

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SERAMİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

KÂĞIT KATKILI SERAMİK BÜNYELERDE
RAKU SIR DENEMELERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
BİLGEHAN KAYA

ANKARA-2009

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SERAMİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**KÂĞIT KATKILI SERAMİK BÜNYELERDE
RAKU SIR DENEMELERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Bilgehan KAYA**

**Danışman
Yrd. Doç. Bülent BARAN**

ANKARA-2009

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

Bilgehan Kaya'nın "Kâğıt Katkılı Seramik Bünyelerde Raku Sır Denemeleri" başlıklı tezi, jürimiz tarafından Uygulamalı Sanatlar Anabilim Dalı Seramik Eğitimi Bilim Dalında "YÜKSEK LİSANS TEZİ" olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadıİmza

Üye (Tez Danışmanı):	
Üye :	
Üye :	
Üye :	
Üye :	

ÖNSÖZ

16. yy'da Japonya'da ortaya çıkan Raku, başlangıçta yalnız özel merasimlerde kullanılan çay kâselerine uygulanmış olan bir tür seramik pişirim tekniğidir. Zaman içinde gelişimini sürdürmüş, günlük kullanım gereçlerine uygun olmaması, bununla birlikte yapılan ürünlere farklı ve hoş bir görünüm kazandırması nedeniyle sanatsal çalışmalarda öne çıkan bir teknik olmuş, son yıllarda ülkemizde de sanatçılar tarafından artarak uygulanmaya başlanmıştır.

Yine son yıllarda Ülkemizde ve Dünya'da şekillendirme ve pişirmede sağladığı avantajlar dolayısıyla kullanımı artan kâğıt katkılı seramik çamuru (paper clay) ile yapılan raku sır denemelerinde de olumlu sonuçlar alınmıştır.

Bu çalışma ile değişik seramik karışımlarının üretilmesi (raku masesi) ile seramik eğitimi ve seramik sanatı için üretilecek ürünler için daha geniş kapsamlı alanlar yaratılmaya çalışılmıştır.

Tez araştırmam süresince beni sürekli destekleyen, ek kaynaklar ve örnekler edinmemi sağlayan, araştırma süresince beni yönlendirip, araştırmamın her safhasında büyük emeği olan hocam Yrd. Doç. Bülent BARAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca araştırmamın başından beri yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen F.Pınar METİN, Fatih ESENGÜL, Uğur BAYRAK, B.Tuğba ÖZENOGU meslektaşım Öğr. Gör. Erkan GÜRDAL, Uzman Ebru BAŞPINAR, eşim Öğr. Gör. Elif BAYRAK KAYA'ya ve üzerimde çok emeği olan sevgili aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Mart -2009

Bilgehan KAYA

ÖZET

KÂĞIT KATKILI SERAMİK BÜNYELERDE RAKU SIR DENEMELERİ

Kaya, Bilgehan

Yüksek Lisans Tezi, Seramik Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Bülent BARAN

Mart – 2009

Bu çalışmada kâğıt katkılı seramik bünyelerde Raku sır denemeleri yapmak amacıyla hazırlanmıştır. Araştırmada deneme modellerinden karşılaştırma duruk(statik) gurubu modeli tercih edilmiştir. Bu amaca ulaşmak için yerli hammaddeler (döküm kili, talk) ve fotokopi kâğıdı atıklarından hazırlanan kâğıt hamuru belirli oranlarda kullanılarak üç değişik kâğıt katkılı seramik (Paperclay) karışımı hazırlanmıştır.

Oluşturulan 3 karışım dışında tamamen kıyaslama amaçlı kâğıt hamuru ilavesiz, sadece talk ve döküm kili içeren bir karışım daha hazırlanmıştır. Bütün karışımlar döküm ve plastik şekillendirme yöntemleriyle şekillendirilmiştir. Plastik şekillendirme yöntemlerinden elle şekillendirme, yaş, presleme ve tornayla şekillendirme yöntemleri kullanılarak çeşitli formlar üretilmiştir. Buna ek olarak kâğıt katkılı seramik karışımlarının her birinden test çubukları da hazırlanmıştır. Yoğrulma suyu, kuruma ve pişme küçülmeleri, kuru kırılma dayanımları, su emme yüzdeleri bu çubuklar kullanılarak ölçülmüştür. Daha sonra 1040°C’de Pişen deney plakalarının su emme değerleri ve pişme sonrası kütleleri ölçülerek hafifleme oranları belirlenmiştir.

Üç temel türdeki Raku sırları esas alınarak farklı renk veren oksitler farklı oranlarda kullanılarak sekiz değişik Raku sırları elde edilmiştir. Tamamen yerli hammaddeler kullanılarak yapılan bu ham sırlarla ürünler sırlanmış, Raku fırınında 1000°C’da pişirilmiştir. Fırın 1000°C sıcaklıktayken ürünler fırından çıkartılmış soğumadan odun talaşı içerisine atılmış ve hava ile teması kesilerek sır bileşiminde

yer alan metal oksitlerin indirgenmesi sağlanmıştır. Bu şekilde soğuyan sırlı ürünler suyun içerisine atılmış ve yüzeyine yapışan talaş, yanmış kül v.s fırça ile temizlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen ürünlerin termal şoklardan etkilenmediği bunda talkın olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Kâğıt hamuru katkısı ile yapılan ürünlerin pişme sonucu oldukça hafiflediği ve kâğıt hamuru katkısının kuruma ve pişme küçülmesini azaltacak yönde etkilediğini ve kuru dayanımlarını belirli bir orana kadar artırdığı sonucuna varılmıştır. Su emme değeri kâğıt katkısıyla artan kâğıt katkılı karışımların pişmesi sonucu hafiflemesi Raku fırınından çıkartmada büyük kolaylıklar sağladığı belirlenmiştir. Kâğıt katkılı seramik ürünlerin şekillendirilmesinde dökümün de kullanılması ve plastik şekillendirmenin birçok türünde ürünler verilebilmesi kâğıt katkısının hiçbir olumsuzluk yaratmadığı sonucuna varmamıza sebep olmuştur.

Ülkemiz sır hammaddeleri yönünden de oldukça çeşitli ve nitelikli sır hammaddelerine sahiptir. Bunlardan kolemanit üzerinde çok düşünülmesi gereken ve önemi hala anlaşılmamış bir hammaddedir. Bu çalışma ile kolomanitin ham sır çalışmalarında kullanılabileceği denemelerle ve yapılan Raku sırları ile belirlenmiştir. Modern Raku tekniğinin bir uygulaması olan bu çalışma ile eğitim veren kurumlarda kolaylıkla uygulanabilir bir teknik kazanılmıştır

Kâğıt katkılı seramiklerin (Paperclay) düz ve dokulu yüzeylerine uygulanan Raku sırlarının indirgenme sonucu son derece estetik ve çekici metalik renklerin ortaya çıktığı görülmüştür. Raku sırlarının kâğıt katkılı seramik karışımlardan yapılan yüzeylerle uyumlu olduğu sır hatalarının minimum düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen seramiklerin hafifliği yanında metalik renklerin ortaya çıkması sanatsal amaçlar için de kullanılabilir olacağını gösteren en önemli işaretlerden biridir. Ayrıca kâğıt katkılı seramik karışımlara Raku uygulamasının ürünlere hem teknik hem de estetik özellikler kazandırması seramik eğitimine yaptığı katkı olarak değerlendirilebilir.

ABSTRACT

RAKU GLAZE EXPERIMENTS IN PAPER ALLOYED CERAMIC BODIES

Kaya, Bilgehan

Graduate Thesis, Ceramics Education Program

Advisor: Asst.Prof.Dr. Bülent BARAN

March-2009

In this study, Raku glaze experiments on paper pulp ceramic body had been prepared. During the study the comparative static group model had been used among the experiment models. Domestic materials are used (slip casting clay, talc) and also office waste paper pulp is used to produce three different types of paper clay mixture in experimental percentages.

Apart from these three mixtures, for the purpose of comparison, a body has been prepared without paper pulp which contains only talc and slip casting body. All mixtures have been shaped by plastic forming process and slip casting process. Various forms have been produced by plastic forming methods, hand shaping, semi dry pressing and throwing on the wheel. In addition to this, each paperclay bodies had been prepared in the form the test bar. The percentages were measured by using these test bars in the terms of water of plasticity, drying and firing results of shrinking, dry breaking strenght point and water absorption scala. The mass of test bars have been measured after firing , after fired to 1040°C and suction of the fired bars after the water absorption..

Based on three basic types of Raku glazes with different colors at different rates by using colouring oxides have been obtained for eight diffeent Raku glazes. The receipt of glaze by using local raw materials. Glazes have been used for those products which is glazed and fired in 1000 °C . The products are removed out the kiln in 1000°C temperature without cooling and put into the airtight reduction chamber. Reduction chamber filled wood shavings and combustible materials. The hat from the pot ignites the material and the can immediatly sealed. The fire quickly uses all the

oxygen in the can draws it from the pot and metal rich raku glaze. In the secret combination of metal oxides to be reduced are provided. Reduction is what causes the wonderful unique, unpredictable and spontaneous patterns of colour and metallic lustres unique to raku. In this way, of cooling water into the glazed products have been discarded and the adhesive surface of the chip, burnt ash, etc. Have been cleaned with the brush.

