T.C

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

SERAMİK VE CAM TASARIMI ANASANAT DALI

Yüksek Lisans Tezi

# EMAYENİN KULLANIM ALANLARI VE KUYUMCULUK SEKTÖRÜNE AKTARILMASI

Hazırlayan:

Elif BABAYİĞİT

Danışman:

Doç. Efe TÜRKEL

İzmir / 2024

**YEMİN METNİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Emayenin Kullanım Alanları ve Kuyumculuk Sektörüne Aktarılması” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

…/ …/ 2024

Elif Babayiğit

**TUTANAK**

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü' nün 27/06/2024 tarih ve 18 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisanüstü Öğretim Yönetmeliği' nin 9. Maddesine Göre Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Elif Babayiğit'in **"Emayenin Kullanım Alanları ve Kuyumculuk Sektörüne Aktarılması"** konulu tezi incelenmiş ve aday 18 /07/2024 tarihinde, saat 13.00'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 60 dakikalık süre içinde gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan ana dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin başarılı olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

**BAŞKAN**
Doç. Efe TÜRKEL

ÜYE
Doç. Pınar ÇALIŞKAN GÜNEŞ

ÜYE
Doç. Oya AŞAN YÜKSEL

# ÖZET

Emaye, metalik bir alt tabaka üzerine biriktirilen 500-900°C sıcaklık aralığında pişirilen camsı bir malzemedir. Kuyumculuk sektöründe ve endüstriyel pek çok üründe kimyasal-fiziksel reaksiyon yoluyla kararlı ve kalıcı bir bağ oluşturmak için emaye kullanılır. Bir kaplama malzemesi olan emaye, eski çağlarda dekoratif amaçlarla geliştirilmiş ve esas olarak değerli taşların parıltısını taklit edercesine değerli nesneleri renkli ve parlak yüzeylerle süslemek amacıyla kullanılmıştır. Metal nesnelerin emayelenmesi ancak 1760'lı yıllar da başlar. Günümüzde teknik olarak daha da gelişen emayeler endüstride yaygınlaşmıştır ve kaplanan yüzeylerde iyi bir korozyon koruması sağlamaktadır. Dış etkenlerin neden olduğu kimyasal saldırılara, aşınmaya ve bozulmaya dayanabildikleri ve zaman içinde estetik özelliklerini değiştirmeden koruyabildikleri için yüksek teknolojik uygulamalar için yaygın olarak kullanılmakta ve ön plana çıkmaktadır.

Bu araştırmanın amacı emayenin kuyumculuk sektöründe kullanım alanlarının belirlenmesi, emayenin hazırlanması, uygulanması ve uygulama yöntemlerini anlatmaktır.

Bu çalışmanın yöntemi literatür araştırması, reçete hazırlama, uygulama yönteminin belirlenmesi, uygulama ve doğru pişirim sıcaklığının tespitinden oluşmaktadır.

Bu çalışmada farklı doku ve renk özelliklerine sahip emaye reçeteleri paylaşılmıştır. Bu reçetelerin kuyumculuk sektörüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Emaye, Emayenin Kullanım Alanları, Emaye Kaplama

## ABSTRACT

Enamel is a glassy material deposited on a metallic substrate and fired at a temperature range of 500-900°C. In the jewelry industry and many industrial products, enamel is used to form a stable and permanent bond through a chemical-physical reaction. Enamel, a coating material, was developed in ancient times for decorative purposes and was mainly used to decorate precious objects with colorful and shiny surfaces, imitating the luster of precious stones. The enameling of metal objects only began in the 1760s. Today, technically more advanced enamels have become widespread in the industry and provide good corrosion protection on the coated surfaces. Since they can withstand chemical attack, abrasion and deterioration caused by external factors and maintain their aesthetic properties over time, they are widely used for high-tech applications and come to the forefront.

The aim of this research is to determine the usage areas of enamel in the jewelry sector, to explain the preparation, application and application methods of enamel.

The method of this study consists of literature research, recipe preparation, determination of the application method, application and determination of the correct firing temperature.

In this study, enamel recipes with different texture and color properties were shared. It is thought that these recipes will contribute to the jewelry industry.


**Keywords:** Enamel, Uses of Enamel, Enamel Coating.

# ÖNSÖZ

Tez yazma dönemi boyunca bana çok yardımcı olan tez danışmanım Sayın Doç. Efe TÜRKEL'e, araştırma sürecinde bana yardımcı olan Sayın Doç. Memduha Candan GÜNGÖR'e, uygulama ve yayınlanma sürecimde her daim yanımda olan Sayın Doç. Pınar ÇALIŞKAN GÜNEŞ'e, bölüm başkanımız Sayın Prof. Halil YOLERİ başta olmak üzere enstitü deki tüm hocalarıma, ders kitabını bana gönderen Sayın Ayhan ÇAVUŞOĞLU'na ,yazım kuralları konusunda yardımı için Sayın Neşe DEMİREL'e , ayrıca maddi manevi desteklerini esirgemeyen eşim Ahmet BABAYİĞİT'e, tüm tez dönemi boyunca bana atölyesini açan ve bakır plaka, lazer kesim desteğinde bulunan Arte Silver'in kurucusu Karcan Çetiner'e, tez yazma sürecimde bana içtenlikle destek olan her daim yanımda duran annem Tenzile ATEŞ'e, babam İsmail ATEŞ'e ve tez çalışmam boyunca destek olan herkese teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ ..... ii
TUTANAK ..... iii
ÖZET ..... iv
ABSTRACT ..... v
ÖNSÖZ ..... vi
İÇİNDEKİLER ..... vii
TABLOLAR LİSTESİ ..... xii
RESİMLER LİSTESİ ..... xii
GİRİŞ ..... 1

**1.BÖLÜM**

**EMAYENİN TARİHCESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

1.1. Emayenin Tanımı ve Özellikleri ..... 3
1.2. Emayenin Tarihçesi ..... 3
1.3. EMAYENİN SINIFLANDIRILMASI VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ ..... 5
1.3.1. Astar Kat Emayeler ..... 5
1.3.2. Üst Kat Emayeler ..... 7
1.4. EMAYE ÜRETİMİNDE KULLANILAN OKSİTLER ..... 8
1.4.1. Sodyum Oksit ($Na_2O$) ..... 8
1.4.2.Lityum Oksit ($Li_2O$) ..... 8
1.4.3. Kurşun Oksit (PbO) ..... 9
1.4.4. Alüminyum Oksit ($Al_2O_3$) ..... 9
1.4.5. Silisyum Oksit ($SiO_2$) ..... 9
1.4.6. Kalsiyum Oksit (CaO) ..... 10
1.4.7. Çinko Oksit (ZnO) ..... 10
1.4.8. Magnezyum Oksit (MgO) ..... 10
1.4.9. Baryum Oksit (BaO) ..... 11
1.4.10. Stransiyum Oksit (SrO) ..... 11
1.4.11.Potasyum Oksit($K_2O$) ..... 11
1.5. EMAYE ÜRETİMİNDE KULLANILAN RENK VEREN OKSİTLER ..... 11

1.5.1. Bakır Oksit (CuO) ..... 12
1.5.2. Demir Oksit (FeO) ..... 12
1.5.3. Manganez Di Oksit ($MnO_2$) ..... 13
1.5.4. Kobalt Oksit (CoO) ..... 13
1.5.5. Titanyum Dioksit ($TiO_2$) ..... 13
1.5.6. Kalay Oksit ($SnO_2$) ..... 13
1.5.7. Arsenik Oksit ($As_2O_3$) ..... 14
1.5.8. Uranyum Oksit ($UO_2$) ..... 14
1.5.9. Nikel Oksit (NiO) ..... 14
1.6. EMAYE UYGULANABİLEN METALLER ..... 14
1.6.1. Asil Metaller ..... 14
1.6.1.1. Bakır ..... 14
1.6.1.2. Tombak ..... 15
1.6.1.3. Gümüş ve Alaşımları ..... 15
1.6.1.4. Altın ve Alaşımları ..... 16
1.6.1.5. Platin ..... 17
1.6.2. Ağır Metaller ..... 17
1.6.2.1. Çelik Sac ..... 17
1.6.2.2. Dökme Demir ..... 18
1.6.3. Hafif Metaller ..... 18
1.6.3.1. Alüminyum ve Alaşımları ..... 18

**2. BÖLÜM**

**EMAYE TEKNİKLERİ VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ**

2.1. TEMEL EMAYE TEKNİKLERİ ..... 21
2.1.1. Basse Taille Tekniği ..... 21
2.1.2. Camaieu Tekniği ..... 23
2.1.3. Champleve Tekniği ..... 23
2.1.4. Cloisonné Tekniği ..... 24
2.1.5. Boyalı veya Limoges Tekniği ..... 25
2.1.6. Plique-à-jour Tekniği ..... 26
2.1.7. Grisaille Tekniği ..... 27
2.1.8. En Résaille Tekniği ..... 28

2.1.9. İki veya Daha Çok Rengin Elenmesi ..... 29
2.1.10. Sgrafitto ..... 30
2.1.11. Şablon Tekniği ..... 30
2.1.12. Gliserin Tekniği ..... 31
2.1.13. Yerleştirme Tekniği ..... 32
2.1.14. Çıkartma Desenleri Tekniği ..... 33
2.2. EMAYE UYGULAMA YÖNTEMLERİ ..... 33
2.2.1. Yaş Emayeleme ..... 33
2.2.1.1. Püskürtme Yöntemi ile Emayeleme ..... 33
2.2.1.2. Daldırma Yöntemi ile Emayeleme ..... 34
2.2.2. Elektrostatik (Toz) Emayeleme ..... 34
2.2.2.1.Eleme Yöntemi ile Emayeleme ..... 35
2.3. EMAYELERİN UYGULAMA ALANLARI ..... 35
2.3.1. Mimari Uygulamaları ..... 36
2.3.2. Genel Sanayi ..... 37
2.3.3. İletişim ..... 37
2.3.4. Kuyumculuk Sektörü ve Süs Eşyaları ..... 37

**3. BÖLÜM**

**METALLERİN SEÇİMİ VE EMAYE HAZIRLANIŞI**

3.1. EMAYE UYGULANACAK METALİN ÖN İŞLEMLERİ ..... 43
3.1.1. Yağ Alma (Temizleme) ..... 43
3.1.1.1. Kumlama ..... 43
3.1.1.2. Zımparalama ..... 43
3.1.1.3. Tavlama ..... 44
3.1.2. Kimyasal Temizleme ..... 44
3.1.3. Aşındırma ..... 45
3.1.4. Parlatma ..... 45
3.1.5. Nötralizasyon ..... 46
3.1.6. Kurutma ..... 46
3.2. EMAYENİN UYGULANIŞI ..... 46
3.2.1. Bağlayıcı ve Yapıştırıcı ..... 47
3.2.2. Kaplama Kalınlığı ..... 48

3.2.3. Kontör Emaye ..... 48
3.2.4. Pişirme ..... 49

**4. BÖLÜM**

**LABORATUAR ÇALIŞMALARI VE UYGULAMALAR**

4.1. Bakır Plaka Üzerine Emaye Uygulamaları ..... 51
4.1.1.Eritici Oranlarının Karşılaştırılması; ..... 51
4.1.2. Uygulama Kalınlığı Açısından Yüzey Karşılaştırılması ..... 54
4.2. UYGULAMALAR ..... 58
4.2.1. Hazırlık ve Pişirme İşlemleri ..... 58
4.2.2.Kolye Uçları ..... 60
4.2.3. Küpeler ..... 71
4.2.4. Bileklikler ..... 74
4.2.5.Yüzükler ..... 76
SONUÇ ..... 78
KAYNAKCA ..... 79
ÖZGEÇMİŞ

# TABLOLAR LİSTESİ

**Tablo 1:** Emayenin yapısında bulunan oksit bileşiklerinin listesi .....6
**Tablo 2:** Emayeleme de kullanılan saçların kimyasal özellikleri.....17
**Tablo 3:** 1 No. lu deney plakası .....52
**Tablo 4:** 2 No. lu deney plakası .....52
**Tablo 5:** 3 No. lu deney plakası .....53
**Tablo 6:** 4 No. lu deney plakası .....53
**Tablo 7:** 5 No. lu deney plakası .....54
**Tablo 8:** 6 No. lu deney plakası .....55
**Tablo 9:** 7 No. lu deney plakası .....55
**Tablo 10:** 8 No. lu deney plakası .....56
**Tablo 11:** 9 No. lu deney plakası .....56
**Tablo 12:** 10 No. lu deney plakası .....57
**Tablo 13:** 11 No .lu deney plakası .....57

## RESİMLER LİSTESİ

**Görsel 1:** Royal Gold Cup, 1350, British Museum ..... 22
**Görsel 2:** Kral John Cup, 1325, British Museum ..... 22
**Görsel 3:** Aziz Petrus, Metropolitan Müzesi, 1917 ..... 25
**Görsel 4:** Leonard Limosin, Catherine de Lorraine ..... 26
**Görsel 5:** Emaye Pişirim Hazırlık İşlemleri ..... 27
**Görsel 6:** Cartier'in emaye grisaille tekniği ile yapılan saat koleksiyonu ..... 28
**Görsel 7:** Résille makyaj aynası, 1926, Cleveland Sanat Müzesi ..... 29
**Görsel 8:** Linda Darty çalışmalarından örnek ..... 38
**Görsel 9:** Linda Darty, champlevé ve cloisonné çalışmalarından örnekler ..... 39
**Görsel 10:** Jane Moore, champlevé çalışmalarından kolye örnekleri ..... 39
**Görsel 11:** Tzu-Ju- Chen Som gümüş, 18 ayar sarı altın ..... 40
**Görsel 13:** Jessica Calderwood, limoges çalışmalarından örnekler ..... 41
**Görsel 14:** Emaye Hazırlık ..... 58
**Görsel 15:** Emaye Pişirim Hazırlık İşlemleri ..... 59
**Görsel 16:** Pişirim Fırınının Görüntüsü ..... 59
**Görsel 17:** Pişirim Görüntüsü ..... 60
**Görsel 18:** Mavi Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 60
**Görsel 19:** Bakır Oksit Katkılı Emaye Kolye ucu ..... 61
**Görsel 20:** Kobalt Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 61
**Görsel 21:** Altı Dekorlu saydam Emaye Kolye Ucu ..... 62
**Görsel 22:** Demir Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 62
**Görsel 23:** Sarı Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 63
**Görsel 24:** Lotus Çiçeği Saydam Emaye Kolye Ucu ..... 63
**Görsel 25:** Sarı Pigment Katkılı Emaye Çiçek Kolye Ucu ..... 64
**Görsel 26:** Dekorlu Saydam Emaye Kelebek Kolye Ucu ..... 64
**Görsel 27:** Kırmızı ve Sarı Pigment Katkılı Emaye Çiçek Kolye Ucu ..... 65
**Görsel 28:** Dekorlu Saydam Emaye Çiçek Kolye Ucu ..... 65
**Görsel 29:** Yeşil Pigment Katkılı Emaye Çiçek Kolye Ucu ..... 66
**Görsel 30:** Bakır Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 66
**Görsel 31:** Yeşil Üzeri Sarı Pigment katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 67
**Görsel 32:** Saydam Emaye Yuvarlak Kolye Ucu ..... 67
**Görsel 33:** Demir Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 68
**Görsel 34:** Karışık Renkli Kolye Ucu ..... 68
**Görsel 35:** Bordo Pigment Üstüne Yeşil Renkli Kolye Ucu ..... 69
**Görsel 36:** Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 69
**Görsel 37:** Bordo Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu ..... 70
**Görsel 38:** Desenli Kelebek Kolye Ucu ..... 70
**Görsel 39:** Kobalt Oksit Katkılı Emaye Çiçek Küpe ..... 71
**Görsel 40:** Sarı Pigment Katkılı Emaye Küpe ..... 71
**Görsel 41:** Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Kelebek Küpe ..... 72
**Görsel 42:** Kobalt Oksit Katkılı Emaye Kelebek Küpe ..... 72

**Görsel 43:**Yeşil Pigment Katkılı Emaye Kelebek Küpe ..... 73
**Görsel 44:** Mavi Pigment Katkılı Emaye Çiçek Küpe ..... 733
**Görsel 45:**Sarı Pigment Katkılı Emaye Bileklik ..... 74
**Görsel 46:** Lotus Desenli Saydam Emaye Bileklik ..... 74
**Görsel 47:** Yonca Desenli Saydam Emaye Bileklik ..... 75
**Görsel 48:** Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Bileklik ..... 75
**Görsel 49:** Lotus Saydam Emaye Bileklik ..... 76
**Görsel 50:** Kobalt Oksit Katkılı Emaye Yüzük ..... 76
**Görsel 51:** Mavi Pigment Katkılı Emaye Yüzük ..... 77
**Görsel 52:** Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Yüzük ..... 77

# GİRİŞ

Emaye, alkali bor silikat camların yüzeylere uygulandıktan sonra fırınlarda uygun erime sıcaklığında ergiyip metal malzemelerin yüzeylerini kaplamayı sağlayan, inorganik oksitlerin karışımından oluşan kaplamalardır. Emayelerin uygulama alanları; endüstriyel mutfak malzemeleri, buzdolabı, fırın, su ısıtıcıları, tencere ve tava, gıda, mimari, kimya, maden sektörleri, değerli ve yarı değerli madenler üzerine uygulanan çalışmalardır (Çavuşoğlu ,2014:10-11). Emayenin çizilme ve aşınmaya karşı dayanıklılığı, sertlik, estetik görünüm, hijyen gibi özellikleri ile öne çıkıp tercih edilmesinin yanı sıra uygulama sonrası şekillendirme açısından emaye diğer kaplama yöntemlerine göre daha az kullanışlıdır. Emaye sıcak uygulanan camsı bir kaplama türü olduğu için uygulama sonrasında uygulanan alanın tekrar şekillendirilmesi emayenin bozulmasına yol açacaktır (Evcimen ,2007).

Bu çalışmada emayenin tarihsel gelişimi, içeriği, hazırlanması ve uygulama yöntemleri araştırılmış, altın, gümüş ve bakır gibi kuyumculuk sektöründe kullanılan metallere uygulama yöntemleri anlatılmıştır. Emaye hakkında yazılmış çeşitli kaynaklar incelenmiş, araştırmanın problemine ilişkin bulguların elde edilmesi yönünde bu kaynaklar analiz yöntemine tabi tutulmuştur. Yapılan incelemeler ışığında bakır plaka üzerine emaye çalışmaları yapılmıştır.

# 1. BÖLÜM

# EMAYENİN TARİHCESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

# 1. BÖLÜM
# EMAYENİN TARİHCESİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

## 1.1. Emayenin Tanımı ve Özellikleri

Emaye, alkali bor silikat camların yüzeylere uygulandıktan sonra fırınlarda uygun erime sıcaklığında ergiyip metal malzemelerin yüzeylerini kaplamayı sağlayan, inorganik oksitlerin ve sır altı pigmentlerin karışımından oluşan kaplamalardır. Emaye kaplandığı alana çizilmeye ve aşınmaya karşı dayanıklı, pürüzsüz, kolay temizlenebilirlik özelliği sağlar. Emaye yüzeyi bakteri oluşumuna ve çoğalmasına imkân tanımayan, toksik etki göstermeyen, ısı değişimine ve aşınmaya karşı dayanıklı hale getirir. Emaye uygulanan zemin uzun ömürlü, çözeltilerin etkilerine dayanımlı, renk değişimine uğramayan, korozyona karşı dirençli, zamanla değişime uğramayan, bir yüzey haline gelir (Karasu ,2020).

