

DOĞALTAŞ (ANDEZİT) ÜZERİNE SERAMİK SIR UYGULAMALARI

Ali SARIŞIK¹, Bahri ERSOY², Ömer GÖRKEM³, Hakan ERGUN³,
C. Gürel AK³, Gencay SARIŞIK⁴, Mine ERGUN³

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye

³Afyon Kocatepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü Afyonkarahisar/Türkiye

⁴Afyon Kocatepe Üniversitesi, İncehisar Meslek Yüksekokulu, İncehisar, Afyonkarahisar/Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, Afyon-İncehisar yöresi andezitlerinin üzeri sırla kaplandıktan sonra 1000, 1160 ve 1200 °C'de pişirilerek bünye-sır uyumu incelenmiştir. Andezitlere sır altı, sır içi, sır üzeri ve çıkartma teknikleri uygulanarak, iç ve dış mekânlarda kullanılabilecek farklı dekoratif yüzey görünümleri kazandırılmıştır. Bu amaçla farklı sır bileşimli çeşitli sır reçetesi hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda, en uygun sıcaklığın 1160 °C olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Andezit, Sır, Sıcaklık, Serigrafi, Dekoratif Yüzey.

IMPLEMENTATIONS OF CERAMIC GLAZE ON NATURAL STONE (ANDESITE)

ABSTRACT

In this work, the andesites of Afyon-İncehisar region were coated with ceramic glaze and they were fired at 1000, 1160 and 1200 °C, afterwards, their body-glaze convenience was investigated. Decorative surface appearances were obtained through different glaze application techniques such as under glaze, in glaze and over glaze. For this reason, various glaze formulations with different glaze contents were prepared. At result, according to the body-glaze convenience the most suitable result was obtained with the samples fired at 1160 °C.

Keywords: Andesite, Glaze, Temperature Serigraphy, Decorative Surface.

1. GİRİŞ

Tarihi dönemlerde Docimenion bölgesi olarak da bilinen Afyonkarahisar (İncehisar) yöresi Afyon mermerlerinin üretimi ve işlenmesinde geçmişten günümüze önemli bir bölge olmuştur. Ancak son zamanlarda, doğaltaş olarak kullanılan temiz ve iyi özellikteki mermer hammaddelerinin kontrolsüz kullanımı ve doğaltaş rezervlerinin gittikçe azalması gibi nedenlerden ve ayrıca piyasadaki farklı ürün talepleri nedeniyle araştırmalar, iç ve dış mekânlarda kullanılabilecek yeni ürün tasarımlarına yönelmiştir [1].

Andezitler geçmişten günümüze dünyanın pek çok yerinde ve ülkemizde özellikle mimaride kaldırım ve bordür kaplama taşları, merdiven basamakları, harpuşa, denizlik, söve, friz vb. alanlarda kullanılmıştır. Andezit, plajiolit ve piroksen mikrolitleri ve camdan oluşan bir matris içerisinde feldspat, piroksen ve biyotit fenokristalleri ile az oranda manyetit mineralleri içermektedir. Andezitin rengi, koyu renkli mineral bileşenlerine bağlı olarak açık gri, gri, koyu gri, siyah, kırmızımsı-kahverengimsi-pembemsi tonlar arasında bozunmaya bağlı olarak değişir. Andezitler porfirik dokuya sahip olup hamur mikrokristallerden ve volkan camından oluşmaktadır [2]. Andezitlerde gözeneklilik

oranı % 5 – 18 arasında olduğu bilinmektedir. Bu durumda iç ve dış mekânlarda kullanılacak andezitlerin soğuk, sıcak, rutubet, ev kimyasalları, çeşitli darbe aşınma gibi fiziksel ve kimyasal etkenlerle karşılaşmaktadır. Bu malzemelerin kullanıldıkları ortamlarda karşılaştıkları etkenlere dayanıklı olmaları gerekmektedir [1].

