeklindedir. Ancak söz konusu parçaya ilişkin fırın yapısı ve pişirim yöntemi hakkında bilgi verilmemiştir.

Malpais de Zacapu bölgesinden gelen örneklerelde edilen örneklerin X-ışını floresansı (XRF), X-ışını kırınımı (XRD) analizleri, pişirim işleminin ardından yüzeyde dumanla biriken karbonla ilişkili grafit kullanıldığını göstermiştir. Bu uygulamanın parçaya parlak ve metalik bir görünüm kazandırdığı belirlenmiştir. Grafit, perdahlamadan önce çömlek yüzeye sürüldüğü anlaşılmakla birlikte uygulanma tekniğinin ayrıntıları bilinmemektedir (Elsa Jadot,Gregory Pereira,Hector Neff ,Michael D. Glascock, 2019).



Görsel 31: Morelos, Grafit Dekorlu Olduğu Düşünülen Sürahi, Museo Amparo (Vázquez).

Klasik Dönem ürünlerinden olan sürahi formu (Görsel 31), geometrik desenlerin stilize bitki motifleriyle birlikte kullanılması bakımından dönemin seramik kültürüne özgü bir örnek niteliği taşımaktadır. Siyah dekor boyasının Morelos bölgesinden ihraç edilen ürünlerde yaygın olarak görülen bir özellik olması sebebi ile grafit içerdiği düşünülmektedir. Ancak formun bütünlüğünü korumak amacıyla gerekli analizler gerçekleştirilmemiştir.



Görsel 32: Geç Postklasik (M.S.1250-1521) İç Kısmı Grafit Kaplı Kase,, Museo Amparo, (Morán).

Meksika havzasında çok rastlanan formlardan biri olan kasenin (Görsel 32) yüzeyine önce portakal tonlarında bir astar uygulanmış, ardından perdahlanmış ve son aşamada grafit boya ile dekorlanmıştır (Morán). Ancak bu örneğe ilişkin fırın tipi, pişirim özellikleri ve sıcaklık değerlerine dair bilgi verilmemiştir.

Meksika'da grafit kullanımı günümüze kadar ulaşmış olup Meta Ortiz seramiklerinde (Pueblo Çömlekçiliği) kendine özgün bir yer edinmiştir.



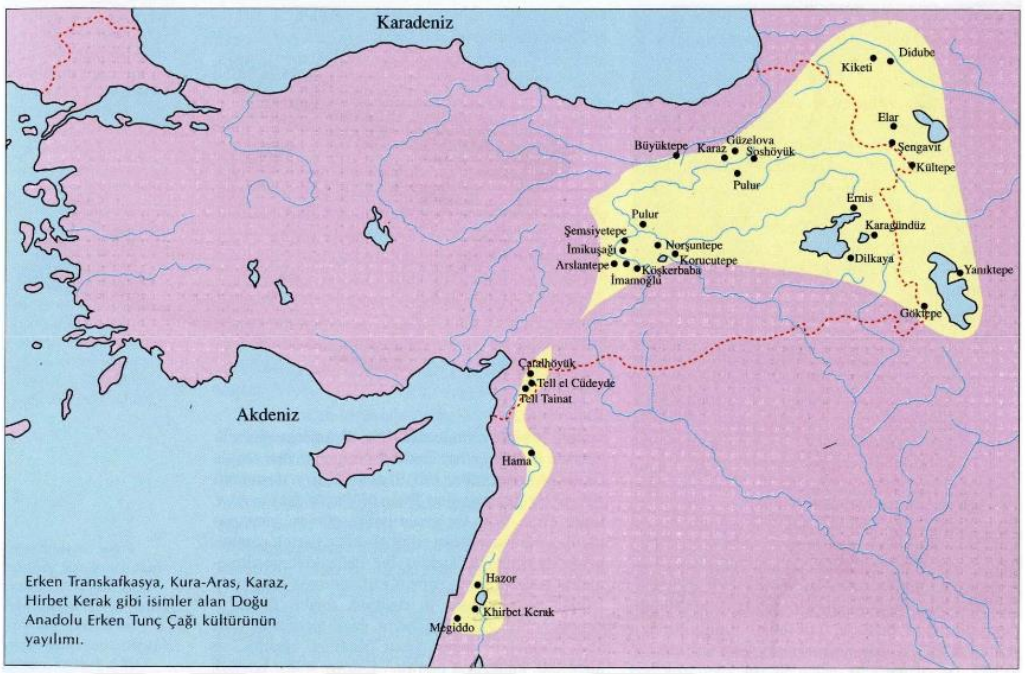
Görsel 33: Mate Ortiz Pottery, Sanatçı: Hilario Quezada (İndirgenmiş Fırın Atmosferi) (MataOrtiz, 2023)

Kendi coğrafyamıza geldiğimizde ise grafit kullanımının azda olsa belgelenmiş olduğu görülmektedir. Arkeolojik araştırmalarda, indirgenmiş ortamda gerçekleştirilen pişirimler sonucunda karşımıza çıkan grafitin indirgenme sonucu oluşan birikimiyle benzerlik göstermesi ve doğru biçimde tanımlanabilmesi X- Ray analizleri gibi gelişmiş ileri teknolojik yöntemler gerektirmesi nedeniyle uzun süre araştırmalarda arka planda kalmıştır.

Antik dönem kültürleri ve göç yolları incelendiğinde, Trakya, Ege, Orta Anadolu ve Doğu Anadolu'da farklı uygarlıklarla kurulan temaslar sayesinde grafit kullanımının ülkemiz topraklarında bilindiğinden daha yaygın olmuş olabileceği değerlendirilmektedir. Kelt kültürüyle etkileşim hâlindeki antik Yunan medeniyetlerin de grafit kullanımının görüldüğü bilinmektedir. Ayrıca Kelt kökenli Galatların, Trakya üzerinden Orta Anadolu'ya göç ederek yerleşmelerinin, bu teknolojik ve kültürel etkileşimlerin bölgeye taşınmasında rol oynamış olabileceği de belirtilmelidir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Erzurum ili sınırlarında bulunan Pulur Höyük 'te yapılan kazılarda ortaya çıkarılan Karaz kültürüne ait grafit astarlı seramikler, bölgede grafit kullanımının analitik yöntemlerle kesin olarak kanıtlandığı ilk örnekler arasında yer almaktadır. Pulur Höyük' ün Orta Tunç Çağı'na (MÖ 1993–1827) tarihlenen II. tabakasında toplam 14 adet grafit astarlı seramik parçası ele geçirilmiştir. Mikro Raman, XPS ve XRF analizleri, kapların parlak siyah yüzeylerinin açkı veya mika kullanımından değil, doğrudan grafit mineralinin uygulamasından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Bulgular, grafitin yüzeye bir biçimde astar olarak sürüldüğünü açıkça ortaya koymaktadır. Grafit astar sayesinde kapların metalik, gümüşümsü bir görünüm kazandığı, bu görünümün ise metal kap taklidine yönelik estetik bir tercih veya işlevsel koruyuculuk (ısı direnci, sıvı iticilik) amacıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Ülkemiz de Karaz kültürüne bir seramikçi gözüyle bakan ve bizi bu konu da aydınlatan Yasemin Yarol'un "Karaz'ın Karası" adlı kitabında Erzurum Karaz kültürü seramiklerinde grafit kullanımına yer verilmiş olup, seramik sanatına hâkim bir akademisyenin bakış açısı ile bizi gerek teknik gerekse kültürel miras ile ilgili araştırmaya yönlendirmektedir.(Yarol, 2016, s. 41)



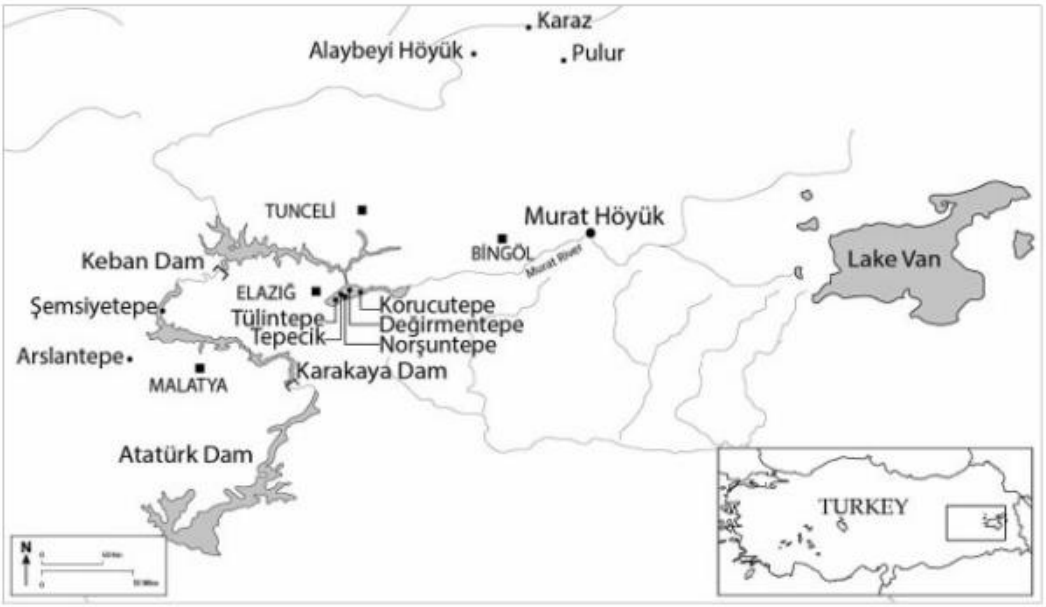
Görsel 34: Karaz Kültürü Dağılım Haritası (Sevin, 2003)



Görsel 35: Pulur Kazısı 2021 de elde edilen Grafit Astarlı Çanak Örnekleri (Akarsu, 2023).