Emaye, alüminyum, dökme demir, çelik ve bakır gibi metal yüzeyleri kaplar. Pirinç ve saf nikel yapısal özellikleri yüzünden kaplama tutmaz (Çavuşoğlu ,2014).

Emayeyi uygulama şekilleri elektrostatik (toz) ve yaş emayeler olmak üzere iki başlıktan oluşur. Uygulamanın kullanabilir olabilmesi için tabaka kalınlığına önem gösterilmelidir. Çok kalın tabakalar emaye atmalarına yol açarken ince katmanlar yanmalara neden olup ürün kalitesini düşürebilir. Islak uygulama daha yaygın kullanılmaktadır. Emayeleme; püskürtme, daldırma ve eleme yöntemleri ile yapılmaktadır.

## 1.2. Emayenin Tarihçesi

Akdeniz'de, Miken ve Kıbrıs arasında yaklaşık 3500 yıl önce emayeye dair arkeolojik bulgular keşfedilmiştir. Emayenin görülen ilk örnekleri arasında, M.Ö. V. binyıldan beri kullanılan sinterlenmiş kuvars seramik olarak bilinen Mısır fayansını tanımlamak mümkündür (Riccardelli C. 2000). İlk gerçek emaye objeler Miken' de bulunmuştur ve MÖ 1425 civarına tarihlenmekte, ancak en önemli bulgular Kıbrıs Altın Çağı'na (MÖ 1500-1200) kadar uzanmaktadır. Kıbrıs'ta emayenin gelişimini gösteren en önemli örnekleri Kouklia altın yüzükleri (MÖ 1400) ve Kourion altın kraliyet asasıdır

(MÖ 1200). (Maryon H.G, 1971:5. baskı). Her iki sanat eseri de daha sonra "cloisonné" olarak ele alınacak olan bir teknikle, küçük metalik hücreler içine yerleştirilmiş renkli emayelerle süslenmiştir. Bu iki örnek Kıbrıs'ta emayelemenin varlığını kanıtlamaktadır. Ancak MÖ 1300'lere doğru Mısır'da emayelemenin uygulanıp uygulanmadığı tartışmalıdır, zira Tutankamon'un mezarında bulunan bazı mücevherler emayelenmiş gibi görünmektedir, fakat bu konuda bilimsel kanıtlar elde edilememiştir (Nicholson P.T, UK :2000). Diğer taraftan, bu hipotez o dönemde Mısır ve Kıbrıs arasındaki yakın ticari ilişkilerle desteklenebilir ve böylece emayeli eşyaların ithal mallar olarak varlığını haklı çıkarabilir.

Cloisonne tekniğini ilk kullananlar kuyumculardır. İlk önemli arkeolojik emaye bulgular Asur İmparatorluğu'na atfedilebilir ve Nimrud mezarlarında bulunan polikrom bileziklerden oluşmaktadır (Moorey P.R.S,1994). Bu bağlamda, Asur'un MÖ 650 civarında, emayelemenin zaten var olduğu bölgeleri (Kıbrıs, Mısır) kontrol ettiğinin altını çizmek önemlidir. Her iki ipucu da Asurlular tarafından emayenin kullanıldığı hipotezini çok gerçekçi kılmaktadır. O dönemden itibaren emaye kakma tekniği tüm antik dünyaya yayılmış ve esas olarak ilki İpek Yolu boyunca doğu ’ya doğru, ikincisi ise Batı Akdeniz'e doğru olmak üzere iki yol izlemiştir. Doğuya doğru yayılmanın öncüsü, MÖ 600 ve MÖ 300 yılları arasında İran, Sibirya ve Kafkasya bölgesine emayeleme sanatını getiren İranlı savaşçı bir halk olan İskitlerdir. Ziwiye'de (İran) keşfedilen önemli bulgulardan biri, British Museum'da (Londra, Birleşik Krallık) korunan, emaye süslemelerinin izlerini taşıyan altın bir şerittir. Antik emayeleme sanatının bir diğer önemli örneği de Kul Oba kazılarında (Karadeniz kıyısı) bulunan ve M.Ö. 400'lere tarihlenen "İskit atlısı ile sonlanan Altın Tork" adlı emayeli altın mücevherdir. Emaye kakma tekniğinin batıya doğru yayılması muhtemelen Fenikeliler tarafından gerçekleştirilmiştir.

Fenike kenti Sur, kısa bir süre Asurluların hegemonyası altında kalmış, ancak Endülüs (İspanya) ve Magna Grecia'daki kolonilerle de yakın bir ticari ilişki sürdürmüştür. Böylelikle emayeciliğin İspanya ve İtalya'da yayılmasına olanak sağlamıştır (Gonzalez V,1994). Kuyumcular gümüş ve altın gibi metaller üzerine emaye kaplamak için telleri taş yuvası formunda kaynaklayarak takı ve mücevher tasarlamışlar. Bu yuvaların içinde kalan yüzeylere emaye tozları kuru ya da ıslak olarak uygulanır.

Pişirme işlemi camsı, pürüzsüz bir yüzey elde edinceye kadar devam eder pişirme işlemi sonrası soğumaya bırakılır, soğuduktan sonra kullanıma hazırdır (Köksal ,2014:27-28).

19. yüzyıla kadar ilk olarak altın ve gümüş daha sonra da bakır ve tombak üzerine emaye uygulanmıştır (Köksal ,2014:28). 19. yüzyılın ilk yarısında ise demir yüzeye ilk emayeleme görülmektedir.

## 1.3. EMAYENİN SINIFLANDIRILMASI VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Emayenin yapısı anyon ve katyonlardan oluşmaktadır. Emayenin yapısında bulunan anyonlar; Brom, oksijen, iyot, flor ve klordur. Bunlardan en önemlileri oksijen ve flordür. Katyonlar, emaye oluşumunu sağlayan iyonlar (B+3, Si+4, Al+3, P+5) ve emayeyi güçlendirici iyonlar (Tek ve çift değerlikli katyonlar) olmak üzere iki grupta incelenir.

Camın daha kolay erimesini sağlamak için Li, Na, K gibi büyük iyonların oranının arttırılması gerekir. Böylece genleşme katsayısı ve yapışma özelliğide artmış olur. Genleşme katsayısı ve yapışma özelliğini düşürmek içinde silisyum gibi küçük iyonların oranının arttırılması gerekmektedir.

Emayenin uygulandığı yüzeye tutunması kolaylaştırmak ve uygulandığı yüzeye tam tutunma sağlaması için ergime özelliğinin arttırılması gerekir. Bu yüzden emayenin erime özelliğini arttırmak için; $SiO_2$ yerine $B_2O_3$ ilave edilir, $SiO_2$ yerine $P_2O_5$ veya $Na_2SiO_3$ eklenerek karışımdaki oksijen miktarı arttırılırken tek değerlikli halojenlerle $O^2$ nin yer değiştirmesi sağlanır (Durmuşoğlu ,2009).

Kullanımlarına göre emayeler ikiye ayrılırlar:

**1-** Astar Kat Emayeler

**2-** Üst Kat Emayeler

### 1.3.1. Astar Kat Emayeler

Üst kat emaye ile metalin arasında yapışma ile bağlanma görevini üstlenen emaye türü astar kat emayedir. Bu görev ile son kat emayenin metale direkt olarak teması önlenmiş olur. Astar kat emayeler içerisinde kobalt oksit (CoO)ve nikel oksit (NiO) gibi

yapıştırıcı görevi gören oksitler bulundurur. Tam yapışma sağlanması için bu iki oksit bileşimde %0,5 ile %1 oranında bulunmalıdır.

Astar emayelerin yapısında;

- Ateşe dayanıklı oksitler olarak: $SiO_2$, $Al_2O_3$ ve CaO

-Eritici olarak: $B_2O_3$, $Na_2O$, $K_2O$ ve F

- Oksidasyon maddeleri olarak: MnO ve $NO_3$

- Opaklaştırıcı oksitler olarak: $TiO_2$, $ZrO_2$ ve $Li_2O$ bulunur.

Emayenin yapısında bulunan oksit bileşiklerinin listesi Tablo 1'de gösterilmektedir.

**Tablo 1**: Emayenin yapısında bulunan oksit bileşiklerinin listesi (Construct 06/768 rev.1)

| Bileşikler | Min% | Max% |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 25 | 80 |
| $B_2O_3$ | 0,1 | 20 |
| $Na_2O_{10}$ | 0 | 30 |
| $K_2O$ | 0 | 10 |
| $Li_2O$ | 0 | 10 |
| CaO | 0 | 10 |
| BaO | 0 | 15 |
| SrO | 0 | 5 |
| MgO | 0 | 5 |
| $CeO_2$ | 0 | 15 |
| ZnO | 0 | 10 |
| $Al_2O_3$ | 0 | 5 |
| CoO | 0 | 5 |
| NiO | 0 | 3 |
| CuO | 0 | 3 |
| $MnO_2$ | 0 | 5 |
| $F_2O_3$ | 0 | 5 |
| $MoO_3$ | 0 | 5 |
| $P_2O_5$ | 0 | 5 |
| $SnO_2$ | 0 | 5 |
| $TiO_2$ | 0 | 10 |
| $ZrO_2$ | 0 | 30 |
| F | 0 | 10 |

Yüzey oksitlenmesi emayenin fırınlanması ve ısıl işlem sırasında görülmektedir. Kobalt ve nikel kristalleri, kimyasal değişim ile ayrılarak bir tarafta demir, diğer tarafta kobalt oksit ve nikel oksit arasında emayeden metal yüzeyine geçiş yaparlar. Bu durum, emaye yüzeyinde pürüzlerin oluşmasına neden olur.

Astar kat emayenin yapısında bulunan, feldspat, kil, silika ve organik tuzların yapılarında değişim gözlemlenebilir. Bu değişim fırınlama esnasında emayenin ısıya karşı dirençli bir hal alıp erimesini zorlaştırır. Emayeyi oluşturan elementlerin yapısal özelliklerini korumalarını sağlamak için karışım oranlarına ve öğütme sürelerine dikkat edilmesi gerekir.

Sonuç olarak emayeleme sürecinde normalde karbon içermeyen çelik gelişmiş bir kabarcık yapısı oluştururken emayede kabarcık oluşumunun metal tabanlarındaki karbon içerikle etkileşime girmediği gözlenmiştir. Emayeyi oluşturan camsı maddelerin farklı yüzey dirençlerinde oluşu belirli kabarcık oluşması ve kaçması ile ilişkilidir. Emaye işleminin ilk aşamasında kabarcık oluşumu gözlenmezken soğuma sırasında kabarcıklar meydana çıkabilir.

### 1.3.2. Üst Kat Emayeler

Üst kat emayeler, emayenin mekanik direncini arttırırken göze hitap etmesini sağlar. Astar kattan sonra uygulanan bu emayeler opaklık derecelerine göre sınıflandırılırlar (Durmuşoğlu ,2009).

Opak titan beyazlar üst kat emayelerde en çok kullanılan renklerdir. Bu emayeler boya katılmadan kendiliğinden beyaz olarak kaplanan emayelerdir. Transparan emayeler, %2-%5 arasında oksit ve pigment eklenerek renk kazandırılan emayelerdir. Transparan emayelerle canlı ve koyu renkler elde etmek mümkündür. %1-%5 arasında oksidik boya eklenerek renklendirilen emayeler yarı opak ya da yarı transparan olarak adlandırılır (Durmuşoğlu ,2009).

Titan beyazı emayeler, bazen istenilen sonucu vermeyebilir. Bu durum kaplama kalınlığı ile ilgilidir. Kalınlık çok ince olursa, koyu renk emayeyi kapatamaz ve alttaki renk kaplama altından görünür. Bu durumun oluşmasının üç farklı nedeni olabilir. Birincisi, frit karışımındaki titanyum dioksit miktarının yetersiz kalmasıdır. İkincisi,

emayeyi oluşturan reçetenin yanlış oluşu ve üçüncüsü de hatalı fırınlama koşulları olarak gösterilebilir. Bu sebepler emaye yüzeyinde baloncuk yapısının oluşmasına sebep olur. İçinde az miktarda hava kabarcığı bulunduran üst kat emayelerde ışık, astar kat emaye tabakasını geçerek metalin kendisine ulaşabilir. İçinde fazla miktarda hava kabarcığı olan üst kat emayelerde ise ışık, astar kat emayeye ulaşamadan geri yansır. Bu sebeplerden dolayı emaye tabakasının içinde yeterli miktarda hava kabarcığının bulunması gerekir (Durmuşoğlu ,2009).

Üst kat emaye işlemi için yarı opak emayeler tek kat olarak yetersiz kalır. Bu yüzden en az iki kat olarak uygulama yapılmalıdır.

Kendinden renkli transparan emayelerden en önemlisi majolik frittir. Majolik emayelerin içinde katkı maddesi olan kilin yok denecek kadar az olmasından dolayı çok bekletilmeden kullanılması gerekmektedir.

## 1.4. EMAYE ÜRETİMİNDE KULLANILAN OKSİTLER

### 1.4.1. Sodyum Oksit ($Na_2O$)

Genleşme oranlarının yüksek olmasından dolayı çatlamalara yol açarlar. Saydam ve parlak sırlarda kullanıma uygundurlar. Soydum florür yumuşak sır oluşturur. Sodyum oksit, hammadde kaynağı olarak sodyum karbonat ($Na_2CO_3$), sodyum nitrat ($NaNO_3$) tercih edilir. Borlu ürünlerde borax ($Na_2B_4O_75H_2O$), alüminyum ve silisyum içeren ürünlerde albit ($NaAlSi_3O_8$), florlu ürünlerde sodyum silika florür ($Na_2SiF_6$) de seçilebilir (Sarp ,2019).

### 1.4.2.Lityum Oksit ($Li_2O$)

Alkali oksitlerden genleşmeye etkisi ve ergime katsayısı en fazla olan oksittir. Maliyetinin yüksekliği nedeniyle seramik sırlarında fazla kullanılmaz. Bu sebepten dolayı sadece emaye fritlerinde kullanılır. Lityum karbonat ($Li_2CO_3$) ve spodumen ($LiAlSi_3O_8$) temel hammadde kaynaklarıdır (Song ,2018).

### 1.4.3. Kurşun Oksit (PbO)

Erime sıcaklığı düşük olan oksitlerdendir (800 ºC). Zehirli bir bileşiktir. Erime noktası düşük ve akıcı olmasından dolayı emayede akma ve çatlama görülmez, kullanıldığı alana parlaklık verir. Sırlara esneklik özelliği verir. Zehirli bir bileşik olduğu için mutfak eşyalarının emayesinde kullanılmaz. Kursun oksitle oluşturulmuş emaye çok dayanıklı ve kullanışlı değildir.

### 1.4.4. Alüminyum Oksit ($Al_2O_3$)

Alüminyum oksitin erime noktası yüksektir. Emayede beyaz rengi oluşturur. Eklenen katkı maddelerinin oranına göre saydam ya da mat görünüm oluşturabilirler. Renkler arasında ton ayarlaması yapılırken kullanılabilir. Seramik killerine ve emayeye sertlik kazandırırlar. Fırınlama işleminde içindeki su buharlaşır. Diğer renk verici maddelerin ateşe dayanımını arttırmak için alüminyum oksit kullanılır. Astar kat emeyeleme işleminde yüzeydeki baloncuk yapısına pozitif yönde katkısı olduğu için kullanımı tercih edilir. Elektrostatik toz emayeleme işleminde pek fazla tercih edilmez.

Önemli $Al_2O_3$ kaynakları, Alüminyum Oksit ($Al_2O_3$), Albit ($NaAlSi_3O_8$), Potasyum Feldspat ($KAlSi_3O_8$) ve Spodumen ($LiAlSi_3O_8$) dir (Romero, vb,2002:883-890).

### 1.4.5. Silisyum Oksit ($SiO_2$)

Silisyum oksit 1710 °C derece de erir. Emaye tozlarının özelliklerini arttırmak için kullanılır. Emayelerin aside karşı direncini ve erime noktasını arttırır. Genleşme ve çatlamaları azaltır. Silisyum oksit ‘in fazla katılması matlaşmaya neden olur. Emayenin sertliğini ve kimyasal etkilere dayanıklılığını arttırır. Emayelerde cam oluşturucu olarak kullanılan $SiO_2$, emayenin temel bileşenlerindendir.

Silisyum oksit ’in belirli bir değerin üzerinde olması emayeyi kimyasal maddelere karşı dayanıklı hale getirir. Kuvars ve Silis kumu başlıca $SiO_2$ kaynaklarıdır. Alümina içeren emaye reçetelerinde feldspatlar da tercih edilebilir (Garcia, T., vd., 2000: *351-367).*

### 1.4.6. Kalsiyum Oksit (CaO)

Kalsiyum oksit emayenin yapısında bulunan $SiO_2$ ile birleşerek yüzeyde çatlak oluşumunu engeller. Fazla kullanılması matlaşmaya neden olur. Opaklığı düşürdükleri için beyaz emaye fritlerinde kullanılmazlar. Fritin maliyetini düşürmek için dolgu olarak ta kullanılabilirler. Temel hammadde kaynakları kalsit ($CaCO_3$) ve kalsiyum florürdür ($CaF_2$) (Karaca ,2014).

### 1.4.7. Çinko Oksit (ZnO)

1100$^oC$ dereceye kadar dayanıklı olan sırlara parlaklık kazandırır. Fazla kullanılması matlaşmaya neden olur ve erime sıcaklığını yükseltir. Emayeye dayanıklılık kazandırır. Genleşme oranı az olduğundan çatlamaları önler. %10 oranında ZnO emayeye eklendiğinde buzlu mat görüntü, %25 oranında ZnO eklendiğinde tam mat görüntü oluşturur. İçerisinde PbO ve $Na_2O$ varsa oran %25'te sır şeffaf olur. Soğutma işlemi çok yavaş yapılmalıdır.

Transparan fritlerde çinko oksit parlaklığı arttırmak için kullanılır. Emaye tozlarında ise alkali direncinin yükseltilmesine katkıda bulunur. Cam emaye tozlarında Kurşun oksit' in sağlığa zararlı etkisi nedeniyle fazla tercih edilmez. Kullanılmak zorunda kalınılırsa frit 14 formülünden çıkartılması gerekir. Çinko oksit cam emaye fritlerinde daha yaygın kullanılır (Sacmi Company, 2002).

### 1.4.8. Magnezyum Oksit (MgO)

Magnezyum karbonat suda fazla çözünmez uçucu özellik gösterir. Emayenin çökmesinde etkilidir. Düşük derecede eriyen emayelerde magnezyum karbonat sertleştirici olarak görev yapar. Oranın artırılması akıcılığı arttırır. Magnezyum oksit emaye içinde magnezyum silikata dönüşür. Genleşme oranı düşük olduğu için iyi esneklik sağlar.