The products which have been obtained at the end of this study, are affected by the positive effects that were determined of the talc powder and not the result of thermal shock. Contribution to the paper pulp made with kiln fired products as a result of a very lightweight and the establishment of pulp and roasted contribute to reduce the direction to minimize the strength and dry up to a certain rate of increase was the result. Contribution paper for the water absorption of the fired mixture as a result of the increasing ease of paper added material removed from Raku kilns are determined to provide a convenience great. Casting of ceramic products in the shape of paper alloyed and plastics used in many kinds of forming products can be given in the paper have contributed to the result does not create any negativity has caused. Paperclay is applied to smooth the surface texture is reduced as a result of raku glazes are very aesthetic and has been observed to occur in attractive metallic colors. Paper added mixtures of ceramics surface are compatible with the minimum level of error is seen on glazed raku. One of the most important mark is showing, gathered near the lightness of ceramic emergence of metallic colors would be used for artistic purposes. Moreover, paper products and application of paper alloyed Raku ceramics mixture of technical and aesthetic features to make the contribution to ceramics education is considered to be.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
RESİMLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ... ..	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR CETVELİ.....	x1

BÖLÜM I

1.GİRİŞ	1
1.1.Problem.....	1
1.2. Amaç.....	4
1.3. Önem.....	5
1.4. Sınırlılıklar.....	6
1.5.Varsayımlar.....	6
1.6. Tanımlar.....	7

BÖLÜM II

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1.Kavramsal Çerçeve.....	8
2.2. Raku'nun Tanımı ve Tarihi Gelişimi.....	8
2.3. Raku'daki Form Çeşitleri.....	10
2.4. Raku Yapımında Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri.....	12
2.4.1. Raku Çamurunun özellikleri	12
2.4.2. Raku Çamurunda Kullanılan Hammaddeler ve özellikleri.....	13
2.4.2.1.Kaolin	14

2.4.2.2. Ball clay (Plastik kil)	15
2.4.2.3. Stoneware kili (Pekişmiş çini kili).....	17
2.4.2.4. Fire clay (Pişmiş kil).....	18
2.4.2.5. Pegmatit.....	19
2.4.2.6. Earthenware Kili (çömlekçi ve tuğla killeri)	19
2.4.2.7. Talk.....	20
2.4.2.8. Molochite.....	21
2.5. Raku Çamurunun Termal Şoka Dayanımı.....	21
2.6. Kâğıdın Yapısı, Özellikleri ve Seramikte Kullanımı.....	24
2.6.1.Kâğıdın Yapısı	24
2.6.2. Kâğıt Hamurunun Üretimi.....	27
2.6.2.1. Mekanik Hamur Üretimi.....	27
2.6.2.2.Kimyasal Hamur Üretimi.....	28
2.6.2.3. Kâğıt ve Karton Cinsleri ve KKB’lerde Kullanılan Kâğıtlar.....	29
2.7. KKB’lerin Tanımı ve Avantajları Tanımı	30
2.7.1.KKB’Plastikliğe Etkisi.....	31
2.7.2.KKB ‘lerin Şekillendirmedeki Avantajları.....	31
2.7.3.KKB’lerin Kurumadan Evvel ve Kuruduktan Sonraki Avantajlar....	32
2.6.4. KKB‘lerin Her Kıvamda (plastik, kuru ve pişmiş)	
Eklenilebilme Özelliği.....	32
2.7.5. KKB ‘lerin Kurutmadaki Avantajları.....	36
2.7.6. KKB ‘lerin Pişirme İşlemindeki Avantajları.....	37
2.7.7. KKB ‘lerin Termal Şoka Dayanımı	41
2.7.8. KKB’lerden Yapılan Çamurların Saklanması	42
2.7.9. KKB’lerin Dekorlanabilme Özelliği.....	43

2.8.Raku Sırları.....	45
2.8.1. Sırın Tanımı ve Özellikleri.....	45
2.8.2. Raku Sırlarının Özellikleri.....	46
2.8.3. Raku Sır Reçeteleri.....	48
2.9.Raku Sırlarının Hazırlanması ve Uygulanması.....	53
2.10.Raku Fırınları ve Pişirme Özellikleri.....	55
2.9.10.1.Raku Pişiriminde Kullanılan Fırınlara ve Özellikleri.....	55
2.11. İlgili Araştırmalar.....	58

BÖLÜM III

3.BULGULAR ve YORUMLAR

3.1. Kâğıt Katkılı Raku Masesi Karışımları	61
3.2.Kâğıt Hamurunun Hazırlanması.....	62
3.3. Kâğıt Katkılı Raku Çamurunun Hazırlanması.....	65
3.4. Kâğıt Katkılı Raku Çamurunun Şekillendirmesi.....	67
3.5.KKB İle KKSB'lere Uygulanan Testler	72
3.5.1. Yoğrulma Suyu Deneyi.....	72
3.5.2. KKB ile KKSB' lere Uygulanan Kuru Kırılma Dayanımı Testi....	74
3.5.3. KKB ile KKSB' lere Uygulanan, Kuru, Pişme ve Toplu Küçülme Deneyleri.....	76
3.5.4.KKB ile KKSB'lere Uygulanan Su Emme Deneyi.....	80
3.5.5 .KKB ve KKSB 'lere Uygulanan % Hafifleme Oranı.....	83
3.6. Raku Fırınında Uygulama Yapılması.....	84
3.7. Raku Pişiriminde Kullanılan Fırın Malzemele.....	92

BÖLÜM IV

4.YÖNTEM	91
4.1. Araştırmanın Modeli.....	91
4.2. Evren.....	91
4.3. Örneklem.....	91
4.4.Verilerin Toplanması.....	91
4.5. Verilerin Analizi.....	91

BÖLÜM V

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	93
5.1.Sonuç.....	93
5.2 Öneriler.....	98

KAYNAKÇA**EKLER**

Ek-I : Raku Sır Deneme Sonuçları Fotoğrafi

Ek-II: KKB’ler Kullanılarak Yapılan Raku Pişirim Teknikli Uygulama Fotoğrafları

RESİMLER LİSTESİ**sayfa**

Resim-1 Raku Çay Kâsesi (Ôguro).....	8
Resim-2 Raku Çay Kâsesi (Chôjirô: Shunkan).....	8
Resim-3 Raku Çay Kâsesi (siyah sırlı).....	9
Resim-4 Raku Çay Kâsesi (kırmızı sırlı).....	9
Resim-5 Raku Çay Kâsesi (Ichimonji).....	10
Resim-6 Raku Çay Kâsesi (Muichi Motsu).....	10
Resim-7 Raku Çay Kâsesi (Kaga Kôetsu.....	11
Resim-8 Raku Çay Kâsesi (Kôetsu: Amagumo)..	11
Resim-9 Çay Kabı, Siyah(Raku ,Ômokage)	11
Resim-10 (a-b-c) Kırmızı Raku Kâseleri.....	12
Resim-11 Raku Sırları ile Kaplı Raku Seramiklerinin Sıcak Sıcak Fırından Çıkarılışı (1000°C).....	22
Resim-12 İndirgenme Kabına Pişen Raku Sırıyla Kaplı Seramiklerin Konulması.....	23
Resim-13 İndirgenme Kkabı ve Kapağı.....	23
Resim-14 İndirgenme Kabının Kapağının Kapatılması.....	24
Resim-15 İndirgenme Kabından Pişen Seramiklerin Çıkartılması.....	24
Resim-16 Kâğıt Katkılı Seramik Bünye(Paperclay)	30
Resim-17-18-19-20 KKB'ye Çamurundan Yapılan Plakanın Rulo Yapılacak Kadar Plastik ve Esnek Olması Gösterilmektedir.....	31
Resim- 21-22-23-24-25-26-27-28-29 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyelerin Yapıştırma Aşamaları	34

Resim- 30 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeden Yapılmış Tors.....	38
Resim-31 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeden Yapılmış Tors.....	38
Resim-32 Pişme Sonrası Kâğıt Katkılı Seramik Bünye ile Yapılmış Kitap Çalışması.....	39
Resim- 33 Pişme Sonrası Selüloz Liflerinin Yanması Sonucu Oluşan Boşluklar.....	39
Resim-34 Kırılan Parçalar İçerisinde Selüloz Liflerinin Yanması Sonucu Oluşan Boşluklar.....	40
Resim-35 Rosette Gault ve Kâğıt Katkılı Bünyelerle Şekillendirdiği Formlar.....	40
Resim-36-37-38-39 Kâğıt katkılı Seramik Bünyenin Saklanması.....	42
Resim-40 Kâğıt katkılı Seramik Bünyenin Ebru Teknesine Konulması.....	43
Resim-41 Kâğıt katkılı Seramik Bünyeler Üzerine Ebru Yapımı.....	44
Resim-42 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeler Üzerine Seramik Dekor Boyaları ile Yapılmış Ebru Uygulaması.....	44
Resim-43 Raku Form.....	48
Resim -44 Raku Form.....	48
Resim- -45-46 Vinç Sistemli Gazlı Raku Fırını.....	56
Resim-47 Kâğıt İmha Makinesinde Elde Edilen Fotokopi Kâğıt Parçaları.....	60
Resim-48 Doğranmış Kâğıtların Su ile Karıştırılması.....	60
Resim-49 Su ve Kâğıdın Karıştırılma İşlemi	61
Resim-50 Karıştırma İşlemi Tamamlanmış Kâğıt Hamuru.....	61
Resim-51 Kâğıt Hamurunun Suyunun Alınması.....	61
Resim-52 Kâğıt Hamurunun Elle Preslenmesi	61
Resim-53 Suyu Tamamen Alınmış Kâğıt Hamuru.....	62