Pulur Höyük buluntuları, grafit astarlı seramiklerin Doğu Anadolu'da Orta Tunç Çağı'na kadar uzanan kesintisiz bir teknik geleneğin varlığını ortaya koymaktadır. Bu uygulamanın yalnızca estetik bir tercih olmadığı, aynı zamanda işlevsel ve sosyo-ekonomik bir anlam taşıdığını değerlendirilmektedir. Analitik veriler, grafit astarın, metal kapların görsel etkisini taklit etmek ve seramiğe dayanıklılık kazandırmak amacıyla bilinçli olarak uygulandığını kesin biçimde göstermektedir.

Doğu Anadolu Bölgesinde Elâzığ Altınova'da bulunan Tülintepe ve Tepecik Höyüklerinde yapılan kazılarda ele geçirilen bazı parlak koyu yüzeyli seramikler uzun süre "mika astarlı mallar" olarak yorumlanmıştır. Bununla birlikte daha sonraki analitik çalışmalar, bu kapların bir bölümünde parlaklığın grafit astar uygulamasından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Söz konusu örnekler Geç Kalkolitik, Erken Tunç Çağı I ve II evrelerine tarihlendirilmektedir. Bu bulgular grafit uygulamasının Doğu Anadolu'da Orta Tunç Çağı'ndan çok daha erken dönemlerde başladığını göstermektedir (Akarsu, 2023).



Görsel 36: Bronz Dönemi Arkeolojik Yerleşim Bölgeleri (Abdulkadir Özdemir – Ayşe Özdemir, 2022)

Erzurum Sos Höyük kazılarında, Erken Tunç Çağı III (MÖ 2500–2200) tabakalarında ele geçirilen bazı parlak siyah Karaz kaplarının yüzeyindeki gümüşümsü etkinin grafit kullanımıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte Pulur Höyük örneklerinin aksine, Sos Höyük buluntuları üzerinde henüz analitik doğrulama yapılmamıştır. Buna rağmen tipolojik ve yüzey özellikleri bakımından söz konusu kaplar grafit astarlı seramiklerle güçlü benzerlikler göstermektedir.

BÖLÜM 3

GRAFİT KATKILI SERAMİK ASTAR VE SIR ARAŞTIRMA UYGULAMALARI

3.GRAFİT KATKILI SERAMİK ASTAR VE SIR ARAŞTIRMA UYGULAMALARI

Seramikte astar en temel haliyle, kuru kil ve suyun karıştırılması ile elde edilen, uygulandığı seramik ürünün yüzeyinin rengini değiştiren, ürüne bazı dekoratif değerler katan renkli bir kil tabakası olarak tanımlanan seramik çamurudur (Çobanlı, 1996, s. 1).

Günümüzde astar ya da angop olarak tanımlanan bu madde farklı yörelerde değişik isimler ile tanımlanır. Örneğin; Elazığ'ın Sivrice ilçesine bağlı Uslu köyünde kırmızı kilden yapılan astar "boyak", Kastamonu'daki Küçüksu köyünde ince taneli, kırmızı kilden yapılan astar "sürü" olarak adlandırılır (Güner, 1988). Bitlis'in Çukur Bucağı'na bağlı Günkırı köyü ile Mutki ilçesine bağlı Kavakbaşa Köyü ve Van yörelerinde çok ince taneli, süzülmüş kırmızı kilden yapılan astar "avusku" olarak adlandırılır (Güner, 1988).Aydın'ın Karacasu ilçesinde ise "madıma" olarak isimlendirilmiştir (Çizer, 1994) . Burdur'un Çanaklı köyünde talk karıştırılarak yapılır ve "halas" adını alır. Badanalama, killeme gibi isimlerle de karşımıza çıkar. İngiltere'de "slip", Fransa'da "engop" ve "barbotin", Almaya 'da "oberfluchenschammung" ya da "uberzug", Japonya'da ise "keşo" olarak bilinir (Çobanlı, 1996).

İlk astar boyalı seramikler, M.Ö 5000- 5500 tarihlerinde Anadolu'da bulunan Hacılar ve Çatalhöyük'te görülmektedir. Bu bölgelerde bulunan astar örnekleri sadece bizim topraklarımız da değil dünyada da ilk örnekler olma özelliği gösterir (Çobanlı, 1996).



Görsel 37: Hacılar Köyü Seramik Kap M.Ö 5600-5400 (https://aktuelarkeoloji.com.tr/)

Seramikte astar kullanımının sebepleri aynı zamanda astarların özelliklerinin de barındırır. Örneğin pişme rengi kirli ve koyu görünüme sahip bir bünyeyi astarlayarak temiz ve açık bir görünüm elde edebiliriz. Renkli astar kullanımı ile desen oluşturabilir, pekişmiş astar ile bünyeye su geçirmezlik kazandırabiliriz (Hacızade, Seramiğin Kimyası, 2009, s. 175).

Astar, bünyenin yaş, kuru, bisküvi olması, pişirme sıcaklığı gibi temel faktörleri göz önüne alarak hazırlanmalıdır. Üründe kullanılacak bünye koyu renk ise ve açık renk astar kullanılmak isteniliyorsa astarın yapısı değişeceği için farklı kil ve kaolinler, feldspat, nepheline siyenit, kuvars, boraks gibi bileşimler kullanılabilir. Renk veren oksitler, seramik boyaları ile de renkli astarlar hazırlanabilir (Rhodes, 1973).

Grafit katkılı astar uygulamalarına ilişkin tarihsel örnekler literatürde yer almaktadır. Ancak bu uygulamaların üretim süreçlerine ilişkin ayrıntılı ve kesin bilgiler bulunmamaktadır. Bu boşluğu gidermeye yönelik olarak deneysel arkeoloji yaklaşımı temelinde, "Shine like metal: An experimental approach to understand prehistoric graphite-coated pottery technology" başlıklı çalışma, Attila Keiter, Szabolcs Czifra, Zsolt Bendö, Jánosné Egri Imre, Péter Pánczél ve Gábor Váczi'den oluşan araştırma ekibi tarafından 2014 yılında gerçekleştirilmiştir. Tezin temel araştırma prensibini oluşturan bu çalışmada Hallstatt bölgesinden temin edilen yöresel kil kullanılarak çeşitli oranlarda grafit ilavesi ile astar hazırlanmış, söz konusu astarlar, dönemin üretim tekniklerine uygun bir şekilde perdahlanmış ve uygulama indirgen atmosfer koşullarını sağlamak amacı ile kutu içerisinde, kutunun içinde hava kalmayacak şeklinde fırınlanmıştır.



Görsel 38: Deneysel Arkeologların kullandığı bölgesel kilden yapılmış kil silindirler ve astar uygulaması sonrası perdahlama işlemi (Attila Kreiter , Szabolcs Czifra , Zsolt Bendö , Janosane Egri Imre, Peter Panczel , Gabor Vaczi , 2014).



Görsel 39: Deneysel Çalışmanın Kutu pişirimi öncesi sonrası hali (Attila Kreiter , Szabolcs Czifra , Zsolt Bendö , Janosane Egri Imre, Peter Panczel , Gabor Vaczi , 2014)

İlk denemelerde Kınık kili ile grafitin birlikte kullanıldığı bir karışım hazırlanmış; bu karışım 1020°C'de bisküvi pişirimi yapılmış merkezi Bursa ili Osmangazi ilçesinde bulunan Bon Life Art isimli firmadan temin edilen "BonserV" kodlu beyaz bünyeler üzerine uygulanmıştır. Uygulama öncesi kuru malzeme ve su eşit oranda karıştırarak fırça ile uygulanmıştır.