Emayelerin mat gözükmesini sağlamak için kullanılır. Çok fazla kullanıldığında emayenin sertleşmesine ve yüzeye yapışma özelliğini kaybetmesini neden olmaktadır. Mat bir görüntü yaratmak için BaO veya CaO ile birlikte kullanılır. Beyaz emayelerde $SiO_2$ ile birlikte kullanılarak ara tabaka oluşturulabilir. Temel hammadde kaynakları Magnezyum Karbonat ($MgCO_3$) ve Magnezyum Oksit'tir (MgO) (Karaca ,2014).

### 1.4.9. Baryum Oksit (BaO)

Baryum oksit emayede parlaklığı arttırır. Fazla kullanılması matlaşmaya neden olur. Emayelere aşırı sertlik verir. Baryum oksit $Cr_2O_3$ ile karıştırılırsa sarı renk elde edilir. Mangan ile karıştırıldığında menekşe rengi, Ni karıştırıldığında kahverengi (Baryum oksit düşük olursa yeşil), bakır oksit ile karıştırıldığında mavi-yeşil renk verir.

Baryum oksit Baryum karbonat şeklinde bulunur. %77,7 BaO ve %22,3 $CO_2$ oranlarındadır. $BaCO_3$ doğada bulunur. Emaye yüksek bir yansıma ve parlaklık verir. Bundan başka eğer BaO, $SiO_2$ ye karşılık değiştirilirse kopma mukavemeti yükselir.

Yüzeyde çatlak oluşumunu en aza indirgerken baloncuk yapısının boyutlarının küçülmesinede yardımcı olur. Fazla kullanılması matlaşmaya neden olur. Baryum oksit MgO ve CaO ile birlikte kullanıldığında mat emayeler oluşur.

### 1.4.10. Stransiyum Oksit (SrO)

Emayenin yapısında bulunan $SiO_2$ ile birleşerek yüzeyde çatlak oluşumunu engeller. Transparan bir yapısı olması nedeniyle koyu renkli emayelerde metal oksitlerin daha iyi yayılmasına yardımcı olur. Stronsiyum Karbonat ($SrCO_3$) hammadde kaynağıdır (Garcia ,2000).

### 1.4.11. Potasyum Oksit($K_2O$)

Potasyum oksit emayenin temel oksitleri arasındadır. Emayenin genleşme katsayısına etki eder. Başlıca $K_2O$ oksitleri; Potasyum karbonat ($K_2CO_3$), Potasyum nitrat ($KNO_3$), potasyum feldspat ($KAlSi_3O_8$), potasyum silika florür ($K_2SiF_6$) olarak gösterilebilir (Sarp ,2019).

## 1.5. EMAYE ÜRETİMİNDE KULLANILAN RENK VEREN OKSİTLER

Emaye renksiz bir bileşik olarak hazırlanır daha sonra bileşime katılan oksitlerle renkliliği ve saydamlığı değişir. Aşağıda bazı renkleri elde etmemize yarayan oksitler ve bize verdiği renkler yazılmıştır.

- Kobalt Oksit = Mavi Renk
- Demir Oksit = Kırmızı Renk
- Bakır Oksit = Yeşil Renk
- Arsenik Oksit = Beyaz Renk
- Uranyum Oksit = Sarı Renk
- Manganez Oksit = Menekşe Renk

### 1.5.1. Bakır Oksit (CuO)

En eski renk verici oksitlerden biridir. Çin kırmızısı 1000°C'nin üstünde azami miktarda bakır, çinko ve demir oksit karışımı ile oluşturulabilir. Bakırlı sırlar için fırın dereceleri çok önemlidir. Fırınlama aşamasında oluşan ısı farklılıkları nedeniyle kırmızı, yeşil ve siyaha gibi farklı renk oluşumları gözlenebilir.

Emayenin saca yapışma kabiliyetini arttırmak ve renklendirme işlemlerinde kullanılır. Yapışmanın gerçekleşmesi için ortamda kobalt ve nikel oksit olmalıdır. Başka türlü yapışma sağlanmaz. Hammadde kaynağı yine kendisidir (Romero, Rincon ve Acosta ,2002*: 883-890).*

### 1.5.2. Demir Oksit (FeO)

Siyah demir oksit (FeO), kırmızı ($Fe_20_3$) ve siyah ($Fe_3O_4$) renklerindeki demir oksitler, katkı oranlarına göre, bej, sarı, kahverengi, kırmızı, siyah renklerini verirler. Ayrıca redüksiyon pişirimlerinde kül mavisi, gri-mavi, koyu gri tonlarını verirler. Alkali ve borlu sırlarda demir oksit ilavesiyle şarap kırmızısı elde edilir. Kurşunlu alkali, borlu sırlarda titan ve demir oksit ilavesiyle kahverengi tonları elde edilir. Kurşunlu sırlarda demir ile birlikte ($Sb_2O_3$) antimon oksit kullanılırsa turuncu renk elde edilir.

Renklendirme amacıyla emayelerde kullanılır. Yeşil ve siyah renk verir. Beyaz seramik fritleri, yarı transparan ve transparan emayelerde renk değişimine sebep olduğu için fazla tercih edilmez. Ham madde kaynağı, yine demir oksitin kendisidir (Wendel ,2004).

### 1.5.3. Manganez Di Oksit ($MnO_2$)

Ergime sıcaklığı 535°C'dir. Suda çözünmez. Nitrik asit ve hidrolik asit içinde çözünür. Kahverengi, siyah, mor seramik sırı ve boyalarının yapımında kullanılır. Kurşun oranı yüksek olan sırda %5 katkı ile kahverengi, borlu sırlarda kahve-mor, alkalili sırlarda mor renkler elde edilir. Alüminyum miktarının çok az veya olmadığı sırlarda en güzel mor ve leylak tonlarını oluşturur.

### 1.5.4. Kobalt Oksit (CoO)

Kobalt oksitler, emayenin yüzeye yapışma mukavemetini artırır ve aynı zamanda emayeye renk verir. Koyu renkli emaye karışımlarının içinde mavi siyah renk oluşmasını sağlarken açık renkli emaye karışımlarının içinde ise mavi renk oluşumuna yardımcı olur. Beyaz emayelerde ise rengin acık mavi olmasını sağlar. Hammadde kaynakları kobalt oksit (CoO, $Co_2O_3$, $Co_3O_4$) ve kobalt karbonat ($CoCO_3$)'tır (Wendel ,2014).

### 1.5.5. Titanyum Dioksit ($TiO_2$)

Düşük genleşme katsayısına sahip olması çatlamalara engel olur. Asitlere karşı dayanıklığı arttırır. Titanyum oksit kristalizasyon oluşmasında önemli bir role sahiptir. Kurşunlu emaye karışımlarına yüksek oranda ZnO ve $TiO_2$ ilave edildiğinde dekoratif bir görüntü oluşur. $Fe_2O_3$, $TiO_2$ sırlarda sarımsı renk verirler. Kristal ve matlık yapıcı olması önemli özelliklerinden biridir.

$SiO_2$ ile birlikte kullanıldığında asitlere karşı mukavemeti artar. Emayelere beyazlık vermek ve renk açmak için kullanılır (Sacmi Company, 2002).

### 1.5.6. Kalay Oksit ($SnO_2$)

Emayelerde beyaz renk vermek için kullanılır. Asitlere karşı direncini arttırırken çatlamalara karşı korur. Ergime esnasında sır içinde çözünmeden kalan ve ışığın kırılması ile opaklaştırıcı etki yapan maddelerin çok ince taneli olarak emayenin içinde dağılmasıyla opaklık verir (Tazeoğlu ,2017). Beyaz fritlerde tercih edilmezler, yerine genelde $TiO_2$ kullanılmaktadır.

### 1.5.7. Arsenik Oksit ($As_2O_3$)

Beyaz renkli zehirli bir tozdur. Sır içinde selenyum ve kobalt ile birlikte kullanıldığında sarı, sarının tonları ve koyu yeşil gibi renkler elde edilebilir. Yalnız $AsO_2$ ile çalışıldığında renk kontrollerini yapmak oldukça zordur. $AsO_2$ ile çok küçük miktarlarda mor ve tonlarınıda elde etmek mümkündür.

Emayede kalın uygulanırsa yüzeyde hava kabarcığı, köpürme gibi hatalara yol açabilir.

### 1.5.8. Uranyum Oksit ($UO_2$)

Ergime sıcaklığı 2878°C'dir. Uranyum oksit $Na_2O_2O_7$ bileşiği şeklinde bulunur. Renkli amfoter bir bileşiktir. Sarı renklidir. Işığın etkisiyle yeşil fosforlu renk alırlar. Suda çözülmediği için doğrudan değirmenlerde katılır.

Kurşunlu sırlarda özellikle fritleştirilmiş olanlara %30 sodyum uranat katkısıyla güzel bir kırmızı elde edilir. Bu sıra kalsiyum oksit katılırsa bu renk kahverengiye döner. Tüm bu renkler oksidasyonlu pişirimde sonuç verir.

### 1.5.9. Nikel Oksit (NiO)

Emayeleri renklendirmek ve yapışma kabiliyetini artırmak için kullanılır. Koyu yeşil renk verir. Başlıca hammadde kaynağı Nikel Oksit'tir (NiO, $Ni_2O_3$).

## 1.6. EMAYE UYGULANABİLEN METALLER

Emaye kaplanabilen metalleri üç guruba ayırmak mümkündür:

### 1.6.1. Asil Metaller

Bunlar yoğun olarak süs emayeciliğinde kullanılan metallerdir. Bakır, tombak, gümüş ve alaşımları, altın ve alaşımları, platindir.

#### 1.6.1.1. Bakır

Bakırın yapısal özelliği emaye uygulamaları için çok uygundur. Emaye uygulamalarında kullanılan metallerin ergime dereceleri önem arz eder. Metalin ergime derecesinin emayenin erime derecesi olan $800^0$ C' nin oldukça üzerinde olması metalin emaye pişirme işlemi esnasında bozulmamasını sağlar. Bakırın ergime derecesi $1084^0$ C' dir. Bu haliyle emaye pişirilmesi için idealdir. Bakırın Lineer Genleşme Katsayısı 166 x

$10^{-7}$' dir. Bu değer de emaye çalışması için bir sorun yaratmaz. Sanatsal amaçlı kullanılan metaller içerisinde altın ve gümüşe oranla çok daha ucuzdur.

Bu özelliklerinden dolayı bakır sanatsal emayelerde en çok kullanılan altlıktır. Opak emayeler bakır üzerinde net bir görüntü oluştururlar.

Bakır yüzeye transparan emayeler uygulandığında bakırın kendi rengi olan kahve rengi ortaya çıkar. Bakır yüzey üstüne uygulanan kırmızı renkler kızıllaşarak kahverengine dönüşür. Bu dönüşümü önlemek için transparan astar emaye uygulaması yapılabilir (Çavuşoğlu ,2014 :21).

### 1.6.1.2. Tombak

Tombak bakır çinko alaşımından oluşur. Bu alaşımda bakır en az %90, çinko ise en çok %10 olmalıdır. Çinko oranı ne kadar düşük olursa emaye uygulamasında o kadar iyi sonuç alınır.

Ergime kapsamı (1055 – $1065^0$ C) emaye erimesi esnasında hiçbir sorun yaratmayacak düzeydedir. Genleşme, çinko nedeniyle saf bakıra göre biraz daha yüksektir. (Lineer Genleşme Katsayısı ~190 x $10^{-7}$) Meydana çıkan gerilimler emayenin elastikiyeti vasıtasıyla dengelenir.

Tombağın açık sarı rengi tercih edilmesinde önemli bir etkendir. Tombak yüzeyde emaye açık ve berrak olarak görüntü verir. Rozet ve amblem gibi küçük formatlı eşyalarda bu alaşım kullanılır (Çavuşoğlu ,2014). Emayenin atma riskinden dolayı büyük plakalarda ve kaplarda kullanılmaz. Tombak üzerine uygulanan emaye yalnızca 2- 4 kez pişirilebilir.

Diğer bütün bakır alaşımları, örneğin pirinç (Cu-Zn), Alman gümüşü (Cu-Zn-Ni), bronz (Cu-Sn), yüksek çinko miktarı nedeniyle emaye uygulamalarında kullanılamaz.

### 1.6.1.3. Gümüş ve Alaşımları

Gümüş özellikle yeşil ve mavi transparan emayelere bir reflektör gibi güzel bir parlama gücü verir. Bunun dışında bazı renkler gümüş ile reaksiyona girerek tonlarını değiştirir. Çeşitli kırmızı tonlar kahverengiye dönerken, opak beyaz emaye sarımtırak

kenarlar oluşturur. Opal emayeler de renklerini değiştirir. Bu gibi durumlarda gümüşün üzerine önce bir tabaka izole edici cam şeffaflığında gümüş fondant kaplanır.

Saf gümüşün yüksek ergime noktası (1060℃) olması nedeniyle emaye pişirimi oldukça tehlikesiz görünmesine rağmen, gümüş folyolar ve ince gümüş tellerin kirlenme tehlikesi vardır. Yüksek ısıl genleşmenin (Lineer Genleşme Katsayısı ~190 x $10^{-7}$) ve eksik kimyasal bağlanmanın bir sonucu olarak emayenin gümüşe yapışması yalnızca zayıf olarak gerçekleşir. Saç oymaları (Lak oyma sanatı), ilave şekillendirme gerilimleri nedeniyle emayelenemez. Döküm objelerin eşit et kalınlıkları olmalıdır. Farklılıklar ponza ile çalışılarak düzlenmemelidir. Emayelerin yapışma gücünü arttırmak için metal zemine aşındırma ve pürüzlendirme yapmanın yararı vardır. Döküm ve lak (asitle indirme) işleri hücreler veya çukurlar vasıtasıyla daha düşük gerilimli, küçük alanlarda yapılabilir. Gümüş alaşımlarında bakır miktarı nedeniyle emayelerin yapışması artar ve genleşme azalarak kimyasal bağ reaksiyonları olumlu yönde etkilenir. %9' un üzerindeki bir bakır miktarında, 779 ℃' lik ötektik temperaturu vasıtasıyla likidus temperaturu belirlenerek emayelerin çoğu daha fazla eritilemez. Emaye kaplanması için 970 kısım gümüş ve 30 kısım bakır içeren alaşım uygundur. Bu alaşımın 900 – 930 ℃ olan ergime aralığı emaye pişirmek için yeterli derece yüksektir. Bakır miktarı emayenin yapışmasını ve dayanıklılığını gözle görülür biçimde arttırır.

#### 1.6.1.4. Altın ve Alaşımları

Saf altının, sıcak sarı rengi her emaye tonuna uyar. Özellikle kırmızı tonları sarının parlama gücü ile desteklenir. Renk seçiminde mavi ve yeşil emayelerin sarımtırak çıkacağının hesaplanması gerekir.

Altının ergime noktası yüksektir. ($1063^0$ C). Isıl genleşmesi, emayeninkinden biraz yüksektir. (Lineer Genleşme Katsayısı 140 x $10^{-7}$) Bu nedenle emayeler herhangi bir sorun yaşamadan eritilebilir. Eksik olan kimyasal bağlanmaya rağmen iyi bir yapışma yeteneği vardır.

Altın ayarı 750 milyemin altında olan altın alaşımları emayeleme için uygun değildir. Daha yüksek altın miktarı olan alaşımların yeterli yükseklikte erime aralıkları vardır. Emayelerin parlama gücünü etkilemek açısından katkıların bakırdan çok gümüş olması

gerekir. 750 milyemlik altının ergime davranışı ve yapışma yeteneği uygundur. Dayanıklılığı saf altından fark edilebilir derecede daha yüksektir ve fiyat olarak da saf altına göre çok daha ucuzdur.

#### 1.6.1.5. Platin

Emayelenebilen bütün metaller arasında platin en düşük ısıl genleşmeye sahip olanıdır. (Lineer Genleşme Katsayısı 90 x $10^{-7}$) Bu nedenle emayenin büküm yeteneği azdır. Çünkü kimyasal bağlanma ve yapışma gerilimi düşüktür. Kullanılabilir bir yapışma yalnızca yüzeyin pürüzlendirilmesiyle elde edilebilir. Platin üzerinde renkler iyi durur ve yüksek ergime noktası (1773 °C) nedeniyle emayeler sorunsuzca pişirilebilir. Platinin fiyatı çok yüksek olduğu için bu metal emayeciler açısından çok fazla bir anlam taşımamaktadır.

### 1.6.2. Ağır Metaller

Emayeleme işlemine uygun ağır metaller çelik saç ve dökme demirler olarak ikiye ayrılır.

#### 1.6.2.1. Çelik Sac

Emaye uygulamaları için düzgün yüzeyi olan ve kolay temizlenebilen saclar tercih edilir. Emayeleme işlemi için; soğuk çekilmiş saclar, emaye kalitesi saclar ve az karbonlu saclar kullanılır.

Bu saçların kimyasal özellikleri tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2:** Emayeleme de kullanılan saçların kimyasal özellikleri (Durmuşoğlu ,2009)

| Sac Cinsi | Karbon | Fosfor | Silisyum | Mangan | Kükürt |
|---|---|---|---|---|---|
| Direkt Emaye Kalitesi | %0,0005 max | %0.08 | - | %0.33 | %0.03 |
| Normal Kalite | %0,2 max. | %0.04 | %0.02 | %0.40 | %0.05 |
| Emaye Kalitesi | %0,05-0,13 | %0.05 max | - | %0,3 – 0,45 | %0.04 max |

Emaye uygulamasında yüzeyi temiz, bünyesinde pislik bulundurmayan, karbon oranı düşük ve alüminyum içermeyen, presleme işlemi için uygun saclar tercih edilmelidir.

Emayeleme işlemi için yapısında karbon miktarı düşük olan saclar tercih edilmelidir. Sacların bünyesindeki manganez oranı yüksek tutulursa çekme ve soğuk şekillendirme işlemlerine karşı dayanıklılığı artar (Durmuşoğlu ,2009).

Emaye kalitesi olarak adlandırılan saçlarda karbon oranı %0,0001 ile %0,0005 arasındadır. Bu kalitedeki salcara banyolama işlemi esnasında daldırma ile nikel tabakası kaplanırsa astar emaye kullanılmadan doğrudan yapışma kuvveti artar (Durmuşoğlu ,2009).

#### 1.6.2.2. Dökme Demir

Emayelemenin tarihsel gelişimi, dökme demirin emayelenmesi ile başlar. Emayeleme için en uygun döküm gri dökümdür. Gri dökümün yapısı, emayenin yüzeye yapışmasına olanak sağlar. Emayeleme işlemi için bünyesinde yüksek miktarda manganez bulunduran dökümler tercih edilmemelidir. Bunun sebebi manganez emayenin yüzey tutulumunu azaltmasıdır.

"Kükürt dökümün gevrekliğini ve bileşik haldeki karbon oranını arttırır. Eğer yapıda fazla miktarda bulunursa gaz çıkısına sebep olur ve emayeye zarar verir. Demirin gevrek ve zayıf bir şekilde oluşmasını sağlar ve döküm yüzeyi gözenekli olur. Gözenekli bir yüzeye emayenin yapışması çok daha zordur" (Durmuşoğlu ,2009).

### 1.6.3. Hafif Metaller

Alüminyum ve alaşımları emayeleme işlemine uygun hafif metallerdir.