Seramik sırları farklı sıcaklıklarda yapılan pişirime göre kaplandığı malzemeye mekanik dayanım, geçirgenlik, elektriksel yalıtıklık ve asitlere/bazlara dayanım gibi özellikler sağlamaktadır [3,4]. Serigrafi hazırlanmış olan sırın, yardımcı araç gereç kullanılarak özel dokulu naylon yada ipek elek üzerinde hazırlanmış desenlerden dekorlanacak yüzeyler üzerine direkt ya da endirekt yollarla aktarılması işlemidir [5].

Yapılan literatür araştırmasına göre andezit vb bu tür doğal taşların kendisinin bizatihi sır yapımında kullanılmasıyla ilgili bazı çalışmalar yapılmış [6,7-11] olmasına rağmen, bu tür doğaltaşlar üzerine seramik sır kaplama konusunda bir çalışma yapılmamıştır. Dolayısıyla, bu çalışma bu konuda yapılan ilk çalışmalardan olup araştırmalardan elde edilen ilk sonuçları içermektedir.

2. MATERYAL VE METOTLAR

2.1. Materyal

Bu çalışmada Afyon-İscehisar'da faaliyet gösteren DEMMER A.Ş. fabrikasından temin edilmiş olan Andezit plakalar kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan numuneler ocaktan alınan bloklardan elde edilmiştir. Ocaktan blok halinde alınan andezitler mermer fabrikasında 5x5x1cm, 10x10x1 cm ve 15x15x1 cm boyutlarında kesildikten sonra silim hattında 320 grit abrasiflerle muamele edilerek pürüzsüz hale getirilmiştir. Sırlamada kullanılacak andezitlerin sır öncesi fiziko-mekanik özelliklerinin belirlenmesi için hacim kütlesi deneyi, özgül kütle deneyi, su emme deneyi 40x40x40 mm boyutlarında, tek eksenli basınç dayanımı 70x70x70 mm boyutlarında, permeabilite deneyi 30 mm çapında ve 50 mm yüksekliğinde numuneler halinde hazırlanmıştır. Hazırlanan bu numuneler TS EN standartlarına göre 10 örnek üzerinde yapılmıştır. Andezitin fiziko-mekanik özelliklerinin sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Afyon (İscehisar) andezitinin fiziko-mekanik özellikleri

Fiziko-Mekanik Özellikler	SI Birim	N1
Hacim Kütlesi Deneyi	(kg/m ³)	2690
Özgül Kütle Deneyi	(kg/m ³)	2790
Hacimce Su Emme	(%)	1.17
Kütlece Su Emme	(%)	2.97
Porozite	(%)	3.85
Permeabilite	(mD)x10 ⁻²	1.5
Basınç Dayanımı	Mpa	102.57

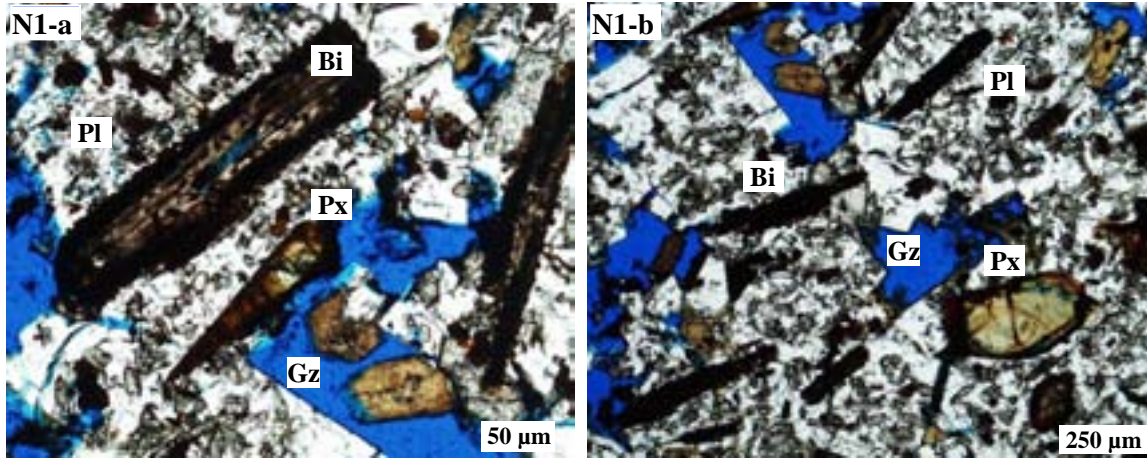
Andezitlerin kimyasal analizleri ACME Analitik Laboratuvarı (Canada), XRF (ICP-MS) yöntemiyle yapılmıştır. Çalışmada kullanılan andezitin oksit bileşiklerinin belirlenmesinde kimyasal özelliklerinden yararlanılmıştır. Buna göre andezitin %66.41 oranında SiO₂ içermektedir. Test edilen andezitin kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Afyon andezitinin kimyasal analizi