Görsel 40: Grafit: %10 Kınık Kili: %90 içeren astar



Görsel 41: Grafit: %20 Kınık Kili: %80 içeren astar



Görsel 42: Grafit: %30 Kınık Kili: %70 içeren astar



Görsel 43: Grafit: %40 Kınık Kili: %60 içeren astar



Görsel 44: Grafit: %50 Kınık Kili: %50 içeren astar



Görsel 45: Grafit: %60 Kınık Kili: %40 içeren astar



Görsel 46: Grafit: %70 Kınık Kili: %30 içeren astar



Görsel 47: Grafit: %80 Kınık Kili: %20 içeren astar



Görsel 48: 650°, 750°, 850° C' de Toplu Görünüm

Elde edilen bulgular, pişmiş bünye üzerinde uygulanan astarlarda grafit oranı arttıkça, astarın bünyeye tutunmasında güçlükler yaşandığını göstermiştir. Bu doğrultuda deneysel sürecin devamında plastikliği daha yüksek olan Karacasu kili kullanılarak kırmızı pekişmiş astar, Rus kili kullanılarak beyaz pekişmiş astar hazırlanmasına karar verilmiştir. Söz konusu astarlar, Menemen çiğ bünye ile yerli üretim beyaz bünyelere fırça yardımı ile uygulanmıştır. Grafitin indirgenmiş fırın atmosferinde yüzey parlaklığı üzerindeki etkisini gözlemleyebilmek amacıyla 850°C deki elektrikli fırında kutu içerisinde pişirim gerçekleştirilmesi uygun görülmüştür. Bu bağlamda Karacasu ve Rus

killerinden pekişmiş astar hazırlanmış, pekişmiş astar reçetelerinin oluşturulmasında literatür taraması yapılmış olup, bölümümüz hocalarından Doç. Füsun Uludağ Çövenoğlu ve Adnan Menderes Üniversitesi Öğr. Görevlisi Kadir Ertürk'ün kullanmakta olduğu pekişmiş astar reçetesinden oluşturulmuştur.

Tablo 1: Kırmızı ve Beyaz Astar Reçeteleri Tablosu

Kırmızı Astar	300 gr. Karacasu Kili 0.3 ml. Sodyum Silikat (Cam Suyu) 1.5 L Su
Beyaz Astar	300 gr. Rus Kili 0.3 ml Sodyum Silikat (Cam Suyu) 1.5 L Su

Hazırlanan karışımlar bir gün boyunca belirli aralıklarla karıştırılmış, ardından en az bir gün süre ile dinlenmeye bırakılmıştır. Dinlenme sürecinin ardından karışımda en üst kısımda su tabakası, en alt kısımda kalın taneciklerin dibe çökmesi sonucu oluşan tabaka ve orta kısımda (ince taneciklerin yer aldığı) astar tabakaları meydana gelmektedir. Bu üç tabakanın da oluştuğu gözlendikten sonra orta bölüm sifonlama yöntemi ile başka bir şişeye aktarılır. Aktarılan astara yaklaşık bir litre su eklenerek yeniden karıştırılmış; karışım bir gün daha bekletilerek ikinci kez çöktürme işlemine tabi tutulmuştur. Toplamda iki kez tekrarlanan çöktürme işlemleri neticesinde pekişmiş astar elde edilmiştir. Elde edilen astarlar, 100 °C'de etüvde kurutularak deneysel çalışmalarda kullanmak üzere hazır hale getirilmiştir. Bu işlem basamakları hem kırmızı hem de beyaz pekişmiş astar için aynı şekilde uygulanmıştır.

Tablo 2: D Grubu Reçeteleri

D1	%40 Grafit + %60 Karacasu Pekişmiş Astar
D2	%50 Grafit + %50 Karacasu Pekişmiş Astar
D3	%60 Grafit + %40 Karacasu Pekişmiş Astar
D4	%70 Grafit + %30 Karacasu Pekişmiş Astar
D5	%80 Grafit + %20 Karacasu Pekişmiş Astar
D6	%30 Grafit + %70 Karacasu Pekişmiş Astar
D7	%20 Grafit + %80 Karacasu Pekişmiş Astar
D8	%10 Grafit + %90 Karacasu Pekişmiş Astar

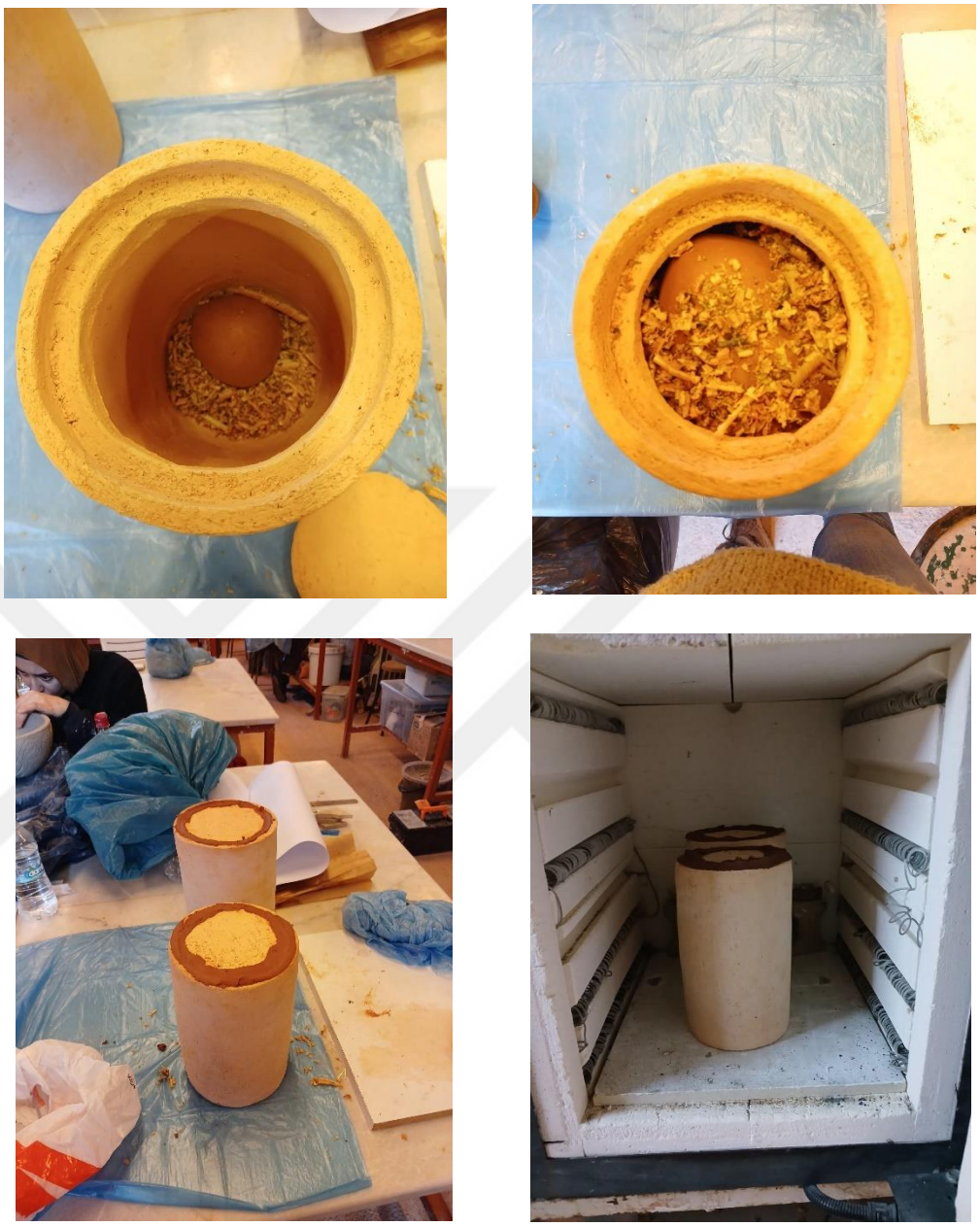
Kuru tartımları yapılan denemeler fırça ile yüzeye uygulanmıştır ve perdahlama işlemi yapılmıştır.



Görsel 49: Kuru tartım uygulama fotoğrafı



Görsel 50: Hazırlanan Denemelerin Kurutulması



Görsel 51: Sagar Kutularının Hazırlanması ve Fırına Yerleştirilmesi

Grafit katkılı seramiklerin araştırılmasında, astarlarda, özellikle indirgen atmosfer ortamında kullanılmasına çok sık rastlandığı için, indirgeme sağlamak amaçlı kutu (sagar) pişirimden faydalanılmıştır. Hazırlanan denemeler kutu (sagar) pişirim kaplarına yerleştirilmiştir, indirgeyici olarak talaş kullanılmıştır. Kapakları sıkıca

kapatılan kutuların hava alması önlenerek, 850° C' de elektrikli fırında pişirilmiştir. Fırın rejimi sıcaklığın 6 saatte 650°C, 4 saatte 850° C'ye ulaşacak şekilde toplam 10 saate ayarlanmıştır.