#### 1.6.3.1. Alüminyum ve Alaşımları

Alüminyum malzemelerin üzerine emaye uygulamaları 1950'li yılların başında başlamıştır. Alüminyumun ergime sıcaklığı düşüktür. Bu yüzden ergime derecesi düşük emayeler için uygundur. Daha yüksek ergime derecesine sahip emayelerde kullanılması tercih edilmez (Kyri ,1976).

Emayeleme için, en az %99,5 oranında alüminyum içeren saf alüminyum ve Al-Mn alaşımları tercih edilmelidir. Alüminyum alaşımının saflık derecesinin yüksek olması

emayeleme için bir problem yaratmamaktadır. Endüstride çok farklı çeşitte alüminyum alaşımları bulunur. %2.25 Cu, %1,0 Mg, %6 Si, %0.25 Cr ile oluşturulan bileşimler emayelemeye elverişlidir. Soğuk tavlanmış alaşımların, soğuk presleme işlemlerinde dayanımı artarken esnekliği azalır. Bu durum emayeleme işlemi esnasında veya daha sonra elde edilen ürünün kullanılması sırasında gereken mekanik özellikl ayarlanmasında önemlidir. Soğuk tavlanmış alaşımların magnezyum oranı %0,0 geçmemelidir. Alüminyum alaşımının magnezyum oranı yükseldikçe, yüzeye uygulanan emayenin yapışması zorlaşır (Durmuşoğlu ,2009:51).

# 2. BÖLÜM

# EMAYE TEKNİKLERİ VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

# 2. BÖLÜM

# EMAYE TEKNİKLERİ VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

## 2.1. TEMEL EMAYE TEKNİKLERİ

Emayeleme işlemlerinde geçmişten günümüze kadar birçok teknik kullanılmıştır. Tarihi emayeleme teknikleri basse taille, camaieu, champleve, cloisonné, plique-à-jour, grisaille, limoges, en résaille'dir. Günümüzde kullanılan teknikler; iki veya daha çok rengin elenmesi, sgrafitto, şablon tekniği, gliserin tekniği, yerleştirme tekniği ve çıkartma desenleri teknikleridir.

### 2.1.1. Basse Taille Tekniği

Tarihsel emaye tekniklerinin çoğunun adı Fransızcadır, çünkü emaye Avrupa'da gelişirken Fransa'da sanatsal olarak daha farklı bir gelişme göstermiştir. Basse-taille Fransızca bir terimdir ve "dekolte" demektir. Literatürde ise bir emaye tekniğini vermektedir. Bu teknik Rönesans Avrupa'sında kullanılmış ve bu teknikle üretilmiş çeşitli sanatsal eşyalar müzelerde sergilenmektedir (Çavuşoğlu ,2014:80). Bu teknikte, metal yüzeye bir şekilde doku verilir ve bütün yüzey transparan emayelerle kaplanır. Işık metale ulaşınca transparan tabakalardan ışıldayarak geri döner ve sihirli derinlikler ve renk değişimi gösterir.

Basse-taille emaye uygulanabilen tüm metallere uygulanabilir, ancak gümüş bu teknik için en uygunudur. Transparan emaye tozlarının verdiği parlaklık metalin değerini gösterir. Gümüş işlemeciliğinde kullanılan oyma baskı (gravür), yontma, dövme, aşındırma, kakma ve yiv açma gibi teknikler kullanılarak uygulanan emayeleme işlemi iyi sonuçlar verir. Seçilen teknik uygulandıktan sonra bütün metal yüzeye birkaç kat ince transparan emaye kaplanır ve her kaplamadan sonra parça pişirilir.

Gümüş basse-taille teknikli emaye örnekleri çeşitli müzelerde sergilenmektedir. Dünyada eşsiz bir konuma sahip olduğu iddia edilen iki örnek, British Museum'daki Royal Gold Cup ve King's Lynn Cup'tır. Altın renginde olan Royal Gold Cup, 1350 civarında Burgandy veya Paris'te yapılmış ve St. Agnes'ın yaşamından sahnelerle dekore edilmiştir. King's Lynn Cup ise yaklaşık 1325 yılında yapılmış yarı saydam emaye ile

kaplanmış gümüş yaldızlı bir fincan ve emayeleri teknik olarak Champlevé'nin ilk çalışmalarına daha yakındır (Maryon ,1955:186-187).



**Görsel 1**: Royal Gold Cup, 1350, British Museum (https://www.britishmuseum.org/collection/object/H_1892-0501-1)(19.03.2024)



**Görsel 2:** Kral John Cup, 1325, British Museum (https://tr.pinterest.com/pin/54958057926976227/)(19.03.2024)

### 2.1.2. Camaieu Tekniği

Bir Limoges türüdür. Tek renkli bir resim tekniğidir. Camaieu, 16. yüzyılda büyük Grisaille ve Limoges ressamları ile bağlantılı olmuştur. Camaieu'nun Grisaille' den en büyük farkı ince öğütülmüş beyaz opak üst katların, grisaille'deki gibi siyah zemin üzerine değil de transparan üzerine uygulanmasıdır (Çavuşoğlu ,2014:83). Zemin için uygulanan transparan emaye bilinen tekniklerle kaplanıp pişirilir. İnce öğütülmüş beyaz emaye (325 – 400 mesh) destile suyla karıştırılır ve 1 – 2 damla tragant çözeltisi ilave edilir. Alternatif olarak pudra bitkisel bir yağla da karıştırılabilir. Elde edilen beyaz boyama emayesi ince bir samur fırça ile ince bir kat halinde transparan yüzeye sürülür ve pişirilir. Ardından birkaç kat daha beyaz tatbikatı yapılır ve her defasında pişirilir. Beyaz dışında değişik renkler de uygulanabilir.

### 2.1.3. Champleve Tekniği

Champlévé, Basse-taille yöntemine çok benzer ancak emaye uygulama yöntemi farklıdır. Orta çağ Avrupa'sının pek çok sanatçısı Champlévé tekniğine aşinadır ve bu teknikle yapılmış harika eserler günümüzde müzeleri süslemektedir.

Antik çağda metalin Champlévé için hazırlanması, 1,3 – 1,6 mm kalınlığındaki metal üzerinde gömülü yerlerin ve çukurların yontulmasıyla oluyordu. Daha sonra bu çukur yerler, her iki türde, transparan ve opak emayelerle dolduruluyordu. Kalın metal kenarları ve kabartma halindeki kısımlar emaye kaplanmıyordu (Çavuşoğlu, 2014:80).

Bu efekt, emaye ile metal arasında kalın çizgiler ve güçlü kontrastlar oluşturuyordu. Günümüzde gömülü olması planlanan bölgeler asit aşındırması ile sağlanıyor 1,3 – 1,6 mm kalınlıkta metal kullanılıyor. Aşındırılmayacak bölgeler aside dayanıklı kaplamalarla korunuyor. Aside dayanıklı kaplamayla korunmuş olan metal eşya kuvvetli bir aside konarak, korunmamış bölgeleri aşındırılır.

Yontma, kakma ve yiv açma yöntemleriyle de metal üzerine arzu edilen gömme desen oluşturulabilir. Champlévé tekniğinde yalnızca gömülü bölgeler emaye kaplanır. Genellikle açık metal kısımlar altın kaplanarak zengin bir görüntü elde edilir.

### 2.1.4. Cloisonné Tekniği

Bu yöntemi ilk olarak kuyumcular kullanmıştır. Minik metal parçalarını bir araya getirip, altın ve gümüş tellerle zarif tasarımlar yapan kuyumcular, doğal olarak bu hünerlerini emayede de kullanmaya başlamışlardır. İlk olarak emaye kaplamak istedikleri şekillerin kenarlarına bordür olarak ince tel lehimlemişler sonra emayelenecek bu bölgeleri, pudra haline getirdikleri malzemeyle kuru veya pasta şeklinde doldurmuşlar. Ardından bu malzemeyi presleyip, düzleştirerek fırına vermişler ve düzgün camsı bir yüzey elde edene kadar pişirmişlerdir. Doğru kalınlığı elde edene kadar sık sık deneme yapmaları gerekmiştir. Böylece bu kaba emaye her desen veya rengin etrafındaki altın tel bordür ortaya çıkana kadar zemine iyice yerleşmiş ve ardından cilalaması yapılmıştır (Çavuşoğlu ,2014: 79).

Cloisonné tekniği, sanatsal emayede en ünlü teknik adıdır. Bu terimde Fransızcadan gelmektedir ve "kapalı alan" veya "hücre" anlamını taşımaktadır. Bu teknikle yapılan ürünleri, bitmiş şekillerine göre üç türe ayırabiliriz: içbükey (konkav), dışbükey (konveks) ve yataydır. Her üç teknik de aynı şekilde üretilir, ancak son işlemleri nedeniyle farklı gruplar sayılır.

Emaye ile renk ve görkem kazanan Bizans işlerinin çoğu Cloisonné tekniğiyledir. Helen Gardner kitabında emayeden şu şekilde bahsetmiştir:

"Çok kıymetli metaller, uzun soluklu ve zahmetli bir üretim süreci gerektirdiği için emayeler genellikle başka nesneleri (kupa, kadeh gibi) destekleyecek süslemelerde kullanılır. Metropolitan müzesindeki plaka üzerindeki Aziz Peter tasviri Bizanslı zanaatkarların çok ince işçilik yaptığının en iyi kanıtıdır. Karakter beyaz saç ve sakal ile çevrelenmiştir (kontur çizmek gibi). Renk ve doku bu tasarıma göre seçilmiştir. Bizanslı zanaatkar burada tekniğin sınırlarını zorlamış ve klâsik uygulamayı ileri taşımıştır" (Gardner ,1948:270).




**Görsel 3:** Aziz Petrus, Metropolitan Müzesi, 1917
(Https://www.metmuseum.org/art/collection/search/464543(21.03.2024)

### 2.1.5. Boyalı veya Limoges Tekniği

15. yüzyılın son bölümünde, Fransa'nın güneyindeki küçük Limoges şehri yeni bir emaye tekniği ile ünlü oldu. Bu teknik şehrin adıyla anılır oldu. Boyama emayesi günümüzde bile bu isimle tanınmaktadır (Çavuşoğlu ,2014 :81).

İnce öğütülmüş (325 mesh ve daha ince) emaye pudra ile hazırlanmış boyama emayeleri, zemindeki pişmiş bir emaye yüzeyine ince katlar halinde kaplanarak uygulanır. Her ince kat uygulandıktan sonra pişirilir. Aşırı kalın çalışıldığı takdirde son pişirimden sonra yüzeyde çatlaklar oluşur.

Bu teknikle yapılmış birçok örneği dünyaca ünlü müzelerde görmek mümkündür. British Museum'da sergilenen Leonard Limosin tarafından yapılan emaye bir portrede, Catherine of Lorainne'nin, inciler ve zümrütlerle kehribar renkli bir şapka giydiğini ve kostümünün zengin bir şekilde takı ile süslendiğini göstermektedir. Sol omzundaki ponponlardan biri, sanatçının adıyla oluşturulmuştur (Strange ,1947;416).

Leonard Limousin tarafından yapılan Francois de Cleves'in emaye portresi, Cincinnati'deki Taft Müzesi'nde sergilenmektedir. Çok sayıda Limoges emaye, Cleveland Müzesi'ndeki Guelph koleksiyonuna eklenmiştir.



**Görsel 4:** Leonard Limosin, Catherine de Lorraine, duchesse de Montpensier (1551-1596) (https://art.rmngp.fr/fr/library/artworks/leonard-limosin_catherine-de-lorraine-1551-1596-duchesse-de-montpensier_email-peint)(21.03.2024)

### 2.1.6. Plique-à-jour Tekniği

Ürünün her iki tarafından da ışığın görünmesini sağlamak için telkâri yöntemiyle yapılan içi boş formlara uygulanan ışığı geçirip parlamasını sağlayan camsı bir tekniktir. Telkâriden yapılan formlar ışığa tutulduğunda vitraylar gibi parlamaktadır.

Plique-à-jour tekniğinde, 1 mm ila 1.2 mm kalınlığında gümüş veya altın plaka; 1 mm ila 1.5 mm kalınlığında yassı tel, bakır plaka ve şeffaf emayeler kullanılır. Bakır plaka üzerine bir telkari oluşturulur. İçi boş formlar emaye tozu ile kaplanır ve fırınlanır. Daha sonra emaye kaplanmış telkâri bir asfalt çözeltisi ile kaplanarak korumaya alınır. Arka plaka asit tarafından aşındırılarak çıkarılır. Plique-à-jour teknikli emaye örnekleri çay kaşıklarından oluşmaktadır. Mücevher kalitesindeki takılarda bu teknik sıkça tercih edilmektedir.



**Görsel 5:** Rus Yaldızlı Plique-a-Jour Kaşık (https://theantiqueguild.com.au/products/russian-gilded-plique-a-jour-spoon)(21.03.2024)

### 2.1.7. Grisaille Tekniği

Grisaille Fransızca bir terimdir ve “grilik” anlamına gelir. Bu isim altında tek renkli kabartma taklidi resim tekniği verilmektedir. Bu teknik resim ve emayede kullanılan teknikler arasında değildir. Ancak İtalyan asıllı ressam Giorgio Vasari'nin açıkladığı gibi chiaroscuro veya ışık ve gölge dedikleri tek renkli bir resme dayanmaktadır. Emayeleme işleminde renk, demir oksit, bakır ve flux karışımı ile yapılır. Fransa Kralı V. Charles döneminde grisaille tekniği vitray ve minyatürde kullanılmıştır.

Grizaille tekniği, erken rönesans döneminde kullanılmaya başlar ve 15. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan yeni baskı tekniği ile ünlü ressamlara siyahtan beyaza geniş bir skala sunmuştur.

Grisaille emaye tekniğinde de oldukça sık kullanılmıştır. Emaye uygulamalarında en altta siyah bir zemin ve bunun üzerine kaplanmış birkaç ince beyaz tabakası bulunur. Parça her kaplamanın ardından pişirilerek, siyahtan beyaza kadar grinin her tonu görülür. Son olarak 325 – 400 meshe kadar öğütülmüş olan beyaz emaye pudrası, seyreltik tragant çözeltisi veya seçilmiş bir bitkisel yağ ile karıştırılarak, ince bir samur fırça ile çok ince bir kat halinde sürülür. Her tabakadan sonra parça pişirilir. Pişirilmiş beyaz emaye katında çatlaklar veya ayrışmalar görünüyorsa, bu son katta emayenin ince öğütülmüş pudra için fazla kalın kaplandığı anlamını taşır. Bu durumda emaye taşlanarak inceltilir ve son kat bir kez daha uygulanır.




**Görsel 6:** Cartier'in emaye grisaille tekniği ile yapılan saat koleksiyonu (Https://www.watchprozine.com/cartier/cartier-s-solemn-tiger-executed-in-enamel-grisaille/5303593/886/)(21.05.2024)

### 2.1.8. En Résaille Tekniği

Çok fazla tercih edilmeyen bu emaye tekniği, cloisonné tekniği ile benzerlikler gösterir. Yapılacak olan ürün tıpkı bir dantel motifi gibi çok ince dokunmuş bir ağ gibi oluşturulur. Bu süreçte çok ince ve hassas bir işçilik sergilenir.

Fransız kuyumcular tarafından altıncı yüzyılın ikinci yarısında yapılmış olan Résille makyaj aynası, 1926'da Cleveland Sanat Müzesi tarafından satın alınmış ve sergilemeye konulmuştur (Bates ,1951;138).



**Görsel 7:** Résille makyaj aynası, 1926, Cleveland Sanat Müzesi (Https://tr.pinterest.com/pin/526006431492911279/sent/?invite_code=7f8bd9b2681148baa9a7f64bbadd1c4d&sender=450782381360562553&sfo=1)(21.03.2024)

### 2.1.9. İki veya Daha Çok Rengin Elenmesi

İki rengin üst üste rastladığı bölgelerde "tuz – biber" etkisi adı verilen görüntü ortaya çıkar. Bu etki opak renkler veya kontrast transparan emayeler kullanıldığında daha belirgin olur. Emayelenen yüzeyin her tarafında eşit kalınlıkta emaye tabakası elde etmeye çalışılmalıdır. Transparan emayelerle çalışırken açık renklerle işe başlamalıdır. Başka bir renkle çalışmak için süzgecin ve alt zeminin temizlenmesine dikkat edilmelidir. Bu şekilde emayelerin birbirine karışmasına engel olunur. Elektrik süpürgesi, yumuşak fırça ve tüysüz bir bez burada işe yarar. Çeşitli renklerin elenmesi yoluyla bir desen elde etmek için bütün yüzey ilk kaplamayla örtülmelidir. İlk kat pişirildikten sonra üst üste başka renkler kaplanabilir. Belirli renkler dışında, iki ana emayenin karıştırılarak yeni bir renk elde edilmesi mümkün değildir. Ancak önceden pişirilmiş opak veya başka renkli transparan emaye tabakaları üzerine transparan emaye eleyerek birçok renk elde etmek

mümkündür. Bu şekilde sarı üzerine transparan mavi, yeşil; kırmızı üzerine mavi, eflatun ve kırmızı üzerine yeşil kahverengi renkler verir (Çavuşoglu ,2014:61).

### 2.1.10. Sgrafitto

Sgraffito, sözcük anlamı itibariyle "kazınmış" anlamına gelen bir astar kazıma tekniğidir. İğne ve sivri uçlu metal kalemlerle çok ince darbelerle emaye üzerine çizilen desenin kazınmasıyla oluşur. Yüzey üzerindeki mikron kalınlıktaki boyuta açık ve koyu kısımların tonlaması kakma (oyma) işlemi ile belirginleştirilerek, fırınlanması ile elde edilir.

İşleme bakır üstüne tragant çözeltisi püskürtülerek başlanır. Tragant çözeltisi daha dolgun kaplanır. Daha sonra kalınca bir tabaka emaye elenir. Parça iyice kurutulur. Kesme iğnesi ile pudra kazınarak desen üretilir. Parça pişirilir. Pişirme işleminden sonra, açıkta kalan metalin üzerinde oluşan tufal tabakası nitrik asitle aşındırılarak temizlenir ve bilinen yöntemlerle ikinci kaplama için hazırlanır. Bu ikinci kaplamada bir veya daha çok transparan renk kullanılır ve bu esnada her rengi bir kez bakır, bir kez de önceden pişirilmiş emaye üzerine kaplayarak çeşitli etkilerden yararlanılır.

Desen kazıma işlemi henüz tam kurumamış emayede yapılırsa, kenarlar yırtılmış gibi olur. Bu teknik sadece ikinci kaplamadaki desenler için tavsiye edilir. Böyle yırtık görünümlü desenlerin oluşmaması için, parça tam olarak kurutulduktan sonra düzeltme işlemi yapılabilir. Bunların dışında çok ince ve net çizgiler, önceden emayelenmiş bir yüzey üzerine 200 mesh'lik elek vasıtasıyla emaye elenerek elde edilebilir. Bu işlem için kazıma bir toplu iğne ile yapılır.

### 2.1.11. Şablon Tekniği

Şablonlar çalışma parçasının emayelenmeden kalacak kısımlarını örter. Şablonla çalışmalarda, emaye kesin hatlarla ayrılmış yüzeylerle sınırlı kalır. Bu teknik özellikle aynı türde çok sayıda iş yapılacağı durumlar için uygundur. Şablon emici bir kâğıttan yapılmalıdır. Böylece tragant çözeltisi akmaz. Tamamen emiş yaptığında bozulmamak kaydıyla, kurutma kâğıtları bu iş için kullanılabilir. Şablonlar tekrar kullanım için uygundur.