Resim-54 Karışımın Alçı Üzerine Dökülmesi.....	63
Resim-55 Karışımın Alçı Üzerinde Suyunun Uzaklaştırılması.....	63
Resim- 56 Kâğıt katkılı seramik bünyenin alt üst edilmesi.....	63
Resim-57 Kâğıt katkılı seramik bünyenin yoğrulması.....	64
Resim-58-59-60-61-62-63-64-65-66 Kâğıt katkılı seramik bünyelerle yapılan döküm aşamaları.....	65
Resim- 67 Sırlanmış bardaklar (Paerclay).....	65
Resim-68-69-70-71-72-73-74-75- 76 Kâğıt katkılı seramik bünyelerle yapılan kalıba basma aşamaları.....	66
Resim- 77-78-79-80-81-82-83-84-85 Kâğıt katkılı Seramik Bünyelerle Yapılan Fital Yöntemi.....	67
Resim-86-87-88-89-90-91-92-93-94 Kâğıt katkılı Seramik Bünyelerle Yapılan Torna ile Şekillendirme Aşamaları.....	60
Resim-95 Yoğrulma Suyu Deneyi İçin Hazırlanan Plakalar.....	70
Resim-96 Kuru Dayanın Testi.....	72
Resim –97 Deney Çubuğu Yapımında Kullanılan Alçı Kalıp.....	74
Resim- 98 Deney Plakaları.....	74
Resim-99 Karışımın Alçı Plakalara Dökülmesi.....	74
Resim -100 Plastik Kıvamdaki Çamurun Deney Plakasına Basılması.....	75
Resim –101 Kumpasla Kuru Uzunlukların Ölçülmesi.....	75
Resim-102 Büskivi Pişirimi Yapılmış Deney Çubukları.....	79
Resim- 103 Kütlelerin Ölçüldüğü Elektronik Terazı.....	79
Resim-104 Suyu Doyurulan Deney Çubukları.....	80
Resim-105 -106 Raku yapımı için hazırlıkların yapılması.....	81
Resim-107 Raku Fırının Açılmaya Başlanması.....	82

Resim-108-109 Raku Fırınından Ürünlerin Çıkarılıp Termal Şoka Girmesi.....	82
Resim- 110-111 Ürünlerin Maşa Yardımı ile Hızla Raku Fırınından Alınması.....	83
Resim-112 Fırının İçinden Kor Halde Gözükmesi.....	83
Resim-113-114 Fırından Çıkarılan Ürünlerin Talaş ve Gazete Dolu Olan İndirgenme Kabına Konulması	84
Resim-115-116 İndirgenme Kabının Ağzının Kapatılması.....	84
Resim-117-118 Ürünlerin Redüksiyon Ortamından Çıkarılması.....	85
Resim-119 Ürünlerin Soğumaya Bırakılması.....	85
Resim-120 -121 Fırından Çıkan Ürünlerden Görüntü.....	85
Resim- -122 Tamamen Soğumuş Ürünlerin Görüntü.....	86
Resim- 123 Redüksiyon İşlemi.....	86
Resim- 124 İndirgenme Kabının Kapağın Açılması.....	87
Resim-125 Redüksiyon İşleminin Sona Ermesi.....	88
Resim-126-127 Raku’da Kullanılan Maşalar.....	89
Resim-128-129 İşlerin Konulduğu İndirgenme kabaları.....	89
Resim- 130 Redüksiyonda Kullanılan Talaş	90
Resim- 131 Fırın Eldiveni	90

TABLolar DİZİNİ	sayfa
Tablo-1 Red Lustre Sırlar.....	51
Tablo-2 Gold Lustre Sırlar.....	52
Tablo-3 Copper 80/20R1.....	52
Tablo-4 Hazırlanan Red Lustre Gurubu Sırlar.....	53
Tablo-5 Hazırlanan Gold Lustre Gurubu Sırlar.....	53
Tablo-6 Hazırlanan Copper Gurubu Sırlar.....	54
Tablo-7: Kağıt Katkılı Bünye Karışımları.....	59
Tablo-8 Yoğrulma Suyu Deney Sonuçları.....	70
Tablo-9 Kuru Dayanım Testi Sonuçları.....	72
Tablo-10 % Kuruma Küçülmesi ve % Pişme Küçülmesi Sonuçları.....	76
Tablo-11: KKB’de % Su Emme Değerleri.....	78
Tablo-12: Kâğıt katkılı Seramik Karışımlarının Bileşimleri ve Hafifleme Oranları	80

ŞEKİLLER DİZİNİ

sayfa

Şekil-1 Üç Boyutlu Selüloz Görüntüsü.....	25
Şekil-2 Kâğıt katkılı Seramik Bünyelerde Yaş ile Kuru Bünyelerin Karşılaştığında Meydana Gelen Olaylar.....	33
Şekil-3 Kâğıttın Yapısındaki Selüloz Liflerin Çatlamalara Karşı Direnci.....	41
Şekil- 4 % Kâğıt Hamuru Katkısının % Hafifleme Oranına Etkisi Grafiği.....	55
Şekil -5; KKB’de % Kâğıt Miktarının % Yoğurumla Suyuna Etkisi Grafiği.....	71
Şekil -6 :KKB’de %Kağıt Miktarının Kuru Dayanıma Etkisi Grafiği.....	71
Şekil-7; KKB’lerde % Kâğıt Miktarının % Kuruma Küçülmesine ve % Pişme Küçülmesine ve Toplam Küçülmeye Etkisi Grafiği.....	77
Şekil-8 Sabit Sıcaklıkta Pişirilen KKB’de % Kâğıt Miktarının % Su Emme Miktarına Etkisi	78
Şekil-9 % Kâğıt Hamurunu Katkısının % Hafifleme Oranına Etkisi Grafiği.....	81

KISATMALAR CETVELİ

KKB: Kâğıt katkılı bünye

KKSB: Kâğıt katsız seramik bünye

S: Sayfa

Mik: Miktar

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde kâğıt katkılı seramik bünyelerde Raku sır denemelerine yönelik yapılan, araştırmanın problemi açıklanmış, amacı ve önemi verilmiştir. Araştırma ile ilgili varsayımlar, sınırlılıklar belirlenmiş ve kullanılan terimlerin tanımları açıklanmıştır.

1.1.Problem

Seramik plastik sanatların bir dalı olarak geçmişten günümüze önemini hep korumuş, başlangıçta insanların gereksinimlerinden ortaya çıkarken geçen süreç içinde çağların kültürlerini birbirlerine bağlayan, geçmişi günümüze taşıyan bir malzeme olmuştur.

Geleneksel seramik üretimi hammadde karışımlarının şekillendirilmesi, kurutulması, fırında ilk pişiriminin yapılması, sırla kaplama ve tekrar sırlı olarak pişirilmesi aşamalarından geçirilerek yapılır. Kurutulan şekillendirilmiş parçaların sıcaklığı yavaş yavaş arttırılan fırınlarda pişirilerek çeşitli tepkimeler sonucunda da sinterlenmesi sağlanmaktadır. Fırın ısısı maksimum sıcaklığa ulaştıktan sonra yine yavaş yavaş düşürülerek ortam sıcaklığına kadar indirilmektedir. Fırınlama süreci hazırlanan seramik karışımlara göre değişmektedir. Büsküvi adı verilen ilk pişirimi yapılmış seramikler daha sonra sır adı verilen sulu süspansiyon içerisine batırılarak yüzeyinin ham sırla kaplanması sağlanmakta ve fırınlarda pişirilerek camsı bir görünüm kazanmaktadır. Sırların seramik yüzeyde gelişmesi sonucu hijyenik, estetik, dış etkilere karşı dayanıklı, pürüzsüz camla kaplanmış yüzeyler elde edilebilmektedir (Norton,1974- Norton,1970).

Seramik malzemelerin üretiminde şimdiye kadar pek çok farklı karışımlar (bünyeler) ve sırlar değişik amaçlar için, değişik sıcaklıklarda denenmiştir. İçerdikleri hammaddeler veya oranları değiştirilerek hazırlanan sırlar, parlak, mat, renkli veya renksiz(şeffaf) olabildikleri gibi değişik renk ve efektlere sahip olabilir. Farklı pişirim tekniği uygulanarak elde edilen bu tür efektli sırlar, Raku sırları olarak adlandırılırlar.