Tablo 3: D1 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D1: %40 Grafit +%60 Karacasu		

Tablo4: D2 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D2: %50 Grafit +%50 Karacasu		

Tablo 5: D3 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D3: %60 Grafit +%40 Karacasu		

Tablo 6: D4 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D4: %70 Grafit +%30 Karacasu		

Tablo7: D5 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D5: %80 Grafit +%20 Karacasu		

Tablo 8: D6 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D6: %30 Grafit +%70 Karacasu		

Tablo 9: D7 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D7: %20 Grafit +%80 Karacasu		

Tablo 10: D8 Kırmızı Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D8: %10 Grafit +%90 Karacasu		

Tablo 11: D1 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D1: %40 Grafit +%60 Karacasu		

Tablo 12: D2 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D2: %50 Grafit +%50 Karacasu		

Tablo 13: D3 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D3: %60 Grafit +%40 Karacasu		

Tablo 14: D4 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D4: %70 Grafit +%30 Karacasu		

Tablo 15: D5 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D5: %80 Grafit +%20 Karacasu		

Tablo 16: D6 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D6: %30 Grafit +%70 Karacasu		

Tablo 17: D7 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D7: %20 Grafit +%80 Karacasu		

Tablo 18: D8 Beyaz Bünye Kırmızı Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
D8: %10 Grafit +%90 Karacasu		

Tablo 19: B Grubu Reçeteleri

B1	%10 Grafit + %90 Beyaz Pekişmiş Astar
B2	%15 Grafit + %85 Beyaz Pekişmiş Astar
B3	%20 Grafit + %80 Beyaz Pekişmiş Astar
B4	%25 Grafit + %75 Beyaz Pekişmiş Astar
B5	%30 Grafit + %70 Beyaz Pekişmiş Astar
B6	%35 Grafit + %65 Beyaz Pekişmiş Astar
B7	%40 Grafit + %60 Beyaz Pekişmiş Astar
B8	%45 Grafit + %55 Beyaz Pekişmiş Astar
B9	%50Grafit + %50 Beyaz Pekişmiş Astar
B10	%55 Grafit + %45 Beyaz Pekişmiş Astar
B11	%60 Grafit + %40Beyaz Pekişmiş Astar
B13	%70 Grafit + %30 Beyaz Pekişmiş Astar

B Grubu denemelerinde kullanılan pekişmiş beyaz astarın pişmiş yüzeydeki etkilerini gözlemlemek amacı ile indirgeme grubundan farklı olarak kırmızı ve beyaz bünyelere fırça yardımı ile uygulanarak, fırın rejimi 650°C'ye 6 saat, 850° C' ye 4 saat olacak şekilde toplam 10 saat sürecek bir pişirim programı uygulayarak yükseltgen ortamda pişirilmiştir.



Görsel 52: Beyaz Pekişmiş Astar Beyaz Bünye 850° C

B1, B2, B3, B4, B5, B6



Görsel 53: Beyaz Pekişmiş Astar Beyaz Bünye 850° C

B7, B8, B9, B10, B11, B13



Görsel 54: Beyaz Pekişmiş Astar Kırmızı Bünye 850°C

B1, B2, B3, B4, B5, B6

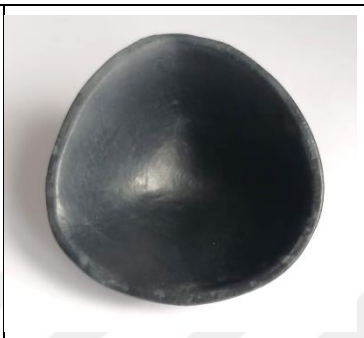


Görsel 55: Beyaz Pekişmiş Astar Kırmızı Bünye 850°C

B7, B8, B9, B10, B11, B13

İndirgeme hazırlanan denemeler 850° C' de aynı kırmızı Karacasu pekişmiş astarında kullanılan fırın rejimi ile elektrikli fırında kutu içerisinde pişirilmiştir.

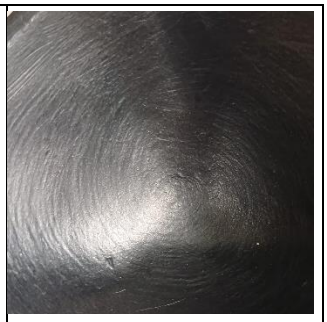
Tablo 20: B1 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B1: %10 Grafit +%90 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 21: B2 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B2: %15 Grafit +%85 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 22: B3 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B3: %20 Grafit +%80 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 23: B4 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B4: %25 Grafit +%75 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 24: B5 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B5: %30 Grafit +%70 Beyaz Pekişmiş Astar		

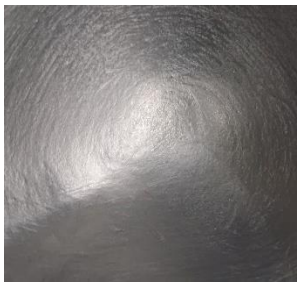
Tablo 25: B6 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B6: %35 Grafit +%65 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 26: B7 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B7: %40 Grafit +%60 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 27: B8 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B8: %45 Grafit +%55 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 28: B9 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B9: %50 Grafit +%50 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 29: B10 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B10: %55 Grafit +%45 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 30: B11 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B10: %60 Grafit +%40 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 31: B13 Beyaz Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Beyaz Ham Bünye	Beyaz Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B13: %70 Grafit +%30 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 32: B1 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B1: %10Grafit +%90 Beyaz Pekişmiş Astar		

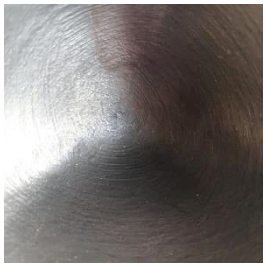
Tablo 33: B2 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B2: %15Grafit +%85 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 34: B3 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B3: %20Grafit +%80 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 35: B4 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B4: %25Grafit +%75 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 36: B5 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B5: %30Grafit +%70 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 37: B6 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B6: %35Grafit +%65 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 38: B7 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B7: %40Grafit +%60 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 39: B8 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B8: %45Grafit +%55 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 40: B9 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B9: %50Grafit +%50 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 41: B10 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B10: %55Grafit +%45 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 42: B11 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

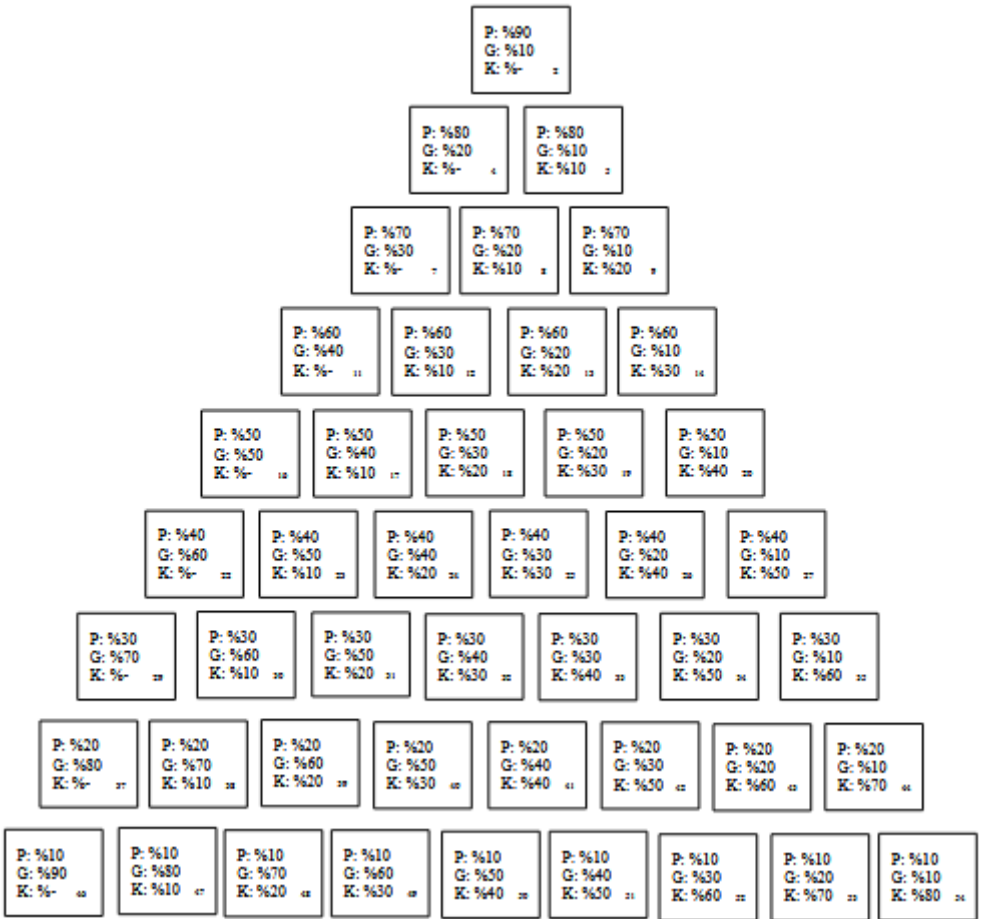
		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B11: %60Grafit +%40 Beyaz Pekişmiş Astar		

Tablo 43: B13 Kırmızı Bünye Beyaz Pekişmiş Astar

		
Kırmızı Ham Bünye	Kırmızı Pişmiş Bünye	Pişmiş Yakın Çekim
B13: %70Grafit +%30 Beyaz Pekişmiş Astar		

Grafit katkılı sır hazırlarken grafitin etkilerini daha detaylı inceleyebilmek amacı ile üçgen piramitten faydalanılmıştır.