Kimyasal Analizler	SI Birim	N1
SiO ₂	(%)	66.41
Fe ₂ O ₃	(%)	4.34
Al ₂ O ₃	(%)	12.79
CaO	(%)	5.81
MgO	(%)	3.83
K ₂ O	(%)	3.99
Na ₂ O	(%)	2.09
KK ^a	(%)	0.74
Toplam	(%)	100

^a KK: Kızdırma Kaybı

Andezitin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi için gerekli olan ince kesitler MPS2–120 GMN marka numune hazırlama cihazı kullanılmıştır. Hazırlanan numunelerdeki saydam minerallerin incelenmesi ZEİS marka Polarizan mikroskopunda kullanılmıştır. Andezitlerden alınan örnekten kesilen ince levhanın bir yüzü 600 grid zımpara tozu ile aşındırılarak düzenlenmiştir. 1000 grid zımpara tozu ile cam üstünde pürüzleri iyice temizlenerek parlatılmıştır. Andezit numunelerinin ince kesit görüntüleri ve numunelerin mineral bileşimleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Afyon (İscehisar) andezitin ince kesit görünümü (çift nikol).
Pl: Plajiyoklas, Px: Piroksen, Bi: Biyotit, Gz: Gözenek.

N1(a,b) andezit numunelerinde plajiyoklas ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$) ve piroksen [$\text{M}(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$] mikrolitleri ve camdan oluşan bir matris içerisinde feldspat, piroksen ve biyotit [$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{Al}, \text{Fe})\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$] fenokristalleri ile az oranda manyetit (Fe_3O_4) mineralleri belirlenmiştir. Feldspatlar çoğunlukla plajiyoklaz türünde olup çok az oranda alkalin feldspatlar da kayaçada gözlenmiştir. Matriste akma dokusu belirgindir. Biyotitler kahverengimsi pleokroizmasıyla karakteristik olup, dilinimleri ve kenarları boyunca opasitleşme yaygındır. Birimde yoğun bir şekilde gözlenen gözeneklilik 0,5-5 ile 70-100 arasında değişmekte olup gözenekler bazı bölgelerde alterasyon sırasında açığa çıkan demirli eriyiklerle doludur. Yapılan incelemeler sonucunda andezitik bileşimli olduğu tespit edilen kayaçta, gözlenen kırmızımsı rengin biyotitlerdeki alterasyonun şiddetinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır [1].

2.2. Metotlar

2.2.1. Sır Hazırlama

Sır reçetesi hazırlama aşamasında reçetenin içine girecek hammaddelerin özelliklerine göre sır reçeteleri hazırlanarak Seger formülüne göre hesaplamaları yapılmıştır. Çizelge 3’de sır reçeteleri verilmiştir.

Hammaddelerin tartımı Sartorius marka, $\pm 0,01$ gr hassasiyetindeki terazide gerçekleştirildikten sonra su ilavesi yapılmıştır. Bu tartım bilyalı değirmende sulu olarak 15 dk öğütüldükten sonra 100 meşlik elekten geçirilmiştir. Bir süre sıranın çökmesi beklenmiş ve fazla suyu alınarak sır, sırlamaya hazır hale getirilmiştir.