Raku Japonların geleneksel çay şölenlerinde kullandıkları seramik çay kâselerinin üretildiği yüksek gözenekli (earthenware) düşük sıcaklıkta pişirilmesiyle karakterize edilen bir seramik türüdür. Odun yakılarak ısıtılan fırınlarda pişirilen Raku'da pişirilen formlar aniden belirli bir sıcaklıkta fırından çıkartılıp suya atılarak ani soğuması sağlanmaktadır.

Batılaştırılan Raku'da şekillendirilen formlar gazlı fırınlarda pişirilmekte, özel sırlarla sırlanmış bu kaplar pişirildikten sonra daha sıcakken içerisinde kolay yanabilen kâğıt, talaş, bez parçaları bulunan ağzı sıkıca örtülen kapların içerisine atılmaktadır.

Kızgın seramik parçaları etrafındaki yanabilen her şeyi yakmakta, ancak ağzı sıkıca örtülerek oksijen alması engellendiğinden tam yanma olmamaktadır. Bu teknikte seramik parçaları oluşan dumanla mümkün olduğu kadar çok temas ettirilerek bulabildiği oksijen kadar yanma tepkimesine girmektedir. Bir başka deyişle bu işlemle kızgın seramik parçaların karbon monoksit (CO) gazı ile temas etmesi sağlanmaktadır. CO gazı indirgen bir gazdır.

Raku sırları bileşimindeki metal oksitleri indirgeyerek metalik renklerin oluşmasına sebep olmaktadır. Böylece bu yöntemle seramik parçaların üzerinde çok çekici ve estetik metalik renklerin ortaya çıkması sağlanmaktadır (Morgan, 2005).

Raku sırları şimdiye kadar değişik seramik yüzeylerinde uygulanmıştır. Fakat Rakuda kullanılan hammaddelerin termal şoka dayanıklılığını artırmak için değişik yöntemler ve malzemeler kullanılmıştır. Bu çalışmada da termal şoka daha dayanıklı olan kâğıt katkılı bünyeler kullanılmıştır.

Kâğıt katkılı bünye(Paperclay), kâğıt hamurunun karıştırılması ile oluşturulan karışımlardan yapılan seramik karışımına verilen isimdir. Hazırlanan kâğıt hamurlu kil karışımları seramik üretimindeki her aşamada olduğu gibi şekillendirilir, kurutulur ve pişirilir. Pişen ürün kâğıt hamurunun yanması sonucu oluşan boşluklardan dolayı gözenekli hale gelir ve oldukça hafifler. Bu seramikler daha çok artistik amaçlı seramiklerin üretiminde kullanılmaktadır. Kâğıt hamurunun lifli yapıda olması hazırlanan karışımın plastikliğini, şekillendirilmesini yağ ve kuru dayanımlarını etkilememektedir (Frank and Janet,1991,s.20).

Raku termal şoka dayanıklı özel kil karışımları ile yapılmaktadır. Bu karışımlar genel olarak talk içeren bünyeler olup stoneware gibi gözenekliliği az olan bünyelerde kullanılabilmektedir. Gözenek termal şokla oluşan gerilimlerin sönümlenmesinde önemli bir unsurdur (<http://en.wikipedia.org/wiki/Raku>).

Raku sırlarında kullanılan en temel hammadde kolemanittir. Kolemanit bir bor minerali olup Türkiye dünya bor rezervlerinin % 70 ine sahiptir. Amerika’da Gerstley borat adı ile satılan ve kaynağı tükenme noktasına gelen bu hammadde temel olarak kolemanit içermektedir. Kolemanit ham sırların elde edilmesinde ve Raku sırlarında en çok kullanılan hammaddedir. Bu çalışmada da kolemanit kullanılarak Raku sırları hazırlanacak ve denenecektir. Böylece seramik sanayinde kolemanitli sırların ekonomik değeri ortaya çıkarılmış olacaktır.

Bu çalışma ile ülkemizde pek bilinmeyen Raku tekniği ile farklı seramikler ve sırlar yerli hammaddeler kullanılarak elde etmek mümkün olacaktır. Özellikle metal oksitlerin karbon mono oksit gazı ile indirgenmesi sonucu elde edilecek metalik renklerin çekiciliği sanatsal eserlerde kendini gösterecektir.

Seramik eğitimi ve seramik sanatı geçmişten günümüze birçok değişim ve gelişim göstermiştir. Kullanılan birçok yöntem ve teknikler dönemine göre oldukça gelişmiş ve kusursuza yakın bir biçimde kullanılmıştır ama zamanla gelişen ve ilerleyen teknolojiye beraber yerini daha değişik tekniklere bırakmıştır.

Ülkemizde yapılan seramik eğitiminde kullanılan hammadde karışımları çok az sayıdadır. (döküm çamuru, porselen çamuru, şamotlu çamur, kırmızı pişen çamur). Bu kadar az sayıdaki seramik karışımları ile yapılan sanatsal eserlerde hem çeşitlilik hem de estetik olarak sınırlı kalmaktadır. Ayrıca seramik eğitiminde de dar bir alanda ürünler verilmesine sebep olmaktadır.

Bu çalışmamızda döküm kiline belirli oranlarda değişik kâğıt türlerinden hazırlanan kâğıt hamur ilave edilecektir. Elde edilen karışımlar değişik şekillerde şekillendirilerek pişirilecektir. Böylece atık kâğıtların kullanılması ile oldukça hafif seramikler elde edilebilecektir. Elde edilen bu seramikler üzere değişik oranlarda hazırlanan Raku sırları uygulanarak yaklaşık 1000°C ye hızlı bir şekilde çıkan gazlı

fırınlarda denenerek termal şoka dayanıklılığı tespit edilerek çatlamaların ve hasarların minimum seviyeye indirilmesi sağlanmış olacaktır.

Denenceler

- 1.Kâğıt katkılı seramik bünyeler termal şoka dayanıklıdır.
- 2.Termal şoka dayanıklı ve dökümle veya plastik olarak şekillendirilebilen kâğıt katkılı seramik bünyelere talk ilavesi yapılmalıdır.
- 3.Kâğıt katkılı seramik bünyeler kullanılarak yapılan Raku sır denemelerinde termal şoku önlemede talk ilavesi fonksiyoneldir.
- 4.Kâğıt katkılı seramik bünye uygulamaları için fotokopi,A4,tuvalet kağıdı %15 %20 %25 oranında kullanılmalıdır.
- 5.Kâğıt katkılı seramik bünye ile kâğıt katkısız seramiklerin kıyaslanmasından (dayanım, genleşme, küçülme, gözeneklilik, pişirme sıcaklığı) elde edilen sonuçlar nelerdir?
- 6.Kâğıt katkılı seramiklere ve kâğıt katkısız seramiklerin üretim aşamaları arasında çok fark yoktur.
- 7.Raku sırlarının metalik renkte olması redüksiyonlu pişirme bağlıdır.
- 8.Kâğıt katkılı seramik bünyelere Raku uygulaması yapıldığında kâğıt katkısızlara göre termal şoka dayanıklılığın daha fazla olduğu görülmüştür

1.2. Amaç

Araştırmanın genel amacı, kâğıt katkılı seramik bünyelerde Raku sır denemeleri yapmaktır. Bu genel amaca ulaşmak için aşağıdaki denenceler geliştirilmiştir.

- 1-Yerli hammaddeler kullanılarak termal şoka dayanıklı döküm ve plastik şekillenme ile şekillenebilen kâğıt katkılı seramik bünyeler elde edilebilir.

2-Termal şoklara dayanıklılığı artırmak döküm ve plastik şekillendirme ile şekillendirebilen kâğıt katkılı seramik bünyelere talk ilavesi yapılabilir.

3- Kâğıt katkılı seramik bünyelerle, kâğıt katkısız seramik bünyelere yapılan Raku sır denemelerinde kâğıt katkılı seramik bünyelerin termal şoka daha dayanıklı olabilir.

4- Kâğıt katkılı seramik bünyelerle, kâğıt katkısız seramik bünyeler döküm ve plastik şekillendirme yapılarak karşılaştırılıp olumlu ve olumsuz yönleri tespit edilebilir.

5-Atık kâğıtlar kullanılarak hafif seramikler elde edilebilir. Yada kağıt oranı arttıkça seramiklerin hafifliği de artar.

6-Kâğıt katkılı seramik bünyelerle, kâğıt katkısız seramik bünyelere yoğrulma suyu deneyi, su emme deneyi, kuru küçülme, pişme küçülme, toplu küçülme ve kuru dayanım testleri yapılarak aradaki farklar tespit edilebilir.

7-Yerli seramik hammaddeleri kullanılarak Raku sırları elde edilebilir.