Üçlü diyagram kullanılarak iki farklı grup belirlenmiştir. İlk grup kurşun-grafit-kaolenden meydana gelirken, ikinci grup üleksit-grafit-kaolen den oluşturulmuştur.



Görsel 56: Kurşun-Grafit-Kaolen yüzdelik dağılım çizelgesi

P: Kurşun, G: Grafit, K: Kalen

Tabloda yer alan hammaddelerin önce kuru tartımları yapılmış, ardından porselen havanda uygun miktarda su ilave edilerek karıştırılmıştır. Fırça ile hem kırmızı hem de beyaz bünyeye uygulanmıştır.

Kurşun oksidin erime derecesi daha düşük olduğundan ilk önce 550°C' de daha sonra 650,750,850,950 derecelerde pişirilerek sonuçları gözlemleri gözlenmiştir.



Görsel 57: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 550° C

550° C'de pişirimde kurşun miktarı azaldıkça yüzeye tutunmalarda zorluklar gözlemlenmiştir.



Görsel 58: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 550° C



Görsel 59: Beyaz Bünye ve Kırmızı Bünye yakın görünüm



Görsel 60: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 650° C



Görsel 61: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 650° C

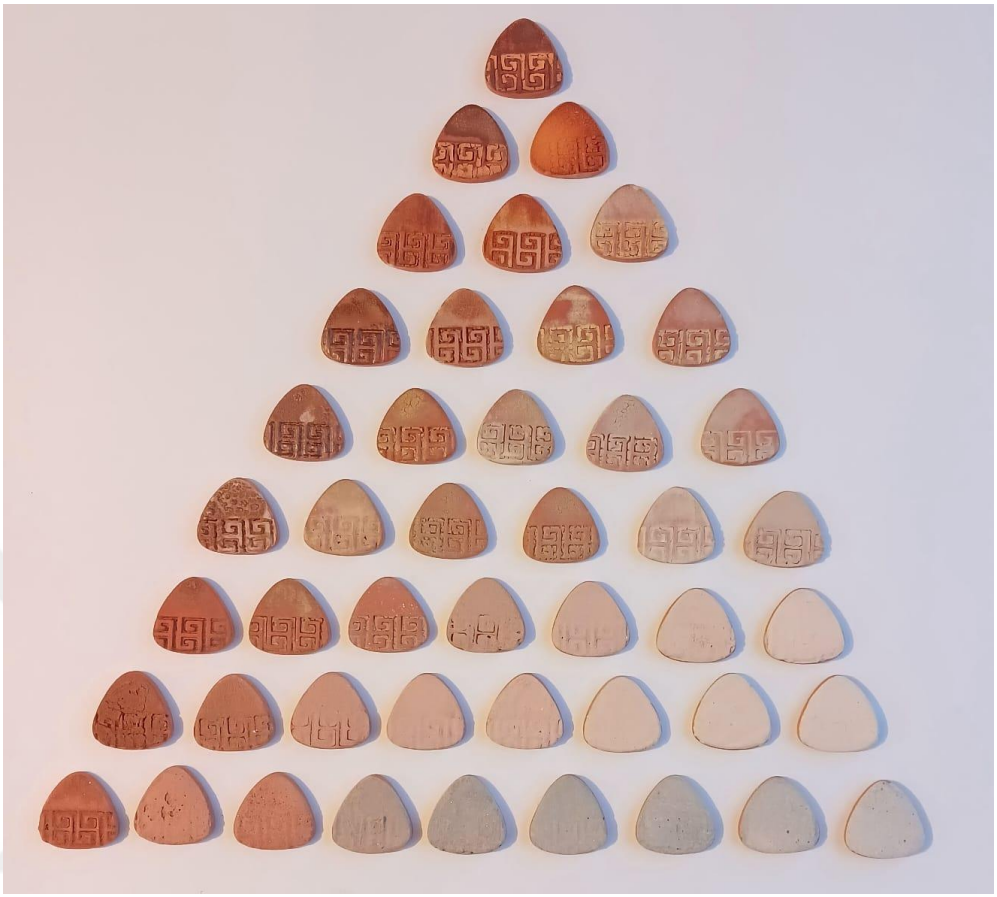


Görsel 62: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 750° C





Görsel 63: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 750° C Detay



Görsel 64: Kurşun-Grafit Kaolen Kırmızı Bünye 750° C



Görsel 65: Kurşun-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 750° C Detay

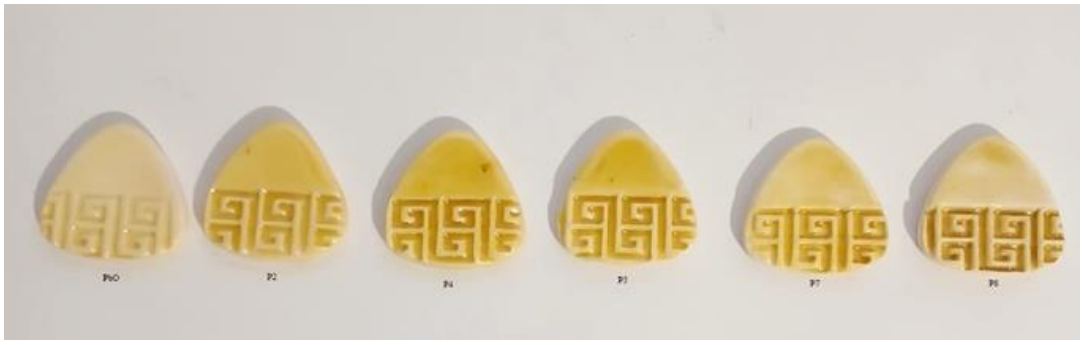


Görsel 66: Kurşun-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 850° C

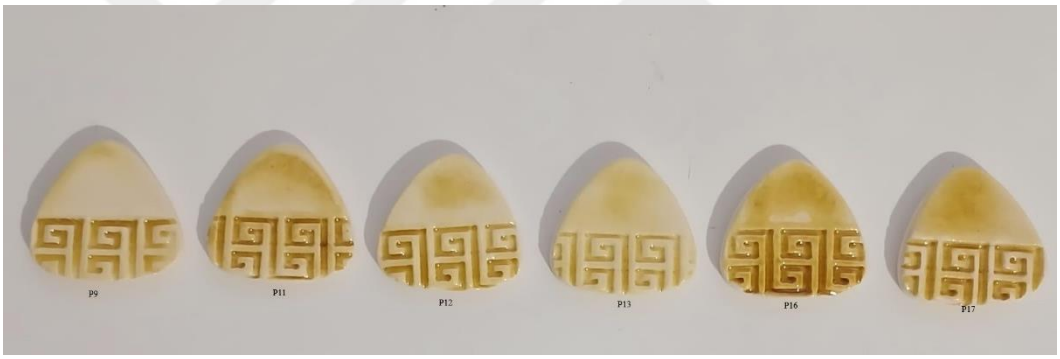


Görsel 67: Kurşun-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 850° C

Tablo 44: Beyaz Bünye 850°C de Olgunlaşan Grup P1

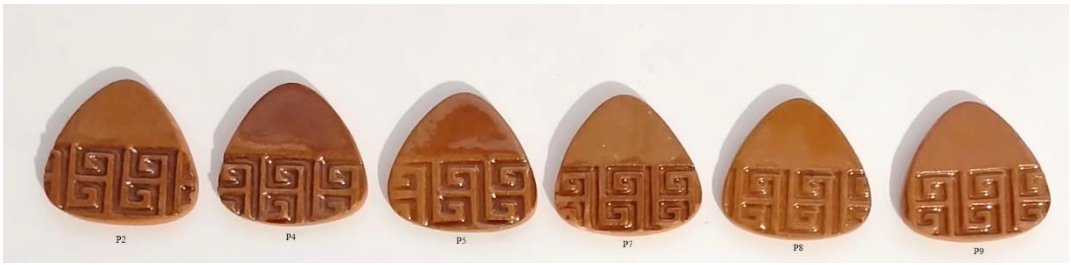


PbO	2 PbO %90 Grafit %10	4 PbO %80 Grafit %20	5 PbO %80 Grafit %10 Kaolen%10	7 PbO %70 Grafit%30	8 PbO %70 Grafit %20 Kaolen%10



9 PbO %70 Grafit %10 Kaolen%10	11 PbO %60 Grafit %40	12 PbO %60 Grafit %30 Kaolen%10	13 PbO %60 Grafit %20 Kaolen%20	16 PbO %50 Grafit %50	17 PbO %50 Grafit %40 Kaolen %10

Tablo 45: Kırmızı Bünye 850°C de Olgunlaşan Grup P1



2 PbO %90 Grafit %10	4 PbO %80 Grafit %20	5 PbO %80 Grafit %10 Kaolen%10	7 PbO %70 Grafit%30	8 PbO %70 Grafit %20 Kaolen%10	9 PbO %70 Grafit %10 Kaolen%10



