

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANASANAT DALI**

**PORSELEN KAROLARDA DİJİTAL BASKI İÇİN KURU GRANİLYA
ÜRETİMİ**

Güven KOÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2020

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT VE TASARIM ANASANAT DALI**

**PORSELEN KAROLARDA DİJİTAL BASKI İÇİN KURU GRANİLYA
ÜRETİMİ**

Güven KOÇ

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nergis KILINÇ MİRDALI
Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Şerife YALÇIN YASTI
Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Suna ÇETİN**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2020

ETİK BEYANI

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

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

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. / / 2020

Güven KOÇ

ÖZET

PORSELEN KAROLARDA DİJİTAL BASKI İÇİN KURU GRANİLYA ÜRETİMİ

Güven KOÇ

Yüksek Lisans Tezi, Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Nergis KILINÇ MİRDALI

Kasım 2020, 50 Sayfa

Son yıllardaki teknolojik gelişmelerin hızlı büyümesi nedeniyle seramik kaplama malzemelerinin dijital baskı yöntemiyle dekorasyonu büyük bir önem kazanmıştır, ancak dijital baskı için kullanılan gerek solvent ve su bazlı mürekkepler, gerekse de kuru granilyanın özellikleri ve termal davranışları hakkındaki bilimsel çalışmalar oldukça azdır. Ayrıca Türkiye'de granilya üretimi olmadığı için yer ve duvar karosu üretimi yapan fabrikalar granilya tedariğini ithal ederek kullanmaktadır.

Bu çalışmada ülkemizde üretim yapan seramik fabrikalarına dekorasyon için mat ve parlak kuru granilya üretimi yapılmış ve üretilen granilyanın porselen karo yüzeylerinde tek pişirimde uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda porselen karo üzerinde mat ve parlak görünümlü yüzeyin gelişimini gözlemek ve son ürünü karakterize etmek için, geliştirilen mat ve parlak granilyaların lazer tanecik boyut analizi, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve X-ışınları Difraksiyonu (XRD), (XRF) ile incelemeleri yapılmıştır. Üretilen yeni ürünlerin endüstriyel koşullarda uygulamaları yapılarak sorunsuz ve dekoratif açıdan etkili yüzeyler elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Porselen karo, dijital baskı, dekorasyon, granilya, firit

ABSTRACT**PRODUCTION OF DRY GRANILIA FOR DIGITAL PRINTING ON
PORCELAIN TILES****Güven KOÇ****Master Thesis, Department of Art and Design****Supervisor: Asisst. Prof. Dr. Nergis KILINÇ MİRDALI****November 2020, 50 pages**

Due to the rapid growth of technological developments in recent years, the decoration of ceramic coating materials by digital printing method has gained a great importance, but scientific studies on the properties and thermal behavior of both solvent and water-based inks and dry granilia used for digital printing are scarce. Furthermore, since there is no granilia production in Turkey, factories use granilia supply by importing.

In this study, matt and glossy dry granilia were produced for decoration in ceramic factories in our country and their feasibility in single firing on porcelain tile surfaces was investigated.

In order to observe the development of matte and glossy surface on porcelain tiles and to characterize the final product, laser grain size analysis, scanning electron microscope (SEM) and X - ray diffraction (XRD), (XRF) analyses of the matte and glossy granillias were made. Applications of new products produced in industrial conditions have been made to achieve smooth and decorative effective surfaces.

Key Words: Porcelain tile, digital printing, decoration, granilia, frit

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında başta tez danışmanlığımı yapan, tezimin hazırlanması sırasında beni yönlendiren, özveri ve sabrıyla desteğini esirgemeyen danışman hocam Sn. Dr. Öğr. Üyesi Nergis KILINÇ MİRDALI'ya ve derslerle katkı ve yardım sağlayan tüm hocalarıma, Akgün Seramik DuraTiles Fabrikaları Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Sn. Saadet AKGÜN'e, Gizem Firit A.Ş. çalışanlarına, ayrıca eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: SYL-2018-11174).

Güven KOÇ

Adana /2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	x ii

BÖLÜM I

GİRİŞ

1

BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Açıklamalar	3
2.1.1. Porselen Karo Üretim Prosesi.....	3
2.1.1.1. Masse Hazırlama	4
2.1.1.1.1. Hammadde	4
2.1.1.1.2. Reçete.....	5
2.1.1.1.3. Değirmen.....	5
2.1.1.1.4. Viskozite ve Yoğunluk	6
2.1.1.1.5. Dinlenme Havuzu	6
2.1.1.1.6. Elek	7
2.1.1.1.7. Pompa	7
2.1.1.1.8. Püskürtmeli Kurutucu	7
2.1.1.2. Sır Hazırlama.....	8
2.1.1.3. Engop	9
2.1.1.4. Renklendirme	9
2.1.1.5. Presler.....	9
2.1.1.6. Sırlama	10
2.1.1.7. Rotocolor ve Serigraf Baskı	11
2.1.1.7.1. Dijital Baskı Makinesi	11

2.1.1.8. Fırınlr	12
2.1.1.9. Kalite Kontrol.....	13
2.1.1.10. Paketleme	14
2.1.1.11. Tasarım ve Dijital Baskı.....	15
2.1.2. Frit/Granilya Hazırlama.....	17
2.1.2.1. Granilya/Frit Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	19
2.1.2.2. Granilya ile Dijital Baskı Dekorasyonunda Elde Edilecek Avantajlar	21
2.2. İlgili Çalışmalar	22
2.3. Granilya ile Uygulanmış Endüstriyel Projeler	24

BÖLÜM III

MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal	25
3.2. Metod	25
3.2.1. Mat ve Parlak Granilya Seger Formülasyonu.....	26
3.2.2. Kuru Granilya Üretimi.....	26
3.2.3. Kullanılan Cihazlar	27
3.2.3.1. Fırınlr	27
3.2.3.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	27
3.2.3.3. X-Işınlr Difraktometresi (XRD)	27
3.2.3.4. Lazer Tanecik Boyutu Analizi	27

BÖLÜM IV

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Üretilen mat ve parlak granilya	28
4.2. Örneklerin Karakterizasyonu	29
4.2.1. XRF Analizi	29
4.2.1.1 Mat Granilya XRF Analizi	29
4.2.1.2 Parlak Granilya XRF Analizi	30
4.2.2. XRD Analizi	30
4.2.2.1 Mat Granilya XRD Analizi	31

4.2.2.2 Parlak Granilya XRD Analizi	31
4.2.3. SEM / EDS Analizi.....	33
4.2.3.1. Mat Granilya SEM/EDS Analizi.....	33
4.2.3.2 Parlak Granilya SEM/EDS Analizi	35
4.2.4. Lazer Parçacık Boyutu Analizi	37
4.2.4.1 Mat Granilya-Lazer Parçacık Boyutu Analizi	37
4.2.4.2 Parlak Granilya-Lazer Parçacık Boyutu Analizi	38
4.3. Uygulamalar.....	39

BÖLÜM V

SONUÇLAR, ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Öneriler	45
KAYNAKÇA.....	46
ÖZGEÇMİŞ	49

KISALTMALAR

XRD: X-Ray Diffraction-X-Işınları Difraksiyonu

SEM: Scanning Electron Microscopy-Taramalı Elektron Mikroskobu

EDS: Energy Dispersive Spectrometry-Enerji Saçınımli Spektrofotometre

XRF: X-Ray Fluorescence-X-Işınları Floresans

MT GRA-70: Mat Granilya

P GRA-2034: Parlak Granilya



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Mat ve Parlak Granilya Seger Formülasyon aralığı.....	25
Tablo 2. Mat granilya XRF Analizi.	29
Tablo 3. Parlak granilya XRF Analizi.....	30



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Masse hazırlama akış şeması.....	4
Şekil 2. Hammadde değirmeni	5
Şekil 3. Viskozite ölçüm cihazı	6
Şekil 4. Püskürtmeli kurutucunun şematik görüntüsü	7
Şekil 5. Sır hazırlama aşamaları	8
Şekil 6. Presleme makinesi	10
Şekil 7. Roller fırın	12
Şekil 8. Brülör.....	12
Şekil 9. Fırın üstü Fanlar	13
Şekil 10. Paketleme	14
Şekil 11. LGV insansız otokontrol taşıyıcı.....	14
Şekil 12. İkili mod (DOD) ve Değişken damla boyutu (VDS)	16
Şekil 13. Frit Fırınları	17
Şekil 14. İthal granilya ile uygulanmış endüstriyel projeler.....	21
Şekil 15. Granilya/Frit üretim şeması.....	26
Şekil 16. Parlak granilya.....	28
Şekil 17. Mat granilya	28
Şekil 18. Mat granilya XRD analizi	31
Şekil 19. Porselen karo üzerine uygulanmış mat granilya XRD analizi	31
Şekil 20. Parlak granilya XRD analizi.....	32
Şekil 21. Porselen karo üzerine uygulanmış parlak granilya XRD analizi	32
Şekil 22. a) Mat granilya SEM analizi b) Porselen karo üzerine uygulanmış mat granilya SEM analizi	33
Şekil 23. Mat granilyaya ait EDS analizi	33
Şekil 24. Porselen karo üzerine uygulanmış mat granilya EDS analizi	34
Şekil 25. a) Parlak granilya SEM analizi b) Porselen karo üzerine uygulanmış parlak granilya SEM analizi	35
Şekil 26. Parlak granilya EDS analizi	36
Şekil 27. Porselen karo üzerine uygulanmış parlak granilya EDS analizi	36
Şekil 28. Mat granilya tanecik boyutu dağılım grafiği.....	37
Şekil 29. Parlak granilya tanecik boyutu dağılım grafiği	38
Şekil 30. Mat ve parlak granilya laboratuvar uygulaması	39

Şekil 31. Ürünün fırına yüklenmesi	40
Şekil 32. Parlak ve mat granilya uygulamaları (Fırça dekoru).....	40
Şekil 33. Parlak granilya uygulamaları (Elektro baskı)	41
Şekil 34. Parlak granilya uygulamaları-Detay (Elektro baskı)	42
Şekil 35. Mat granilya uygulamaları (Elektro baskı)	43
Şekil 36. Mat granilya uygulamaları-Detay (Elektro baskı)	44



BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu çalışmada endüstriyel üretim yapan seramik fabrikaları için yerli granilya üretimi gerçekleştirilerek porselen karo üzerinde dekorasyon malzemesi olarak kullanılması, tek pişirimde teknik ve estetik açıdan farklı yüzeyler elde edilmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlayacak ürün geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Seramik kaplama malzemeleri üretiminde dijital dekorasyonun büyümesi, üretim hatlarının doygunluğuna doğru hızlı bir şekilde ilerlemektedir. Seramik endüstrisinde dijital dekorasyon ile son yıllarda daha aktif ve başarılı örnekler yapılmaya başlanmıştır. 2001 yılından bu yana inkjet baskı teknolojisi, seramik kaplama malzemeleri üzerine uygulanmıştır ve bugün bu alanda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

Günümüzde dijital baskı teknolojisinin yaygınlaşması nedeniyle geleneksel uygulamaların dışında geçmiş yıllara oranla; zaman tasarrufu, maliyet, müşteriye özel çözümler ve sürdürülebilir üretim açısından önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

Dijital baskı makineleri günümüzde istediğimiz her türlü deseni ve tonu birebir basmaktadır. Inkjet mantığı ile hareket eden bu makineler, mürekkebi püskürterek karonun üzerine basmaktadır. Ancak seramik endüstrisinde ink-jet boyaları karmaşık bir sistemdir ve beklendiği gibi, farklı ısıtma oranlarında farklı termal davranışlar sergilerler.

Seramik kaplama malzemelerinin dijital baskı yöntemiyle dekorasyonu büyük bir önem kazanmıştır, ancak dijital baskı için kullanılan gerek solvent ve su temelli mürekkepler, gerekse de kuru granilyanın özellikleri ve termal davranışları hakkındaki bilimsel çalışmalar oldukça azdır. Ayrıca Türkiye'de granilya üretimi olmadığı için yer ve duvar karosu üretimi yapan fabrikalar granilya ihtiyacını ithal ederek karşılamaktadır.

Dijital baskı tekniği, zaman ve malzemeden tasarruf konusunda mevcut baskı türlerini geride bırakmış, uygulamadaki pratikliği ile çoğu alanda tercih nedeni olmuştur. Artan dünya nüfusu ve beraberindeki tüketim hızı, teknolojinin gelişimi ile birlikte çevre kirliliği ve doğal kaynakların yok edilmesi tehlikesini getirmektedir. Seramik kaplama sektöründe uzun ömürlü ürünler tasarlamak, dijital seramik ve porselen baskı modeli ile sanatçı veya tasarımcı, yenilikçi bir yaratıcılık sürecine sahip olacak, sınırsız tasarım yapabilme özgürlüğü ile kendilerini kısıtlamadan geliştirebilecek, sürdürülebilir tasarım ve üretim yapabilecektir.

Çalışmanın sonucunda kuru mat ve parlak granilya porselen karo üzerine fırça ve elek baskı yöntemiyle dekorasyon amaçlı uygulanmış, yeni üretilen bu malzemelerle dekor tasarımı yapılmış, tek pişirimde teknik ve estetik açıdan farklı yüzeyler elde edilmiştir. Pandemi döneminde endüstriyel koşullarda dijital baskı makinesinin kullanılamaması nedeniyle çalışmada fırça dekoru ve elek baskı yöntemi ile granilya uygulaması yapılmıştır.



BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Açıklamalar

Bu bölümde Porselen karo, dijital dekorasyon ve frit/granilyanın endüstriyel tasarımıdaki yeri ve önemi ile ilişkili kuramsal bilgilere yer verilmiştir.

2.1.1. Porselen Karo Üretim Prosesi

Porselen karo son derece düşük gözenekliliğe sahip vitrifiye edilmiş çok yoğun bir üründür. Düşük gözeneklilik, malzemeye mükemmel mekanik ve kimyasal özellikler sağlayan, dona dayanıklı hale getiren ve bu nedenle soğuk iklimlerde dış mekân döşeme ve duvar kaplaması için son derece kullanışlı olan önemli bir özelliktir. Ayrıca porselen karo, kimyasal maddelere ve aşınmaya karşı oldukça dirençlidir. Yüksek bir kırılma eşiğine sahiptir, bu da trafiğin yoğun olduğu alanlar ve endüstriyel alanlar için uygun olmakla birlikte, temizlenmesi kolaydır ve bu nedenle hijyenin en önemli olduğu alanlarda kullanım için idealdir (Sa'nchez, Garcı'a-Ten, Sanz ve Moreno 2010).

Porselen karo bünyelerinin başlangıç kompozisyonu kil veya kaolen, kuvars ve feldispattan oluşan üçlü karışımdır. Kil, ürünü şekillendirme sırasında plastisite ve kuru mekanik mukavemet sağlayarak şekillendirmeye yardımcı olur ve fırınlama sırasında mullit ve camı faz geliştirir. Feldispatlar, düşük sıcaklıklarda (başlıca sodyum feldispat kullanılır) camı faz geliştirir, sinterleme işlemine yardımcı olur ve neredeyse sıfır (<%0.5) açık gözeneklilik ve düşük düzeyde kapalı gözeneklilik (<%10) sağlar. Kuvars, yüksek erime sıcaklığına sahip olması nedeniyle bünyede iskelet görevi görerek termal ve boyutsal kararlılığı artırır (Sa'nchez, Garcı'a-Ten, Sanz ve Moreno 2010; Dondi , 1994).