1.3. Önem

Araştırma ile ilgili toplanan verilerin;

1-Seramik sanatı ve seramik eğitimi adına Raku sır denemeleri ile farklı ürünler oluşturulması yönünde bir yöntem ortaya koyması bakımından yol gösterici olacağı,

2-Seramik sanatı ve eğitimi ile ilgilenenlere yerli hammaddeler kullanarak Raku sırları yapılması konusunda ışık tutacağı,

3-Ülkemizde çok bilinmeyen Raku tekniğini konusunda bilgi verilip ve Raku tekniği ile farklı seramikler ürünlerin yapılabilceği,

3-Atık kâğıtlar kullanılarak yapılan, kâğıt katkılı bünyelerle daha hafif çamurlar elde edilmesi nedeniyle seramik sanatı ve seramik eğitimi veren okullara sınırlı olan seramik çamurlarına alternatif olarak kullanılacağı unutulmamalıdır.

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırma:

- 1-Kâğıt katkılı seramik bünyelerle ve Raku sırları ile sınırlıdır.
- 2-Kâğıt katkılı seramik bünyeler üzerinde uygulanan Raku sırlarının denemeleri sonucu ortaya çıkan özellikler ve performanslarıyla sınırlıdır.
3. Kâğıt katkılı seramik bünyelerle ve Raku sırları pişirme sıcaklığı 1000-1050°C ile ve pişirilen parçaların sıcakken fırından alınabilmesini sağlayan gaz yakıt kullanan özel Raku fırını ile sınırlıdır.

1.5. Sayıtlılar

Seçilen araştırma yöntemi araştırmanın amacı, konusuna ve problemin çözümüne uygundur.

Kâğıt katkılı bünyeler üzerine uygulanacak kâğıt çeşitleri, Raku denemelerini özelliklerini ortaya konacak nitelikleri kapsamaktadır.

1.6. Tanımlar

Seramik: İnorganik maddelerin şekillendirilip ateş ile sertleşmesi ile oluşan malzemelere verilen bir ad olduğu bilinmektedir. Bu tanımlama, önceleri yalnızca topraktan üretilen maddeleri kapsıyordu. Günümüzde ise seramiğin tanımına yeni boyutlar gelmiştir. Seramik, metaller ve bunların alaşımları dışında kalan tüm anorganik malzemelerden üretilen ürünlerdir.

Sır: Seramik ürünlerin yüzeylerini kaplayan, ürüne estetik, hijyenik ve mekanik özellikler kazandıran cam kaplamaya denir. Su emme özelliği olan bisküvilerin sulu bir süspansiyon içerisine daldırılması ile elde edilen sır kaplaması pişirildiğinde camlaşmaktadır.

Raku: Ateş ve is kullanılarak sır üzerinde orijinal efektler yaratılan bir pişirim tekniğidir.

Kâğıt Katkılı Seramik Bünye: Türkçe karşılığı kâğıt katkılı seramik çamurudur. Farklı oranlarda kâğıt hamurunun, sıvı seramik çamuru içine katılıp, karıştırılması ile kolaylıkla hazırlanır. Kâğıdın yapısında bulunan selüloz liflerinin, seramik çamuru içindeki killerin içerisine dağılması sonucu şekillendirme ve kurutma özelliklerine etkisi geliştirmektedir. Ayrıca kâğıt katkılı seramikler pişirildiğinde kâğıdın yanması sonucu oluşan mikro gözenekler sayesinde hafiflemesi ve farklı dokuların elde edilebilmesine olanak sağlayan sanatsal ve izalasyon amaçları için kullanılan bir seramik türüdür.

Bisküvi: 800-850° C lik ısıda sırsız olarak ilk pişirimi yapılmış seramik.

Raku Masesi: Seramik çamuruna verilen genel isme masse bu çamurun ve Raku sırlarında kullanılmasında Raku massesi denir.

BÖLÜM II

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1.Kavramsal Çerçeve

Bu bölümde, bu araştırmada yararlanılan, konu ile ilgili araştırmalara ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

2.2.Raku'nun Tanımı ve Tarihi Gelişimi

"Mutluluk, neşe, rahatlık" anlamlarına gelen Raku, 16. Yüzyılda Japonya da icat edilen bir seramik pişirim tekniğidir. Bu eşsiz seramiklerin fırınlama süreci, her bir Raku parçasının yaklaşık 1000°C sıcaklığa kadar çıkarılması ve sonrasında soğumadan fırından hızlı bir şekilde çıkarılıp, içi talaş ve kâğıt dolu kaplara atılması ile yapılmaktadır. Fırından çıkarılan üzeri sırta kaplı, termal şoka dayanıklı sıcak seramik parçalar, oksijenle temasını kesmek için alındıkları ağzı sıkıca kapatılmış olan kaplarda, yakabildikleri kâğıt ve odun parçalarının oluşturduğu oksijenden yoksun karbon gazı, başka bir deyişle duman ile tepkimeye girer. Karbon monoksit gazı ile tepkimeye giren sır bileşimindeki metal oksitler indirgenir ve parçaların yüzeyinde geniş bir metalik renk alanı ve tonları oluşur. Kabin içinden alınıp soğuk suya bırakılan seramiklerin yüzeyinde belirgin sır çatlakları oluşur.

Bu süreç sonucunda ortaya çıkan parçalar birbirine hiç benzemeyen ve farklı görüntüye sahip olurlar. Onların cazibesi çanağın yüzeyindeki gizemli değişimlerde yatmaktadır. Raku parçaları çok kırılğan ve eski görünümlüdür. Ancak günlük kullanıma uygun değildir.



Resim-1 Raku Çay Kâsesi
(Ôguro)



Resim-2 Raku Çay Kâsesi
Chôjirô: Shunkan

(Gabar ,TEREBESS,Japanese Raku and Its American Renaissance,1982)

Dört yüzyıllık geçmişe sahip bir Japon seramik tekniği olan Raku başlangıçtan beri çay içme merasimleriyle özdeşleşerek günümüze kadar ulaşmıştır.

Çok fazla stilize olmasına karşın 16 yüzyıl boyunca Zen Budizmi ve çay töreni felsefesinin Japon seramiği üzerinde önemli bir etkisi vardır.

Büyük usta Sen no Rikyu (1522-91) Chojiro adlı bir çini yapımcısının yeteneklerini çay kâselerini şekillendirmek ve fırınlama için kullanmıştır. Hızlı fırınlama sonuçları iyi neticeler verdi, elle biçimlendirilen fincanlar kırmızı ve siyah sıra daldırıldı. Köpüklü sır dudaklara nahoşluk hissi verirken, kalın kısımlar elleri çayın sıcaklığından korudu (Sentance, 2004,s.94).



Resim-3 Raku Çay Kâsesi (Siyah Sırlı)

Resim-4 Raku Çay Kâsesi (Kırmızı Sırlı)

(Caramic ,A World Guide To Traditional Techniques, s.94)

Sonuçlar o kadar başarılı olmuş ki zamanın önde gelen devlet adamı Toyotimo Hideyoshi bu yeni çömleğe Juraku seramiği adını vermiş ve 1598 yılında, aile ismi olarak aldığı, kısaltılmış biçimi olan ve neşe, rahatlık anlamına gelen "Raku" için Chojiro'ya bir mühür vermiştir. Raku aile çömlekçiliği Kyoto'da on beş nesil sonra bile hala gelişerek devam etmektedir (Sentance, 2004,s.94).



Resim-5 Raku Çay Kâsesi

Ichimonji



Resim-6 Raku Çay Kâsesi

Muichi Motsu

(Gabar, TERE BESS, Japanese Raku and Its American Renaissance, 1982)

Japon sanatının beşiği olan Kyoto 16 yy'a kadar seramik alanında kendisini gösterememiştir. Kültürel bir Rönesans yasayan Kyoto seramik alanında büyük bir atılım yapmıştır (Başkaya, 1997,s.133).

2.3. Raku'daki, Form Çeşitleri

Japonların geleneksel çay içme törenlerinde kullandıkları çay kâseleri onlar için çok özel bir anlam taşıdığından, büyük bir dikkat gösterilir, herkesin yapmasına izin verilmezdi. Belli bir tecrübe ve ustalık derecesine ulaşan çömlekçiler tarafından yapılırdı.

Tipik bir Raku çay kesesi nasıl tanımlanabilir; Raku çay kâseleri sadece törensel çay içme merasimlerinde kullanılabilirdi. Törenler dışında herhangi bir amaç için kesinlikle kullanılmazdı. Yapılan kâselerin kulp kısmı yok, buna karşılık alt kısımlarında bir yüzük bulunurdu. Kâselere sıcak çay asla ağız kısmına kadar doldurulmaz. Çay, kâselerinin iki kısmı, sağ elle tutulan dudak kısmı ve ana yüzükten tutulan kısım daima serin olurdu (Terebess,1982).



Resim-7 Raku Çay Kâsesi

Kaga Kôetsu



Resim-8 Raku Çay Kâsesi

Kôetsu: Amagumo

(Gabar ,TEREBESS,Japanese Raku and Its American Renaissance,1982)

Raku çay kâseleri dengeli bir biçimde el oymacılığı ile yapılmışlardır. Çark tornası kullanılmamıştır. Çömlekçi tornasında çekilmediği ve elle şekillendirildiği içinde aynısı üretilemez. Çay kâselerinin ağız kısımları düzensiz dalgalanmalardan dizayn edilmiştir. Çay kâselerinin rengi sadece tam dolu olduğunda belli olmaktadır.