İşleme bir kâğıt üzerine desen çizilerek başlanır. Bu esnada şablon ıslandığında genişleyebilir. Çizim yapılan kâğıtla şablon kâğıdı arasına karbon kâğıdı konarak çizimin üzerinden kurşun kalemle geçilir. Kopyalanan desen şablon kâğıdından, şablon keskisi veya bir makasla kesilir. Keski kullanılması durumunda kartondan bir zemin bulundurmak yararlıdır. Keski özellikle şablondan bir şekil kesilip çıkarılacaksa gereklidir. Şablonlar her büyüklükte ve şekilde olabilir. Şablon tekniğinde pozitif ve negatif şablonlar kullanılabilir. Çeşitli renkler kullanılarak, çok farklı sonuçlara ulaşılabilir. Şablon çalışma parçasının üzerine yerleştirilmeden önce tragant çözeltisini iyice emmelidir. Şablonlar bir pensle tutularak yerleştirilir. Küçük parçalar bir tabak içinde tragant çözeltisine daldırılır. Büyük şablonlar tragant çözeltisini püskürtme yoluyla kolayca emer. Şablonlar veya şablon parçalarını doğru yere yerleştirebilmek için bir resim fırçası tragant çözeltisine batırılıp, şablon bununla çekilir. Şablon böylece istenen yere kaydırılır. Tragantın çok fazla olmaması gerekir. Kenarlar kuru bir fırçayla fırçalanır. Şablon parçaları doğru yerlerine yerleştirildikten sonra bir kez daha tragant çözeltisi püskürtülür ve üstüne hafifçe baskı uygulanır. Bundan sonraki ilk adım, şablon dışındaki tüm yüzeye emaye elenmesidir. Nemli oldukları sürece şablonları almak doğru değildir. Şablonun alınması için en uygun zaman tragant çözeltisinin yarı yarıya kuruduğu andır. Emayenin yarı kuru halde olması, şablonun kontürlerinin emayenin altından çıkmasıyla anlaşılır. Şablon sivri bir pens yardımıyla alınır.

### 2.1.12. Gliserin Tekniği

Gliserin kullanılarak hem lineer hem de yüzeysel desenler geliştirilir. Bu teknik yalnızca önceden emayelenmiş parçalarda kullanılır. Kalem ucu kullanılarak istenen desen boyanmış gliserinle çizilir. Gliserin renksiz olduğu için bu boyama gereklidir. Gliserin su ile seyreltilmelidir. Gliserinin akıcı ve kontrol edilemez olmaması için seyreltme işleminde çok fazla su kullanılmamalıdır. Su damlatılarak ilave edilir ve şişe iyice çalkalanır. Bu işleme çözelti kalem ucunda kolay kayıncaya kadar devam edilir. Daha sonra bir gıda boyasından birkaç damla ilave edilir. Gıda boyası fırında iz bırakmaz ve yanarak kaybolur. Çalışma parçasına emaye elenir. Emaye gliserine yapışarak kalır. Fazla emaye silkelenerek kaldırılır ve üfleyerek uzaklaştırılır. Parça iki saniyelik fırına sokulup çıkarılır. Fırın kapağı açık bırakılır. Bu işleme parça fırından çıkarıldığında artık

duman çıkmayıncaya kadar devam edilir. Parça bundan sonra kısa bir süreyle pişirilir. Bu esnada fırının gözleme deliğinden pişme işlemi izlenir. Emaye parlak ve düzgün olunca parça fırından çıkartılır. Bu teknik opak emayeler için uygundur. Transparan emayeler gliserin ile opaklaşma eğilimi gösterir. Çok ince çizgiler çizmek için çizim ucu kullanılmalı ve emaye 200 mesh'lik elekten elenmelidir.

### 2.1.13. Yerleştirme Tekniği

Bu yöntemde planlanan desen renkli olarak kâğıt üzerine çizilir ve sonra kopya kâğıdına aktarılır. Bunu takiben kopya kâğıdı ile metal yüzeyi arasına bir karbon kâğıdı konur. Desen, üzerinden bir kurşun kalem ile geçilerek metal üzerine aktarılır. Desen aktarılan metal emayeleme için alışılmış ön işlemleri görmüş olmalıdır. Metal üzerindeki karbon çizgileri daha sonra bir toplu iğne ucuyla ve çelikten yapılmış bir kazıma iğnesi ile metal üzerine kazınır. Bundan sonra karbon çizimin bütün kalıntılarını uzaklaştırmak için bütün bir yüzey bir sabun ya da başka bir temizleme maddesi ve sıkı bir fırça yardımıyla temizlenir ve durulanır. Parça kurutulduktan sonra üzerinde hafifçe bek alevi gezdirilir (Çavuşoğlu ,2014:51).

Yerleştirme işlemi iki yolla yapılır. Ya doğrudan metal üzerinde çalışılır ya da önce yüzey orta sertlikte bir fondant ile emaylanır. Bu fondant transparandır ve üzerinden metale kazınmış çizgiler görünür. Daha sonra renkli emayeler tasarlanan bölgelere yerleştirme yönteminde tarif edildiği gibi yerleştirilir. Yerleştirme esnasında emayenin nemli olduğu tespit edilirse, yaş kaplamanın kenarları kurutma kâğıdı ile kurutulur. Kenarları düzeltmek ve emayeyi doğru yere çekmek için ince bir samur fırça uygundur. Yeni bir renge geçmeden önce bütün çalışma malzemeleri temizlenerek renklerin temiz kalması sağlanır. Daha sonra komşu alanın yerleştirilmesine başlandığında, ilk kaplanıp, kurumuş olan bölgenin, sonradan emayelenen kısımdan nem aldığı görülebilir. Böylece temiz bir sınır elde etmek olanaksız olur. Bunu önlemek için kuru emayenin kenarları bir fırça vasıtasıyla, destile suyla nemlendirilir. Bu esnada nemin bütün alana nasıl yayıldığı gözlenir. Bu işlem için tragant çözeltisi kullanılmaz. Büyük parçalarda bir püskürtme cihazı da kullanılabilir (Çavuşoğlu ,2014:51-52).

Desen bir veya daha çok pişirme işlemi ile geliştirilebilir. Doğrudan metal üzerinde çalışılacaksa kaplama kalınlığı ile ilgili kurallara uymak gerekir. Bir fondant ile

çalışıldığında ise çeşitli yoğunlukta çalışmak mümkündür. Bu şekilde benekli bir görüntü elde edilebilir.

### 2.1.14. Çıkartma Desenleri Tekniği

Endüstriyel emaye uygulaması için özel olarak üretilen çıkartma kâğıtları, artistik uygulamalarda da kullanılabilir. Çıkartmalar matbaa baskısı şeklinde üretilir. Renkler için özel frit ve anorganik oksidik emaye boyaları kullanılır. Çıkartmalar son katı pişirilmiş emayeli yüzeyler üzerine veya iki transparan emayenin arasına kaplanır. Pişirme emaye fırınında 780 – 800 °C' lik bir sıcaklıkta yapılmalıdır.

## 2.2. EMAYE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Emaye uygulama işlemi yaş emayeleme ve toz emayeleme (elektrostatik) olmak üzere iki değişik yöntem ile yapılmaktadır.

### 2.2.1. Yaş Emayeleme

Yas emayeleme daldırma ve püskürtme yöntemleri olmak üzere iki değişik yöntem ile yapılmaktadır.

#### 2.2.1.1. Püskürtme Yöntemi ile Emayeleme

Püskürtme yönteminde, emaye çözeltisi pistole yardımıyla yüzeye püskürtülür. Püskürtülen emaye, metal yüzeyine yapışır ve ince bir tabaka oluşturur.

Bu yöntemde püskürtülen emeyenin sadece %66 sı yüzeye yapışır. Bunu önlemek için işlem kabinlerin içinde yapılır. Büyük yüzeylerin ve seri işlerin emayelenmesi robotlar yardım alınabilir böylece otomatik püskürtme yapılarak birden fazla pistole tabancası kullanılır. Otomatik püskürtmede ürünler raylar ile pistole tabancalarının önünden hızlıca geçerek 70 °C lik kurutma kabinine gönderilir.

Pistole ile emayeleme işleminin avantajları;

• emaye kalınlığının ayarlanabilir olması,

• Çok küçük ve emayeleme işlemine uygun olmayan parçalar bile bu yöntemle emayelenebilir olması,

• Emayeleme işleminden sonra da tamir yapılmasına olanak tanıması,

Otomatik püskürtme yönetiminde kullanılan makine ve ekipmanlarının maliyetli olması ve işlem sırasında havada bulunan toz parçacıklarının yüzeye yapışması bir dezavantaj oluşturur.

Püskürtme yöntemi düz yüzeylerde ve tek taraflı ürünlerde tercih edilir. (Durmuşoğlu ,2009).

#### 2.2.1.2. Daldırma Yöntemi ile Emayeleme

Bu yöntem ile emayelenecek ürün sıvı durumdaki emaye karışımına batırılıp çıkarılır daha sonra kurumaya bırakılır. Karışımın yoğunluğuna bağlı olarak metalin yüzeyi emaye kaplanır. Daha sonra kuruması sağlanan ürün fırınlanır.

17-22°C arasındaki sıcaklık daldırma yöntemi için idealdir. Sıcaklık fazla gelirse balık pulu denilen yüzey hatası meydana gelebilir. Daldırma işlemi için hazırlanan emaye karışımı çok soğuk ise emaye çöker. Bu durum daldırma sırasında dalgalanmalara yol açtığı gibi pişme sırasında da sertleşmeye ve yüzeyin matlaşmasına neden olur (Durmuşoğlu ,2009).

Daldırma yönteminde akış yönünde izler olması ve kaplama kalınlığının akış yönü boyunca değişmesi emayeleme işleminde istenilen sonucu almak da yetersizlikler oluşturur ve emaye kalitesini düşürür.

### 2.2.2. Elektrostatik (Toz) Emayeleme

Emayelemeye hazır hale gelen parçalar ilk olarak elektrostatik toz astar emaye ile emayelenir. Bu emayenin kalınlığı 20 ile 30 mikron arasındadır. Daha sonra yine üst kat toz emaye ile 90 ile 100 mikron arasında bir kalınlıkta emayelenir. Uygun fırınlama süresinde 750-800°C de fırınlanır.

Bu işlemde toz emaye kabinden geçerek elektrostatik tabanca ile elektrik yükü kazanır ve ters elektrik yükü bulunan yüzeye tutunurlar.

Tabancaların basıncı yüksek olduğu için boya çıkışı çok fazla ve hızlıdır. Bu sebepten dolayı püskürtülen emaye miktarı dengesiz olur yüzey üzerine tutunma miktarı azalıp etrafa dağılma oranı fazlalaşır. Bu durum maliyetin artmasına neden olduğu için dezavantaj olarak gösterilebilir.

#### 2.2.2.1.Eleme Yöntemi ile Emayeleme

Eleme tekniğinde önce metale bir fırça yardımıyla tragant çözeltisi sürülür, daha sonra bu yüzeye 80 meshlik bir süzgeç ile emaye elenerek kaplanır.

Tragant çözeltisinin fırçayla sürülmesi yöntemi düz ve düze yakın parçalar için uygundur. Bu yöntemde yoğunluğu arttırılmış çözelti kullanılır. Yüzey tamamen fırçalanır. Tragant çözeltisinin kurumasını önlemek için hızlı çalışılmalıdır. Tragant fazla tasarruf edilmemeli ve çalışma parçasının en yüksek kısımları en son aşamada fırçalanmalıdır, çünkü aksi takdirde çözelti aşağıya kayar. Yüzeyi tragantlama işlemi basınçlı hava ile çalışan püskürtme tabancası veya yoğun karışımlar için tasarlanmış sprey şişeleri ile de yapılabilir. Şişe yardımıyla yapılacak işlem çok yavaş olacağı için uzun sürüp yorucu hale gelir. Bu yüzden basınçlı havayla çalışan püskürtme tabancası veya elektrikli püskürtücü ile çalışmak daha sağlıklı olacaktır.

Püskürtme tabancası kullanılması durumunda meme ince ayara getirilmelidir. Tragant çözeltisi önce çok hafif püskürtülerek, çiy düşmüş gibi bir görüntü olması sağlanır. Bundan sonra tragant tabakasını tam olarak örtecek kadar emaye elenir. Basınçlı püskürtme tabancası kullanılması durumunda 3,2 – 3,5 atü'lük bir basınç kullanılması tavsiye edilir.

## 2.3. EMAYELERİN UYGULAMA ALANLARI

Günümüzde emayelenmiş çelik, yüksek teknoloji süreci içinde gelişmekte olan teknikler kullanılarak geliştirilmiş ve tüm sanayi kollarında kullanılır hale gelmiştir. Emayelenmiş ürünler; yapı, kuyumculuk sektörü, tıp, beyaz eşya ve dekoratif uygulamalarda kullanılmaktadır.

Emayelenmiş çelikler mimari açıdan; ısıya dayanıklı ve üzerinde kir tutmayan bir malzeme olduğundan tercih edilmektedir. Toplu taşıma istasyonları ve kamu alanlarının duvar kaplamalarında emaye kullanımı gözlemlenebilir. Emaye kaplamalar, anti-bakteriyel özellikleri, nem dayanıklılığı ve temizleme kolaylığı açısından düşünüldüğünde sağlık kuruluşlarında da tercih edilebilir.

Emayeler aşınmaması ve kolay temizlenebilir olması nedeniyle günlük hayatımızda da çeşitli alanlarda yer edinmiştir. Bu alanlar mutfak da tencere, tava,

çaydanlık gibi yemek pişirme aletleri iken, banyolarda ise; banyo küvetleri ve sıcak su ısıtıcıları gibi ev uygulamaları için ideal bir seçim haline gelmiştir.

Emayeler önce altın, sonra gümüş, bronz ve son olarak bakır üzerine uygulanarak birçok safhadan geçmiştir. Demir üzerine emaye kaplanması bir sonraki adım olup, emayenin en kapsamlı, dolayısıyla en önemli kullanım alanı olmuştur. Rozet ve amblem endüstrisinde, sanatsal işlerde, altın ve gümüş kuyumculuğunda yaygın olarak kullanılan süs emayesi (bijuteri emayesi) son yıllarda çeşitli ülkelerde özellikle sanatsal tasarımlara dayalı figüratif, folklorik ve modern kompozisyonlarda, çeşitli metal zeminlerde giderek artan miktarlarda kullanılmaktadır.

### 2.3.1. Mimari Uygulamaları

Mimarların ve tasarımcıların projelerinde kullanılmak üzere bir malzeme seçerken en çok dikkate aldıkları husus bunun kullanım ömrünün uzunluğudur. Dolayısıyla, emaye özellikle Avrupa'da önemli bir yer edinmiştir. Emayeli panellerin ilk dış cephe kullanımının 1890 yılında Almanya'nın Gaggenau kasabasında gerçekleştirildiği bilinmektedir (Karasu ,2020).

1910 ABD'de daha estetik işleve sahip olanların ilk kullanım tarihi olarak bilinmektedir. II. Dünya Savaşını takip eden yıllarda şehirlerin yeniden inşasında 2–3 katlı binaların yerini mümkün olduğunca çok katlı yüksek binaların aldığı yeni bir mimari dönem başlamıştır. Böylece, gökdelenlerin dış yüzeylerinin bakım gereksinimi çeşitli zorlukları da beraberinde getirmiştir. Bu yüzden mimarlar daha dayanıklı ve bakımı kolay dış cephe malzemeleri aramaya başlamışlardır. Renkleri solmayan, toz ve kir tutmayan, suyla kolay temizlenebilen, asit yağmurlarından ve çevresel faktörlerden etkilenmeyen ve onarım gerektirmeyen emayeli çelik paneller bu ihtiyaca cevap vererek inşaat sektöründeki yerlerini almışlardır (Karasu ,2020).

Emayeli çelikler duvar panel boşluklarının kapatılmasında en uygun malzeme olarak inşaat sektöründe en yaygın kullanılan malzemedir. Parlak renk çeşitliliği, farklı yüzey dokuları, isteğe göre ayarlanabilen şekil ve boyutları sayesinde tek taraflı çelik paneller yapı bileşeni olarak günümüzde hem iç hem de dış cephe uygulamalarının popüler bileşeni haline gelmişlerdir.

### 2.3.2. Genel Sanayi

Emayelerin hijyen özellikleri ve aşınmaya karşı dayanıklı olmaları, mutfak araç ve gereçlerinde, banyo küvetleri ve buzdolabı, fırın gibi ev eşyalarında iyi bir seçim haline getirir. Emayenin kimyasal tepkimelere karşı dayanıklılığından dolayı silolarda, kimyasal reaktörlerde, su depolarında, arıtma istasyonlarında ya da ısı değiştiricilerinin üretiminde tercih edilebilir.

Emaye, uygulandığı yüzeyi yanıcı gazların etkisiyle oluşan yangına, oksitlenme ve paslanmaya karşı direncini artırır. Bu sebeple emaye sanayide kullanılacak parçaların imalatı için çok uygun kaplama yöntemidir.

### 2.3.3. İletişim

Emayeler, sinyalizasyonu iyi ilettiği için tüm iletişim yöntemlerinde kullanılması ideal olan bir üründür. Hava kirliliğinden, zararlı ışınlardan emaye malzemelerin yüzeyi zarar görmeyecek ve kullanım ömürleri uzayacaktır. Emaye malzemelerin kullanışlılık yönünden çok fazla alternatifler sunması grafik tasarımı açısından tercih edilip cephe tasarımı yapılarak iletişim alanlarının göze hitap eder hale gelmesi sağlanabilir.

### 2.3.4. Kuyumculuk Sektörü ve Süs Eşyaları

Emayeler önce altın, sonra gümüş, bronz ve son olarak bakır üzerine uygulanarak birçok safhadan geçmiştir. Demir üzerine emaye kaplanması bir sonraki adım olup, emayenin en kapsamlı, dolayısıyla en önemli kullanım alanı olmuştur.

Emayeler kızıl alevde, metal zeminler üzerine kaplanmak için hazırlanan cam eriyiklerdir. Emaye metal eşya üzerine ince pudra veya pasta halinde kaplanır ve $800^0$ C civarında, camsı ve kuvvetli yapışmış bir kaplama haline eritilir.

Rozet ve amblem endüstrisinde, sanatsal işlerde, altın ve gümüş kuyumculuğunda büyük kullanım bulan süs emayesi (bijuteri emayesi) son yıllarda çeşitli ülkelerde özellikle sanatsal tasarımlara dayalı figüratif, folklorik ve modern kompozisyonlarda, çeşitli metal zeminlerde giderek artan miktarlarda kullanılmaktadır.

Süs emayesi, çeşitli boyutlarda fritler halinde ya da öğütülmüş pudra şeklinde satılmaktadır. Frit şeklinde satılan emayelerin sınırsız sürelerle stokta tutulabilmesine

karşılık, pudra halinde alınan emayeler havanın rutubetinden etkilenebilmektedir. Bu pudralar rutubette kısmen çözünerek özelliklerinden azda olsa kayıplara uğrayabilirler. Bu tür pudralar pişirmeden sonra yüzeyde sorunlar gösterebilir.