11 PbO %60 Grafit %40	12 PbO %60 Grafit %30 Kaolen%10	13 PbO %60 Grafit %20 Kaolen%20	16 PbO %50 Grafit %50	17 PbO %50 Grafit %40 Kaolen %10



Görsel 68: Kurşun-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 850° C-950° C



Görsel 69: Kurşun-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 950° C

Tablo 46: Beyaz Bünye 950° C de Olgunlaşan Grup P2



14 Pbo %60 Grafit %10	18 PbO %50 Grafit %30 Kaolen %20	19 Pbo %50 Grafit %20 Kaolen %30	20 PbO %50 Grafit %10 Kaolen %40



22 PbO %40 Grafit %60	23 PbO %40 Grafit %50 Kaolen %10	24 PbO %40 Grafit %40 Kaolen %20	25 PbO %40 Grafit %30 Kaolen %30



29 Pbo %30 Grafit %70	30 PbO %30 Grafit %60 Kaolen %10	31 PbO %30 Grafit %50 Kaolen %20	32 PbO %30 Grafit %40 Kaolen %30



Görsel 70: Kurşun-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 850° C-950° C



Görsel 71: Kurşun-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 950° C

Tablo 47: Kırmızı Bünye 950° C de Olgunlaşan Grup P2



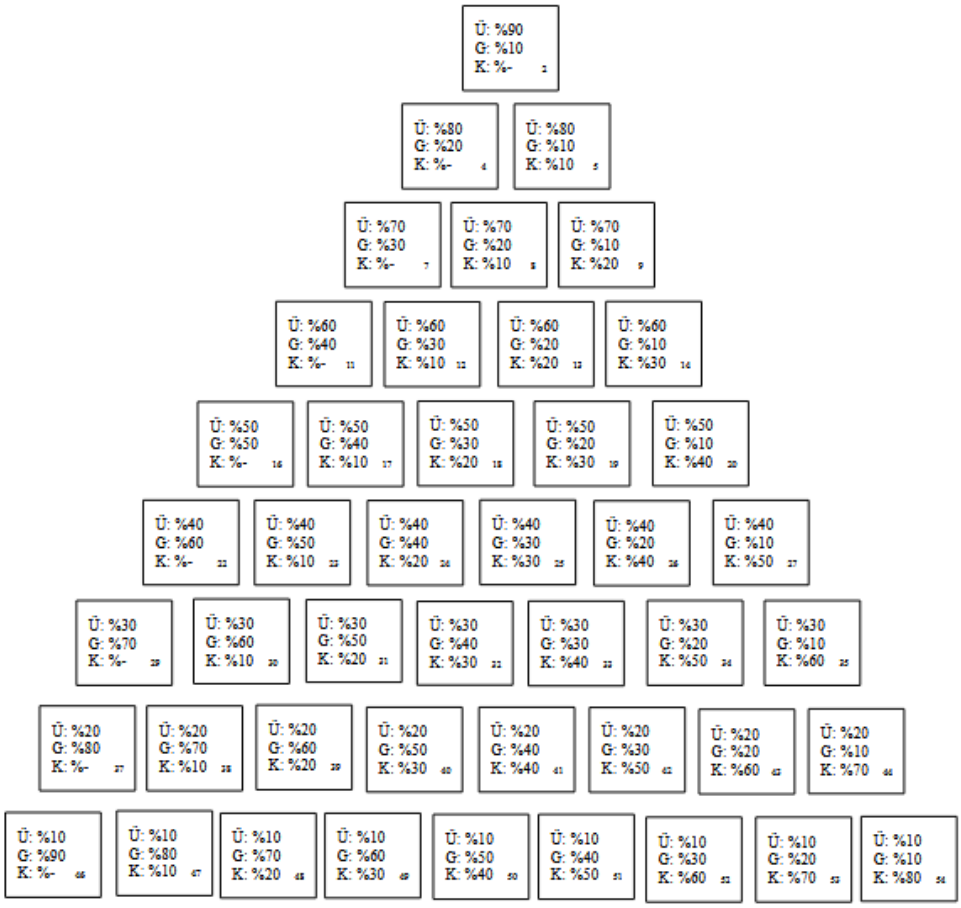
14 Pbo %60 Grafit %10	18 PbO %50 Grafit %30 Kaolen %20	19 Pbo %50 Grafit %20 Kaolen %30	20 PbO %50 Grafit %10 Kaolen %40



22 PbO %40 Grafit %60	23 PbO %40 Grafit %50 Kaolen %10	24 PbO %40 Grafit %40 Kaolen %20	25 PbO %40 Grafit %30 Kaolen %30



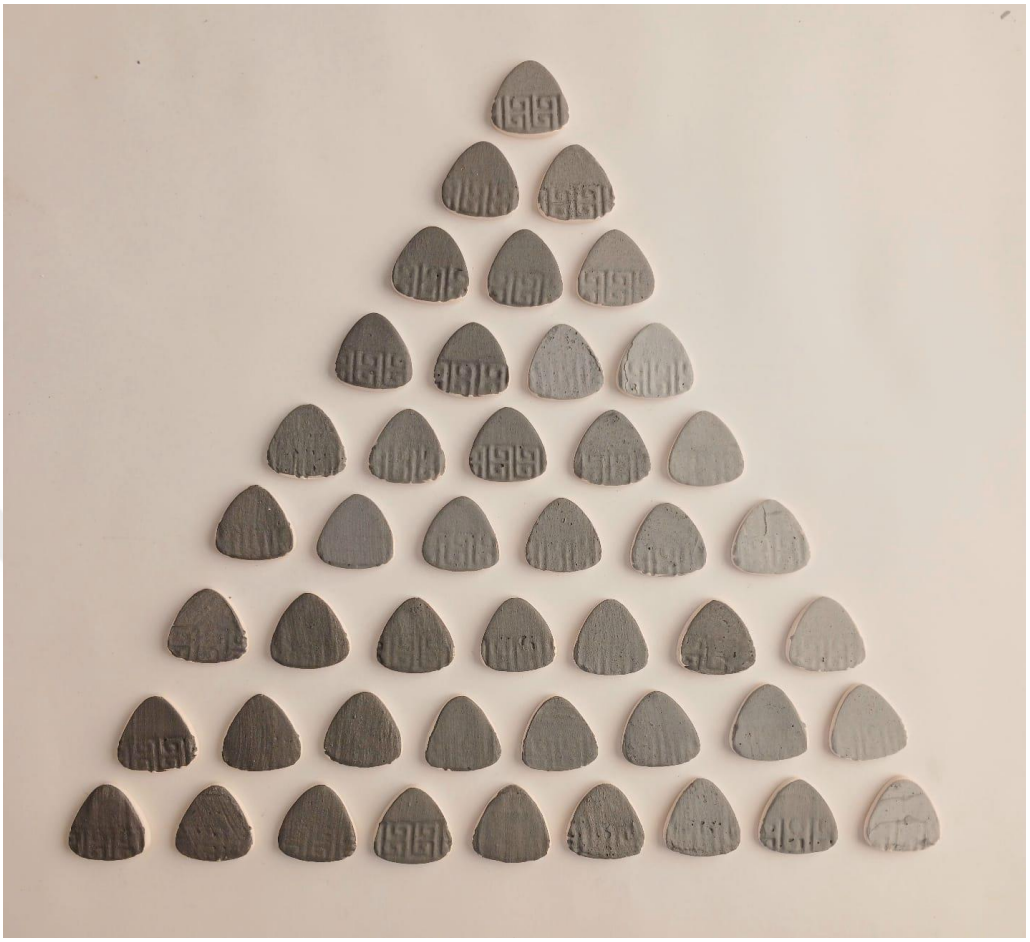
29 Pbo %30 Grafit %70	30 PbO %30 Grafit %60 Kaolen %10	31 PbO %30 Grafit %50 Kaolen %20



Görsel 72: Üleksit- Grafit-Kaolen Yüzdelik Dağılım Çizelgesi

Ü:Üleksit, G:Grafit, K:Kaolen

Üleksit içeren denemeler hem beyaz bünyeye hem kırmızı bünyeye uygulanmıştır. Sırasıyla 650° C ,750° C, 850° C, 950°C ve 1050° C'de pişirilmiştir.