Japon Raku sanatında formlar siyah ve kırmızı Raku olmak üzere ikiye ayrılırdı. Bu tür Raku formlar genelde yüksek oranda şamot içeren(%35-40) çamurlardan yapılır Komogawe-ishi adı verilen bir tür taştan hazırlanan sırla sırlanıp 1150-1200C’de pişirilirdi. Bu iş için sıradan bir Raku fırını kullanılmaz, pişme küçük ve özel fırınlarda yapılırdı (Özcan,1997,s.7).



Resim-9 (Çay Kabı, Siyah Raku ,Ômokage)

(Gabar ,TEREBESS,Japanese Raku and Its American Renaissance,1982)

İkinci çeşidi olan kırmızı Raku teknik ve forma bakımından bir farklılık yoktur.



Resim - 10-a



Resim -10-b



Resim -10-c

(Gabar ,TEREBESS,Japanese Raku and Its American Renaissance,1982)

Resim(10a-b-c) de görülen Kırmızı Raku kâseleri yapıldıkları 1920-1925 yıllar arasındaki ilk şekilleri dikkate alınarak tamir edilmiştir.

Kırmızı Raku yaygın olarak bilinen, kırmızı demir kilden yapılan kalın kurşunlu sır ile sırlanan, bazen üzerinde ince bir tabaka halinde demir oksitli bir astar bulunan Raku'dur. Renk çok kere satenimsi, yumuşak görümlü, janjanlı, açık kırmızıdan kahverengiye, pembemsi renge kadar değişen görünümüdür ve pişme derecesi çok küçüktür (Çobanlı-Özcan, 1997,s.8).

2.4. Raku Yapımında Kullanılan Hammaddeler

2.4.1.Raku Çamurunun Özellikleri

Raku tekniğinde kullanılacak olan killerin özelliklerinin tam anlamıyla bilinmesi ve bilinçli olarak hazırlanması hasarları azaltmak açısından önemlidir. Raku tekniğinde kullanılan kilde aranacak en önemli özellikler 800-1000°C fırından çıkarıldığında uğradığı termal şoka, yani ani ısı değişikliğine ve fırın içersine konulurken ve çıkartılırken uğrayacağı mekanik darbelere ve çatlamalara karşı dirençli olmasıdır. Raku kilinin termal şoka dayanıklılığını artırmak amacıyla içersine plastikliğini bozmayacak kadar kum veya pişmiş şamot parçaları (grog) katılmalıdır.

Grog çamur içerisine ilave edilen pişmiş kil parçalarına verilen isimdir. Pişmiş kil parçacıklarının kalsine edildikten sonra boyutlarının belirli tane iriliğine indirilmesi yani öğütülmesi ile elde edilir. Çamurun plastik özelliğini yani şekillenmeye karşı yeteneğini olumsuz etkilemesine karşılık kurumanın hızlandırılması ve pişme sırasında gerilimleri azaltılması ve kuruma küçülmesini azaltması gibi avantajları yüzünden Raku karışımlarında çok kullanılmaktadır.

2.4.2. Raku Çamurunda Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

Raku yapımında kullanılan killerin fiziksel ve kimyasal özellikleri tek başlarına bu amaç için kullanmaya yeterli değildir. Bu yüzden farklı ve çeşitli özelliklere sahip killerle karıştırılmaktadır. Raku çamurunda kullanılan hammaddeler incelendiğinde iki kritik özelliğin etkili olduğu görülmektedir. Bunlardan birincisi şekillendirme türüne uygun olması ikincisi de termal şoka dayanıklı olmasıdır.

Raku’da kullanılan hammaddeler, seramikte de kullanılan hammaddelere paralel olarak plastik ve plastik olmayan seramik hammaddeleri olarak ikiye ayrılır.

Su ile yoğrulduklarında dağılmayan, şekillendirmeye uygun olan, kolay deforme ve deformasyon kuvvetleri kalktığında şeklini koruyan killere plastik, bu özelliklere sahip olmayan hammaddelere ise plastik olmayan killer olarak adlandırılır.

Seramik sektöründe kullanılan hammaddeler hem kristal hem de amorf yapıdaki doğal mineraller içerirler. Sadece tek bir hammadde kullanılarak yapılabilen seramikler olmadığı için farklı karakterdeki hammaddelerin farklı özelliklerinden yararlanılarak yapılan hammadde karışımları kullanılmaktadır. Bu hammadde karışımlarına masse denir. Bu hammaddeler bilyeli değirmenlerde su ile öğütülerek tane iriliğinin azaltılması, birbiriyle karışması ve homojenize olması sağlanır.

Şekillendirme türüne göre öğütmede kullanılan su, plastik şekillendirme (torna, elle şekillendirme, şablon torna, ekstruder) yapılacaksa filterpresle uzaklaştırılır. Filterpresle nemin her yerde sabitlenmesi ve havasının alınması sağlanır. Masse dökümle şekillendirilecekse sulu süspansiyon halinde değirmenden

alındığı gibi ve akışkanlığının müsaade ettiği maksimum yoğunlukta doğrudan kullanılır. Oluşan çamurun kolay deforme edilebilir ve deformasyondan sonrada şeklini koruması istenir (Peterson, 1996).

Raku yapılacak killerin özelliği gözenekli yapıda olması, hem büsküvi pişiriminde hem de sırlı pişirimde vitrifiye olmaması, plastikliğinin elle şekillendirmeye veya tornayla şekillendirmeye uygun olması ve açık renkte pişmesidir. Gözenekli yapının oluşması CaCO_3 içeren hammaddeler yerine grog, silika kumu veya büsküvi kırığı kullanılarak sağlanmaktadır (Dickerson, 1972, s.13).

Raku yapımında kullanılan bazı masse hammaddeleri genel olarak: Kaolin, plastik kil (ballclay), stoneware kili (stonewareclay) , pişmiş kil (fireclay), sagar kili (saggar clay), earthenware kili (earthenware clay), kırmızı pişen tuğla kili, boksit, spodumene($\text{Li}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.4\text{SiO}_2$), petalite($\text{Li}_3\text{Al}_2\text{O}_3.8\text{SiO}_2$), kuartz, kuartz kumu, grog, molochite, volkanic kül, talk($3\text{MgO}.4\text{SiO}_2.\text{H}_2\text{O}$), bentonite, feldspatlar, stoneware massesidir.

2.4.2.1.Kaolin

Kaolinler killerin en önemli minerali olup içerisindeki diğer minerallere bağlı olarak plastiklik özelliği değişmektedir. Kaolenler oluşum bakımından primer yataklardan bunların taşınması, etkileşmesi v.s sonucu başka minerallerle karışması sonucu killer oluşur. Killer sekonder yataklardan elde edilir (Tanışan ve Mete, 1986, s.5).

Primer yataklar: Feldspat oluşumları bir orman altında bulunuyorsa, orman döküntüleri çürüme sonucu asitlere dönüşeceğiinden ve yağmur suyunda da karbonik asidi bulunduğundan toprağın derinliklerine inen bu asitli sular feldspatlara etki ederek onları kaolinitlere dönüştürürler. Ormanlık bölgede yağışlar sel meydana getiremediğinden oluşan kaolinit toprak altında kalacaktır. Bu tür yataklara primer yataklar denir. (Tanışan ve Mete, 1986, s.6).

Sekonder Yataklar: Sel suları toprağı yıkayarak içerisindeki kaoliniti dereler, oradan nehirlerle, göllere ve denizlere sürükler. Bu taşıma sırasında çökmeler oluşur. Çöken bu kaolinitler kil yatakları meydana getirirler. Bu tür yataklara sekonder yataklar denir (Tanışan ve Mete, 1986, s.6).

Kaolin ana kayacın değişime uğraması sonucu oluşmasına rağmen diğer killere göre daha beyaz ve temiz görünümlüdür. Kaolin minerali diğer kayaçlarla ve safsızlıklarla karıştığı için yaş ve kuru yöntemlerle temizlenebilir.

Kaolin diğer killeriyle karşılaştırıldığında oldukça plastikliği azdır. Bu da dökümde ve plastik şekillendirmede yeteri plastikliğe ulaşamadığı için yalnız başına kaolinle yapılamayacağını göstermektedir. Killeri plastik hale getirmek için ball clay, bentonit ve diğer plastiklik verici killerin ilave edilmesi yaygındır. Beyazlık ve yarı şeffaf özellik (translucent) istendiğinde yüksek plastikliğe sahip kaolin, beyaz pişen ball clay ve bentonit kullanılabilir.

Kaolin mineralleri tanecikleri ball clay ve bentonit taneciklerinden daha büyük olduğundan harmanlandığında kuruma ve işleme özellikleri bakımından son derece uygun özelliklere sahip çamurlar elde edilmesidir. Kaolin taneciklerinin tane iriliğinin büyük olmasının diğer bir avantajı da su geçirgenliğinin fazla olmasıdır.

Böylece kaolin dökümde tane iriliği büyük olduğundan çamurun suyunu daha çabuk alçıya iletecek bu da döküm hızını arttıracaktır. Kaolin sır reçetesinde kuartz, feldspat, frit ve diğer parçacıkların çökmesini önlemede (yüzey özellikleri sebebiyle) kullanılmaktadır.