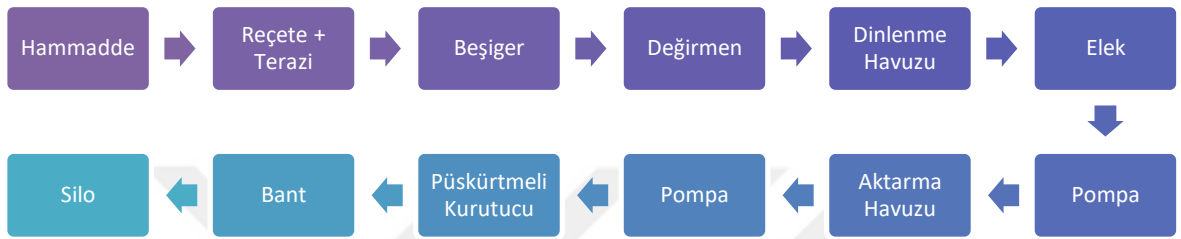
Porselen karoların endüstriyel olarak üretim süreci üç ana aşamadan oluşur (Sa'nchez, Garcı'a-Ten, Sanz ve Moreno 2010):

- (1) Hammaddelerin su ile öğütülmesi ve homojenleştirilmesi, ardından elde edilen süspansiyonun sprey kurutucu (spray dryer) ile kurutulması;
- (2) %5-7 nem içeriğine sahip sprey kurutucu ile kurutulmuş tozun 35-45 Mpa basınçla tek eksenli presleme;

(3) Maksimum yoğunluk elde etmek için 1180-1220 °C'de 40-60 dakika boyunca hızlı fırınlama

2.1.1.1. Masse Hazırlama

Masse hazırlama işlemi, üretimin en önemli basamaklarından biridir. Hazırlanan reçete değirmenlere yüklenip öğütme işlemine tabi tutulduktan sonra elekten geçirilip, pompalar yardımıyla püskürtmeli kurutucu yardımıyla granül haline getirilir. Masse hazırlama akış diyagramı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Masse hazırlama akış şeması

2.1.1.1.1.Hammadde

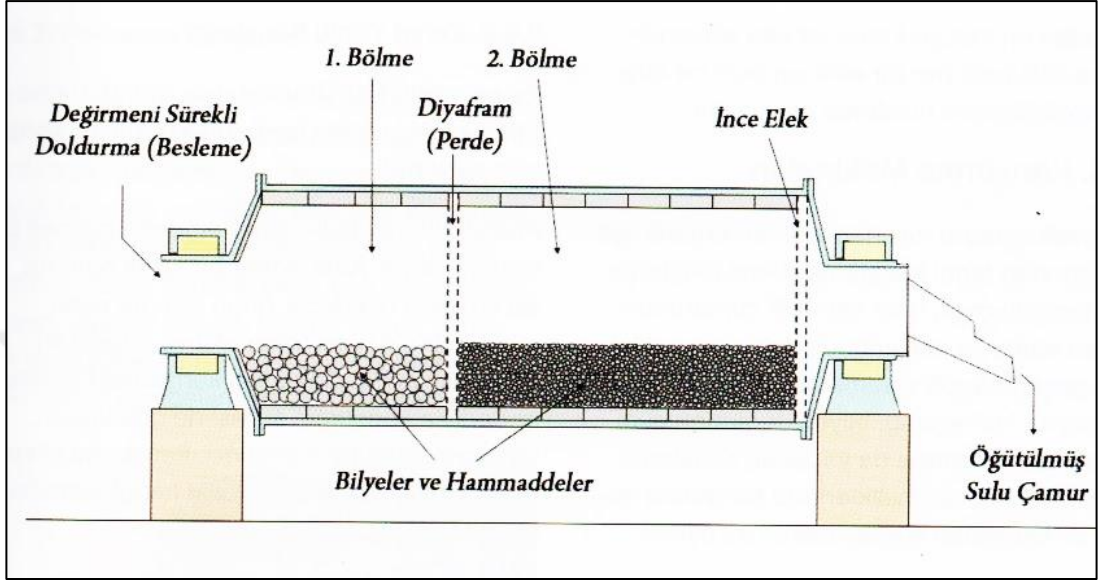
Masse hazırlarken özlü ve özsüz hammaddeler (kil, kaolen, kuvars, feldispat gibi) birden çok hammadde kullanılır.

2.1.1.1.2. Reçete

Porselen karo reçetesi hazırlamak için hammaddeler uygun oranlarda tartılır. Hazırlanan reçete Beşiger yardımıyla değirmene ulaşır.

2.1.1.1.3. Değirmen

Değirmen, Şekil 2’de görüldüğü gibi Beşigerden gelen reçetenin karıştırıldığı ve öğütüldüğü yerdir. Değirmende öğütmenin amacı, hammaddenin tane boyutunu küçültmek ve karıştırmaktır.



Şekil 2. Kontinü (sürekli) çalışan bilyeli değirmenin çalışma prensibi (Arcasoy ve Başkıran 2020, s. 95).

Değirmenin dönme hızı, etkili öğütme için parametredir. Değirmen içi malzemenin bir bölümü dönme sırasında geriye doğru kayarken, diğer bir bölümü belli bir yükseklikten sonra düşer. Kaskad etkili öğütme olarak adlandırılan bu hareketin sonucunda öğütme aşınma ile gerçekleşir. Bilye çapı öğütme için diğer önemli parametredir. Ayrıca değirmen iç hacminin 1/3 oranı boşluk olarak bırakılmalıdır (Arcasoy ve Başkıran 2020). Çamurun istenilen yoğunluğa ulaşması 8-10 saat arası değişmektedir. Ara sıra numuneler alarak teste götürülür ve test sonuçlarına göre su eklemesi yapılır. İşletmede kullanılan çamur yoğunluğu 1680-1700 gr/lt arasında değişim göstermektedir. Değirmenler, elek bakiyesi uygun değere ulaşıncaya kadar dönmeye devam eder.

2.1.1.1.4. Viskozite ve Yoğunluk

Viskozite, çamurun akışkanlık değeri, yoğunluk ise çamurun katı madde miktarı ile ilgilidir. Viskozitesi ve yoğunluk değeri ölçülen çamur, istenilen değere ulaşmadığında içerisine akışkanlık az ise su yerine elektrolit, yoğunluk ayarı için su ilavesi yapılır.

Yoğunluk ve viskozite istenilen değere ulaştığında ise değirmenler kapatılıp havuzlara aktarılır. Şekil 3'te viskozimetre görülmektedir.



Şekil 3. Viskozimetre (Lehmann) (Arcasoy ve Başkıran, 2020, s.111)

2.1.1.1.5. Dinlenme Havuzu

Dinlenme havuzunun 3 amacı vardır: Değirmenlerden gelen öğütülmüş çamuru dinlendirmek, homojenliği sağlamak ve stok yapmak. Çamurun dinlenmesi kaliteyi olumlu yönde etkiler. Belli bir süre dinlenmesi daha kaliteli ürün çıkmasına fayda sağlar.

Diğer bir önemli özellik ise homojenliği sağlamaktır. Bütün değirmenlerden gelen çamur aynı oranda ve yoğunlukta olmaz.

Farklı değirmenlerden gelen çamurun istenilen yoğunluğa ulaşması ve bu çamurun homojen bir şekilde spreylere aktarılmasında havuzun önemi büyüktür. Üretimin seri bir şekilde işlemesi ve enerji kazanımı için havuzun spreye stok sağlaması da önemli faktörlerden biridir.

2.1.1.1.6. Elek

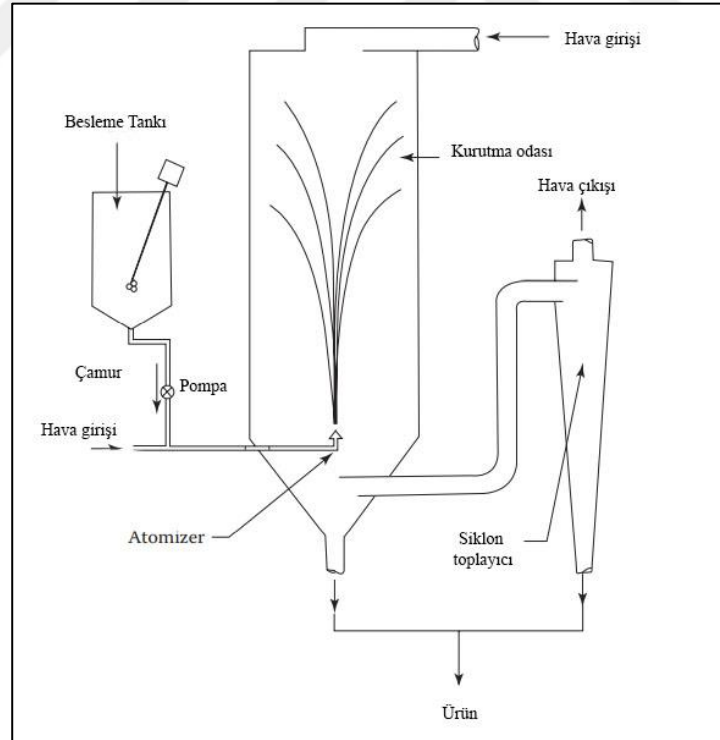
Dinlenme havuzunda bulunan çamur, standart yoğunluğuna geldikten sonra eleklerden geçirilir. İçerisinde istenmeyen maddeler demir gibi renk veren metaller manyetik tutucular tarafından ayrıştırılır.

2.1.1.1.7. Pompa

Pompa, havuzlarda bulunan stok çamuru spreylere aktarmaya yarar. Havuzdan alınan çamur püskürtmeli kurutucuya aktarılırken, üretilmek istenilen çamur yoğunluğuna göre basınç ayarlanmalıdır. Eğer pompanın basıncı doğru ayarlanmazsa, granül yapısı olumsuz etkilenir.

2.1.1.1.8. Püskürtmeli Kurutucu

Masse hazırlama bölümünün son ve önemli evresi sayılabilir. Pompadan gelen çamur sıvı haldedir. Üretim yapılabilmesi için bu çamurun püskürtmeli kurutucu (Şekil 4) tarafından granül haline getirilmesi gerekir.

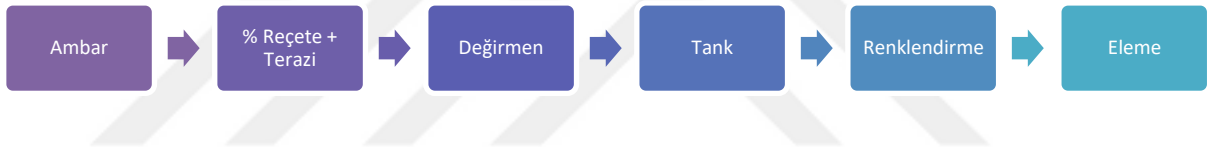


Şekil 4. Püskürtmeli kurutucunun şematik görüntüsü (Richerson, 2018, s.450)

Pompa tarafında çamur spreyn içine basılır. Basılan çamur nozzle adı verilen farklı çapa sahip atomizerden geçer. Nozzle adı verilen başlıklar bazı makinelerde simit şeklinde dizilirken, bazı makinelerde ise tek kollu şekilde dizilir. Pompadan gelen çamurun tanecik boyutu, milimetrik çapta delikler tarafından ayarlanır. Nozzle deliği büyük olursa, büyük çaplı granül elde edilir, küçük olursa, daha küçük çaplı granül elde edilir. Brülörün ısıttığı hava, yukarıda hava fanı yardımıyla spreyn içine gönderilirken, püskürtülen çamur yukarıda sıcak havayla temas ettikten sonra aşağıya inene kadar kurur ve masse dediğimiz granül halini alır. Elde edilen granül, bantlar yardımıyla silolarda depolanır. Rutin olarak günlük siloların nem değerlerine bakılarak masse preslere gönderilir.

2.1.1.2 Sır Hazırlama

Preslenmiş ham karo üzerine sır uygulaması yapılmaktadır. Şekil 5, sır hazırlama aşamalarını göstermektedir.



Şekil 5. Sır hazırlama aşamaları

Ambardan alınan sır hammaddeleri sır hazırlama bölümüne alınır. Her ürünün kendine özel sır malzemesi ve oranları vardır. Bunlar istenilen renk ve çeşide göre değişiklik gösterir. Sırın parlak sır, mat sır ve opak sır olmak üzere 3 farklı çeşidi bulunmaktadır.

Sır reçetesine göre hazırlanan hammaddeler değirmene alınır. Karışım, reçetenin miktarına ve değirmenin kapasitesine göre 7-8 saat öğütülüp karıştırıldıktan sonra durdurulur. Elek bakiyesinden alınan verilere dayanarak viskozitesine bakılarak tanklara gönderilir. Sırın yoğunluğu 1800- 1835 gr/lt arasındadır.

Porselen karo üzerine parlak, opak ve mat olmak üzere 3 çeşit sır uygulanabilir. Bu çeşitlilik ürüne farklı görsellik ve işlevsellik katar. Parlak sırlar genel olarak duvar karosunda kullanılır, çünkü parlak sır kaygan bir malzeme olduğundan tercih edilmez. Mat sır ise hem yer karosunda hem de duvar karosunda kullanılabilir. Bu seçim işlevsellik, estetik ve görsellik açısından gelen talebe göre değişim gösterir.

2.1.1.3 Engop

Engop, diğ er adıyla astar, ham veya piş miş ürünün üzerine uygulanan, sır altındaki ince tabaka olarak tanımlanmaktadır. Ürün üzerindeki fiziksel ve kimyasal farklılıkları gideren, sır tasarrufu sağlayan, bünye ile sır uyumsuzluğunu gidererek karo yüzeyindeki kusurları azaltan, ayrıca bünyenin rengini opaklık sağlayarak örten kompozisyonudur (Dal Bó, Bernardin ve Dachamir, 2014; Santos, Melchiades ve Boschi, 2007). Engop sır ile görünüş olarak benzerlik gösterse de, yoğunluk ve kompozisyon açısından farklılıklar gösterir.

Engop reçetesi hazırlandıktan sonra değ irmenlerde öğütülür. Öğütülen engop reçetesinin elek bakiyesine bakılarak tanklara doldurulur ve bekletilir. Tanklara doldurulan engop sırlama bantlarından talep geldiğ i takdirde elekten geçirilerek sırlama bantlarına gönderilir. Engobun yoğunluğ u yaklaşık olarak 1800 gr/lt, viskozitesi 20 ile 30 sn değ erleri arasındadır. Engop ürün üzerinde kurumadan sır uygulanmaz. Aksi takdirde kenarlarda açılma ve yüzey bozulması gözlenir.

2.1.1.4 Renklendirme

Renklendirme engop veya sırn renklendirilmesi işlemidir. Renklendirme işlemi, pigmentlerle yapılır. Renklendiricinin engop veya sır içerisinde homojen dağılımı sağlanıncaya kadar uygun sürede öğütülür. Değ irmenden alınan renkli engop veya sır bantlarına gönderilir.

2.1.1.5 Presler

Presler, gelen masseyi ürünün cinsine, kalınlığına ve ebadına göre yaklaşık 350-500 bar basınç aralığında değ iş en kuvvet ile sıkıştırarak şekillendirir. Preslerde alt kalıp ve üst kalıp vardır.

Preslerde karonun boyutuna göre kalıp gözü değişmekte olup, ortalama 1 ile 4 göz arasında kalıp almaktadır. Şekil 6’da Sacmi PH 5000-L marka ve model presleme makinesi görülmektedir.



Şekil 6. Presleme Makinesi

Presleme makinesi aynı anda 4 kalıba eşit bir şekilde basınç uygular. Üst kalıpta karonun rölyefli veya düz olup olmamasına göre kalıp takılır. Alt kalıp ise standart bir kalıptır. Bu kalıplar her göz için ayrı ayrı bulunmaktadır.

Granüllerin parçalanmasını ve düzgün bir şekilde sıkıştırılmasını sağlamak için kuru preslemede genellikle yüksek basınç kullanılır.

Preslerden geçen masse, kalıbın şeklini alır. Şekillenen ürün düşük mukavemetlidir. Kalıptan çıkan ürün nemli olduğu için ön kurutmaya girer. Kurutucuya alınan ürün yaklaşık 560 °C’de kurutulur. Her bir karo kurutucudan yaklaşık 45 dakikada çıkar ve ürünler sır bantlarına gönderilir.