Mine sanatı birçok sanatçının dikkatini çekmiş ve çalışma konusu olarak tercih etmişlerdir. Dünyanın birçok ülkesinde mine sanatı ile meşgul olan ve çağdaş eserler üreten pek çok sanatçı bulunmaktadır.

Başarılı ressam ve metal ustası olan; Linda Darty, Jane Moore, Linda Connelly, Debbie Sheezel, Tzu-Ju- Chen, Jessica Calderwood özgün ve çağdaş takılarına üst düzeyde yansıtmış ve dünyaca kabul görmüş kişilerdir.



**Görsel 8:** Linda Darty çalışmalarından örnek

**(**Https://collections.vam.ac.uk/item/o154460/fish-slice-fish-slice-darty-linda/)(22.03.2024)



**Görsel 9:** Linda Darty, champlevé ve cloisonné çalışmalarından örnekler (Https://je-nny.livejournal.com/6208735.html) (22.03.2024)



**Görsel 10:** Jane Moore, champlevé çalışmalarından kolye örnekleri (Https://www.enamellers.org/jane-moore-member-gallery)(22.03.2024)



**Görsel 11:** Tzu-Ju- Chen Som gümüş, 18 ayar sarı altın, ipek ve “Plique-a Jour”emaye. (Https://www.tzujuchen.com/portfolio/pliqueajour/enamel01.html)(22.03.2024)







**Görsel 12**: Debby Sheezel, cloisonné çalışmalarından kolye örnekleri (Https://debbiesheezel.com.au/)



**Görsel 12**: Jessica Calderwood, limoges çalışmalarından örnekler (https://penland.org/blog/focus-on-jessica-calderwood/#sthash.82tA2y1Y.dpbs) (22.03.2024)

# 3. BÖLÜM

# METALLERİN SEÇİMİ VE EMAYE HAZIRLANIŞI

# 3. BÖLÜM

# METALLERİN SEÇİMİ VE EMAYE HAZIRLANIŞI

## 3.1. EMAYE UYGULANACAK METALİN ÖN İŞLEMLERİ

Şekillendirme işlemlerinden geçmiş olan metalin emayelenebilmesi için yağ alma(temizleme), aşındırma, parlatma ve nötralizasyon gibi ön işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir.

### 3.1.1. Yağ Alma (Temizleme)

Metal üzerindeki her türlü kalıntılar, mekanik veya kimyasal yolla temizlenmelidir. En eski temizleme yöntemlerinden olan mekanik temizleme üç farklı yöntemle yapılmaktadır.

#### 3.1.1.1. Kumlama

Mekanik temizleme ve aşındırma yöntemi de kumlamadır. Kumlama yapabilmek için kum püskürtme tabancasına ihtiyaç vardır. Kum püskürtme tabancası basınç altında metal ya da kum tanecikleri yüzeye püskürterek yüzeyin üstündeki kir ve artıkları temizlemektedir. İnce metal parçalar basınçlı darbeler nedeniyle deforme olabilir bu yüzden küçük boyutlu sanatsal çalışmalar kuyumcuların kullandığı küçük boyutlu kumlama dolaplarına atılmalıdır. Kuyumculuk da kullanılan kumlama dolapları kapalı olduğu için daha sağlıklı ve güvenilirdir. Bu dolapların küçük boyutlu olması dezavantajlarıdır (Çavuşoğlu ,2014:36).

#### 3.1.1.2. Zımparalama

Temizleme yöntemlerinin en eskisidir. Emayelenecek yüzey kalın meshden ince mesh'e doğru su zımparalarıyla temizlenmektedir. Bu yöntemle yüzey pürüzsüz ve temiz hale gelir fakat bu uygulama biraz zaman almaktadır. Bu yüzden büyük ve geniş alanlara uygulamak zahmetlidir. Bu işleminden sonra parçalar yıkanıp kurutulmalıdır. Metalin temizlenme işlemi ultrasonik makinelerle yapılırsa yüzeydeki tozlarla birlikte yağlardan da arınmış olur. Temizlenmiş olan metale emaye kaplanmadan önce çıplak elle dokunulmamalıdır. Son işlemler eldiven yardımıyla yapılmalıdır.

### 3.1.1.3. Tavlama

Metal yüzeyin temizlenmesi işlemlerinden en yaygın kullanılan yöntemdir. Tavlama fırın veya bir bunsen alevinde amyant tuğlası üzerinde yapılabilir. Metali temizlemek için 300˚C sıcaklık yeterli olur. Sıcaklık yükseltildiğinde metal yüzeyindeki gerilimde azalmaktadır. 700˚C nin üzerinde yapılan tavlama işlemi emayeleme işleminin daha iyi sonuç vermesini sağlar.

Metal parça kızarana kadar 700-750˚C' de tavlanır ve daha sonra maşa yardımıyla alınıp su dolu bir kaba daldırılmalıdır. Tavlama işlemi dengeli bir şekilde yapılmalıdır. Ateş metal yüzeyin her yerine eşit değmelidir. Bu işlem tavlama sırasında oluşan tuffallerin yüzeyden ayrılmasını ve su dolu kaba dökülmesini sağlar. Tavlanan ürün suya atılmadığı zaman oluşan tufaller yüzeyde sabit hale gelir ve aşındırma işlemi sırasında yüzeyden ayrılmaz. Tavlama işlemi sonrasında yüzeydeki tüm yağlar ve kirler temizlenmiş olur. Bu işlem temizleme işlemleri arasında en garantili ve kolay yağ alma işlemidir.

### 3.1.2. Kimyasal Temizleme

Kimyasal temizleme işlemi, ürün tavlanıp aşındırılamıyorsa ya da tavlama yapmak istenmiyorsa uygulanır. Yüzey temizleme işlemleri içinde en önemli olanıdır. Kimyasal temizlemede yağ alma banyoları kullanılır.

"Bu banyolarda kullanılan yağ maddeleri genel olarak; sodyum meta silikat, Tri sodyum fosfat, sodyum karbonat, sodyum hidroksit ve organik ıslatıcılardan oluşan bir karışımdır. Sıcak alkali yağ alma banyosunda bazı yağlar sodyum hidroksit ve alkalilerle sabunlaşmakta, diğer bir kısım yağlar ise alkalilerle ayrışmaktadır" (Durmuşoğlu ,2009).

Banyolama işlemi, 85ºC ile 90ºC sıcaklıkları arasında 10 dk. bekletilerek yapılır. Metalin yüzeyi banyodan çıktıktan sonra kontrol edilir ve soğuk su altına tutulup işlem sonlandırılır (Kyri ,1976).

Gümüş ve alaşımları tavlandıktan sonra %10' luk $H_2SO_4$ banyosuna konur. Tavlama esnasında yapının rekristalizasyonu yoluyla gerilimler yok edilir. Bütün yapıştırıcı ve yağlar fırında yanarak uzaklaşır. Tavlanmış malzeme soğutulduktan sonra aşındırma banyolarına alınır. Aşındırma emayenin metale bağlanmasını sağlar. Burada

asit çözeltileri metal yüzeyinin porlarına nüfuz ederek pürüzlendirmeyi sağlar ve nötralizasyon esnasında oradan uzaklaşır.

### 3.1.3. Aşındırma

Asitle aşındırarak metal üzerinde motifler elde edilebilir, ya da metal dokusu geliştirilebilir. Aşındırma, 5 – 7 kısım suya 1 kısım $HNO_3$ konarak hazırlanan asit çözeltisinde yapılır (Çavuşoğlu ,2014:27). Transparan emayeler aşındırılmış bakır üzerinde oldukça güzel efektler verir. Karışım hazırlanırken daima asit suyun içine dökülmelidir. Tersi denenmemelidir.

Aşındırma işlemine başlamadan önce, istenen motif bir karbon kâğıdı yardımıyla metal parça üzerine çizilir. Aşındırılmayacak olan metal kısımları kontür emaye ile örtü cilası ile veya balmumu ile korunur. Örtü cilası kollofonyum veya terpentin yağından ya da benzeri bir kimyasal maddeden oluşabilir. Parçanın kontür emaye ile kaplanacak olan yüzeyi emayelemeye uygun şekilde hazırlanır ve istenen bir kontür emayesi kaplanarak pişirilir. Örtü cilası bir resim fırçası yardımıyla doğrudan kaplanabilir. Bu esnada dolu fırça ile çalışılır. Cila çok hızlı akıyorsa resim fırçası zaman zaman bastırılır. Cila çok ağdalı akıyorsa benzinle seyreltilir. Parçanın kenarları da cila ile örtülmelidir. Asitle aşındırılmayacak olan bütün kısımlar cila ile kaplandıktan sonra parça kurumaya bırakılır. Alt yüzey balmumu ile örtülür. Balmumu cilaya nazaran daha ucuzdur.

Kaplama ve kurutma işleri bittikten sonra, eşya bir cam kap veya aside dayanıklı bir plastik kap içinde hazırlanan ve tutulan asit çözeltisine bastırılır.

Kuvvetli bir asitle daha çabuk çalışılır. Ancak burada kontürlerin ham olarak ortaya çıkma tehlikesi vardır, çünkü asit, kaplanmış kısımların altını da aşındırır. Aşındırmadan sonra parça titizlikle ve akan su altında iyice yıkanır ve bir temizleme maddesi ve suyla temizlenip kurutulur.

### 3.1.4. Parlatma

Opak emayelerin kullanımında; zımparalama, aşındırma ve tavlama işlemleri yeterli olmaktadır. Transparan veya opak emaye ile çalışıldığında, bu işlemlerden sonra parlatma işlemi uygulamak gerekmektedir. Parlatma işlemi için kimyasal veya mekanik yöntemlerden biri seçilmelidir.

Kimyasal parlatma yöntemi tercih edilir ise metalin aşındırma işleminden sonra sarı banyosunda işlem görmesi gerekmektedir.

Sarı banyosu

1lt %36' lık $H_2SO_4$

3/4 lt %66' lık $HNO_3$

15 gr. Yemek tuzu

15 gr. Ağaç külü

Bu banyoda işlem gördükten sonra metal parlaklık kazanır ve rengi daha canlı görünür (Çavuşoğlu ,2014:37).

Mekanik yöntem tercih edilir ise, aşındırma yapıldıktan sonra metale polisaj yapılır. Bu işlem için polisaj motoru kullanılmaktadır. İşlem sırasında cila bezinde içeriğinde yağ bulundurmayan polisaj pastası kullanılmalıdır. Polisaj motorunun olmadığı durumlarda çelik yünüde kullanılabilir. Çelik yünü metale, metal parlayıncaya kadar dairesel hareketlerle sürülür (Çavuşoğlu ,2014:42).

### 3.1.5. Nötralizasyon

Tüm temizleme işlemlerinden geçen parçaların üstünde kalan artık asitlerin nötr hale getirilmesi için; parçalar %0,6 Soda, %0,3 Boraks, %0,1 Sodyum nitritten oluşan 75ºC ile 80ºC sıcaklığa kadar ısıtılan karışımda 6 ile 8 dk. bekletilerek banyoya alınır. Yüzeyde kalan asitler olabilir bu yüzden son işlem olan nötralizasyon emayenin temiz ve net görünmesinde önemli bir rol oynar.

### 3.1.6. Kurutma

Nötralizasyon banyosundan çıkan ürünler pasa karsı koruyucu filmin oluşmasını sağlamak amacıyla kurutma bölümüne alınır. Bu bölümde ürünlere istim makinesi ile sıcak hava tutularak ürünlerin emayeye hazır hale gelmesi sağlanır.

## 3.2. EMAYENİN UYGULANIŞI

Emayeler opak ve transparan olmak üzere iki çeşite ayrılır. Transparan emayeler şeffaf bir yapıya sahip oldukları için kapladıkları zemini gösterirler. Transparan emayeler

oldukları halde kullanıldığı gibi içlerine renk verici oksitler veya emaye pigmentleri eklenerekte uygulanabilir. Emayeleme işlemine başlamadan önce emaye karışımını oluşturan fritin erime derecesini kontrol etmeliyiz. Emaye tozları fritin erime derecesine göre sert, orta ve yumuşak olarak sınıflandırılır.

### 3.2.1. Bağlayıcı ve Yapıştırıcı

Emayenin metale yapıştırılması için tragant (veya kitre ya da gum arabic) çözeltisi kullanılır. Tragant çözeltisi emaye fırına girene kadar iş görür. Fırında gaz halinde uçarak emaye yüzeyinden ayrılır.

Tragant, Astragalus (karaçalı) bitkisinin Asya'da yetişen bir türünün kauçuksu reçinesidir ve şekerleme imalinde**,** draje ve hap yapımında kullanılır. Tragant toz halinde satılır. Tragant çözeltisi oldukça kolay hazırlanabilir. Yağ içermeyen herhangi bir kapta tragant pudrası destile suyla karıştırılır. Bir kaşık dolusu pudra 250 ml suya konur. Ancak bundan önce tragant pudrası bir elekten elenip topaklar uzaklaştırılır. Bundan sonra az bir suyla pasta kıvamına gelecek şekilde karıştırılarak kaynatılır, çünkü bağlayıcı madde bu şekilde daha kolay çözünür. Bundan sonra suyun kalan kısmı konur. Bu su konurken bir kaşıkla karıştırılır ve topaklanan kısımlar yine aynı kaşıkla bastırılarak açılır. Şimdi çözelti kaynayıncaya kadar ısıtılır. Bu esnada bir elek içeri sokulur ve kaşık ile kalan topaklar ezilir. Çözelti şişeye konmadan önce süzülür. Eski bir naylon çorap ile kaplanmış olan bir plastik huni iyi bir süzgeç vazifesi görür. Bütün topakların tutulması için bu huninin içine, naylon çorabın üstüne metal mutfak eleği veya çay süzgeci konur. Çözelti bu elek içerisinde fazla kuvvet kullanmadan bastırılır (Çavuşoğlu ,2014;44).

Hazırlanan bu yoğunlaştırılmış çözelti, öngörülen kullanıma göre çeşitli oranlarda seyreltilir. Tragant çözeltisi ele alınınca biraz yapışkan hissedilir. Fırçayla kaplama işlerinde biraz yoğunlaştırılmış çözelti önerilir.

Konsantre çözelti seyreltme için alınmadan önce çalkalanmalıdır. Seyreltilmiş çözeltilerin konulduğu şişeler de kullanılmadan önce çalkalanmalıdır, çünkü tragant çözeltisi durduğu sürece kısmen yoğunlaşır ve yoğunlaşan kısım dibe çöker.

Tragant çözeltisi oldukça uzun sürede tüketilir. Bunun için tragant çözeltisi buzdolabında veya serin bir yerde muhafaza edilmelidir. Her iki ayda bir yeni tragant

çözeltisi hazırlanmalıdır. Yayma ve yerleştirme işlerinde tragant çözeltisinin çok derişik olmaması önemlidir, aksi takdirde transparan emayelerde opaklaşma sorunu olabilir (Çavuşoğlu ,2014;45).

### 3.2.2. Kaplama Kalınlığı

Metal yüzeyini kapatmada kullanılacak olan emaye ilk aşamada biraz kalın olmalıdır. İlk tabaka gereğinden fazla kalın uygulandığında iki hata ortaya çıkmaktadır. İlk hata pişirim sırasında emayede lekeler oluşmasıdır. İkinci hata ise yüzeyde küçük çukurlar ve portakal kabuğu görünümün ortaya çıkmasıdır. Bu hatalar daha sonraki işlemlerde gözükebilir. Kaplama gereğinden çok ince uygulanırsa, emayede küçük delikler oluşmaktadır. Bu deliklere "metal başı"adı verilmiştir. Emaye ince uygulandığı için zemin açık kalır ve bu yüzey pişirme esnasında cürüf oluşturur ve bölge aşındırma işlemiyle temizlenemez (Çavuşoğlu ,2014:40).

Transparan ve opak emayelerde çok kalın uygulama yapılmamalıdır. Emayeleme işleminde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta tabaka kalınlığıdır. Kaplamanın kalın olması da ince olması da hatalara neden olacaktır. Emayeleme işleminde çift pişirim her zaman iyi sonuç verir.

### 3.2.3. Kontör Emaye

Pişirme işlemi esnasında genleşme yaşanır ve bu esnada emayeli yüzeyi de birlikte çeker. Bu durumun yaşanmaması için parçanın her iki yüzeyi de emayelenmelidir. Soğuma esnasında emaye, emaye yüzeyde donarak katılaşmaktadır. Bu hızlı katılaşma durumunda metal emaye altında büzüşmektedir. Metaldeki bu ani değişimler emayede atmalara neden olur. Metalde oluşan gerilimi dengelemek için ürünün her iki tarafıda emayelenmelidir. Bu sebeplerden ötürü metallerin arka yüzeyininde kaplanmasına kontür emaye adı verilmektedir (Çavuşoğlu ,2014).

> "Kubbeli formlar, metalin yeterince kalın olması ve şeklin yuvarlak veya yuvarlağa yakın olması koşuluyla yalnızca tek tarafı emayelenebilmektedir. Buna karşın, dengesiz, uzunluğuna çekilmiş formlar ya da sert açılı olanlar kontür emaye ile kaplanmalıdır. Kontür emaye eşya üzerine ilk olarak uygulanır. İdeali alt yüzeydeki emaye ile üst yüzeydeki emaye tabakalarının aynı kalınlıkta olmasıdır.

Ancak birkaç emayenin kaplanacağı durumlarda bu kural pratik olarak uygulanamaz. Kontür emayenin kalınlığını belirli ölçülerle sınırlamak şart değildir. Uygun emaye renklerinden hazırlanmış bir karışım bir defada kalın olarak kaplanabilmektedir. Bu esnada ortaya çıkacak olan hatalar daha sonraki pişirme işlemlerinde kaybolacaktır. Çeşitli emaye renklerinden oluşmuş bir karışım kuvvetli bir kaplama oluşturur ve bu da tek renkliye nazaran daha iyi bir emaye verir" (Çavuşoğlu ,2014:36-54).

### 3.2.4. Pişirme

Emayeleme işleminin son basamağı pişirmedir. Bu işlem esnasında uygulanan sıcaklık ve pişirme süresine bağlı olarak farklı fiziksel ve kimyasal değişimler görülmektedir. Pişirme sırasında emaye son şeklini alır. Fırın içine giren emaye önce akışkan hale gelir sonra yüzeye yapışır ve camsı sert bir yüzey haline gelir. Emayenin yapısında bulunan fritlerin kendine özgü erime dereceleri vardır bu yüzden her emayenin sıcaklık dereceleri farklıdır.

Pişirme süreci, emayenin yüzeye tam yapışma sağladığı ve uygun kabarcık yapısı oluşturduğunda tamamlanmış olur. Pişirme süreci uzadığında ilk olarak iğne deliği hatası oluşur. Pişirme işlemine devam edilirse yüzeydeki emaye yanar ve yüzeyde istenmeyen bir görüntü oluşturur.