Sırlamada hem akıtma ve hem de pistole yöntemleri kullanılmıştır. Akıtma yöntemiyle sırlama yaparken sıranın hazırlandığı beher içindeki sır, andezitin yüzeyine dökülmüştür (Şekil 2). Akıtmayı yaptıktan sonra düz bir zemin üzerinde andezitin sıra emmesi için 3 dakika beklenmiştir. Andezit üzerindeki sır kuruduktan sonra kenarlarına taşan sır, silinerek fırınlamaya hazır hale getirilmiştir. Yüzey alanı daha büyük olan andezit plakalarını sırlamada, püskürtmeyle sırlama yapılmıştır. Sır sırlanacak parça üzerine, pistole adı verilen özel püskürtme tabancaları ile atılmıştır. Sırlama kalitesini artırmak için sır tabancasının püskürtme ağız açıklığı, püskürtme basıncı, sıranın kıvamı, püskürtme mesafesi, başarılı bir sırlamada rol oynayan önemli faktörlerdendir [12]. Çalışmamızda andezit taşıyı sırlarken pistole yardımı ile 30 cm. uzaklıktan püskürtülerek sırlama gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Andezitin akıtma ve pistole yöntemiyle sırlanması.

Sırlı andezitlerin pişirme işlemi elektrikli kamara tipi fırında yapılmıştır. Sırlanmış andezitin pişirimi 1000 °C, 1100 °C, 1160 °C ve 1200 °C’ lerde kademeli olarak yapılmış olup, pişirme zamanının ilk dilimi 550 °C’de 2 saattir tepe sıcaklığında ise 10 dakika bekletilmiştir. Daha sonra pişirme sıcaklığına direk olarak çıkartılarak pişirme işlemi yapılmıştır.

2.2.2. Serigrafi Teknikleri

Elle ya da bilgisayar ortamında tasarımı yapılmış desen istenilen ölçülere ve yüzey özelliklerine uygun olarak hazırlanmıştır. Serigrafi tekniğinde dekorlama için ön hazırlık aşaması olan renk ayırımı yapılmıştır. Oluşturulan desende bulunan her renk için bir saydam üzerine maskeleme yapılarak serigrafi yöntemine uygun filmler hazırlanmıştır. Bu aşamadan sonra elek hazırlama işlemine geçilmiştir. Baskı yapılacak yüzeyin yapısına, kullanılacak boyanın türüne ve baskı sayısına göre elek bezi seçimi yapılmıştır. Elek bezi gerilmiş olan elek çerçevesine pozlama (serigrafide filmlerin eleğe geçirilme işlemi) yapabilmek için ışığa duyarlı bir malzeme olan emülsiyon çekilmiştir. Emülsiyonun kuruması için 5 dk 29 °C’de etüvde bekletilen elek çerçevesi pozlamaya hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan filmler pozlama cihazının cam ekranına yerleştirilmiş ve üzerine hazırladığımız emülsiyonlu elek çerçevesi yerleştirilmiştir. İnce ve ayrıntılı desenler için 85-100 sn arasında pozlama yapılırken, lap desenler için 100-120 sn’lik bir pozlama yapılmıştır. Bu işlemle emülsiyon üzerinde

ışık gören yüzeyler sabitlenmiştir. Işık görmeyen maskelemesi yapılmış yüzeyler ise su ile kolayca temizlenerek eleğin geçirgenliği sağlanmıştır. Bundan dolayı pozlama sonrası elek çerçevesi kısa sürede yıkanmıştır. Yıkanan çerçeveler kurutularak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Seri üretimde elek bezinin dayanımını arttırmak için sertleştirici kimyasallar kullanılabilir. Serigrafi yönteminde, elek hazırlama sonrasında, boya hazırlama aşaması gelmektedir. Tasarımda yer alan renklere en yakın değerlere, sahip boyalar renk paletinden seçilerek uygulama yöntemine (Sırsız yüzey, sır üzeri, sır içi ve çıkartma tekniği) uygun olarak hazırlanır. 2/1 oranında boya/medyum karışımı jet değirmen ya da elde spatula ile ezilerek homojen bir karışım sağlanır.