2.1.1.6 Sırlama

Sırlama bantları 2 ayrı bölümden oluşur:

1. Duvar Karosu Bandı
2. Yer Karosu Bandı

Ön kurutmadan çıkan ürün sırlama bantlarına geçer. Otomatik fırçalar yardımı ile ürün üzerindeki toz ve artıklar temizlenir. Daha sonra basınçlı hava ile fırçanın temizleyemediği artıklar atılır. Engobun temas edeceği ürün yüzeyinin temiz olması çok önemlidir. Engoba gelmeden önce ürün hem soğutulup hem de nemlendirilmesi için üzerine fixyatif içeren 6-7 gr arasında su atılır. Fixyatif adı verilen madde engob ile sırrın yüzeye daha iyi yapışmasını sağlar. 1800gr/lt yoğunlukta ve 25 sn viskozite değerinde engob kampana ile ürün üzerine atılır. Engopta gramajı arttırmak, sırrın içerisindeki beyazlık veren zirkonun daha az kullanılmasını sağlar ve maliyeti düşürür. Sırlanan malzeme ürünün baskı çeşidine göre dijital baskıya veya rotocolora bantlar yardımıyla aktarılır.

2.1.1.7 Rotocolor ve Serigraf Baskı

Rotocolor, serigrafi mantığını yürüten fakat her karoda farklı desen çıkmasını sağlayan bir makinedir. Ayrıca daha hızlı ve hata oranı düşük basım sağlamaktır. 4 farklı renk uygulaması gerçekleştirilebilir. Renk kafaları üzerine, lazer kazıma yöntemi ile işlenen desene ait silindirler takılır. Sır hazırlama bölümünden alınan renklendirilmiş pasta bazı, hortum yardımıyla silindirlerin üzerine uygulanır. Silindirlerin üzerinde bulunan bıçak, fazla pastayı silindirden ayırır. Silindirler dönmeye başladığında banttın geçen karoların üzerinde desen oluşturur.

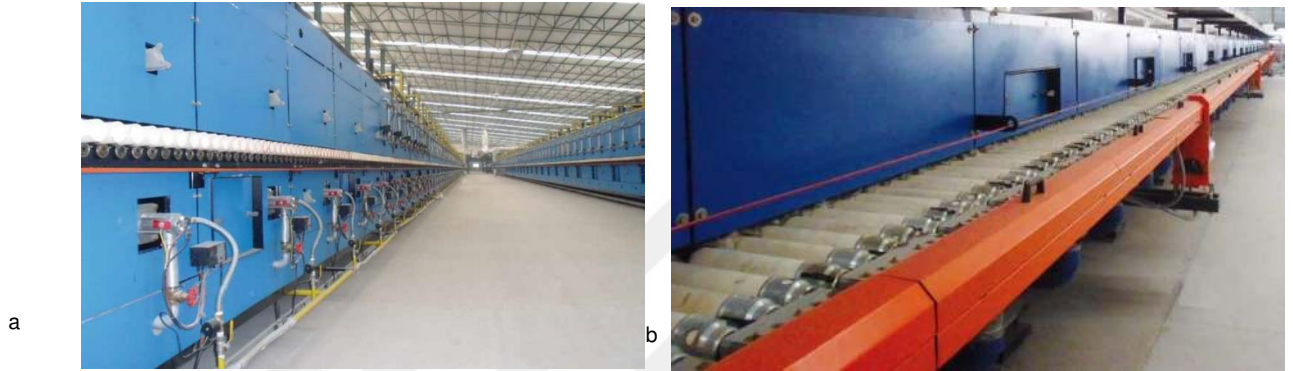
2.1.1.7.1 Dijital Baskı Makinesi

Seramik sektöründe farklı markalarda dijital baskı makinesi kullanılmaktadır. Dijital baskı makineleri günümüzde istediğimiz her türlü deseni ve tonu birebir basmaktadır. Inkjet mantığı ile hareket eden bu makineler, mürekkebi püskürterek karonun üzerine basmaktadır.

2.1.1.8 Fırınlr

Seramik üreten fabrikalarda çift pişirim (double-layer roller kiln) duvar karosu fırını ve tek katlı (single-layer roller kiln) yer karosu pişiren fırınlar bulunmaktadır. Fırınlrın üretim bandına giren ürünlere göre ısı ayarları ve süreleri değişmektedir.

Fırın, tek katlı pişirim özelliğine sahip olup 140.7 m uzunluğundadır. Yeni yalıtım sistemine sahip olup seramiğin üretiminde sürekli çalışan fırının yoğun ısı kaybını engellemektedir.



Şekil 7. Roller fırın: a) Tek katlı, b) Çift katlı

Seramik karolar fırının içerisinde silindirlerin üzerinde ilerleyerek hareket eder. Bu silindirler seramik-kompozit bir malzemeden üretilmiş olup, ısıya dayanıklıdır. Bu model fırında silindir çapı 60 mm ve silindir uzunluğu 4200 mm'dir. Silindirler Şekil 7'de görüldüğü üzere turuncu bölmedeki motorlarla sürekli belli hızlarda döndürülmektedir.

Brülörler doğalgaz ve hava karışımını uygun ölçüde ayarlayıp yakmayı sağlar. Her bir parçaya modül adı verilir.



Şekil 8. Brülör

İşletmedeki fırında 67 adet modül bulunmaktadır. Brülörler 14. Modülden başlayıp 40. Modüle kadar devam etmektedir. Üst kısımda 11 adet, alt kısımda ise 14 adet brülör mevcuttur. Isınan hava, üst kısımda bulunan fanlar ile tüm fırına dağıtılır.



Şekil 9. Fırın üstü fanlar

2.1.1.9 Kalite Kontrol

Kalite kontrol bölümünde yapılan ölçümlerde ve gözlemlerde hatalar var ise anında müdahale edilir, daha büyük bir sorun var ise ilgili bölüm bilgilendirilir. Bu hatalar:

- Siyah Nokta: Manyetik eleklerden kaçan demirin oluşturduğu noktalar.
- Şamot: Karonun fırına girdiğinde kenarlarında oluşan kabarcık delikler.
- Pres Kenar Köşe Kırılması: Pres çıkışında kırılan köşe kırığı.
- Kabarma: Yüzeyde kabarcık oluşması.
- Fırın Kirliliği: Fırın içerisindeki havadan veya rulolardan dolayı yüzeyde oluşan kirlilik.
- Kenar Köşe Kırılması: Bantlarda oluşan köşe kırığı.
- Sürtme: Bantlarda oluşan sürtme.
- Sır Damlaması: Fazla sır damlaması.
- Deliklenme: Sırın deliklenmesi.
- Havalı: Kampanadan atılırken hava kabarcığının oluşturduğu hata.
- Baskı Hatası: Dijital veya elek baskıdan kaynaklı desen kayması.
- Sır Birikmesi: Bandın durdurulduğunda oluşan sır birikmesi.
- Yaylanma: Sır atılırken kampanadan yay şeklinde oluşan kılcal hata.

2.1.1.10 Paketleme

Paketleme bölümünde fırınlardan çıkan karolar, bantlar aracılığı ile kalite kontrol personelinin önünden geçer. Kalite personeli elinde bulunan UV kalem ile hatalı olan karoları işaretler ve sensörler algılayıp onları defolu olarak paketler. Paketleme, paketleme makinesinin kendi ayrımıyla oluşur. 1. kalite ve 2. kalite olarak sınıflandırır. İşaretli olan karolar 2. kalite, hatasız olanlar 1. kalite olarak ayırır.



Şekil 10. Paketleme

Fırın çıkışı paketlemeye gitmek için stoklanan karolar, Şekil 11’de görülen LGV forklift ile taşınmaktadır.



Şekil 11. LGV insansız otokontrol taşıyıcı

2.1.1.11 Tasarım ve Dijital Baskı

Birçok seramik üreticisinin, tasarımda özgürlük sağlayan, dekoratif pigmentler için daha düşük maliyet ve uzun vadede karo üretim süreci istemeleri sonucu, eskiden dekorasyonda kullanılan serigraf baskı yöntemi, yerini dijital baskı teknolojisine bırakmıştır (Xaar Ceramic Guide, 2014).

Günümüzde baskı teknolojilerinin gelişimi ile birlikte dijital baskı, birçok sektörde olduğu gibi seramik sektöründe de tasarımcı ve sanatçıların kendilerini ifade edebilmelerinde yeni olanaklar sunan bir araç olmuştur.

Dijital baskı makinelerinin kullanılmaya başlanmasıyla, fabrikalar daha fazla tasarım seçeneği ve daha düşük üretim maliyeti ile çalışarak, son birkaç yıl içinde dijital baskı yöntemi kullanımı seramik ürünlerin dekorasyonda %98'e ulaşmıştır. Birçok dijital makine ve baskı kafası markası, seramik endüstrisi için dijital makine üretmeye başlamıştır. Birçok pigment ve sır tedarikçisi, makine ve fabrika koşullarına göre çalışabilen seramik mürekkepler üretmeye başlamıştır. Seramiklerin dekorasyonunda dijital baskı, üretim sırasında oluşan atıkları da azaltmıştır. Aynı zamanda dijital dekorasyon, fabrikalara müşterinin taleplerine göre karo üretme, baskı ortamının ortadan kaldırılması ve ürün geliştirme süresinin kısılması için avantaj olmuştur (Aşık ve diğerleri, 2018). Dijital olarak oluşturulan görüntüler, iki farklı teknik kullanılarak seramik yüzeylere aktarılabilir. Birinci yöntem lazer baskı olarak bilinen demir oksit içeren siyah tonerin kullanılmasıdır. İkinci yöntem ise yüksek sıcaklığa dayanıklı seramik tonerler kullanmaktır.

Dijital teknoloji, endüstriyel uygulamalar kapsamında seramik karo baskısında hızlı bir şekilde ilerleyerek sektörde avantaj sağlamaktadır.

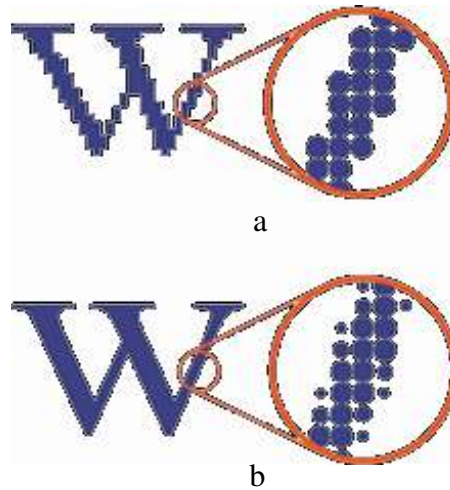
Seramik karo dekorasyonunda geleneksel yöntemlerden dijital tekniklere geçiş sürecinde yapılan yenilikler, ürün tasarımı için yeni fırsatlar sunmaktadır. Renklendirme performansı için daha yüksek beklentilerden ve hem malzeme özellikleri hem de sentez mekanizmaları üzerinde daha sıkı kontrollerden kaynaklanan baskılar, dijital baskı için seramik pigmentleri ve boya ları mühendislik ürünlerine dönüştürmektedir. Bu durum, geliştirilmiş yüzey performansına sahip işlevselleştirilmiş karolara yönelik daha fazla yeniliğin önünü açmaktadır (Dondi, Blosi, Gardini ve Chiara, 2012).

Mürekkep püskürtmeli baskı (ink-jet), üretim süreçlerini basitleştiren, desen doğruluğunu artıran ve hammadde tüketimini azaltan dijital temassız bir baskı teknolojisidir. Seramik veya cam dekorasyon, metal teller, polimer elektrolüminesans diyotlar, biyoçipler vb. alanlarda endüstriyel uygulama potansiyeline sahiptir (Peng ve

Zhang, 2020; Pan, Wang, Huang, Ling, Dai, Ke, 2015). Toz mürekkeplerde kullanılan parçacıklar mikro veya nano boyuttadır ve mürekkepler yüksek katı içerik ve düşük viskoziteye sahip değildir (Zhang, Li, Liu, Wittstock, 2018). Nozulun tıkanmasını önlemek için, ultra ince toz parçacıkları çözücünde çok iyi dağılmalıdır. Ancak, geniş yüzey alanı ve yüzey enerjisi nedeniyle ultra-ince parçacıklar kolayca aglomere olurlar. Böylece onları mürekkep püskürtmeli uygulama için elverişsiz hale getirir. Bu nedenle, sıvı ortamdaki ultra ince toz malzemelerin dispersiyonu önemli bir konu ve kapsamlı akademik ve endüstriyel araştırmaların odak noktası olmuştur (Peng ve Zhang, 2020, s. 3489).

Günümüzde seramik karolar için kullanılan en yaygın baskı sistemi, sürekli (continuous) ve DOD (drop on demand) teknikleridir. Sürekli inkjet dijital baskı sistemleri daha fazla mürekkep harcadığından DOD teknolojisiyle kıyaslandığında sürekli mürekkep akışı olduğu için daha pahalı dekorasyon teknolojisidir. DOD (Drop on demand) dijital baskı tekniğinde ise yazıcı bir kontrol yazılımı yardımıyla istenilen deseni oluşturmak için yüzeye damla damla bırakır (Özkesici, Avcıoğlu ve Nükte 2019, s.69).

Şekil 12’de görüldüğü gibi farklı damla boyutları ile ayrıntılı gölgelendirmeler yapılarak, daha çok renk çeşidi yüksek çözünürlükte elde edilebilmektedir (Keskin, 2017, s.19).



Şekil 12. a) İkili mod (DOD) b) Değişken damla boyutu (VDS) noktasal renk homojenize kıyaslanması - 360x360 Dpi (Keskin, 2017, s.19).

2.1.2. Frit/Granilya Hazırlama

Seramik karolarda dekorasyon teknikleri sürekli gelişme içerisinde. Yaklaşık son on yılda, fabrikalar dijital ürünlerin piyasada tekrarlanmaya başladığını görmüştür. Dolayısıyla mürekkep ve sır üreticileri karo tasarımında fark yaratmak için, farklı seramik efektleri geliştirmiştir. Birçok dijital efekt türü vardır ve her geçen gün dijital efektlerin sayısı artmaktadır.

Granilya, kuru öğütülerek ve elenerek belirli bir parçacık boyutuna getirilmiş kuru öğütülmüş fritlerdir. Bunlar genellikle camsı malzemelerdir, ancak özel kimyasal bileşimleri göz önüne alındığında, fırında ısıtılma sırasında kristalleşme eğilimi gösterirler. Diğer fonksiyonların yanı sıra, oluşan kristal fazlar şunları sağlar (Sanmiguel F, Ferrando, Mestre ve Monros, 2000):

1. Devitrifikasyon ve artık camsı faz ve yeniden kristallenme ile oluşan fazlar, cam-seramik kompozitin sertliğini ve mekanik mukavemetini arttırmak için aşınmaya karşı koruyucu bir etki yaratır.
2. Karo üzerine uygulanan sır ile granilya arasındaki "Parlak-Mat" kontrastın bir sonucu olarak oluşan kristallerin karakteristik şekilleri nedeniyle estetik görünüm elde edilir.

Yukarıda sözü edilen iki amaç ile granilyanın aşağıdaki diğer koşulları sağlaması gerekmektedir:

- (a) Kimyasal bileşimi, üzerine uygulandığı bünjenin bileşimi ve beraberindeki diğer sırların bileşimi ile uyumlu olmalıdır.
- (b) Malzeme, parçacık morfolojisi ve ortalama boyut açısından belirli bir parçacık boyut dağılımında ve kontrollü seçilmiş parçacık boyutu ile hazırlanmalıdır.
- (c) Granilya parçacıkları, fırınlama sırasında faz ayrımını veya davranış farklılıklarını önlemek için homojen bir kütle sergilemelidir.