Görsel 73: Üleksit-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 650° C





Görsel 74: Üleksit-Grafit Kaolen Beyaz Bünye 650° C Detay



Görsel 75: Üleksit-Grafit Kaolen-Kırmızı Bünye 650° C



Görsel 76: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 650° C Detay



Görsel 77: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 750° C



Görsel 78: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 750° C Detay



Görsel 79: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 750° C



Görsel 80: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 750° C Detay



Görsel 81: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 850° C



Görsel 82: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 850° C



Görsel 83: Üleksit-Grafit-Kaolen Beyaz Bünye 950° C

Tablo 48: Beyaz Bünye 950° C de Olgunlaşan Grup Ü1



2 Üleksit: %90 Grafit : %10	4 Üleksit: %80 Grafit : %20	5 Üleksit: %80 Grafit : %10 Kaolen: %10	7 Üleksit: %70 Grafit : %30	8 Üleksit: %70 Grafit : %20 Kaolen: %10	9 Üleksit: %70 Grafit : %10 Kaolen: %20



11 Üleksit: %60 Grafit : %40	12 Üleksit: %60 Grafit : %30 Kaolen: %10	13 Üleksit: %60 Grafit : %20 Kaolen: %20	14 Üleksit: %60 Grafit : %10 Kaolen: %30	16 Üleksit: %50 Grafit : %50	17 Üleksit: %50 Grafit : %40 Kaolen: %10

Tablo 49: Beyaz Bünye 950° C de Olgunlaşan Grup Ü1'in devamı

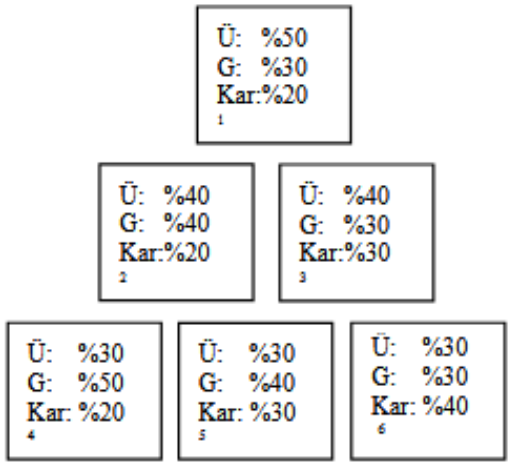
					
18 Üleksit: %50 Grafit : %30 Kaolen: %20	19 Üleksit: %50 Grafit : %20 Kaolen: %30	20 Üleksit: %50 Grafit : %10 Kaolen: %40	22 Üleksit: %40 Grafit : %60	23 Üleksit: %40 Grafit : %50 Kaolen: %10	24 Üleksit: %40 Grafit : %40 Kaolen: %20
					
25 Üleksit: %40 Grafit : %30 Kaolen: %30	26 Üleksit: %40 Grafit : %20 Kaolen: %40	27 Üleksit: %40 Grafit : %10 Kaolen: %50	30 Üleksit: %30 Grafit : %60 Kaolen: %10	31 Üleksit: %30 Grafit : %50 Kaolen: %20	32 Üleksit: %30 Grafit : %40 Kaolen: %30



Görsel 84: Üleksit-Grafit-Kaolen Kırmızı Bünye 950° C

Çalışmalar doğrultusunda daha küçük ölçekli bir deneme grubu daha ilave edilmiştir.

Bu deneme grubu için üleksit, grafit ve kaolenden oluşan denemelerde, kaolen hammaddesini çıkarıp, yerine pekişmiş astar yapımında kullanılan plastikliği daha yüksek olan Karacasu kili dahil edilmiştir.



Görsel 85: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Yüzdelik Dağılım Çizelgesi

Ü: Üleksit, G: Grafit, Kar: Karacasu Kili



Görsel 86: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Beyaz Bünye 750° C



Görsel 87: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Beyaz Bünye 750° C



Görsel 88: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Beyaz Bünye 850° C



Görsel 89: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Kırmızı Bünye 850° C



Görsel 90: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Beyaz Bünye 950° C



Görsel 91: Üleksit-Grafit-Karacasu Kili Kırmızı Bünye 950° C



Görsel 92: Eser Adı: Kurak 2024

Grafit katkılı sır ile sırlanmıştır. Bazı çukur bölgelere sır fazla sürülmüş ve o bölgelerdeki efektleri gözlemlenmiştir.



Görsel 93: Kurak Detay

SONUÇ

Yapılan denemeler astar ve sır sonuçları olmak üzere iki farklı başlık altında değerlendirilmiştir.

Astar denemelerinde sadece kil ve grafit kullanılmış; elektrikli fırında kademeli sıcaklık artışı sağlanarak oksijenli atmosferde pişirim gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık artışı ile beraber grafit oranındaki değişime bağlı olarak renk değişimleri gözlemlenmiştir. Ancak sıcaklığın 850°C'ye ulaşmasıyla birlikte, grafit oranı sabit tutulmasına rağmen grafitin karakteristik rengi yüzeyde saptanamamıştır. Bununla beraber grafitin miktarının artması durumunda astarın bünyeye yeterince tutunamadığı ve yüzeye el ile temas edildiğinde astarın bünyeden ayrıldığı ve toz yapısını koruduğu belirlenmiştir.

Pekişmiş astar ile yapılan denemelerde Karacasu kilinden hazırlanan pekişmiş astar hem yerli üretim beyaz bünyeye hem de kırmızı Menemen bünyeye uygulanmıştır. İndirgen atmosferde 850° C'de pişirilen denemelerde genel olarak bünyeye tutunmama sorununa rastlanmamıştır. D7 ve D8 denemeleri hem beyaz bünyede hem de kırmızı bünyede yüzeye tutunsa da çizilmelere karşı mukavemet gösterememiştir. Bununla beraber karakteristik renk özellikleri özellikle Menemen çamuru üzerine yapılan uygulamalarda daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Grafit miktarının artmasına bağlı olarak yüzeyde dokular gözlemlenmiş; ancak bu durum sanatsal üretimler açısından tercih edilebilir bir özellik olarak değerlendirilmiştir.

Rus kilinden hazırlanan pekişmiş astar hem yerli üretim beyaz bünye hem de kırmızı Menemen bünyeye uygulanmıştır. İndirgen atmosferde 850° C'de pişirilen denemelerde genel olarak bünyeye tutunmama sorununa rastlanmamıştır. B grubu olarak tanımlanan denemelerin hazırlaması, bünyeye uygulaması D Grubu denemelerine göre daha kolay olduğu gözlemlenmiştir. Grafit miktarı arttıkça fırça ile uygulamada, fırça izi bırakmalarına rağmen doku oluşturmamıştır. Beyaz bünye uygulamalarında grafit miktarının artması, gümüş rengi, metalik etkili, mat bir görünüm göstermiştir. D grubu

beyaz pekişmiş astar uygulamalarına göre çizilmelere karşı daha dirençli olduğu saptanmıştır.

Sır çalışmalarında ise hazırlanan iki farklı grupta da ergitici kullanılmasına rağmen beklenildiği gibi düşük derecelerde (550-650-750) belirgin bir sır oluşumu gözlemlenmemiştir. Bünyeye tutunma açısından özellikle üleksit içeren denmelerde zorluklar yaşanmıştır. Her iki grupta da kullanılan grafit oranlarına bağlı olarak yüzeyde pütürlü dokuların oluştuğu tespit edilmiştir.

Kurşun ile hazırlanan denemelerde 850° C' de olgunlaşan Grup P1 beyaz bünye üzerinde grafitin etkisi belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Kırmızı bünye denemelerinde ise; P2, P4, P16 da hafif metalik bir etki gözlemlenmiştir. 950° C' de olgunlaşan grupta ise metalik etki ve karakteristik renk özellikleri gözlemlenmemiştir.

Üleksit ile hazırlanan denemeler beyaz bünye üzerinde 850°C' de yarı gelişmiş sırlarda (Görsel 73) metalik gri efektler oluşmuş olsa da 950°C' de bu etkiler belirgin bir biçimde azalma göstermiştir. Ü31, Ü32 numaralı denemelerde ise diğerlerine göre metalik etki daha belirgindir. Kırmızı bünye üzerinde olan denemelerde ise belirgin bir sır olgunlaşması görülmemiştir. Yarı oluşmuş sır yüzeyde beyaz bir tül oluşturmuştur. Bir kısmı da yüzeyde pürüzlü bir yüzey gözlenmiştir.

Üleksit-Grafit-Karacasu kilinden oluşan grup ise aynı diğer gruplardaki gibi 750°C' de olgunlaşmamıştır. 850°C ve 950°C'lerdeki etkileri ise efektleri bakımından sanat eserlerinde kullanılabilir.

Genel bir sonuç olarak grafit, astar ve sır araştırmalarında değerlendirilmiştir. Astar kullanımında özellikle beyaz bünyede, beyaz pekişmiş astar kullanımında oluşturduğu renk skalası ile grafitin karakteristik renklerinden biri olan çelik grisini oluşturmuştur. Bu sonuçlar sanat eserleri kullanımında tercih edilebileceği gibi tarihteki kullanımının araştırılmasında da fayda sağlar niteliktedir. Sır denemeleri açısından ise düşük derecedeki efektleri farklı doku arayışı açısından değerlendirilebilir. Elde edilen dokular mat ve simli ve pürüzlü bir etkiye sahiptir.

İlerleyen çalışmalarda grafitin ülkemiz topraklarında hangi bölgelerde, nasıl kullanıldığı ve hangi göç yolları ile bizlere ulaştığı araştırılabilir. Seramik kimyası açısından ise sır çalışmalarında ve dekor boyası olarak grafit, indirgen atmosferde incelenebilir. Özellikle Kelt kültüründe çamur bünyeye ilave edildiği bilinmektedir. Bu yönüyle de araştırılmaya elverişlidir.