Çalışmada serigrafi yönteminin son aşamasını oluşturacak olan baskı, serigrafi masasında yapılmaktadır. Masaya baskısı yapılacak olan elek çerçevesi monte edilmiştir. Üzerine baskı yapılacak olan andezit plaka (15x15x1cm) elek çerçevesindeki desenin altına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Baskı için gerekli olan elek-andezit arasındaki boşluk kontrol edildikten sonra rakle yardımı ile boya desenin üzerinden geçirilerek, andezit yüzeyine aktarılması sağlanmıştır. Bu işlem tüm baskılar için aynı ayrı uygulanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Serigraf baskının uygulama aşaması

Sırsız yüzey, sır üzeri ve sır içi yöntemleri için direkt olarak yukarıda belirtilen şekilde uygulanan serigrafi, indirekt olarak da çıkartma yöntemi ile andezit üzerine aktarılmaktadır. Çıkartma yönteminde de serigrafi yöntemi aynı işleyişte yapılır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

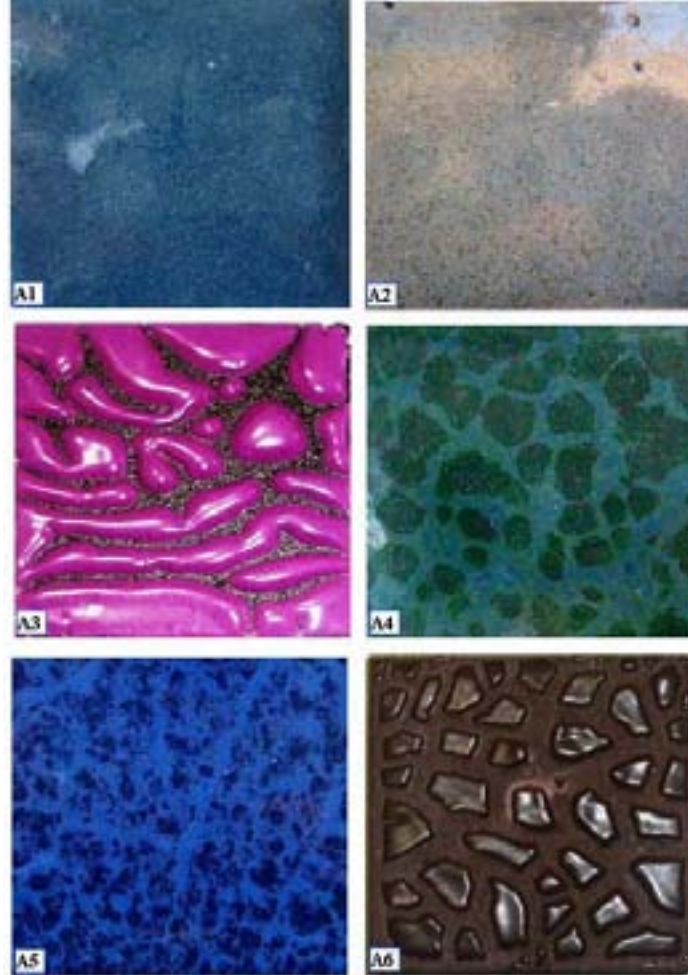
3.1. Andezitlere Farklı Sıcaklıklarda Seramik Sır Uygulamaları

Andezit yüzeyine seramik sır ve dekor teknikleri uygulanarak bu malzemenin iç ve dış mekânlarda sanatsal ve dekoratif olarak kullanılması için, 1000 – 1200 °C arasında artistik sırlar ile uyumu gözlenerek sır altı ve sır üstü dekor teknikleri ile farklı yüzey görünümleri kazandırılmıştır. Andezit yüzeylerine uygulanacak sır reçeteleri Çizelge 3’de, uygulamalar ise Şekil 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. Andezitlerin yüzeylerine uygulanan sır reçetelerinin Seger formülasyonları