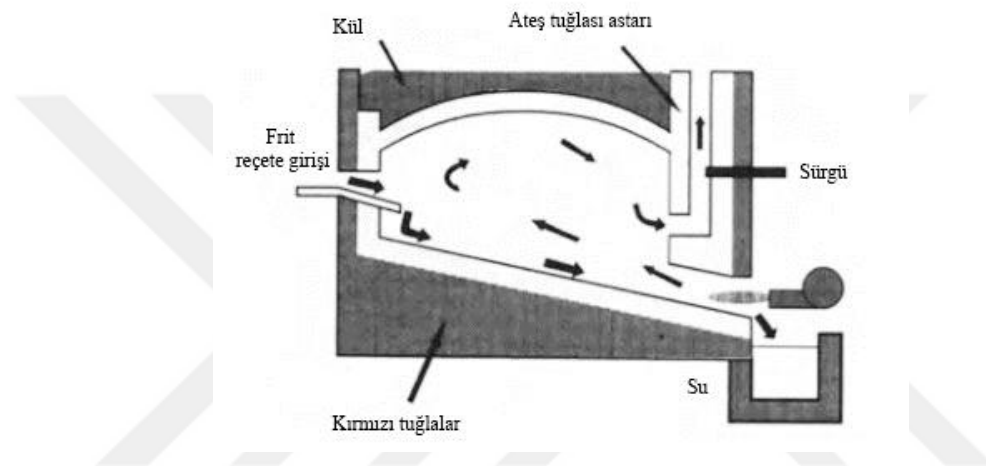
Granilyanın uygulama değişkenleri yaş sırlardan farklıdır, çünkü bileşenlerin sudaki çözünürlüğü veya termal genleşme katsayısı gibi faktörler temel öneme sahip değildir. Buna karşılık, eriyebilirlik, eriyik viskozitesi veya yüzey gerilimi gibi diğer hususlar, üzerine uygulandığı sır/bünje ile uyumluluk sağlamak için önemli faktörler haline gelir.

Tek pişirim karo üretim sürecinde bünje genellikle pres ile şekillendirilir. Frit/granilya bir miktar kaolen ve ilave malzemelerle karıştırılarak karo üzerine uygulanır ve kurutma aşamasından sonra fırınlanır. Ancak son yıllarda kuru dekorasyona olanak sağlayan yeni üretim teknolojileri, seramik yer ve özellikle de porselen karoların, daha

önce yapılmış olanlardan farklı olarak estetik ve teknik özelliklere sahip olmasını sağlamıştır (Tunalı, Özel ve Turan, 2014; Bresciani, Graziani ve Ricci, 2002).

Fritler, uygun hammaddelerin eritilmesiyle hazırlanan camlardır. Frit aynı zamanda bir seramik sır kompozisyonudur. Frit oluşturma'nın nedeni, ürün reçetesindeki zararlı hammaddeleri zararsız hale getirmek ve bazı suda çözünen hammaddeleri çözünmez hale getirerek homojen bir yapı sağlamaktır (Eppler ve Eppler, 1998, s. 70).

Frit üretim fırınlarından sürekli akışı olan fırının yan kesiti Norsker ve Danisch (1993)'e göre Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Frit fırınları: a) Üç potalı kömür yakıtlı frit fırını, b) Kömür yakıtlı açık ocak frit fırını, c) Sürekli akışı olan fırının yan kesiti, d) Döner frit fırınının ön ve yan kesiti (Norsker ve Danisch, 1993)

Frit üretimi; istenilen özellikteki hammaddelerin, uygun reçeteler hazırlanarak tartılması, öğütülmesi ve karıştırılmasıyla fırınlara bir helezon yardımıyla beslenmesi sonucu yaklaşık 1350-1550 °C sıcaklıkta (Lucas ve Molina, 2006) erime gerçekleşinceye kadar bekletilmesi ve fırının altında bulunan oda sıcaklığındaki suyun içine boşaltılarak cam benzeri madde olarak elde edilmesi sürecidir.

Frit aynı zamanda emaye sektöründe de yaygın olarak kullanılır. Emaye fritin özellikleri metal üzerine uygulandığından seramik fritinden tamamen farklıdır.

Fritin Kalitesini belirleyen özellikler;

- Fritleştirilmenin tam olması
- Fritte yapımında kullanılan hammaddelerin kaliteli olması
- Fritleştirme esmasında kullanılan gazın temiz olması
- Şoklama suyunun sıcaklığının uygun ve suyun temiz olması
- Tartım ünitelerinin sağlıklı olması
- Genleşme ve yüzey gerilim katsayısının uygun olması
- Yarım küre ve sinterleşme sıcaklıklarının uygulanacak yüzeye uygun olması

Ülkemizde karo fabrikaları kendi frit ihtiyaçlarını kendi tesislerinde üretmektedir. Ancak son yıllarda bazı karo üretmeyen frit fabrikalarının üretime başlamasıyla birçok karo fabrikası frit üretimini bırakmıştır. Bu fabrikalar frit ihtiyacını yurtiçi ve yurtdışından (İspanya, İran, İtalya) tedarik etmektedir.

2.1.2.1. Granilya/Frit üretiminde kullanılan hammaddeler

Granilya/frit hammaddesi olarak sodyum karbonat, stronsiyum karbonat, baryum karbonat, potasyum karbonat, potasyum feldispat, çinko oksit, kaolen, kuvars, mermer, manyezit, zirkon oksit gibi hammaddeler ve oksitler kullanılmaktadır.

Sodyum karbonat, Na_2CO_3 kimyasal formülüne sahiptir. Düşük sıcaklıkta eriyen sırlar için çok aktif bir eritici ancak suda çözünabilir olduğu için seramik endüstrisinde fritleştirilerek kullanılırlar. Döküm çamurlarında ise deflokülant olarak kullanılırlar. Suda çözünabilir olması nedeniyle mısır pastası yapımında doğrudan kullanılabilmesi bir avantaj olarak görülebilir (<https://digitalfire.com/material/sodium+carbonate>, Erişim Tarihi: 12 Ağustos 2020; Singer ve Singer, 1963, s. 124; Hooper., 2009, s.78).

Stronsiyum karbonat, SrCO_3 kimyasal formülüne sahiptir. Hem bünye, hem sırlarda eritici olarak kullanılır. Stronsiyum karbonat genellikle mat sırlar üretmek için baryumun yerine kullanılmaktadır. Seramik sır seger formüllerinde bulunan kalsiyum ya da baryum oksidin yerine stronsiyum kullanılırsa, sırnın ergime sıcaklığını düşürür. Na_2O ve K_2O ile kıyaslandığında düşük genleşme katsayısına sahip olduğu için stronsiyum içeren fritler son zamanlarda daha yaygın kullanılmaktadır. Stronsiyum karbonatın ısı ile birlikte ayrışması sonucunda sır içerisinde gaz çıkışı olur ve bunlar sırlarda iğne deliği hatalarına veya kabarcıklara neden olabilir. Bu nedenle ham stronsiyum karbonatı doğrudan kullanmak yerine fritleştirerek kullanmak gerekir

(<https://digitalfire.com/material/1609> Erişim Tarihi: 12 Ağustos 2020; Singer ve Singer, 1963, s.128; Hooper., 2009, s. 78).

Baryum karbonat, $BaCO_3$ kimyasal formülünde, düşük sıcaklık sırlarında matlaştırıcı, yüksek sıcaklık sırlarında ise güçlü bir eritici olarak kullanılan hammaddedir. Özellikle stoneware sırlarda ipek matı yüzeyler elde etmek için kullanılan ikincil eriticidir. Baryum da zehirli, suda çözünür, iğne deliği hatası ve kabarcıklanmalara neden olduğu için firtleştirilerek kullanılır (<https://digitalfire.com/material/86> Erişim Tarihi: 12 Ağustos 2020; Singer ve Singer, 1963, s. 129; Hooper, 2009, s. 72).

Kimyasal formülü K_2CO_3 olan potasyum karbonat, suda çözündüğü için firtleştirilerek kullanılır. Sırlarda eritici olarak kullanılan potasyum karbonat, sır renklendiricileri üzerinde belirli etkilere sahiptir (<https://digitalfire.com/material/2898>, Erişim Tarihi: 12 Ağustos 2020; Singer ve Singer, 1963, 126; Hooper, 2009, s. 77).

Feldispatlar, seramik sır ve bünyelerinde kullanılan, yüksek miktarda eritici içeren alüminyum silikat olarak bilinir. $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ kimyasal kompozisyona sahip olan potasyumlu feldispat, sır reçetelerinde sıkça kullanılan hammaddelerdendir. Potasyumlu feldispatlar bir miktar sodyum da içerir (Hooper, 2009, s. 74).

Kimyasal kompozisyonu ZnO olan çinko oksit, orta sıcaklıklardan, yüksek sıcaklıklara kadar eritici özelliktedir. Az miktarlarda kullanıldığında problemsiz ve yumuşak yüzeyler elde edilen sırlar üretilir. Fazla miktarlarda kullanıldığında (%25 üzeri) kavlayan ve iğne deliği şeklinde hatalara yol açar. Mat, opak ve kuru yüzeyler elde etmek istenildiğinde fazla miktarda çinko oksit kullanımı gereklidir. Çinko oksit, kristalin sırların gelişiminde önemli bir rol oynar ve renkler üzerinde güçlü etkileri vardır (Hooper, 2009, s.79).

Kaolen genellikle düşük plastiklik özelliğine sahip, diğer killerle kıyaslandığında temiz ve göreceli olarak daha büyük tane boyutuna sahip kil mineralidir. Genellikle seramik sır ve bünyelerine alüminyum sağlamak amacıyla ilave edilirler (Hooper, 2009, s. 70).

Kuvars doğada bol miktarda bulunan ve kimyasal formülü SiO_2 olan ucuz bir seramik hammaddesidir. Temel cam yapıcıdır. Herhangi bir diğer oksit ile bağ yaparak onu camsı yapıya alır. Eritici oksitlerle birlikte sırların erime sıcaklığını ve parlaklığı düzenler (Hooper, 2009, s. 77).

Kimyasal formülü CaCO_3 olan mermer, yüksek sıcaklık sırlarında güçlü bir eritici olarak kullanılır. Yüksek miktarlarda kullanıldığında mikrokristaller içeren mat sır elde edilir (Hooper, 2009, s. 73).

Kimyasal formülü MgCO_3 olan magnezyum karbonat, yüksek sıcaklıklarda eritici olarak rol oynar. Aynı zamanda magnezyum karbonat sırda yumuşak, yağlı ve mat yüzeylerin oluşumunu sağlar (Hooper, 2009, s.76).

Kimyasal formülü ZrO_2 olan zirkon oksit, sırların opaklaştırılmasında, kararlı renk eldesinde, dokularının ve çatlaklarının kontrol edilmesinde kullanılır. Opak sırların eldesinde fritleştirilerek kullanılır. Zirkonyum oksit, alüminadan bile daha fazla refrakterdir. Bu yüzden sır içerisinde kolayca ayrışmaz ve çözünmez. (<https://digitalfire.com/oxide/zro2>; Singer ve Singer, 1963, s.134; Hooper, 2009, s. 79).

2.1.2.2 Granilya ile dijital baskı dekorasyonunda elde edilecek avantajlar

Granilya fritin öğütülmüş şeklidir. Frit sır kompozisyonlarında bileşen olarak kullanılırken, granilya hem sır üstü dekorasyon amaçlı, hem de sır bileşenlerinde kullanılır.

Granilya ile dijital baskı dekorasyonunda elde edilecek avantajlar şu şekilde sıralanabilir:

- Kuru granilya üretimi ile yerli üretim yapılabilecektir.
- Dijital baskı ile desen ve farklı yüzeyler elde edilebilecektir.
- Tek pişirimle maliyeti düşük, estetik, katma değeri yüksek yeni ürün elde edilmiş olunacaktır.
- Dijital baskı ile daha istikrarlı granilya uygulama, üretim kapasitesi ve kalitesi daha yüksek ürün elde edilebilecektir.
- Dijital baskı teknolojisi ile granilya zayıfatı asgariye inebilecektir.

Aynı zamanda dijital granilya uygulamasından sonra elde edilen ürünün baskı koruma, yüzey aşınma, yoğun trafik alanlarında kullanılabilme, rölyef, dekorlama ve lekelenme önleme için araştırma yapılması, seramik ve porselen kaplama sektöründe sürdürülebilir üretim ve tüketim açısından önem arz etmektedir.

Yerli üretim kuru granilya ile tek pişirimde mat ve parlak yüzeylerde ihracata yönelik yeni ürünler geliştirilerek yer, duvar, ıslak zemin ve benzeri dış ve iç mekânlarda farklı dekoratif tarzlara uyum gösterebilecek seçeneklerin ortaya çıkarılması açısından değerli bir çalışma olması beklenmektedir.

2.2. İlgili Çalışmalar

Son yıllarda artan nüfus ve beraberinde getirdiği tüketici talebi, seramik yüzeylerin farklı tarzda dekorasyonuna olan ilgiyi de arttırmıştır. Teknolojinin hızla gelişiyor olması da yeni teknik ve makinelerle artan talebe ve her türlü beğeni anlayışına cevap verebilmektedir.

Dijital baskı yöntemi olarak 2001 yılından bu yana solvent veya su bazlı mürekkeplerin kullanıldığı inkjet baskı teknolojisi, seramik kaplama malzemeleri üzerine uygulanmıştır ve bugün bu alanda hala yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir, ancak bu yöntemin yanında kuru aplikasyonlar da mevcuttur.

Dijital baskı ile dekorasyon, metin ya da görüntülerin gözenekli yüzeylere yazdırılması için geliştirilen bir yöntemdir. Dijital baskı ile seramik yüzeylere dekorasyonda dijital baskı makinesinin performansı ve inorganik boya ve boyanın termal karakteristiği önemlidir.

Seramik karoların tasarımında tercih edilen pişirim öncesi uygulanan ink-jet dekorasyonu, isteğe bağlı duraklamalı mürekkep püskürtmeli baskı -drop-on demand (DOD) tekniğe dayanır, bu da mürekkeplerin alt tabakaya damla damla bırakılmasını ve sadece bir kontrol yazılımı gerektirmektedir. Dijital seramik mürekkepleri; katı renklendirme fazı ve bir sıvı fazdan oluşur. Renklendirme fazı, genellikle metal alüminatlar, oksitler veya silikatlar olan ince öğütülmüş bir kristal pigmenttir. Sıvı faz iki ana bileşenin karışımı ile elde edilebilir. Bunlardan ilki, genellikle “çözücü” yani anorganik bileşik olarak adlandırılan veya pigmenti korumak zorunda olan spesifik teknolojik özelliklere (düşük viskozite, yüksek kaynama noktası, vb.) Karışan araçtır. İkincisi, farklı katkı maddeleri ile oluşur: “hiperdispersanlar”, genellikle pigment aglomerasyonunu, köpük giderici maddeleri, antibakteriyelleri vb. önlemek için yardımcı polimerleri veya polimerik anyonik sürfaktanları bloke eder.

Mürekkep püskürtmeli baskı teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, endüstri için ultra ince cam frit tozunun yüksek bir dağılımını elde etmek değerlidir. Bununla birlikte, bildiğimiz kadarıyla, literatürde düşük viskoziteli, yüksek katı içeriği ve yüksek stabiliteye sahip ultra ince cam frit dispersiyon sistemleri üzerinde çok az çalışma yapılmıştır.