Kaolin seramik endüstrisinden başka endüstrilerde de kâğıt, kozmetik, boya, tarım v.s. kullanılmaktadır.

2.4.2.2. Ball clay (Plastik Kil)

Ball clay ismi nakliyesi için kesilip top haline getirilen kil bloklarından gelmektedir. Aynı zamanda mavi kil olarak da bilinmektedir. Bu ad ham pişmemiş halinin mavi olmasından gelmektedir.

Ball clay doğal dayanımı yüksek, elastik, organik madde içeriği oldukça yüksek elle şekillendirilmeye ve tornayla şekillendirmeye uygun, kaolin ve feldspatlı karışımlara göre düşük sıcaklıkta gelişebilen ve başka hammaddelerle karıştırılabilen bir kildir.

Porselenlerin en gözde bileşenlerinden olup diğer yüksek sıcaklıkta pişen killerle karıştırılır, genellikle elle şekillendirilir, heykel yapımında ve tornayla şekillendirmede ve bunlara nazaran daha az dökümle şekillendirmede kullanılır. Pişme rengi yüksek kaliteli beyaz renktedir. Sırda da sıklıkla sırn çökmemesi için kullanılmaktadır. Plastikliği çok geniş aralıkta değişen, tane iriliği, pişme özellikleri farklı yüzlerce farklı ballclay bulunmaktadır. Pişme rengi yüzeyinde bulunan bazı çözünmüş tuzlara göre açık griden krem rengine kadar değişmektedir (<http://ceramic-materials.com/ceramat/material/840.html>, ballclay).

Kuru haldeyken su ile kolayca dağılmaktadır. Su ile çok yapışkan ve plastik çamur oluşturmaktadır. Çok ince tanelerden oluşan kütle piştikten sonra su geçirmez hale gelmektedir. Ball clay plastik özelliği ve yüksek sıcaklıklarda pişmesi ve seramik bünyelere (porselen, stoneware, ve earthenware, döküm çamurunda, pres yapılacak bünyelerde) girmesi sebebiyle çok kullanılmaktadır (<http://ceramic-materials.com/ceramat/material/840.html>, ballclay).

Ballclay'in sulu çamurları ve döküm çamurları çok geniş aralıkta bütün sıcaklıklardaki döküm işlemleri için kullanılır. En genel reçete %50 ballclay + %50 talk karışımıdır. Bu karışım ve bunun yakın türevleri dökümle yapılan şekillendirmelerde ve kuru presleme ile yapılan karo üretiminde ve ekstrude edilmiş torna çamurlarında ve yaş prosesle yapılan birçok sanatsal ürünlerin yapımında kullanılmaktadır.

Ballclay'in diğer bir kullanım yeri refrakter endüstrisidir. Birçok refrakter malzemeler plastikliği az olduğundan ball clay ile şekillenebilecek, şeklini koruyacak hale gelir ve dayanım verir. Aşındırıcı (abrasive) endüstrisinde de ball clay benzer şekilde kullanılmaktadır. Birçok seramik sırlarının çökeltmeden asılı durması, sırn sertleşmesi ve kurutma işlemi sırasında küçülmenin kontrolü ball clay yardımıyla yapılmaktadır. Kimyasal bileşimi kaolinle aynıdır (<http://ceramic-materials.com/ceramat/material/840.html>, ballclay).

Ball clay belirli miktarda organik maddeler ve demir iyonları içermektedir. Bu yüzden kaolinden daha düşük sıcaklıkta eriyebilmektedir. Ball clay tanecikleri çok küçük olduğu için Raku masesinin plastikliğini ve işlenebilirliğini arttırmaktadır.

Massenin kurumaya yakinken dayanımını arttırdığından oyma ile süsleme yapılan seramiklerde değeri, kaba taneli diğer hammaddelere göre daha çok ortaya çıkmaktadır. Raku bünyelerinde Ball clay en fazla % 30 oranında kullanılmaktadır (<http://ceramic-materials.com/ceramat/material/840.html>, ballclay).

2.4.2.4. Stoneware kili (Pekişmiş Çini Kili)

Stoneware' nin Türkçe anlamı'' refrakterliği bulunmayan kilden yapılan camsı veya yarı camsı seramik üründür.''

Doğada yaygın olmasına rağmen fazla miktarda bulunmamaktadır. Stonewera killeri çömlekçi tornasında plastik olması nedeniyle kolay şekillendirilebilir. Kuru küçülme ve pışmesi kilin karakteristik özelliğidir. Bu tip killer tuz sırlarında, astar sırlarda ve yüksek sıcaklık stonewera sırlarında çok hoş doku ve renk alınabilir'' (Rhodes,1973,s.22).

Doğal stoneware kili ince ve homojen taneli dokusu olan çoğunlukla yapısında pegmatit bulunan bir kildir. Stoneware kili genellikle doğal olarak homojen ince taneli feldispatik toprağın sıkıştırılması yoğrulması, güneşte pışmesi ve taşınması sonucu kaya kadar sağlam ve pışırıldığında granit kadar sağlam hale gelebilen bir kildir.

Pratikte, hem doğal hem de karışım halindeki feldispatik killerden yapılabilir. Diğer killere göre oldukça yüksek sıcaklıkta 1200°C'da pışirilerek vitrifiye olmaktadır. 1200°C'da oluşan eriyik sinterleşme sırasında sadece taneleri ıslatmaktadır. Oluşan eriyiğin viskozitesi çok yüksek olduğundan ve ıslatma açısı küçük olduğundan tanelerin arasından süzölüp akmamakta şeklini deforme olmadan koruyabilmektedir (Cahn, Haasen ve Kramer, 1996).

Böylece gözeneklidir suyu sızdıran bir yapıya sahip olacaktır. Sıcaklık yeteri kadar arttırıldığında gelişen stoneware gözenekleri kapanacaktır. Böylece sırla kaplanma gerektirmeyen seramikler üretilebilecektir. Sırlanması tamamıyla dekoratif amaçlar için yapılan bu tür seramiklerin temizliğinin kolay olması yüzünden çok tercih edilmektedir.

Geleneksel stoneware seramiklerinde üç tür sır kullanılmaktadır: kurşunlu sırlar, tuz sırları ve feldispatik sırlardır.

(<http://ceramic-materials.com/cermat/material/2068.html> stoneware)

2.4.2.5. Pişmiş Kil (Fire Clay)

Refrakter bir kilin genel ismidir. Tipik fire clay plastik özelliğe sahip önemli miktarda demir safsızlığı içermektedir. Hafif işler için kullanılan fire clay'in erime derecesi PCE (Pyrometric Cone Equivalent) 27 =1670°C ve çok ağır ortamlarda kullanılan fire killer için PCE 32= 1790 °C de erimektedir (<http://ceramic-materials.com/cermat/material/2274.html> fireclay).

Bu tip killer ateş kili olarak da adlandırılmasının nedeni yüksek ısıya dayanması ve refrakter özelliği göstermesidir. Ateş killerinin plastikliği çok değişken olmakla birlikte çeşitli renk özelliklerine sahiptir. Çok az ateş kili beyaz veya beyaza yakın pişer. İçerisindeki demir sülfür (Fe_2S) yüzünden altın sarısı renginde benek ve lekelerle açık kahverengi ya da sarı pişme rengine sahiptir. Ateş killeri, yüksek alümina ve düşük oranda alkali içerir. Pişme sıcaklığı 1500°C 'e kadar yükselir (Fournier,1977,s.56).

Fire clayler birçok tuğla çeşidi de olmak üzere seramik yapımında, heykel yapımında kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak fırınlarda astar yapımında, metal işleri endüstrisinde pota yapımında, saggar ve cam işlerinde kullanılmaktadır.

Pişmeden sonraki kararlılığı sebebiyle seramik boru ve sıhhi tesisat malzemeleri üretiminde kullanılmaktadır. Plastiklik vermesi ve tane iriliği dağılımına bağlı olarak erken erimemesi yüzünden diğer killerle birlikte karışım yapılarak kullanılırlar. Vitrifiye fire clay bünyelerde, önemli miktarda feldspatlar gereklidir. Birçok seramik bünyede farklı kil türleri birbirinin yerine kullanılabilir(<http://ceramic-materials.com/cermat/material/2274.html> fireclay).

2.4.2.6. Pegmatit

% 25 kuartz ve % 75 feldspat içeren bir phylonian kayadır. Phylonian kayadır mağmanın derinlerden yeryüzüne çıkması sonucu toplanmış kimyasal yapısı her yerinde aynı olan çok ince taneli kayalardır. Yüksek oranda silika içeren kaba kristaller içeren granit’de ve temel olarak plaioclase ve kuartz içeren pegmatitlerde safsızlık olarak biotite, muskovite, lepidolite v.s mineralleri de bulunabilmektedir. “Cornwall stone” ve “Carolina stone” iyi çok bilinen tipleridir (<http://ceramic-materials.com/ceramat/material/1986.html> pegmatit).