Emaye tarihi incelendiğinde ilk pişirim işlemlerinin odun ateşinde yapıldığı görülmektedir. Daha sonra elektrikli fırınlar üretilmeye başlanmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte emaye fırınları tasarlanmaya başlanmıştır. Bu yeni fırınlara sıcaklık kontrolünün yapılabilmesi için pirometre eklenmiştir. Bu sayede sıcaklık kontrolü daha sağlıklı yapılabilmektedir. Fırınların daha kullanışlı, temiz ve kontrolü daha kolay olması onları tercih edilir hale getirmiştir. Fırın seçimi konusunda önemli olan bir diğer faktörde fırının kapağında bulunan gözetleme deliğidir. Ayrıca fırın kapağı tek elle açılabilir olmalıdır. Gözetleme deliğinden kontroller yapıldıktan sonra fırın tek elle açılarak emaye kaplı plaka fırından çıkarılır ve tüm emayeleme işlemi sona ermiş olur.

# 4. BÖLÜM

# LABORATUAR ÇALIŞMALARI VE KİŞİSEL UYGULAMALAR

# 4. BÖLÜM

# LABORATUAR ÇALIŞMALARI VE KİŞİSEL UYGULAMALAR

## 4.1. Bakır Plaka Üzerine Emaye Uygulamaları

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen laboratuvar çalışmalarında emaye denemeleri kullanışlılığı ve maliyeti açısından bakır plaka tercih edilmiştir. 750℃ de eriyen alkali frit çeşitli oksitler ve eriticilerle birleştirilerek bakır plakaların üstüne eleme yöntemi uygulanarak toplamda 11 reçete hazırlanıp denemeler yapılmıştır.

Denemelerde kullanılan alkali frit'in 1kg için seger formülü:

0,30 CaO 0,03 $Al_2O_3$ 2,40 $SiO_2$

0,40 $Na_2O$

0,30 $K_2O$ şeklindedir.

Frit yumuşama noktası: 503°C

Frit Erime Noktası: 750°C

Mol: 217 g/mol

Termal Genleşme Katsayısı 20-400°C: $141x10^{-7}$

Frit İzoref firmasından 1003 referans kodu ile temin edilmiştir.

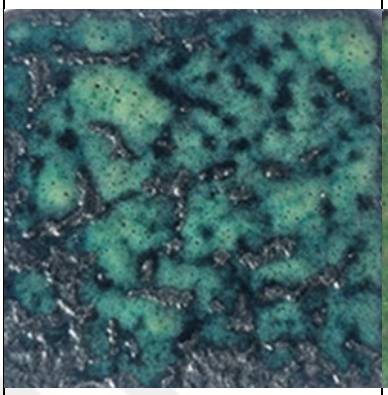
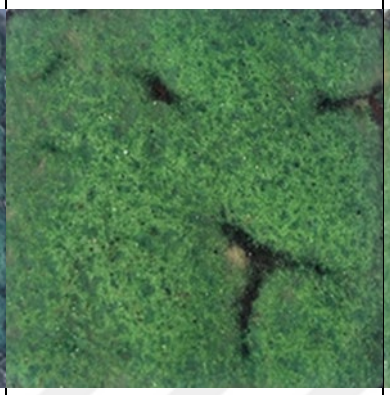
Metalin Hazırlanması: 750℃ de bakırın tavlanması yapılmıştır, soğuk su içine atılarak tufal dökümü sağlanmıştır. Sirke tuz karışımı içinde 15 dakika bekletildikten sonra temiz su banyosuna alınarak nötralizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Saf su ile iyice yıkandıktan sonra uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Uygulamalarda eritici oranlarına, uygulama kalınlığına ve pigment çeşitliliğine bağlı olarak karşılaştırmalı sonuçlar sunulmuştur.

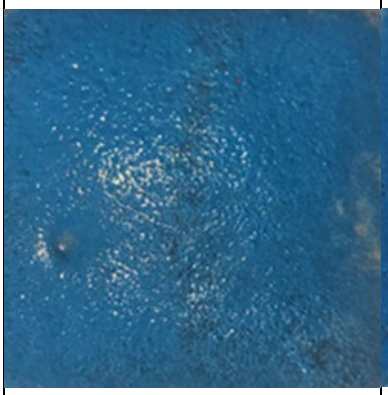
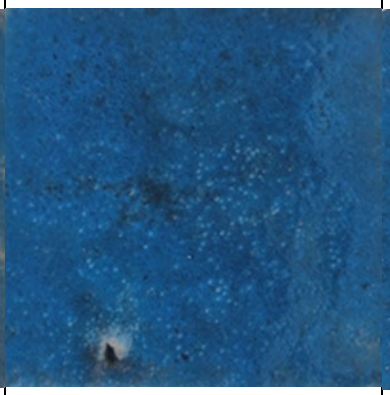
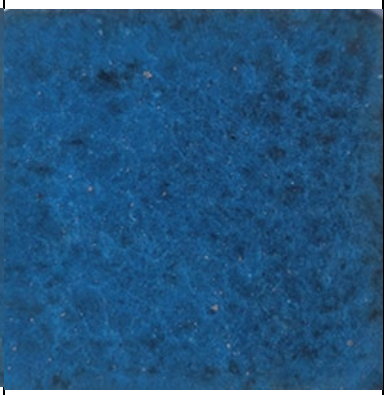
### 4.1.1.Eritici Oranlarının Karşılaştırılması;

Hazırlanan reçetelerde eritici oranlarının artırılması sonucunda oluşan yüzey görünümleri tablo 2,3,4,5 ve 6 da gösterilmiştir. Yapılan denemeler sonucunda eritici oranının artışı ile yüzey görünümünde daha parlak ve pürüzsüz bir sonuç elde edilmiştir.

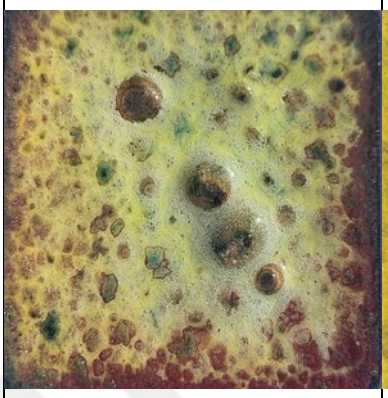
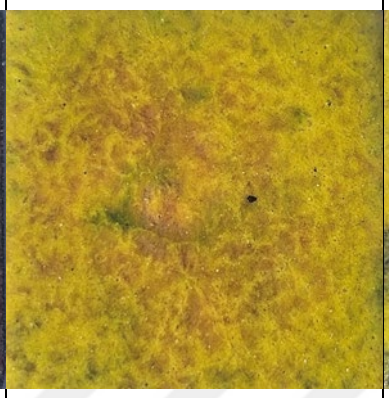
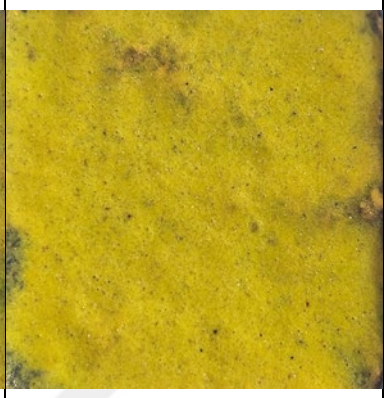
**Tablo 3:** 1 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Formül | Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>1 gr Boraks<br>2 gr Fıstık yeşili pigment | 10 gr Frit<br>8 gr Boraks<br>2 gr Fıstık yeşili pigment | 10 gr Frit<br>8 gr Boraks<br>4 gr Bor oksit<br>2 gr Fıstık yeşili pigment |

**Tablo 4:** 2 No. lu deney plakası

| **Yüzey Görüntüsü** | **Yüzey Görüntüsü** | **Yüzey Görüntüsü** |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Formül | Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>1 gr Boraks<br>2 gr Mavi pigment | 10 gr Frit<br>8 gr Boraks<br>2 gr Mavi pigment | 10 gr Frit<br>9 gr Boraks<br>4 gr Bor oksit<br>2 gr Mavi pigment |

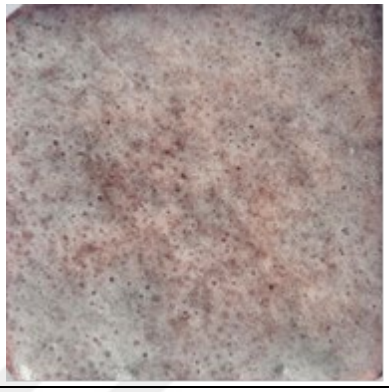
**Tablo 5:** 3 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Formül | Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>1 gr Boraks<br>2 gr Sarı pigment | 10 gr Frit<br>7 gr Boraks<br>2 gr Sarı pigment | 10 gr Frit<br>12 gr Boraks<br>6 gr Bor oksit<br>2 gr Sarı pigment |

**Tablo 6:** 4 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|
|  |  |
| Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>1 gr Boraks<br>2 gr Kırmızı pigment | 10 gr Frit<br>9 gr Boraks<br>4 gr Bor oksit<br>2 gr Kırmızı pigment |

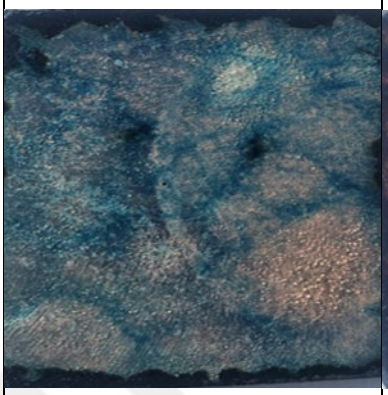
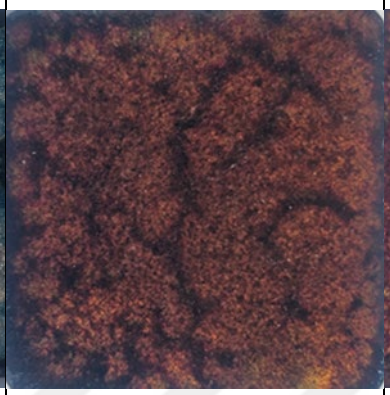
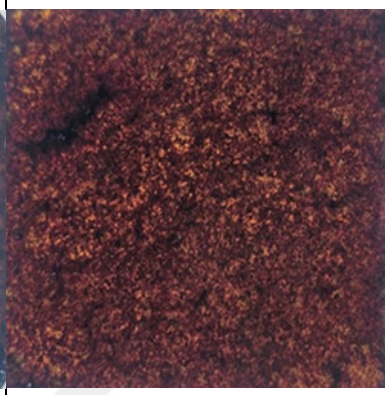
**Tablo 7:** 5 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|
|  |  |
| Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>7 gr Boraks<br>4 gr Bor oksit<br>4 gr Alüminyum oksit<br>6 gr Beyaz pigment | 10 gr Frit<br>10 gr Boraks<br>4 gr Bor oksit<br>4 gr Alüminyum oksit<br>6 gr Beyaz pigment |

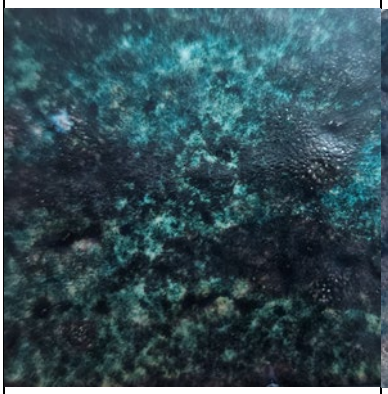
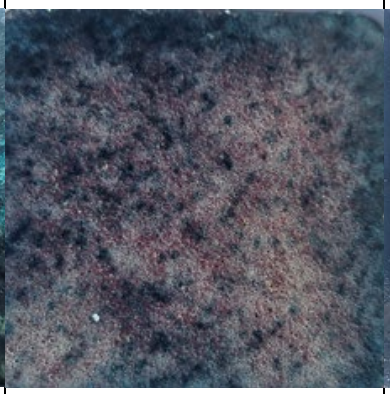
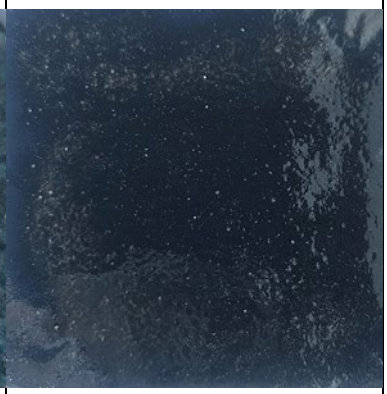
### 4.1.2. Uygulama Kalınlığı Açısından Yüzey Karşılaştırılması

Bakır plaka üstüne uygulanan emaye tozlarının kalınlıklarının arttırılması sonucunda renk değişimleri meydana gelmiştir. Değişen renk ve yüzey oluşumları tablo 7, 8, 9,10 ve 11 de gösterilmektedir.

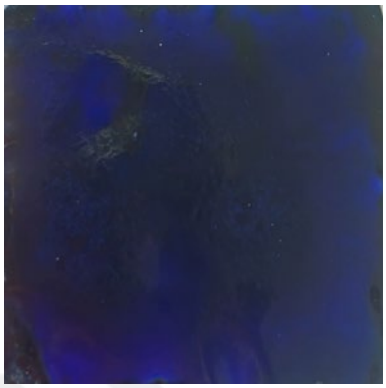
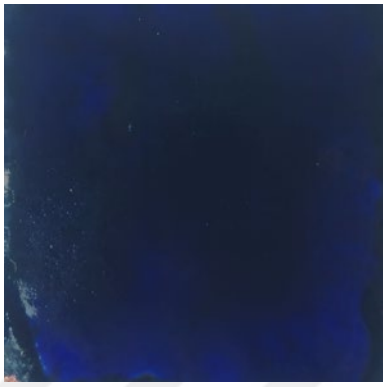
**Tablo 8**: 6 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Formül | Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>8 gr Boraks<br>1 gr Sarı demir oksit | 10 gr Frit<br>8 gr Boraks<br>1 gr Sarı demir oksit | 10 gr Frit<br>8 gr Boraks<br>1 gr Sarı demir oksit |
| Tek kat uygulandı. | 2 kat uygulandı. | 3 kat uygulandı. |

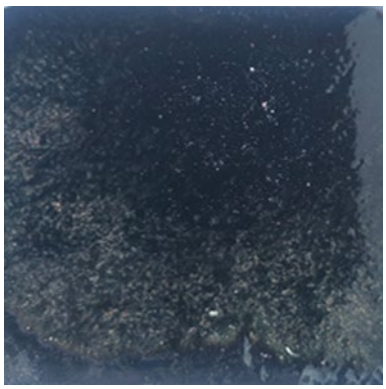
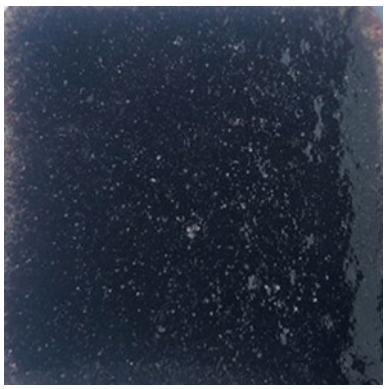
**Tablo 9:** 7 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Formül | Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>10 gr Boraks<br>1 gr kırmızı bakır oksit | 10 gr Frit<br>10 gr Boraks<br>1 gr kırmızı bakır oksit | 10 gr Frit<br>10 gr Boraks<br>1 gr kırmızı bakır oksit |
| Tek kat uygulandı. | 2 kat uygulandı. | 3 kat uygulandı. |

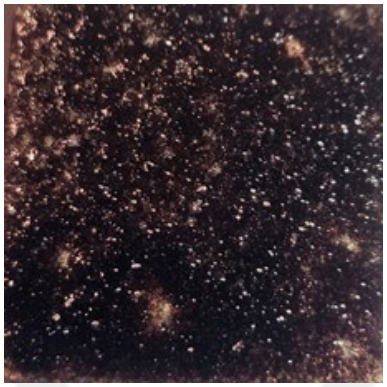
**Tablo 10:** 8 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Formül | Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>7 gr Boraks<br>1 gr Kobalt oksit | 10 gr Frit<br>7 gr Boraks<br>1 gr Kobalt oksit | 10 gr Frit<br>7 gr Boraks<br>1 gr Kobalt oksit |
| Tek kat uygulandı. | 2 kat uygulandı. | 3 kat uygulandı. |

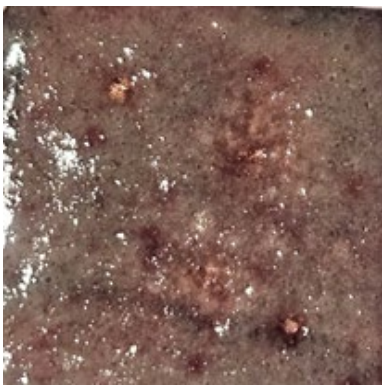
**Tablo 11:** 9 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Formül | Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>9 gr Boraks<br>1 gr Mangan oksit | 10 gr Frit<br>9 gr Boraks<br>1 gr Mangan oksit | 10 gr Frit<br>9 gr Boraks<br>1 gr Mangan oksit |
| Tek kat uygulandı. | 2 kat uygulandı. | 3 kat uygulandı. |

**Tablo 12**: 10 No. lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|
|  |  |
| Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>14 gr Boraks<br>2 gr Bor oksit<br>2 gr siyah pigment | 10 gr Frit<br>14 gr Boraks<br>2 gr Bor oksit<br>2 gr siyah pigment |
| Tek kat uygulandı. | 2 kat uygulandı. |

**Tablo 13:** 11 No .lu deney plakası

| Yüzey Görüntüsü | Yüzey Görüntüsü |
|---|---|
|  |  |
| Formül | Formül |
| 10 gr Frit<br>7 gr Boraks<br>3 gr Bor oksit<br>2 gr Bordo pigment | 10 gr Frit<br>7 gr Boraks<br>3 gr Bor oksit<br>2 gr Bordo pigment |
| Tek kat uygulandı. | 2 kat uygulandı. |

## 4.2. UYGULAMALAR

Tez çalışmasının uygulama kısmında kelebek, çiçek ve kare formlarından oluşan 100 mikron kalınlığında bakır plaka kullanılmıştır. Bu plakaların üstüne çeşitli renk ve desenlerde emaye uygulanmıştır.

Desenli plakalar için;

5 gr Frit

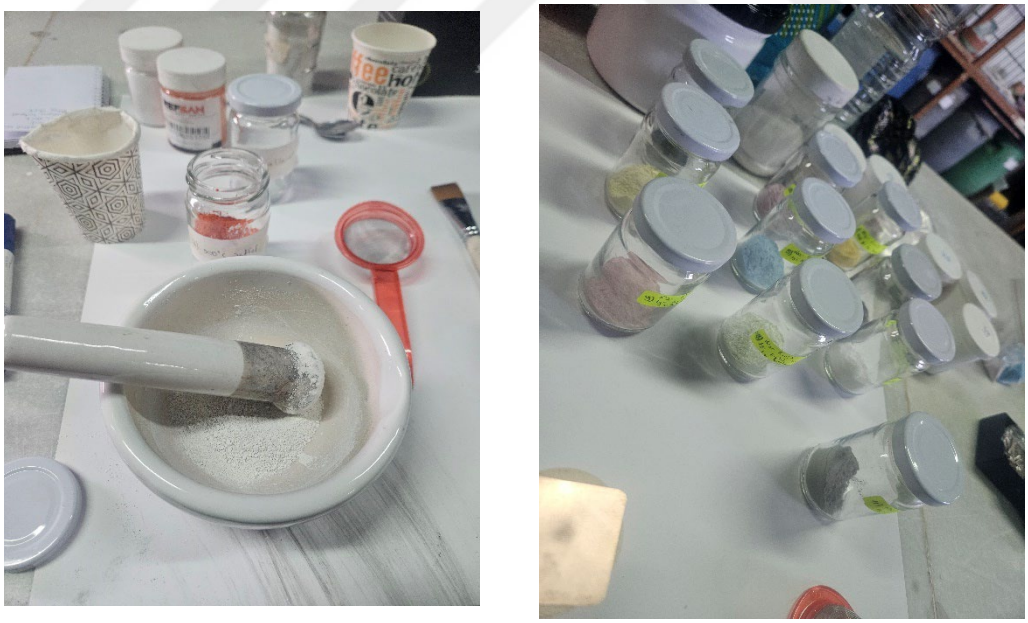
5 gr Boraks

2 gr Bor oksit ’den oluşan yeni bir reçete oluşturulmuştur.