Kuru granilya ile dijital baskı ise yeni bir teknik olarak seramik üzerindeki kabartmaların oluşumunu sağlar. Uygulanan dekorların kabartılması granilya sayesinde. Farklı tür granilyalar mevcuttur. Bunlar; sert, yumuşak ve karışım granilyalarıdır. Ayrıca granilyaların farklı renkleri de mevcuttur. Örneğin, bir işlem

sırasında kiremit renkli granilya, rengini seramiğe verir. Beyaz renkli granilya, camlaşarak boyanın rengini gösterir. Simli granilya da sim görüntüsü verir. Beyaz granilyalarla genellikle yüksek sıcaklıkta (1180°C'lerde), kiremit ve simli granilyalarla ise düşük sıcaklıkta (840°C'lerde) çalışılır (<https://dokumen.tips/documents/ege-seramik-staj-defteri.html>, Erişim tarihi: 20.08.2018).



2.3. Granilya ile Uygulanmış Endüstriyel Projeler

İthal granilya ile endüstriyel uygulamalar Şekil 14’de görülmektedir. Tasarımlar 2 ve 3 farklı dijital K9 baskı kafası ile granilya uygulaması olarak Akgün Seramik Pazaryeri Fabrikası’nda yapılmıştır.



Şekil 14. İthal granilya ile uygulanmış endüstriyel projeler: a) Karnelyen serisi (60x120) mat, parlak ve opak granilya uygulamaları; b) Magnum serisi (60x120) mat ve metalik granilya uygulamaları; c) Open space serisi (60x120) mat ve parlak granilya uygulamaları; d) Lidya serisi (60x120) mat ve parlak granilya uygulamaları; e) Exclusive serisi (60x120) mat ve parlak granilya uygulamaları; f) Prestige serisi (60x120) mat ve parlak granilya uygulamaları (Tasarım ve uygulama: Güven KOÇ, Akgün Seramik)

BÖLÜM III

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Mat ve parlak granilya üretiminde aşağıdaki hammaddeler uygun oranlarda tartılarak, karıştırılmış ve 1500 gr mat ve parlak granilya 1450°C sıcaklıkta üretilmiştir. Ayrıca üretilen granilyalar, porselen karolar üzerine dekorasyon amaçlı uygulanarak, endüstriyel koşullarda fırınlanmıştır. Granilya üretimi sırasında kullanılan hammadde ve oksitler kuvars, kaolen, mermer, manyezit, zirkon oksit, stronsiyum oksit, baryum karbonat, sodyum karbonat, Çinko oksit, potasyum karbonat ve potasyumlu feldispattır.

3.2. Metod

Literatür'den elde edilen verilere göre (Campa, Gines and Robles, 1996; Garcia-Ten, Qereda, Sanz, Manrique, Garcia-Sainz, ve Bort, 2000; Eppler ve Eppler 1998; Norsker ve Danish, (1993); Bou, Moreno, Escardino ve Gozalbo, 2007) mat ve parlak granilya üretimi için başlangıç reçetesinde kullanılmak üzere oksitler seçilmiştir. Çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir: (i) granilya/ frit reçete hazırlanması, (ii) granilya/fritlerin porselen karo üzerine uygulanması ve (iii) ürünlerin pişirilmesi ve karakterizasyonu.

Mat ve parlak granilya elde etmek için Seger Metodu'na göre sır kompozisyonları hazırlanmış ve uygun hammaddeler ile % hammadde reçeteleri hesaplanarak karışımlar elde edilmiştir. Bu karışımlar Gizem Frit tarafından temin edilen hammaddeler ile oluşturulmuştur.

Endüstriyel frit fırınında 1450°C'de eritilerek elde edilen mat granilya ve parlak granilya seger formülasyon aralıkları Tablo 1'de verilmiştir. Üretilen yerli mat ve parlak granilyalar, kuru olarak dijital yöntemle dekorasyon amaçlı Bilecik ilinin Pazaryeri ilçesinde bulunan Akgün Seramik Duratiles Fabrikalarında üretilen porselen karolar üzerine uygulanmıştır ve 1200 °C'de pişirimi gerçekleştirilmiştir. Pişirim sonrasında mat ve parlak granilya uygulanmış bünyeler üzerinde karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır.

3.2.1. Mat ve Parlak Granilya Seger Formülasyonu

Tablo 1’de mat ve parlak granilyalara ait seger formülasyon aralığı görülmektedir. Burada Seger Formülasyonu, bazik oksitler (RO ve R₂O) toplamı 1 mol olacak şekilde oluşturulmuştur.

Tablo 1

Mat ve Parlak Granilya Seger Formülasyon Aralığı

Örnek Kodu	Bileşen	Seger Aralığı (mol)
MAT GRA	RO (CaO, MgO, ZnO, SrO)	0,755
	R ₂ O (Na ₂ O, K ₂ O)	0,245
	R ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃)	0,045
	RO ₂ (SiO ₂ , ZrO ₂)	0,240
PARLAK GRA	RO (CaO, ZnO, BaO)	0,878
	R ₂ O (K ₂ O)	0,122
	R ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃)	0,117
	RO ₂ (SiO ₂)	2,340

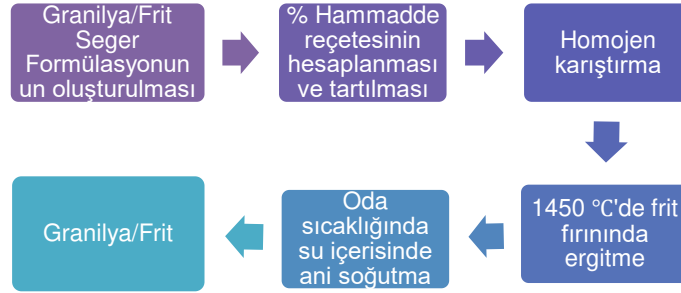
Seger formüllerinde yer alan oksitlere göre kuru granilya üretiminde sodyum karbonat, stronsiyum karbonat, baryum karbonat, potas, potasyumlu feldispat, çinko oksit, kaolen, kuvars, mermer, manyezit ve zirkon oksit hammaddeleri kullanılmıştır.

3.2.2. Kuru Granilya Üretimi

Bu çalışmada mat ve parlak granilyaların geliştirilebilmesi için firit üretimi ile ilgili literatür çalışmaları incelenerek değerlendirme yapılmıştır.

Seger formülasyonlarından hesaplanan % hammadde reçetesi, 1500 gr’lık yığın üzerinden tartılarak sırasıyla karıştırma, harmanlama, eritme ve suya dökülerek soğutma işlemlerinden geçirilir (Şekil 15).

Mat ve parlak granilya üretiminde uygulanan fırın rejimi, 20°C/dak olarak uygulanmıştır. 1500 gr olarak tartılan yığının tam eriyebilmesi için 1450 °C sıcaklıkta 20 dk bekletilmiştir.



Şekil 15. Granilya/Frit üretim şeması

3.2.3. Kullanılan Cihazlar

3.2.3.1 Fırınlr

Granilya üretimi, Sakarya ilinin Hendek ilçesinde bulunan Gizemfrit endüstriyel frit ergitme fırınında 1450 °C’de gerçekleştirilmiştir. Üretilen yerli mat ve parlak granilyalar, porselen karo üzerine kuru olarak dijital yöntemle dekorasyon amaçlı uygulanmıştır ve 1200 °C’de pişirimi gerçekleştirilmiştir.

3.2.3.2 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Mat ve Parlak granilyaların mikroyapısal incelenmesi FEI marka Quanta 650 Field Emission model mikroskop ile SEM/EDS yapılmıştır. Kuru granilyaların mikroyapısal incelemeleri için yüzeyleri altın (Au) ile kaplanarak iletken hale getirilmiştir.

3.2.3.3 X-Işınları Difraktometresi (XRD)

Mat ve Parlak granilyalarda oluşan kristalin fazlar PANalytical marka ve Empyrean model XRD cihazı ile karakterize edilmiştir.

3.2.3.4 Lazer Tanecik Boyutu Analizi

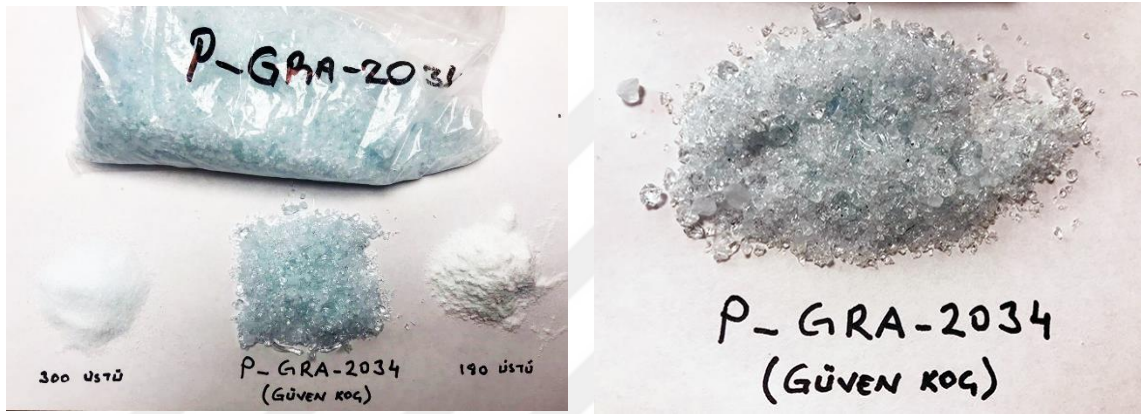
Mat ve Parlak granilyaların düşük açılı lazer ışını saçılımı (Low Angle Laser Light Scattering) tekniğine göre çalışan **Malvern Panalytical** marka ve **Mastersizer 3000** model cihazda partikül boyut analizi yapılmıştır. Bu analiz ile yeni üretilen granilyaların dijital dekorasyon için istenilen tane boyutu aralığında öğütülüp öğütülmediğini saptamak amacıyla ölçüm yapılmıştır.

BÖLÜM IV

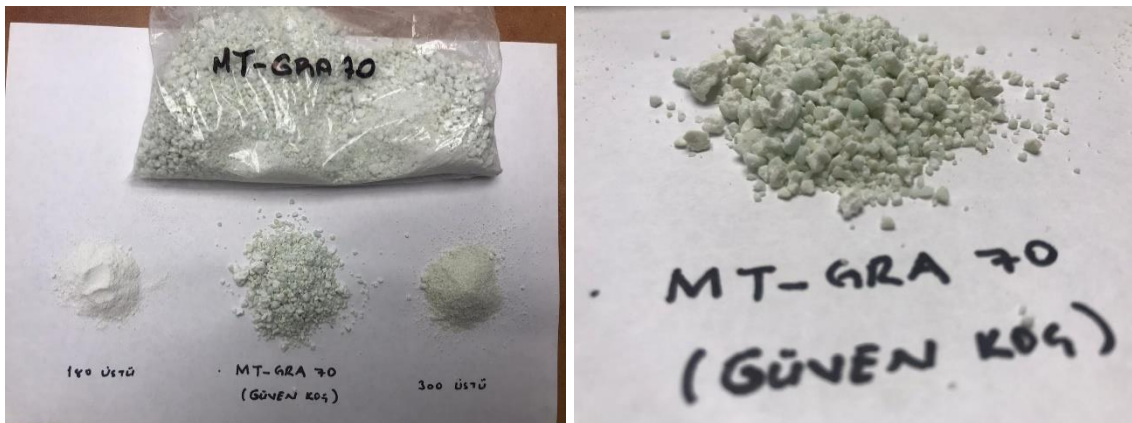
ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Üretilen mat ve parlak granilya

Üretimi gerçekleştirilen mat ve parlak granilyalar 1500 gr olarak Gizem Frit A.Ş.'de Şekil 15'teki frit üretim şemasındaki basamaklara göre üretilmiştir. Şekil 16 ve Şekil 17'de üretilen öğütülmüş 300 μm ve 180 μm elek üstü parlak ve mat granilyaya ait görsele yer verilmiştir.



Şekil 16. Parlak granilya



Şekil 17. Mat granilya

4.2. Örneklerin Karakterizasyonu

Elde edilen mat ve parlak granilya örneklerinin karakterize edilmesi, XRF, XRD, SEM/EDS ve Lazer Tanecik Boyutu analizi ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen mat ve parlak granilya, porselen karo üzerine uygulandıktan sonra karakterizasyon için XRD, SEM/EDS analizleri yapılmıştır.

4.2.1. XRF Analizi

Parlak ve mat granilya bileşimlerinin analizi için kullanılmıştır.

4.2.1.1 Mat Granilya XRF Analizi

Tablo 2’de mat granilyaya ait XRF analizi yer almaktadır. Al_2O_3 , SiO_2 ve SrO ağırlıkça miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan analizden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, mat granilyanın başlangıç Seger formülü ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 2
Mat Granilya XRF Analizi

No	Bileşen	% Ağırlık
1	Na_2O	1,7051
2	MgO	0,5931
3	Al_2O_3	16,8938
4	SiO_2	53,0192
5	P_2O_5	0,0248
6	SO_3	0,0208
7	K_2O	5,8321
8	CaO	5,3001
9	Fe_2O_3	0,0912
10	ZnO	3,3241
11	SrO	13,1006
12	A.Z.	0,095

Tablo 2’de görülen mat granilyanın XRF analiz sonucu değerlendirildiğinde P_2O_5 , SO_3 ve Fe_2O_3 gibi oksitlerin, kullanılan hammaddelerden veya üretim sürecinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.1.2. Parlak Granilya XRF Analizi

Tablo 3’te parlak granilyaya ait XRF analizi yer almaktadır. SiO_2 ve CaO miktarlarının yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan analizin, parlak granilya başlangıç Seger formülü ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 3

Parlak Granilya XRF Analizi

No	Oksit	% Ağırlık
1	Al_2O_3	5,3996
2	SiO_2	63,6933
3	P_2O_5	0,017
4	SO_3	0,0388
5	K_2O	5,2468
6	CaO	15,8651
7	Fe_2O_3	0,0956
8	ZnO	9,0603
9	ZrO_2	0,1171
10	BaO	0,2684
11	A.Z.	0,198

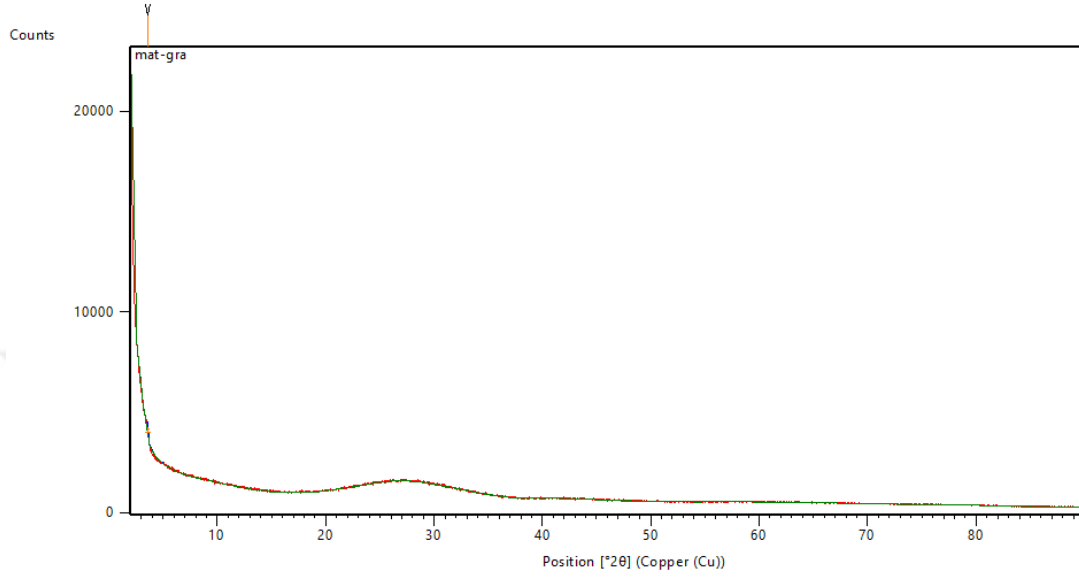
Tablo 3’te görülen P_2O_5 , SO_3 ve Fe_2O_3 gibi bileşenlerin kuru granilya kompozisyonunda olmamasına rağmen, varlığının hammaddeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2.2. XRD Analizi

Çalışmada elde edilen mat ve parlak kuru granilyaların XRD analizleri yapılmıştır. 1450 °C sıcaklıkta pişirilerek soğuk suya dökülen camsı eriyiklerde XRD analizi sonucunda hızlı soğutmadan dolayı herhangi bir kristal faz oluşmadığı görülmektedir.