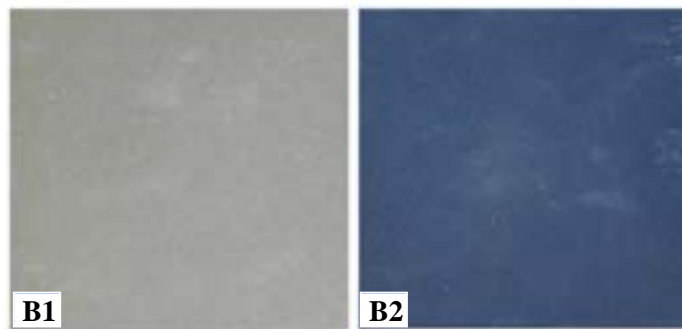
A1	0.404 Na ₂ O 0.181 K ₂ O	0.55 Al ₂ O ₃ 1.036 B ₂ O ₃	4.388 SiO ₂ 0.4144 CaO	+%2 CoO
A2	0.168 Na ₂ O 0.079 K ₂ O	0.504 Al ₂ O ₃ 1.128 B ₂ O ₃	3.473 SiO ₂ 0.752 CaO	+%1 CuO, %2 MnO, %2MnCo ₃
A3	0.404 Na ₂ O 0.181 K ₂ O	0.55 Al ₂ O ₃ 1.036 B ₂ O ₃	4.388 SiO ₂ 0.4144 CaO	+%10 6105 nolu Seramik Boyası
A4	0.289 Na ₂ O 0.139 K ₂ O	0.857 B ₂ O 0.595 Al ₂ O ₃	3.007 SiO ₂ 0.571 CaO	+%7 CuO
A5	0.289 Na ₂ O 0.139 K ₂ O	0.857 B ₂ O 0.595 Al ₂ O ₃	3.007 SiO ₂ 0.571 CaO	+%1 CoO
A6	0.404 Na ₂ O 0.181 K ₂ O	0.55 Al ₂ O ₃ 1.036 B ₂ O ₃	4.388 SiO ₂ 0.4144 CaO	+%15 Fe ₂ O ₃

Yapılan laboratuvar çalışmalarında, andezitin altlık olarak kullanılmasında felspatik yapısı ona düşük sıcaklıkta pişirilerek yoğunlaşma özelliği katan en önemli avantaj olarak görülmektedir. Andezitin seramik altlık olarak kullanılmasında doğal yapısı nedeniyle mineral içeriği ile kimyasal yapısı farklılıklar göstermektedir. Bu ise standart sır-bünye uyumunda farklı sonuçlar vermektedir.



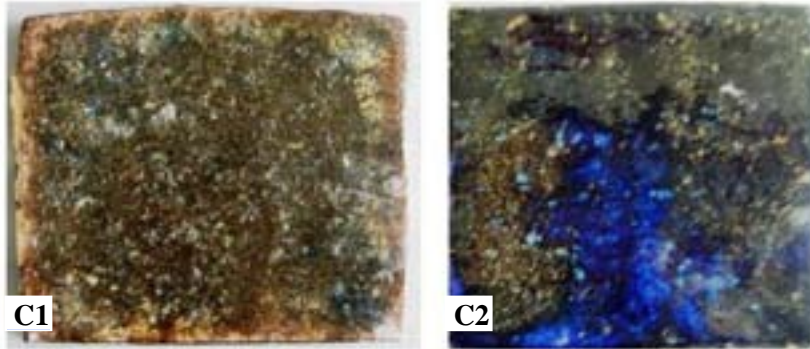
Şekil 4. Yukarıda formülasyonları verilen 1160 °C pişirimi yapılmış sır uygulamaları

Sırlı andezitler 1000°C sıcaklık da pişirildiğinde mat yüzeyler elde edilmiştir. 1000° C’de pişirilen ürünler diğer sıcaklıklara göre daha az sinterleşmişlerdir. 1000° C’de pişirilen andezitlerin görüntüleri Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Farklı sırlarla kaplı andezitlerin 1000 ° C sıcaklık da pişiriminden sonraki görüntüleri (B1 sırrı: % 40 Sodyum Feldspat % 30 Üleksit % 20 Kuars % 10 Kurşun Oksit + % 3 Seramik Boyası, B2 sırrı: % 40 Sodyum Feldspat % 30 Üleksit % 20 Kuars % 10 Kurşun Oksit + % 3 CoO).