KAYNAKÇA

Ateş Arcasoy ,Hasan Başkıran. (2020). *Seramik Teknolojisi.* Literatür Yayıncılık.

Abdulkadir Özdemir – Ayşe Özdemir. (2022). *M.Ö III. Bin yılda Anadolu.*

Akarsu, R. (2023). *Pulur Höyük'te (Erzurum)2021 Yılı Kazılarında Ele Geçen Karaz Kültürüne Ait Grafit Astarlı Seramikler.* F.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi.

Arnold, J. R., & Libby, W. F. (1949). *Age determinations by radiocarbon content: Checks with samples of known age.*

Attila Kreiter , Szabolcs Czifra , Zsolt Bendö , Janosane Egri Imre, Peter Panczel , Gabor Vaczi . (2014). *Shine like metal: an experimental approach to understand prehistoric graphite coated pottery technology.*

Bavlı, G. (2025). Bölgesel Harita.

Bavli, G. (2025). Düzenlenmiş Harita.

C. Renfrew,M. Gimbutas,E. S. Elster . (1986). *Kuzeydoğu Yunanistan da Bir Pvehistovic Köyü.* Los Angles .

Cartwright, M. (2021, Şubat 21). *Antic Celt Pottery*. World History Encyclopedia: https://www.worldhistory.org/trans/tr/1-19441/antik-kelt-comlekciligi/ adresinden alındı

Cartwright, M. (2021, Nisan 21). *Wold History Encyclopedia*. Antic Celt Art: https://www.worldhistory.org/trans/tr/1-140/antik-keltler/ adresinden alındı

Cortés, E. C. (tarih yok). *Cajete modelado con pintura negra*. https://museoamparo.com: https://museoamparo.com/colecciones/pieza/4838/cajete-modelado-con-pintura-negra adresinden alındı

Çizer, S. (1994). Batı Anadolu'da Geleneklerini Koruyan Bir Çömlekçilik Merkezi;Karacasu II. Uluslararası Seramik Kongresi,Bildiriler El Kitabı. İstanbul: Türk Seramik Derneği Yayınları.

Çobanlı, Z. (1996). *Seramik Astarları* . Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları:No: 919.

Çolak, M. (2024, Kasım 21). Grafit. (G. Bavli, Röportaj Yapan)

Çolak, M. (2024, Kasım 22). Grafit. (G. Bavli, Röportaj Yapan)

Çolak, P. M. (tarih yok). Fotoğraf.

Dostal, B. (1994). *Moravya da Slav Çömlekçiliğinin Başlangıcı.*

E.Hasa. (2019). *Qevamika eneolitike e vendbanimit të Maliqit,.* Tiran.

Elezi, G. (2020). *Güney Balkanlar'da Geç Neolitik dönem çömleklerinin üretimi, kullanımı ve dolaşımının sosyo kültürel boyutları.* Los Angles: Kaliforniya Üniversitesi.

Elsa Jadot,Gregory Pereira,Hector Neff ,Michael D. Glascock. (2019). *Parlayan Her Şey Plumbate Değildir.* https://www.cambridge.org/core.

Ergizi Hasa,Gazmend Elezi,Vanessa Muros. (2018). *ARNAVUTLUK'TA GRAFİTİ İLE BOYANMIŞ ÇÖMEKLER.*

Gardner, E. (1979). *Graphite Painted Ceramics.* Archaeology 32 .

Grafit. (2025). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü: https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/grafit adresinden alındı

Güner, G. (1988). *Anadolu'da Yaşamakta Olan İlkel Çömlekçilik.* İstanbul: Ak Yayınları,Kültür Serisi.

Hacızade, F. (2009). *Seramiğin Kimyası.* Çizgi Kitabevi.

Hacızade, F. (2009). *Seramiğin Kimyası.* Çizgi Kitabevi.

Hacızade, F. (2019). *Seramiğin Kimyası.* Çizgi Kitapevi.

https://aktuelarkeoloji.com.tr/. (tarih yok). Hacılar Köyü Seramik Kap.

https://www.antike-tischkultur.de. (tarih yok). *keltische Keramik.* https://www.antike-tischkultur.de/html: https://www.antike-tischkultur.de/keltischekeramikformgefaesse.html adresinden alındı

J.Frierman. (1979). *Balkan Grafit Eşyaları.* Edinburg: Edinburgh University Press.

Jan Volf,Karel Slavicek,Kristina Tironava. (2025). *Dönüşümün ortasında süreklilik: Doğu Bohemya'da La Tène döneminin sonlarında Roma dönemi başlangıcında Çölekçilik Analizi.* Çek Cumhuriyeti: Arkeoloji Bilimi Dergisi: Raporlar 63 (2025) 105073.

Klaudia Danonova,Mirosslava Kissova. (2021). *N ew Set tlem en t from t h e l a t ène Pe r iod.*

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. (tarih yok). https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/grafit. adresinden alındı

Martino, S. (2017). *Kalkolitik Dönemden Bronz Çağı'na Kuzeydoğu Akdeniz'de Grafitle İşlenmiş Çanak Çömlekler.*

MataOrtiz. (2023). *https://www.mataortiz.com/mata3/hilarioquezadaolla2.htm*. https://www.mataortiz.com. adresinden alındı

Minze Stuiver,Henry A. Polach. (1977). *Discussion: Reporting of 14C data. Radiocarbon.*

Morán, A. F. (tarih yok). *Cajete con pintura de grafito*. https://museoamparo.com: https://museoamparo.com/colecciones/pieza/3443/cajete-con-pintura-de-grafito adresinden alındı

Netchev, S. (2021, 8). *https://www.worldhistory.org*. https://www.worldhistory.org/image/14456/map-of-the-urnfield-culture-c-1300-bce/ adresinden alındı

Netchev, S. (2021, Ağustos 2021). *Map of the Iron Age La Tène Culture c.400 BCE - c.50 CE*. World History: https://www.worldhistory.org/image/14458/map-of-the-iron-age-la-tene-culture-c400-bce---c50/ adresinden alındı

Prendi, F. (1982). *Arnavutluk'un Prehistoryası.* Cambridge University Press .

Radivojević, M. (2021). Map of the Early Neolithic sites.

Renfrew, C. (1986). *Kuzeydoğu Yunanistan'da Bir Pvehistovic Köyü.* Kaliforniya.

Rhodes, D. (1973). *Clay and the Glazes For The Potter.* Pensilvanya : Chilton Book Company.

Richard E. Taylor,Ofer Bar-Yosef. (2014). *Radiocarbon Dating: An Archaeological Perspective.* Left Coast Press.

Sevin, V. (2003). *Karaz Kültürü Dağılım Haritası* .

V.Petrova. (2014). *Trakya'da Geç Kalkolitik Dönemde Grafit Süslemelerin Temel Özellikleri ve Gelişimi.* Studia Pvaehistovica 14.

Vajsov, I. (2007). *Promachon-Topolnica. . Boyalı Süslemelerin Tipolojisi ve Kronolojik İşaret Olarak.* Sofya.

Vázquez, M. F. (tarih yok). *Jarras rojo pulido con asa*. https://museoamparo.com: https://museoamparo.com/colecciones/pieza/2951/jarras-rojo-pulido-con-asa adresinden alındı

wikipedia. (2021). *https://tr.wikipedia-on-ipfs.org/I/Great_moravia_svatopluk.png.webp*. https://tr.wikipedia-on-ipfs.org/I/Great_moravia_svatopluk.png.webp. adresinden alındı

Yarol, Y. (2016). *Karaz'ın Karası.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gökçe Bavli

Eğitim:

Yüksek Lisans:

2025, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü

Lisans:

2008, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü

Önlisans:

2003, Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksek Okulu Seramik Bölümü

Lise:

1998, Karşıyaka Uygulamalı Sanatlar Anadolu Meslek Lisesi Seramik Bölümü

İş Durumu

2023, Güzelbahçe Halk Eğitim Merkezi

2022, Balçova Halk Eğitim Merkezi ve Güzelbahçe Halk Eğitim Merkezi

2019-2022 Güzelbahçe Halk Eğitim Merkezi

2018, Seferihisar Halk Eğitim Merkezi

2013-2015 Urla Halk Eğitim Merkezi

2011-2012 Güzelbahçe Müzik Sanat Merkezi ve Güzelbahçe Halk Eğitim Merkezi

2009-2010 Narlıdere Halk Eğitim Merkezi

Katıldığı Sergiler

2024 Muammer Çakı Seramik Yarışması Sergisi, Eskişehir

2024 Birikim Seramik Heykel Sergisi, Desem Sergi Salonu İzmir

2024 Sanatın Soluğu Cumhuriyet 100. Yılında 100 Sanatçı Seramik Sergisi, İzmir Fuarı

2008 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mezuniyet Sergisi, Çanakkale

1998 Karşıyaka Uygulamalı Sanatlar Anadolu Meslek Lisesi Mezuniyet Sergisi, İzmir Fuarı Pakistan Pavyonu