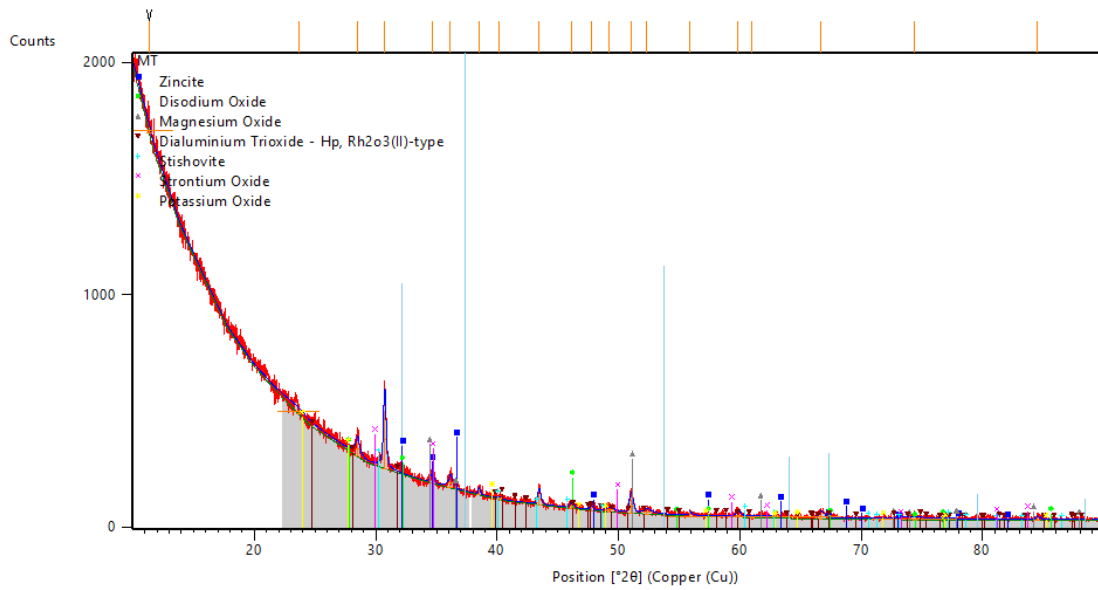
4.2.2.1. Mat Granilya XRD Analizi

Şekil 18’de mat granilyanın XRD analizi görülmektedir. Şekildeki grafik incelendiğinde herhangi belirgin bir pike rastlanmamıştır. Bu da granilya oluşum sürecinde hızlı soğutmadan dolayı herhangi bir kristal faz oluşmadığını göstermektedir.



Şekil 18. Mat granilya XRD analizi

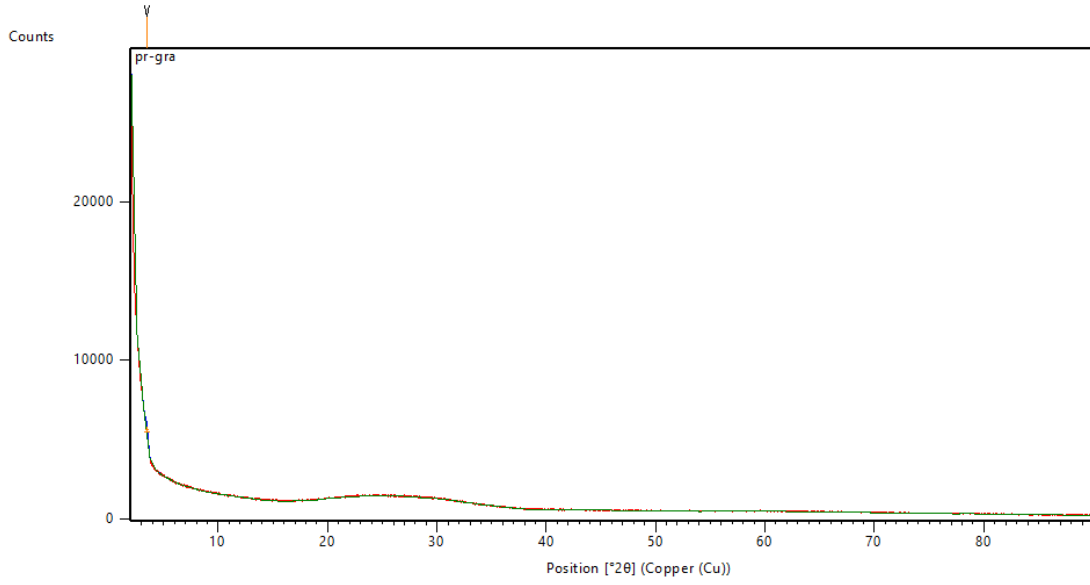
Şekil 19’da porselen karo üzerine uygulanmış mat granilyanın XRD analizi görülmektedir.



Şekil 19. Porselen karo üzerine uygulanmış mat granilya XRD analizi

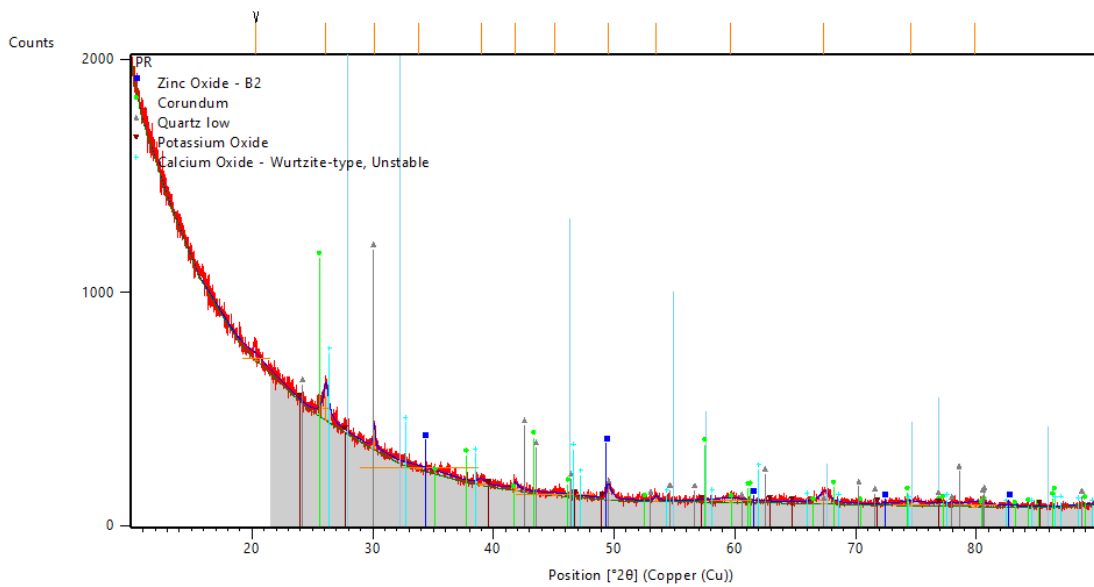
4.2.2.2. Parlak Granilya XRD Analizi

Şekil 20’de parlak granilyanın XRD analizi görülmektedir. Granilya üretim sürecinde elde edilen cam eriyiğin hızlı soğutulmasından dolayı beklendiği gibi herhangi bir kristal faz oluşmamıştır.



Şekil 20. Parlak granilya XRD analizi

Şekil 21’de porselen karo üzerine uygulanmış parlak granilyanın XRD analizi görülmektedir.

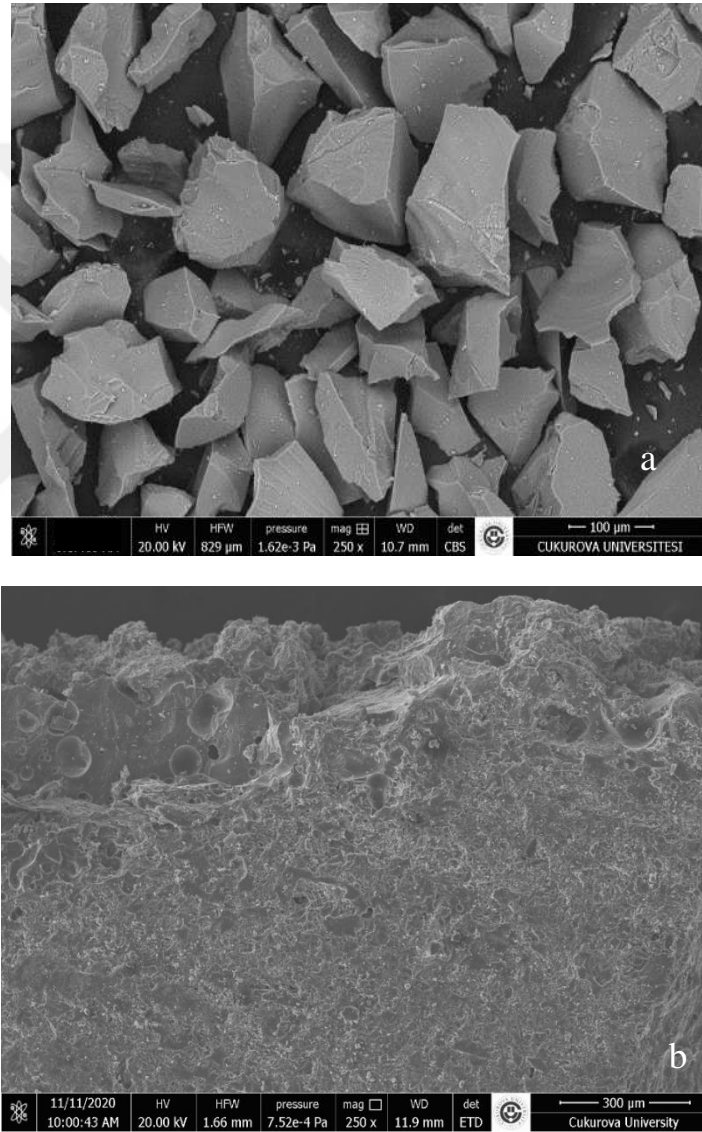


Şekil 21. Porselen karo üzerine uygulanmış parlak granilya XRD analizi

4.2.3. SEM/EDS Analizi

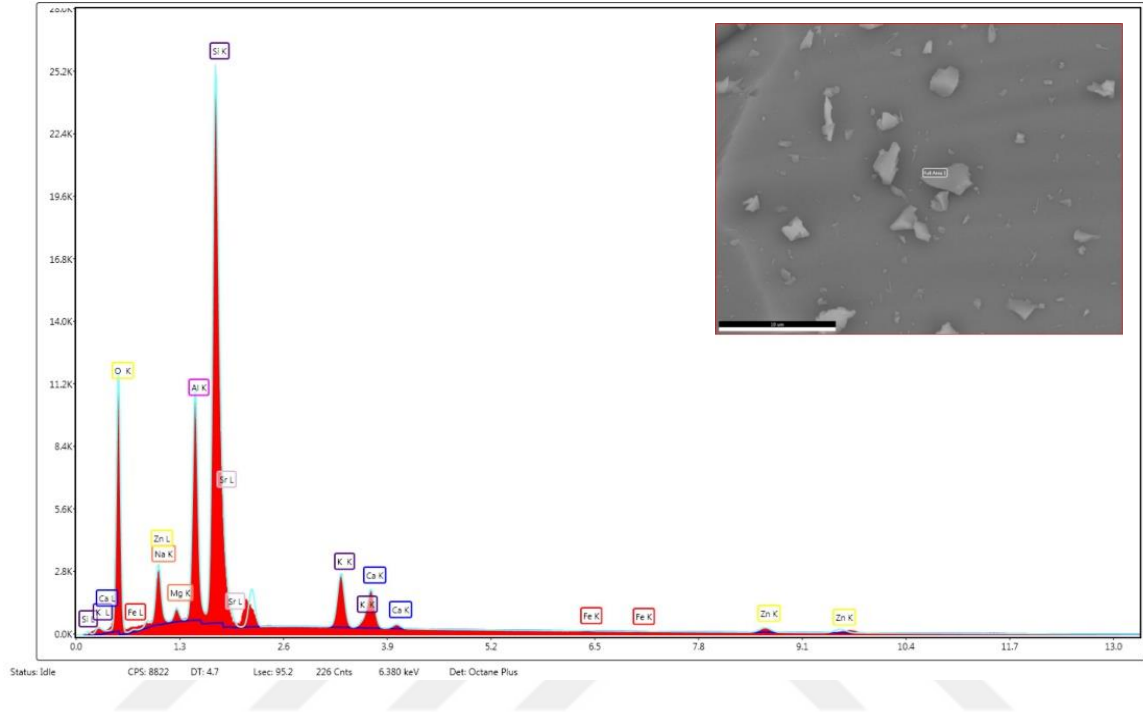
4.2.3.1. Mat Granilya SEM/EDS Analizi

Şekil 22’de üretilen mat granilya ve porselen karo üzerine elek baskı ile uygulanmış mat granilyaya ait Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analizleri görülmektedir. Şekil 22 (a)’da mikroyapısal analiz ile mat granilyanın parçacık boyutu ve partikül şekli gözlenmektedir. Şekil 22 (b)’de bu malzemenin porselen karo üzerinde oluşturduğu mat ve pürüzlü yüzey görülmektedir. Kapalı gözenekler mevcuttur. Porselen karo ile mat granilya arasında oluşması beklenen ara tabaka belirgin değildir.

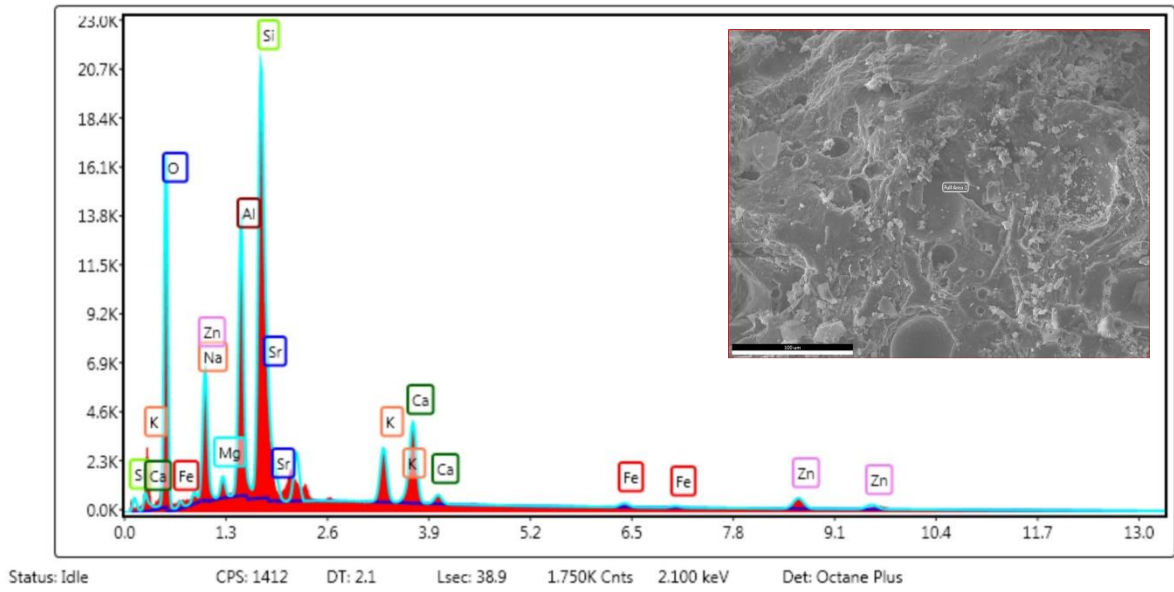


Şekil 22. a) Mat granilya SEM analizi b) Porselen karo üzerine uygulanmış mat granilya SEM analizi

Şekil 23’de mat granilya EDS analizi, Şekil 24’te porselen karo üzerine uygulanmış mat granilyaya ait EDS analizi görülmektedir. Bölgesel analiz ile yapıda Si, Al, O, Na, K, Ca, Sr ve Zn varlığı tespit edilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde elde edilen mat granilyanın başlangıç reçetesiyle uyumlu olduğu görülmektedir.