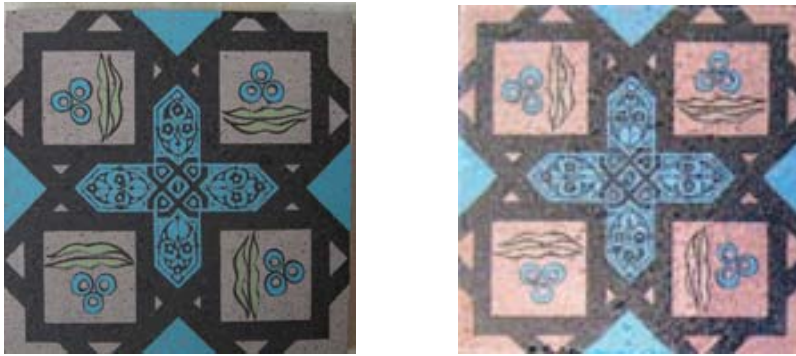
1160 °C sıcaklık da pişirimleri gerçekleştirilen andezitlerin sır-bünye uyumlarının iyi olduğu ve sırası iyi tuttuğu görülmektedir. 1160 °C sıcaklıkta gelişen sırlarla andezit yüzeyinde parlak ve mat görünümlü yüzeyler elde edilmiştir. Andezitlerde düz renkler ve artistik efektli yüzeyler oluşmuştur. 1160 °C sıcaklıkta andezitlerdeki gözenekler, sırla kısmen kapanmıştır. Andezitlerde 1200 °C sıcaklık da pişirimi gerçekleştirilen numunelerde andezit altlığın tamamen deformasyona uğradığı görülmektedir. Kenarlara doğru andezit genişleyerek yayvanlaşmış, yüzeyde de girinti ve çıkıntılar meydana gelmiştir. Deformasyon andezitin kenarlarında ve yüzeyinde oluşmuştur. Andezitin tabanında büyük bir deformasyon olmamıştır. Şekil 6'daki andezitlerde üleksitli ve alkalili artistik sırlar kullanılmıştır. Endüstride deformasyon istenmeyen bir sonuç gibi görülse de andezitlerin artistik sırlar ile sırlandıktan sonra deformasyonlu özel ürün olarak sanatsal ve dekoratif amaçlı kullanılabileceği kanısına varılmıştır. 1200 °C de pişirilen andezitlerin görüntüleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Farklı sırlarla kaplı andezitlerin 1200 °C sıcaklık da pişiriminden sonraki görüntüleri (C1 sırlı: 0,404 Na₂O, 0,55 Al₂O₃, 4,388 SiO₂, +%2 Fe₂O₃, +% 3 Limonit, +% 2MnO, 0,181 K₂O, 1,036 B₂O₃, 0,4144 CaO; C2 sırlı: 0,404 Na₂O, 0,55 Al₂O₃, 4,388 SiO₂, +%3 CoO, +% 2 CuO, 0,181 K₂O, 1,036 B₂O₃, 0,4144 CaO).

3.1. Serigrafi Teknikleriyle Dekor Uygulamaları

Serigrafi tekniklerinde dekorlama için emülsiyon çekimi yapılmıştır. Tasarımda yer alan renklere en yakın değerlerde boyalar sırsız, sır üzeri, sır içi ve çıkartma tekniğiyle uygulanmıştır. Çalışmada serigrafi yöntemiyle hazırlanan desen, farklı renk alternatifleriyle baskı yapılacak olan 15x15x1cm boyutlarındaki andezit plakası yüzeyine aktarılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Tasarımın serigrafi tekniğiyle yüzeye aktarımı ve farklı renk alternatifi