Çalışmalar kolye ucu, küpe, bileklik ve yüzük olarak dört guruptan oluşmaktadır.

### 4.2.1. Hazırlık ve Pişirme İşlemleri

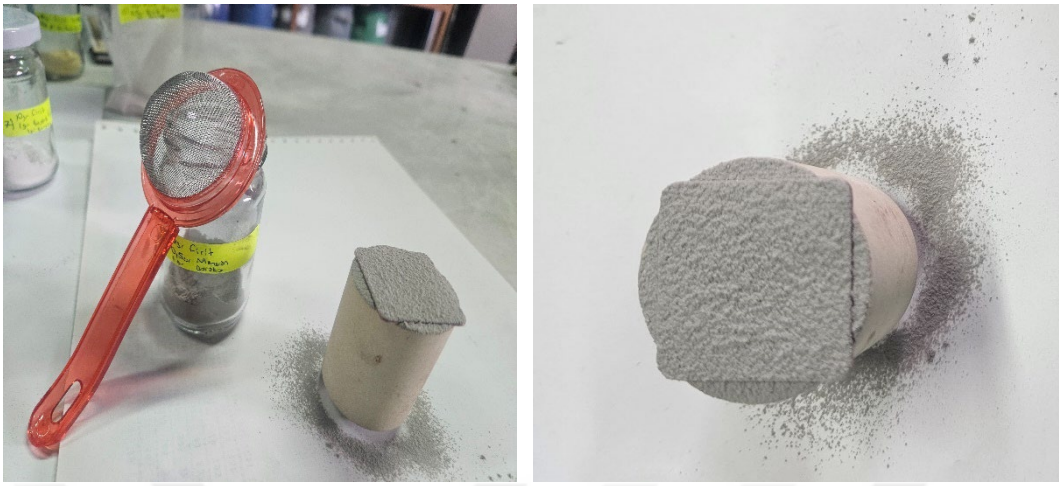
İlk olarak emaye tozları tartılıp porselen havanda karıştırılmıştır ve cam kavanozlarda emayeleme işlemi için hazır hale getirilmiştir.



**Görsel 13:**Emaye Hazırlık

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivi)

Hazırlanan emaye tozları eleme yöntemiyle plakalara uygulandı.



**Görsel 14:** Emaye Pişirim Hazırlık İşlemleri

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivi)

Uygulamaların pişirim işlemleri için özel küçük bir fırın tasarlandı.



**Görsel 15:** Pişirim Fırınının Görüntüsü

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivi)

Pişirim işlemleri kuyumculukta kullanılan şalama yardımı ile gerçekleştirilmiş olup sıcaklık ve erime noktası göz kararı verilmiştir. Plakanın üzerinde bulunan emaye tozları önce portakal kabuğu görünümü almış ısıl işleme devam edildikçe camsı bir pürüzsüzlük görüntülenmiştir.



**Görsel 16:** Pişirim Görüntüsü

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)

### 4.2.2.Kolye Uçları

Kolye uçları 100 mikron kalınlığında 3x3 cm boyutlarında kare, kelebek ve çiçek formlarından oluşmaktadır. Değişik renk ve dokulardan oluşan örnekler görsel 18-38'de gösterilmektedir.



**Görsel 17:** Mavi Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 18:** Bakır Oksit Katkılı Emaye Kolye ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 19:** Kobalt Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 20:** Altı Dekorlu saydam Emaye Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 21:** Demir Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 22:** Sarı Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 23:** Lotus Çiçeği Saydam Emaye Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 24:** Sarı Pigment Katkılı Emaye Çiçek Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 25:** Dekorlu Saydam Emaye Kelebek Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 26:**Kırmızı ve Sarı Pigment Katkılı Emaye Çiçek Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 27:**Dekorlu Saydam Emaye Çiçek Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 28:** Yeşil Pigment Katkılı Emaye Çiçek Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 29:**Bakır Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 30:**Yeşil Üzeri Sarı Pigment katkılı Emaye Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 31:**Saydam Emaye Yuvarlak Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 32:** Demir Oksit Katkılı Emaye Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 33:** Karışık Renkli Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 34:** Bordo Pigment Üstüne Yeşil Renkli Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 35:**Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 36:** Bordo Pigment Katkılı Emaye Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 37:** Desenli Kelebek Kolye Ucu

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)

### 4.2.3. Küpeler

Küpeler 100 mikron kalınlığında çiçek ve kelebek motiflerinden oluşan bakır plakalar üzerine uygulanan farklı renk ve desenlerden oluşan emaye tozlarından üretilmiştir. Değişik renk ve dokulardan oluşan örnekler görsel 39,40,41,42,43,44'de gösterilmektedir.



**Görsel 38:**Kobalt Oksit Katkılı Emaye Çiçek Küpe

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 39:** Sarı Pigment Katkılı Emaye Küpe (Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 40:** Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Kelebek Küpe

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 41:** Kobalt Oksit Katkılı Emaye Kelebek Küpe

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 42:**Yeşil Pigment Katkılı Emaye Kelebek Küpe

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 43:** Mavi Pigment Katkılı Emaye Çiçek Küpe

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)

### 4.2.4. Bileklikler

Bileklikler 100 mikron bakır plaka üzerine uygulandı. Mum ip ve paraşüt ipleri ile tamamlandı. Değişik renk ve dokulardan oluşan örnekler görsel 45,46,47,48,49'da gösterilmektedir.



**Görsel 44:**Sarı Pigment Katkılı Emaye Bileklik

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 45:**Lotus Desenli Saydam Emaye Bileklik

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 46:**Yonca Desenli Saydam Emaye Bileklik

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 47:** Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Bileklik

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 48:** Lotus Saydam Emaye Bileklik

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)

### 4.2.5.Yüzükler

Yüzükler 100mikron bakır plaka üzerine emaye uygulanarak yapıldı. Değişik renk ve dokulardan oluşan örnekler görsel 50,51,52'de gösterilmektedir



**Görsel 49:** Kobalt Oksit Katkılı Emaye Yüzük

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 50**: Mavi Pigment Katkılı Emaye Yüzük

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)



**Görsel 51:**Kırmızı Pigment Katkılı Emaye Yüzük

(Elif Babayiğit Fotoğraf Arşivinden)

# SONUÇ

Emaye, metalik bir alt tabaka üzerine biriktirilen ve 500-900°C aralığında pişirilen camsı bir malzemedir. Kimyasal-fiziksel reaksiyon yoluyla kararlı ve kalıcı bir bağ oluşturmak amacıyla kullanılır. Bu kaplama eski çağlarda dekoratif amaçlarla geliştirilmiş ve esas olarak değerli taşların parıltısını taklit edercesine değerli nesneleri renkli ve parlak yüzeylerle süslemek için kullanılmıştır.

Yapılan emaye uygulama çalışmalarında kullanışlılığı ve maliyeti açısından bakır plaka tercih edilmiştir. 750°C de eriyen alkali frit çeşitli oksitler ve eriticilerle birleştirilerek bakır plakaların üstüne eleme yöntemi uygulanarak toplamda 11 reçete hazırlanıp denemeler yapılmıştır.

750°C de bakırın tavlanması gerçekleştirilmiştir. Soğuk su içine atılarak tufal dökümü sağlanmıştır. Sirke tuz karışımı içinde 15 dakika bekletildikten sonra temiz su banyosuna alınarak nötralizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Saf su ile iyice yıkandıktan sonra uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Uygulama çalışmalarının ilk örnekleri seramik fırınında yapılmıştır. Seramik fırınının çalışma prensibinden dolayı istenilen sıcaklığa çok hızlı çıkılamamıştır. İstenilen sıcaklığa gelindiğinde ise fırın kapağı hemen açılamadığı için emaye tozlarının plakalar üzerinde yandığı gözlemlenmiştir.

İlk yapılan reçetelerde eritici olarak kullanılan boraksın az olmasından dolayı fritin erimesi için gerekli olan 750°C olan ısıda yüzeydeki emaye tozlarının sıvılaşıp plakaları kaplamadığı gözlenmiştir.

İkinci denemede boraks oranları artırılmıştır. Plakaların yüzeyinde istenilen camsı parlaklık ve pürüzsüzlük görüldü. Oluşturulan reçetelere çeşitli sır altı pigmentler eklenerek denemeler tamamlandı. Denemeler sonucunda istenilen renk ve parlaklık oluşmuş olup takı kullanımına uygun kesitler elde edilmiştir.

Bu çalışmada emayenin tarihsel gelişimi, içeriği, hazırlanması ve uygulama yöntemleri araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada emayelerin altın, gümüş ve bakır gibi kuyumculuk sektöründe kullanılan metallere uygulanması yöntemleri anlatılmıştır.

Emaye hakkında yazılmış çeşitli kaynaklar incelenmiş, araştırmanın problemine ilişkin bulguların elde edilmesi yönünde bu kaynaklar analiz yöntemine tabi tutulmuştur. Deneyler sonucunda elde edilen reçetelerin kuyumculuk sektörüne katkı sağlaması hedeflenmiştir.

## KAYNAKCA

### KİTAPLAR

ARAS, Nurettin (1996). Modern Kuyumculuk, İstanbul: Fatih Ofset.

Bates, Kenneth, F. (1951). Enameling: Principles and Practice: Cleveland: The World Publishing Company.

ÇAVUŞOĞLU, Ayhan (2014), Emaye Sanatı.

DIETZEL, A. H (1981). Emaillierung Wissencahftliche Grundlagen und Grundzüge der.

ENGİNOVA, Naşit (1990). Kuyumculuk Sanatı, İstanbul: İstanbul Kuyumcular Odası.

EPPLER, R. A. ve EPPLER, D (2000). Glazes and Glass Coatings, The American Ceramic, Ohio: Society Westerville.

GARCİA, T. J., Qereda, F., Sanz, V., Manrique, J., Garcia-Sainz, J. ve Bort, J., (2000). Improvement of porcelain tile properties by using frits in the body composition. VI. World Congress on Ceramic Tile Quality. La Givana,Castellon, Spain. P. G.I(351 367).

Gardner, H. (1948). Çağlar Boyu sanat (üçüncü baskı) New York: Harcourt, Brace and Company.

Irving A. (1961). Porcelain enamels: The preparation, application, and properties of enamels, Garrard Press, 5.

Karaca, H., (2014). Kalsiyum ve Magnezyum Oksit Bileşimli Bir Frit Kompozisyonu Geliştirmek ve Kristalizasyon Davranışını İncelemek. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi)

KYRİ, Hans (1976). Handbook for Bayer Enamels.

KUŞOĞLU, Mehmet Zeki (1994). Türk Kuyumculuk Teknik Terimler Sözlüğü, İstanbul: Ötüken Yayınları.

MC GRATH, Jinks(1994). First Steps in Enameling, book sales,1994

NÜVE FORUM Kaynak:4 3.cilt / s.739-741

ÖZER, H., BÜYÜKBOĞA, Ö., ALTAY, R (2004). Kuyumculuk Meslek Bilgisi Temel Ders Kitabı, Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı.

Romero, M., Rincon, M. J., ve Acosta, A. (2002). Effect of iron oxide content on the

crystallization of a diopside glass-ceramic glaze. Journal of the European Ceramic Society, 22, 883-890.

SARP F., (2019). Emaye Fritleri Üretim Teknikleri El Kitabı., Sakarya

Strange, Lieutenant Colonel Edward Fairbrother ,Enamel: (14.Baskı). Encyclopaedia Britannica.

SACMİ Company, (2002). Applied Ceramic Technology-1. Imola (Bo), Italy.

SONG, D., Tang, R., Yang, F., Qiao, Y., Sun, J., Jiang, J., Ma, A. (2018). Development of

High Performance Enamel Coating on Grey Iron by Low Temperature Sintering, Materials (2018).11,2183, doi:10.3390/ma11112183.

SOLODKOFF, A. Von, FORBES, Christopher (1989). Masterpieces from the House of Faberge. Michigan:Abradale Press.

VERLAG, Springer, HEIDELBERG, Berlin. Technologie, Newyork

VITIELLO, Luıgı(1995). Modern Teknik ve Pratik Kuyumculuk, Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

T.C MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI (2006). Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP)- Mine, Ankara: Milli Eğitim Ders Notları

Wendel J.C. (2004). Adherence of Vitreous Enamel on Cast Iron - a Never Ending Story, Wendel Email, Dillenburg, Germany.

**TEZLER**

DURMUŞOĞLU, Emre (2009). Emayeleme ve Oluşabilecek Hatalar, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Üretim Bilim Dalı, İstanbul.

EVCİMEN, Nilüfer (2007). Emaye Üretiminde Kaplama ve Özelliklerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, dan. Prof. Dr. Ahmet Ekerim, Yıldız Teknik Üniversitesi, FenBilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

ÜSTÜNDAĞ, Hatice (2019). Çağdaş Sanatsal Anlatım Dili Olarak Emaye Tekniklerinin Kullanımı Ve Kişisel Uygulamalar,Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü,Seramik Anasanat Dalı, Antalya.

ÜNLÜKAL, Feize Feyza (2006). Çelik ve Dökme Demirlerin Emayelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, dan. Prof. Dr. Remzi Gürler, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.

KARACA, H., (2014). Kalsiyum ve Magnezyum Oksit Bileşimli Bir Frit Kompozisyonu Geliştirmek ve Kristalizasyon Davranışını İncelemek. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi).)

ROMERO, M., RİNCON, M. J., ve ACOSTA, A. (2002). Effect of iron oxide content on the crystallization of a diopside glass-ceramic glaze. Journal of the European Ceramic Society, 22, 883-890.

KÖKSAL KARA Melda, (2014), Sürekli Tavlama Yöntemi ile Yeni Kalite Bir Emaye Çeliği Üretimi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

TAZEOĞLU Sevda, (2017), SER-338 Seramik Astar ve Boyaları II, https://prezi.com/zgkzxkyz-sth/ser-338-seramik-astar-ve-boyalar-ii/

YILMAZ Ezgi. (2014), Taban Malzeme Emaye Arayüz İlişkilerinin Emaye Kalitesine Etkisi.Yüksek Lisans Tezi, istanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

**MAKALELER**

KARASU, Bekir, (2020). "Emayenin Dünü Ve Bu Günü"Dergi Park,Yıl 2020,Sayı7 Aralık 2019-Subat 2020 Ss(923-939)

**DERGİLER**

İstanbul Kuyumcular Odası Aylık Yayını, Gold News dergileri, İstanbul.

Teknik Döküm A.Ş'ye ait Dergi ve Broşürler, İstanbul.

**İNTERNET KAYNAKLARI**

http://www.arcelor.com/fcse/repository/transfer/EN-PR-LE-EMA_13042006.pdf

http://www.aku.edu.tr/~seramik/files/emaye.ppt

http://www.appliancedesign.com/CDA/Archives/4cb9fc9e95a38010VgnVCM100000f

http://care-hhh.web.cern.ch/care-hhh/ECL2/Proceedings/CERN-paper_070501.pdf

http://www.ieiworld.org/pagine/enamel02.asp

http://www.porcelainenamel.com/pei502.htm

http://www.pra-world.com/technical/testingphysicalsurfacetension.htm

http://www.ieiworld.org/pagine/enamel02.asp

http://www.iei-world.org/pagine/enamel05.asp

http://www.iei-world.org/pagine/enamel.asp#

http://okul.selyam.net/docs/index-2140.html?page=3

http://care-hhh.web.cern.ch/care-hhh/ECL2/Proceedings/CERN-paper_070501.pdf

http://www.porcelainenamel.com/pei502.htm

http://www.arcelor.com/fcse/repository/transfer/EN-PR-LE-EMA_13042006.pdf

# ÖZGEÇMİŞ

**Ad Soyad:** Elif Babayiğit

**YABANCI DİL**: İngilizce

## EĞİTİM

Yüksek Lisans :2024 Dokuz Eylül üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam Tasarımı

Pedagojik Formasyon Eğitimi: 2014 Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Pedagojik Formasyon Eğitimi

Lisans:2009 Mersin Üniversitesi Takı Tasarımı ve Teknolojileri Yüksek Okulu Kuyumculuk Bölümü

Ön lisans :2006 Muğla Üniversitesi Milas Sıtkı Koçman M.Y.O. Takı Tasarımı ve Süstaşları İşlemeciliği

Lise:2000 Çiğli Ahmet Adnan Saygun Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

## İŞ DENEYİMLERİ

2009, Kardıçalı İşhanı'nında Açmış Olduğum Atölyemde El İşi Gümüş ve Altın Takı İmalatı

2011-2012, İzmir Turgut Reis İlköğretim Okulu Teknoloji ve Tasarım Öğretmenliği

2013, İzmir Buca Halk Eğitim Merkezi Misinalı Takı Üretimi Öğretmenliği

## ARAŞTIRMALAR

- Yakut
- Türkmen Takıları
- Pandora'nın kutusu
- Türkiye'de çıkartılıp British Muzeum'da sergilenen Antik Türk Takıları
- Çini motiflerinin takıya uyarlanması

- Karya dönemi araştırması ve bu döneme ait takıların üretilmesi
- Kitsh-Art akımı ve tasarımlarının yapılması
- Çağdaş takıda mine kullanımı, uyulması gereken kurallar, yeni tasarımların yaratılması
- Viking yaşam sanatı ve takıları
- Emayenin kullanım alanları ve kuyumculuk sektörüne aktarılması

**SERGİLER**

- Karya takıları sergisi
- Dünya Günü Etkinlikleri ve Atık t akı sergisi
- 1. Ulusal Üniversiteler arası Takı Tasarımı yarışması:" Güneş ve Su"
- Mersin Üniversitesi "proje Pazarı 2007" proje: Bir Geri Dönüşüm Hikayesi: Yerden Bedene
- 7. Uluslararası Muammer Çakı Seramik Yarışması 2010: Sergileme
- İzmir Heykel ve Seramik Sanatçıları Derneği Resim-Heykel–Seramik Sergisi Alaçatı 2011
- Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü Seramik ve Cam Sergisi 2012
- Dokuz Eylül Üniversitesi Seramik Sergisi 2012
- Uşak Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi 3. Uluslararası Katılımlı Genç Seramikçiler Karo Yarışması 2012: Sergileme
- Vadi' deki Sanat Karma Sergi 2012 Milas Muğla