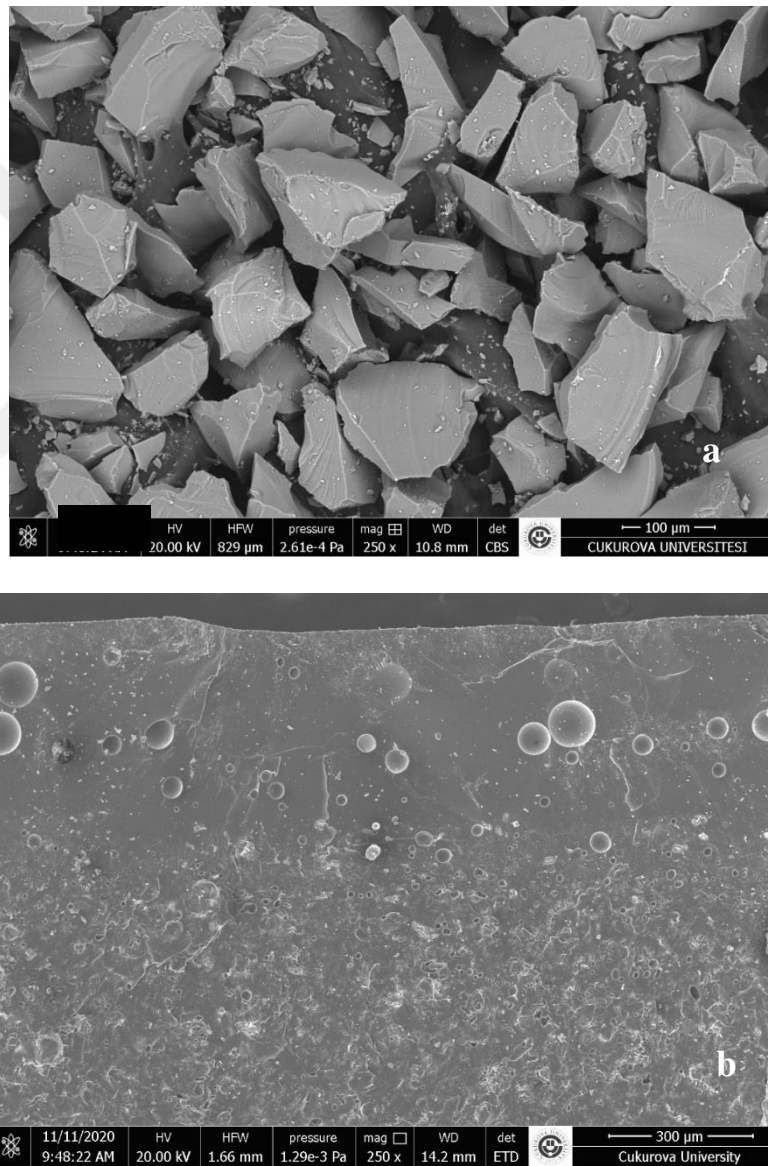
Şekil 23. Mat granilya EDS analizi



Şekil 24. Porselen karo üzerine uygulanmış mat granilya EDS analizi

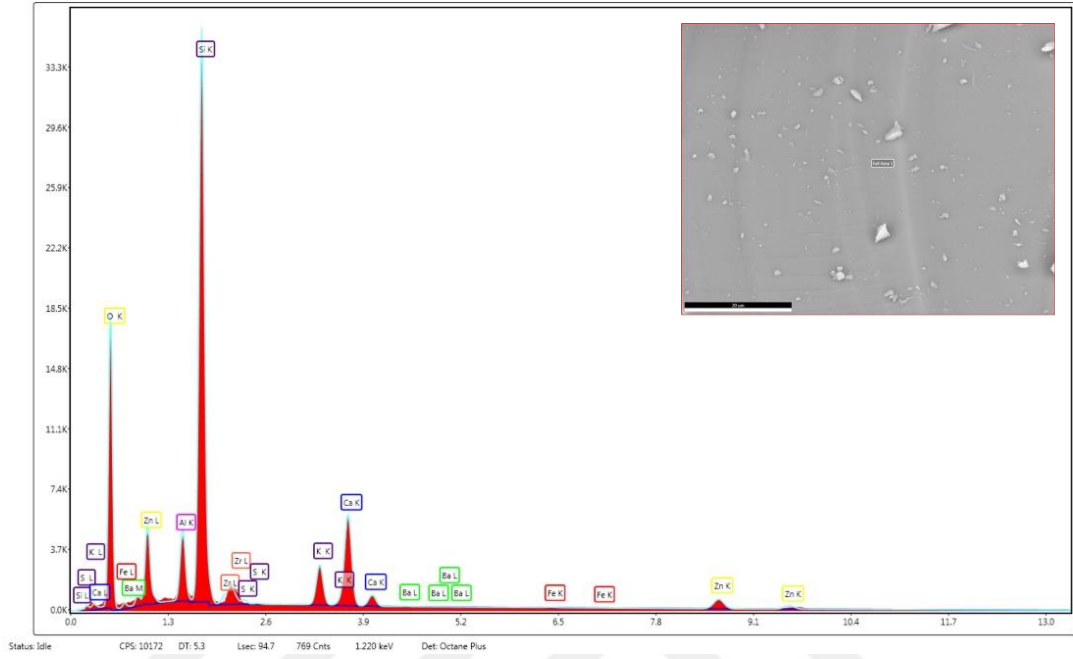
4.2.3.2. Parlak Granilya SEM/EDS Analizi

Şekil 25’de üretilen parlak granilyanın ve porselen karo üzerine elek baskı ile uygulanmış parlak granilyanın Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) analizi ile mikroyapısı görülmektedir. Şekil 25 (a)’da mikroyapısal analiz ile mat granilyanın parçacık boyutu ve partikül şekli gözlenmektedir. Şekil 24 (b)’de bu malzemenin porselen karo üzerinde oluşturduğu parlak yüzey görülmektedir. Porselen karo ile mat granilya arasında oluşması beklenen ara tabaka oldukça belirgindir. Ancak hızlı pişirimden dolayı bünyedeki gaz kabarcıkları sır katılaşmadan çıkamadığı için kapalı gözenekler oluşturmuştur.

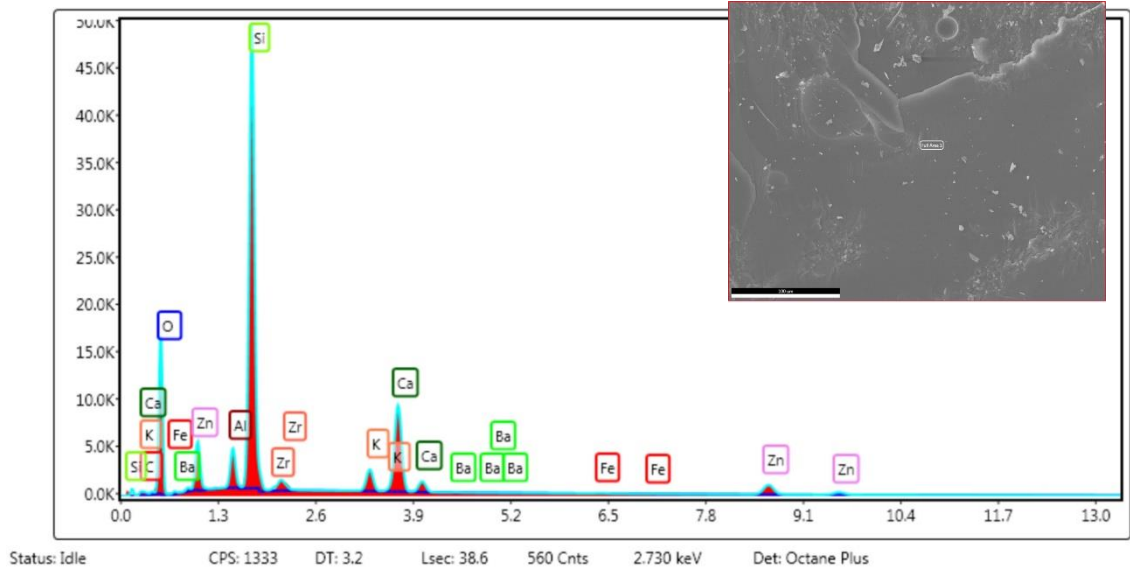


Şekil 25. a) Parlak granilya SEM analizi b) Porselen karo üzerine uygulanmış parlak granilya SEM analizi

Şekil 26’de parlak granilyanın EDS analizi ve Şekil 27’de porselen karo üzerine uygulanan parlak granilyanın EDS analizi görülmektedir.



Şekil 26. Parlak granilya EDS analizi



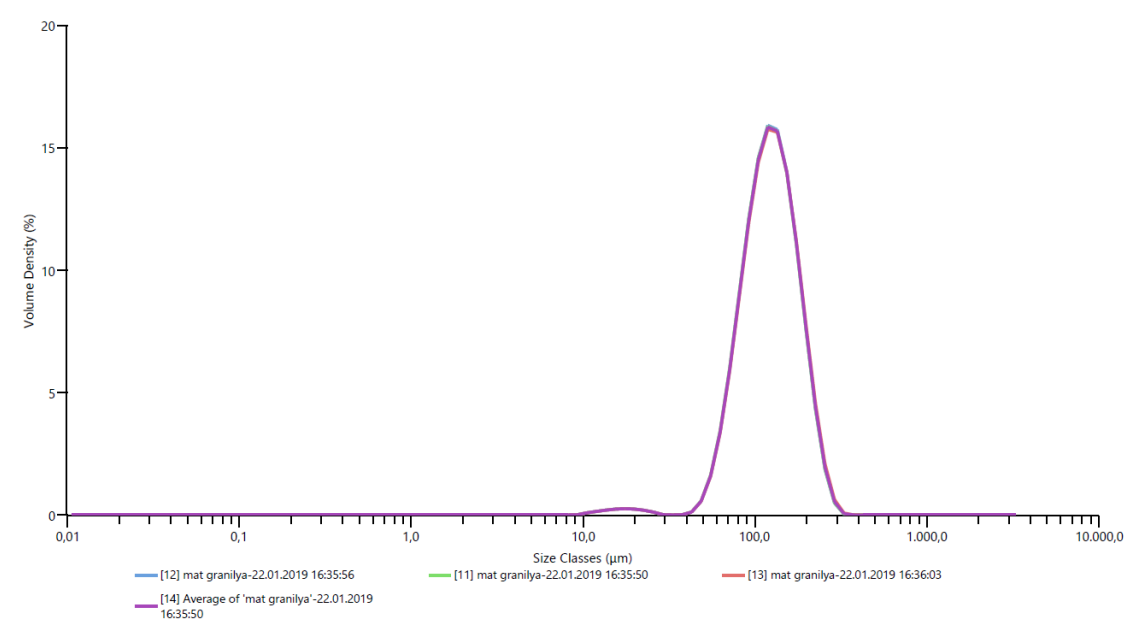
Şekil 27. Porselen karo üzerine uygulanmış parlak granilya EDS analizi

4.2.4. Lazer Parçacık Boyutu Analizi

Üretilen mat granilya ve parlak granilya, laboratuvar ölçekli bir kırıcıdan geçirilerek lazer parçacık boyutu analizi ile taneciklerin boyutsal özellikleri saptanmıştır.

4.2.4.1 Mat Granilya-Lazer Parçacık Boyutu Analizi

Şekil 28’de mat granilyaya ait parçacık boyut dağılım grafiği görülmektedir. Veri tablosu ve grafik incelendiğinde mat granilyanın %10’u 74,6 μm ’nin altında, %50’si 122 μm ’nin altında, %90’ı ise 193 μm ’nin altında öğütülmüştür.

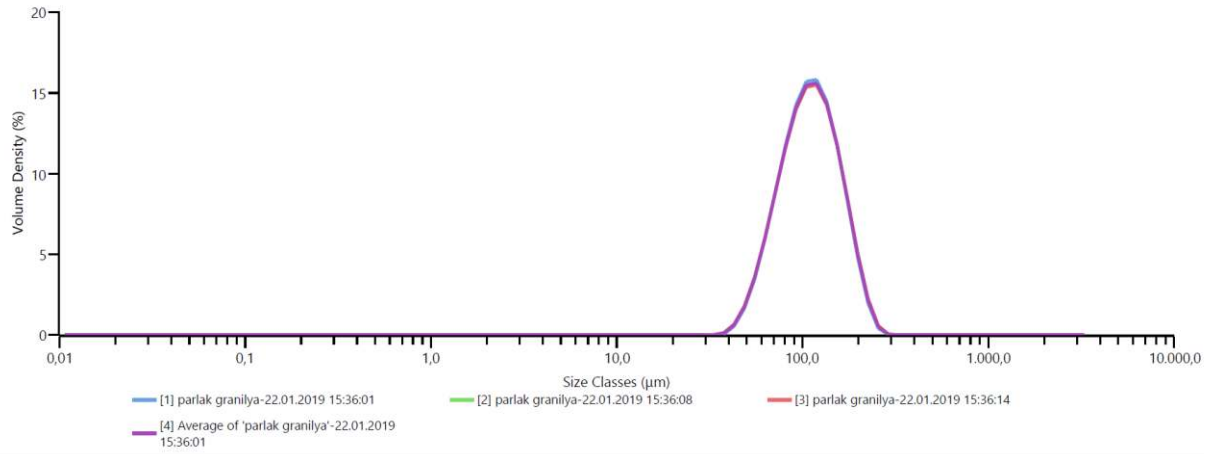


Örnek Adı	Dx (10) (μm)	Dx (50) (μm)	Dx (90) (μm)
Mat granilya	74,6	122	193

Şekil 28. Mat granilya tanecik boyutu dağılım grafiği

4.2.4.2. Parlak Granilya- Lazer Parçacık Boyutu Analizi

Şekil 29’da parlak granilyaya ait parçacık boyut dağılım grafiği görülmektedir. Veri tablosu ve grafik incelendiğinde parlak granilyanın %10’u 67,1 μm ’nin altında, %50’si 110 μm ’nin altında, %90’ı ise 173 μm ’nin altında öğütülmüştür.



Örnek Adı	Dx (10) (μm)	Dx (50) (μm)	Dx (90) (μm)
Parlak granilya	67,1	110	173

Şekil 29. Parlak granilya tanecik boyutu dağılım grafiği

4.3. Uygulamalar

Gizem Frit ve Dura Tiles, Akgün Seramik fabrikalarında laboratuvar ve üretim hatları kullanılarak test ve endüstriyel ön üretimleri yapılmıştır.

Üretilen mat ve parlak granilya, dekorasyon amaçlı ithal metalik ve opak granilya ile birlikte kullanılarak, endüstriyel koşullarda üretim yapılmıştır (Şekil 30-31).