4. SONUÇ

Farklı reçetelerle hazırlanmış seramik sırlarla kaplanmış olan andezit numunelerinin farklı sıcaklıklarda pişirimleri sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- 1000 °C gibi düşük sıcaklıklarda pişirilen numunelerde yetersiz sinterleşmeden dolayı sırlarda tam bir gelişme gözlenememiş olup, pişirim sonrası mat ve gözenekleri belirgin bir yüzey elde edilmiştir.
- 1160 °C sıcaklık da pişirimleri gerçekleştirilen sırn iyi tutmasından dolayı parlak ve artistik yüzeyler elde edilmiş, gözenekler kapanmıştır. Bu yüzden sır-bünye uyumu bakımından en uygun sıcaklığın 1160 °C olduğu ön görülmüştür.
- 1200 °C sıcaklıkta pişirim sonrasında altlıkta (andezit) deformasyon görülmüştür. Kenarlara doğru andezit genişleyerek yayvanlaşmış, yüzeyde girinti ve çıkıntılar meydana gelmiştir. Ayrıca andezitlerdeki gözenekler yüksek sıcaklıktan dolayı kapanmış ve yüzeyin rengi koyulaşmıştır.

A3 ve A6 nolu sırlarda adacıklar halinde toplanmalar görülmüş olup, doğal taşlar üzerine artistik amaçlı sır uygulamalarında kullanılabileceği söylenebilir. A1 ve A2 nolu sırlarda düz yüzey görünümleri elde edilmiş olup herhangi bir çatlama ve toplanma olmamıştır. A4 ve A5 nolu sırlarda yüzeyde aynı renkte 2 farklı ton görülmüştür.

5. KAYNAKLAR

1. Sarıışık, A., Demirel, Ş., Görkem, Ö., Ergun, H., Ak, C. G., ve Ergun, M., *Afyon Bölgesi Andezitlerine Seramik Sır Tekniklerinin Uygulanması ve Endüstriyel Yeni Ürün Geliştirilmesi*, Türkiye VI. Mermer Sempozyumu Bildiri Kitabı, Sayfa 107-127, 2008.
2. Koca, M.Y., Yavuz, A.B., ve Kıncal, C., *Andezitlerin dış mekan kaplama taşı olarak kullanımında Bergama örneği*, Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildiri Kitabı, Sayfa 99-111, 2001
3. Kartal, A., ve Gürtekin, H., *Çeşitli bor hammaddelerinin sırn erime davranışlarına etkileri*, I. Bor Sempozyumu Bildiri Kitabı, Sayfa 48-52, 2002.
4. Kartal, L. A., *Sır ve Seramik Tekniği*, Çizgi Matbaacılık, Sayfa 102-105, 1998.
5. Sevim S.S., *Seramik Dekorları*” Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları, No:30. 163-223 s. Eskişehir, 2003.
6. Çetin, S., *Bazalt tüfü kullanılarak yapılan firtilerin endüstriyel ve sanatsal sırlarda kullanımı, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırılması*, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
7. Duran, E., Demir, L., ve Gönenç, S., *Isparta yöresi andezitlerinin kurşunlu, borlu ve alkalili (1000° C-1200° C) sır bünyeleri üzerinde artistik etkilerinin araştırılması*, II. Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu, Sayfa 340-348, 2002
8. Ercenk, E., Bayrak, G., Şen, U., ve Yılmaz, Ş., *Vulkanik bazalt kayaçları ve seramik sektöründe kullanımı*, VI. Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi, Sayfa 37-42, 2006
9. Gal'perina, M. K., Mitrokhin, V. S., and Mumladze, N. A., *Colored glazes based on andesite*, *Glass and Ceramics*, Cilt: 38, No: 10, Sf 528-530, 1981.
10. Gal'perina, M. K., and Mumladze, N. A., *Zircon-free opacified colored glazes based on andesite*, *Glass and Ceramics*, Cilt: 37, No: 4, Sf: 197-199, 1980.
11. Dvorkin, L. I., and Galushko, I. K., *Glazes based on basalts*, *Glass and Ceramics*, Cilt: 26, No: 11, Sf: 679-691, 1969.
12. Arcasoy, A., *Seramik Teknolojisi*, Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Ana sanat Dalı Yayınları No:2. 275 s. İstanbul, 1983.