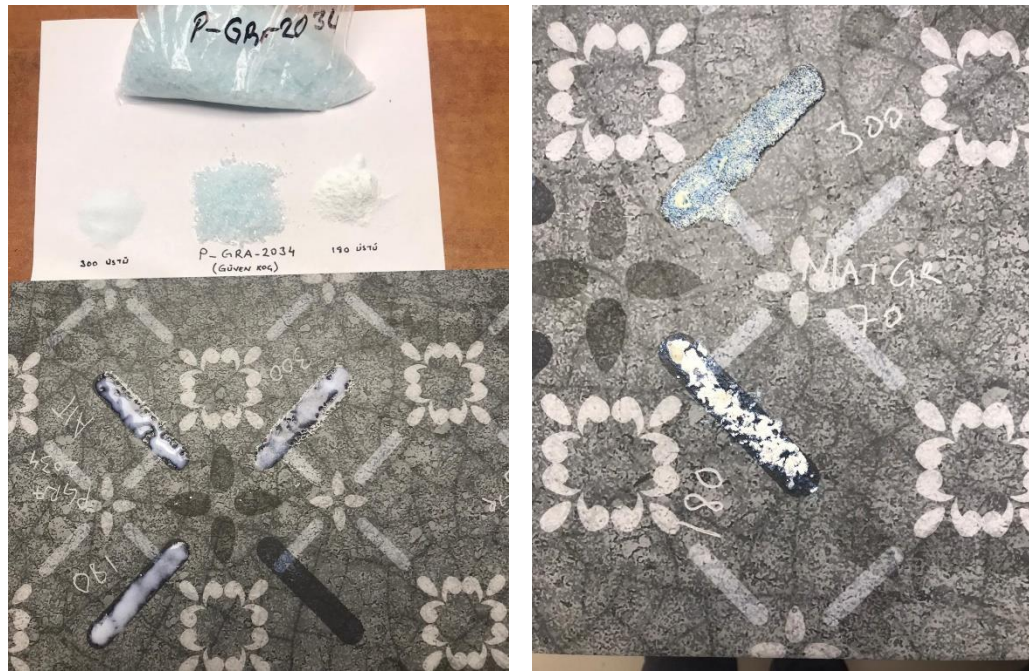


Şekil 30. Mat ve parlak granilya laboratuvar uygulaması (Güven Koç tasarım ve uygulama)



Şekil 31. Ürünün fırına yüklenmesi (Güven Koç uygulama)

Şekil 32’de 180 mesh ve 300 mesh elek altı parlak ve mat granilya uygulamaları fırça dekorasyonu yöntemi ile porselen karo üzerine uygulanmıştır. Parlak ve mat granilya, kalın tabaka olarak uygulandığı için yer yer toplanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 32. Parlak ve mat granilya uygulamaları (Fırça dekoru)

Şekil 33 ve Şekil 34’de parlak granilya elek baskı yöntemi ile porselen karo üzerine uygulanmıştır. Parlak granilya elek baskı yöntemi ile ince tabaka olarak uygulandığı için yüzeyde daha olumlu sonuçlar sergilemiştir.



Şekil 33. Parlak granilya uygulamaları (Elek baskı)

Şekil 34’de parlak granilya uygulamasından detay görülmektedir.



Şekil 34. Parlak granilya uygulamaları-Detay (Elek baskı)

Şekil 35 ve Şekil 36’da elek baskı yöntemi ile porselen karo üzerine uygulan mat granilya uygulaması ve detayı görülmektedir. Mat granilya, ince tabaka olarak uygulandığı için porselen karo yüzeyinde olumlu sonuçlar sergilemiştir.



Şekil 35. Mat granilya uygulamaları (Elek baskı)



Şekil 36. Mat granilya uygulamaları-Detay (Elek baskı)

BÖLÜM V

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma ile mat ve parlak kuru granilya üretilerek elek baskı ile yüksek kalitede ürün elde edilmiştir. Ayrıca üretilen mat ve parlak kuru granilya ile ürün tasarımında tamamlayıcı ve ürünün estetik değerini arttıran dekor tasarımı yapılmış, tek pişirimde teknik ve estetik açıdan problemsiz bir şekilde porselen karo üzerine uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

Deneyisel çalışmalarda 180 mesh elek üstü granilyanın kalın sürüldüğünde porselen karo yüzeyinde yer yer toplandığı görülmüştür. 300 mesh elek üstü uygulamaların porselen karo yüzeyinde dekoratif açıdan daha iyi sonuçlar sergilediği gözlenmiştir.

Türkiye'de granilya üretimi olmadığı için yer ve duvar karosu üretimi yapan fabrikalar granilya tedarikini ithal ederek kullanmaktadır. Bu çalışma ile porselen karo yüzeyine uygulanacak dekorasyon için tek pişirimde mat ve parlak yerli granilya üretimi yapılması hedeflenmiştir.

Çalışma sonucunda seramik porselen karo üzerine dekorasyon malzemesi olarak kullanılabilecek mat ve parlak görünümlü yerli granilya üretilmiş, elde edilen granilyanın karakterizasyonu için taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji saçınımlı x-ışınları spektrofotometresi (EDS) ve x-ışınları difraksiyonu (XRD) incelemeleri yapılarak özellikleri saptanmıştır.

Sonuç olarak endüstriyel üretim yapan seramik fabrikalarında yerli granilya üretimi geliştirilmiş, elek baskı yapılarak tek pişirimde farklı yüzeyler elde edilebilmiştir. Üretilen kuru granilyaların elek baskıda sorunsuz sonuç vermesi, bu malzemenin dijital dekorasyon için de kullanılabileceğini göstermektedir ancak pandemi koşullarında dijital dekorasyon yapılamamıştır. Çalışmanın daha sonraki aşamalarında üretilen mat ve parlak granilyalar, porselen karolar üzerine dijital dekorasyon yöntemi ile uygulanacaktır.

Çalışma ile tek pişirimde mat ve parlak yüzeylerde ihracata yönelik yeni ürünler geliştirerek yer, duvar, ıslak zemin ve iç/dış mekânlarda farklı dekoratif tarzlara uyum gösterebilecek seçeneklerin ortaya çıktığı görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Arcasoy A., Başkıran H. (2020). Seramik endüstrisinde çamur hazırlama. *Seramik Teknolojisi*. Literatür Yayıncılık, ISBN: 978-975-04-0830-4
- Bresciani G.P. Graziani, C. Ricci, (2002). New glazed porcelain tile manufacturing technology: pre-pressing dry decoration and green cutting. *Qualicer*. 255-270.
- Bou E, Moreno A, Escardino A, Gozalbo A (2007) Microstructural study of opaque glazes obtained from frits of the system: $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-(P}_2\text{O}_5\text{)-CaO-K}_2\text{O-TiO}_2$. *J Eur Ceram Soc* 27:1791–1796. doi:10.1016/j.jeurceramsoc.2006.04.148
- Campa, F., Gines F. ve Robles, J. (2000). Matting of a transparent porous wall tile glaze by adding alümina. *The Proceedings of the Congress Qualicer*, 3, 15-18.
- Dal Bó M., Bernardin A. M., Dachamir H. (2014). Formulation of ceramic engobes with recycled glass using mixture design. *Journal of Cleaner Production* 1-7.
- Dondi M. (1994). Compositional parameters to evaluate feldspathic fluxes for ceramic tile. *Tile Brick Int.* 10 (2) 77–84.
- Dondi M., Blosi M., Gardini A. and Chiara, Z. (2012). Ceramic pigments for digital decoration inks: an overview. *Ceramic Forum International* 89(8-9): 59-64.
- Dondi M., Blosi, M., Gardini D., Zanelli C., Zannini P. (2014). Ink technology for digital decoration of ceramic tiles: an overview, *Actas Qualicer*, 1–14.
- Ege Seramik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Staj Defteri <https://dokumen.tips/documents/ege-seramik-staj-defteri.html>, Erişim tarihi: 20.08.2018
- Eppler R. A. and Eppler D.R. (1998). *Glazes and glass coatings* Co-Published by A&C Black, London, England and the American Ceramic Society, TVesterville, Ohio, USA.
- Friederich A., Binder J.R., Bauer W. (2013). Rheological control of the coffee stain effect for inkjet printing of ceramics, *J. Am. Ceram. Soc.* 96 2093–2099, <http://dx.doi.org/10.1111/jace.12385>.
- Garcia-Ten, 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. GI-351 367.
- Hopper R. (2008). *The Ceramic Spectrum: A simplified approach to glaze and color* <https://digitalfire.com>, Erişim Tarihi: 09.08.2020

- Hutchings I. (2010). Ink-jet printing for the decoration of ceramic tiles: technology and opportunities, *Actas Qualicer* 1–16.
- Irún Molina C. Irún Molina M. (2006). The manufacture of frits, glazes and ceramic colours: social, economic and environmental challenges in the International Context. *Qualicer*, Castellon/ Spain, 3-22
- Keskin B. (2017). Dijital baskı teknolojisinin inorganik boyalar ile düz cam yüzeylerde kullanımının araştırılması, *Akdeniz Sanat Dergisi*, Cilt 11, Sayı 21
- Dökme F., Güven O. (2014). *Bilyalı değirmenlerde hızın performansa olan etkilerinin deneysel olarak incelenmesi*. Makine Mühendis, C.55, Sayı 657.
- Elyseu F. ve Bernardin A. M. (2012). Tonality variation in ceramic tile silkscreen decoration: Effect of ink density and mesh opening gradient. *Dyes and Pigments* 95, 427-430.
- Koçak Özkesici Ş., Avcıoğlu C. ve Nükte M. (2019). Inkjet dijital baskı teknolojisi ile deneysel seramik karo tasarımı ve uygulanması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Özel Sayı, 67-80.
- Magdassi S. (2010). *The Chemistry of Inkjet Inks*, World Scientific, Singapore; Hackensack, N.J: World Scientific Pub. Co.
- Maeder T., (2013). Review of Bi₂O₃ based glasses for electronics and related applications, *Int. Mater. Rev.* 58, 3–40.
- Montorsi O.M., Mugoni C., Passalacqua A., Annovi A., Marani F., Fossa L., Capitani R., Manfredini T. (2015). Improvement of color quality and reduction of defects in the ink jet-printing technology for ceramic tiles production: A-Design-of-Experiments study, *Ceramics International* 42, 1.
- Norsker H., ve Danisch J. (1993). Glazes- for the Self-Reliant Potter. *A Publication of Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien – GATE*, 44-52
- Pan Z., Wang Y., Huang H., Ling Z., Dai Y., Ke S. (2015). Recent development on preparation of ceramic inks in ink-jet printing, *Ceram. Int.* 41 12515–12528.
- Peng Y., Zhang Y. (2020). Preparation of highly dispersible glass frit powders and its application in ink-jet printing ink, *Journal of the European Ceramic Society* 40 3489–3493.
- Richerson D. W., Lee W. E. (2018). Modern Ceramic Engineering Properties, Processing, and Use in Design (4rd ed.). *CRC Press Taylor & Francis Group*.

- Sanmiguel F, Ferrando V, Mestre A, Monros G. (2000). Influence of the base glaze on the devitrification of granular. *Proceedings of VI World Congress on Ceramic Tile Quality*, Castellon, Spain, pp. 181-197.
- Santos G.R., Melchiades F.G., Boschi A.O. (2007). Development a methodology for monitoring the evolution of ripening engobes during burn. *Cerâmica Ind.* 12 (5), 22-27.
- Sa´nchez E., Garcı´a-Ten J, Sanz, V., Moreno A. (2010). Porcelain tile: Almost 30 years of steady scientific-technological evolution, *Ceramics International* 36 831–845.
- Singer F. and Singer S. (1963). *Industrial Ceramics* ISBN 978-94-017-5259-6 ISBN 978-94-017-5257-2 (eBook), DOI 10.1007/978-94-017-5257-2.
- Singh M., Haverinen H.M., Dhagat, P. Jabbour G.E. (2010) Inkjet printing-process and its applications, *Adv. Mater.* 22, 673–685, <http://dx.doi.org/10.1002/adma.200901141>.
- Tunalı, A., Özel E., Turan S. (2015). Production and characterisation of granulated frit to achieve anorthite based glass–ceramic glaze, *Journal of the European Ceramic Society* 35, 1089–1095.
- Xaar Ceramic Guide. (2014). <https://www.xaar.com/media/1310/xaar-ceramic-guide.pdf>, Erişim Tarihi: 17.10.2020.
- Zhang, Y. Z., Li D. G., Liu Y. H. Wittstock G. (2018). Inkjet printing in liquid environments, *Small* 14 (2018) 1801212

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı

Güven KOÇ

Tel

0505 631 34 86

E-Mail

guven.koc@duratiles.com, guvenkoc2001@yahoo.com

İş

Akgün Seramik (DuraTiles) Pazaryeri Bilecik

Eğitim

1990-1993 Bursa Nuri Erbak Lisesi

1995-1997 Çukurova Üniversitesi O.M.Y.O Seramik Bölümü

1997-2001 Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü

Yabancı Dil ve Bilgisayar Bilgisi

Çukurova Üni. YADİM Hazırlık Sınıfı(İngilizce)

I-DEAS 3D Master Series 7ie

AutoCad

ILLUSTRATOR

PHOTOSHOP

İş Tecrübesi

Bazalt Seramik 1995–1997 OSMANİYE (Ser. Pano ve Atölye Çalışmaları)

Pera Seramik 1996 İnegöl/BURSA (Staj)

Tuna Seramik 1997 Yeniceabat/BURSA Staj)

Bahar Seramik 1997–2001 BİLECİK (Vitrifiye ve Aksesuarları Model Çalışmaları)

Ercan-Bozüyük Seramik San.Trz. ve Tic. Ltd. Şt. BİLECİK Ürün Geliştirme Departmanı, Seramik Tasarımcısı 2003–2004

Toprak Seramik Karo Fabrikası Bozüyük/Bilecik Dekor Tasarım Departmanında Dizayner Mayıs 2004–2006

Yurtbay Seramik Karo Fabrikası İnönü/Eskişehir Tasarım Departmanında Dizayner ve Rotocolor Sorumlusu. Haziran 2006–2008

Yüksel Seramik Yer ve Duvar Karosu Fabrikası Söke / Aydın Ürün

Geliştirme ve Ürün Yönetimi Eylül 2008 - 2015

Durables _ Akgün Seramik Porselen ve Granit Fabrikası Pazaryeri / Bilecik
Ürün Geliştirme Müdürü 2015 – Devam Ediyor

Seminer ve Sertifikalar

SERAMİK BÜNYE VE MİKROMORFOLOJİK OLAYLAR Anadolu
Üniversitesi 2000 ESKİŞEHİR

TS EN ISO 9001:2000 KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ. Toprak Seramik
Eskişehir Karo Fabrikası 2004 ESKİŞEHİR

STRES YÖNETİMİ ve POZİTİF YAŞAMA DOĞRU Toprak Holding 2005
İSTANBUL

TS EN ISO 9001:2000 İÇ KALİTE TETKİKİ. Toprak Seramik Eskişehir
Karo Fabrikası 2006 ESKİŞEHİR

Etkinlikler ve Uygulamalar

1996 Milli Eğitim Müdürlüğü Binası Seramik Pano Uygulaması
İSKENDERUN

1998 G.S.F. Yıl Sonu öğrenci sergisi ESKİŞEHİR

1999 G.S.F. Yıl Sonu öğrenci sergisi ESKİŞEHİR

2000 G.S.F. Yıl Sonu öğrenci sergisi ESKİŞEHİR

2001 Muammer Çakı Seramik yarışması, sergilenme ESKİŞEHİR

2001 Ar Yemek Solonu Seramik Pano Uygulaması ESKİŞEHİR

2001 Seramik Porselen Cam Teknolojisi Fuarı Anadolu Üniversitesi Standı
Artistik Torna Form İşi TÜYAP/İSTANBUL

2001 Seramik Porselen Cam Teknolojisi Fuarı Anadolu Üniversitesi Standı
Cetle Tasarımı TÜYAP/İSTANBUL

2001 Seramik Porselen Cam Teknolojisi Fuarı Anadolu Üniversitesi Standı
Saat Tasarımı TÜYAP/İSTANBUL

2001 G.S.F. Yıl Sonu öğrenci sergisi ESKİŞEHİR