2.4.2.7. Earthenware Kili (Çömlekçi ve Tuğla Killeri)

Geleneksel olarak earthenware kili doğal bir kil olup 1100°C’ın altında pişirildiğinde hafif poroz bir yapı oluşmaktadır. Çoğunlukla, earthenware killerinden yapılan kaplar güveç kabı gibi yemek pişirmede, hububatların saklanması ve bazı içeceklerin saklanmasında kullanılmıştır.

Tarihsel olarak Neolitik zamana ait kültürde nadiren 900°C’ın üzerine pişirilmiş kaplar bulunmaktadır. Dikkat çeken bir istisna earthenware killeri kullanılarak yapılan bazı çömleklerin ve fayansların 900 -1150°C’ a pişirilmesidir. Doğal haldeki veya karışım halindeki earthenware killeri, az miktarda feldspat içeren porselen karışımlarından veya stoneware karışımlarından daha düşük sıcaklığa pişen bir hammaddedir. Diğer taraftan yüksek sıcaklığa pişen ve büyük oranda feldspat içeren (veya talk içeren) daha narin (fine ceramics) seramiklerin yapıldığı tuğla kilinden farklı earthenware killerine de rastlanabilmektedir.

Earthenware killerine uygulanan sırlarda eriticilik alkali oksitlerden (Na_2O , K_2O ,) ziyade kurşun (PbO) ve bor oksitlerle B_2O_3 sağlanmaktadır. Porselende ve stoneware’de ise eriticilik alkalilerle; sodyum, potasyum, kalsiyum oksitlerle (Na_2O , K_2O , CaO) v.s. sağlanmaktadır. Fayans, majolika ve çömlekler için kullanılan bazı kalaylı sırlar earthenware killeri için de uygundur ve pişirme koşulları earthenware seramiklere benzemektedir. Kazılardan çıkan veya doğal earthenware’lere uygulanan kimyasal analizlerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. CaO % 41,0, SiO_2 %17,1, Al_2O_3 %7.2, K_2O %0.5, Na_2O %0.3, Fe_2O_3 %0.3, TiO_2 %0.2, MgO % 0.01,

FeO/MnO eser miktardadır. Bu sonuçlara göre massede Cornwall stone (veya pegmatit) %3-12, flint veya kuartz % 35-55, kalkerli kil % 40-55 kullanıldığı ve pişme sıcaklığının yaklaşık 1200°C’de olduğu belirlenmiştir (<http://ceramic-materials/.com/cermat/material/1211.html> saggarclay).

2.4.2.8. Talk

Talk ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) , çözünmeyen magnezyum silikat minerallerinden birisidir. Yumuşak, yağlı gibi (greasy) , taneli veya lifli bir mineraldir. Mineral beyazdan gümüş beyazına kadar ve elma yeşiline ve siyaha kadar farklı renktedir.

Lusterli gibi parlayan bir yapıya sahip olan talk bazal ekseninde kırılğan, kolaylıkla kesilebilen bir özelliğe de sahiptir. Talk çok geniş kristal şist yataklarında serpentine, dolomite ve klorit ile birlikte bulunur. Talk genellikle metamorfik kayalarda tabakalar halinde veya steatite veya sabuntaşı (soapstone) denilen granüller halinde bulunur.

Termal şoka dayanıklılığı sağlayan en önemli hammaddelerin başında talk gelmektedir. Talk ve kaolin karışımları termal şoka dayanıklı gerektiren masselerde (raku, kordierite) çok kullanılan iki hammaddedir. Bunun yanında ısı işlem görmüş ve termal genişmesi minimuma inmiş grog gibi hammaddeler de kullanılmaktadır. Düşük sıcaklıkta pişen seramiklerde talk ilavesinin fazla serbest kuartzı kristobalite dönüştürdüğü böylece bünyenin genişlemesini arttırarak kırılmaları azalttığı bilinmektedir. Tipik bir talkın Kimyasal analizi : MgO :% 28.000, SiO₂: %58.000, CaO :%6.000, Al₂O₃: %2.000, Kızdırma Kaybı: %5.500

Erime sıcaklığı 1420 °C, Talk içerisinde bulunan en fazla bulunan safsızlık Dolomit (MgCO_3) , Pyrophyllite ve CaCO_3

Talk düşük sıcaklıkta gelişen sanatsal bünyelerde % 60 a kadar oranlarda termal genişmeyi arttırdığından sıklıkla kullanılmaktadır. Bu sayede ticari sırlarla uyuşumu daha iyi olmaktadır.

Kordierite bünyeler fırın aksesuarlarında (fırın rafı, raf ayakları) ve alev uzantılarında (flameware extend) olarak kullanılmaktadır. Burada bütün serbest

kuartz kullanılmıştır. Böyle bünyeler dar bir sıcaklık aralığına fırınlama aralığına sahiptir (<http://ceramic-materials.com/ceramat/material/1630.html> talk).

Sırlarda opaklaştırıcı olarak

Talk aynı zamanda refrakter bir tozdur. Düşük sıcaklıkta pişen sırlara ilave edildiğinde matlık ve opaklık vermektedir.

2.4.2.9. Molochite

Tozumayan molochide çok geniş aralıkta tane iriliğine sahiptir (8 -325 mesh'e kadar). Her tarafı homojen olan bir maddedir. Çok beyaz pişen porselenlerde ve dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber döküm endüstrisinde balmumundan yapılmış modellerin üzerini sulu molochite içeren çamurla kaplamada kullanılmaktadır. Kurumadan sonra balmumu eritilip atılmakta ve kızgın erimiş metal kalıp boşluğuna doldurulmaktadır. Çoğu uygulamalarda mekanik amaçlar için kullanıldığından kimyası her zaman göz önüne alınmamaktadır. Raku masselerinde termal şoka dayanıklılık verdiği için kullanılmaktadır(<http://ceramic-materials.com/ceramat/material/1034.html> molocite).

2.5. Raku Çamurunun Termal Şok Dayanımı

Seramik malzemeler içerisinde çok az sayıda seramik türü termal şoklara hassastır. Başka bir deyişle ani sıcaklık değişimine dayanıklıdır. Bunlardan bazıları erimiş sinterlenmiş SiO_2 , kordierite ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$).dir. Termal şoka hassasiyetin sebebi sıcaklık farklılığından (temperature gradient) oluşan iç mekanik gerilimler ve seramik malzemelerin hiç esnemeyen kırılgan (brittle) yapısıdır. Buna karşılık metallerde sıcaklık farklılığı bölgesel termal gerilimlere veya plastik deformasyonlara (ısıtma veya soğumadan dolayı kalıcı şekil bozukluklarına) sebep olmaktadır. Bu da seramiklerde çatlamalara sebep olmaktadır.

Sıcaklık farklılığından doğan termal gerilimler genel olarak

Geometrik sınır şartlarına

Termal sınır şartlarına

Fiziksel değişkenlere

Termal genleşme katsayısına (α)

Elastiklik modülüne (E)

Termal iletkenliğe (λ)

Dayanıma (strength) (σ) bağlıdır.

(http://www.keramverband.de/brevier_engl/5/4/5_4_3.htm)

Pişirme sırasında uygulanan ısıtma hızı seramikten seramiğe değişmektedir. Raku yapımında da pişirme ve soğutma işlemleri çok büyük hızlarla yapıldığı için (termal şok) genleşmeler yüzünden en çok zararın oluştuğu aşama olarak bakılabilir.

Ayrıca sırn gelişmesi ve indirgenme ile oluşan renklerin ortaya çıkması belirli sıcaklık aralığında mümkündür. Bu yüzden çok fazla soğumuş Raku seramiklerinde sır tabakasında indirgenme gerçekleşmez. İndirgenme yaklaşık fırın sıcaklıklarına yakın sıcaklıklarda yapılmalıdır. Fazla soğutulmuş Raku seramiklerinde istenen metalik renkler ortaya çıkmayabilir.

Raku seramiklerinin pişirilmesinde diğer seramiklerden farklı olarak pişirilen malzemeler aniden 1000°C’de fırından çıkartılırlar.



Resim-11 Raku Sırları İle Kaplı Raku Seramiklerinin Sıcak Sıcak Fırından Çıkarılışı (1000°C)

Raku seramiklerinde çok büyük bir hızla soğuma ve bunun sonucu bünyesinde boyutsal küçülmeler ve küçülmelerden doğan gerilimlerin oluşması kaçınılmazdır. Böylece pişen parçalar büyük bir termal şoka maruz kalırlar. İlk şoku atlatan parçalar daha sonra tam yanmanın oluşmadığı içerisinde yanabilen malzemelerin kâğıt, bez, ağaç talaşı v.s. bulunduğu bir kabın içerisine atılırlar. Ağzı sıkıca örtülen ve yanmayan bir maddeden yapılan (metalik) bu kaplara önceden içerisine belirli kalınlık oluşana kadar talaş konulur

(http://www.keramverband.de/brevier_engl/5/4/5_4_3.htm).

Böylece maşa ile tutularak atılan parçaların mekanik yolla kırılmaları da önlenmiş olur. İndirgenme kabına atılan her parçanın sırlı yüzeyi alta gelecek şekilde konulur ve üzerine talaş atılır. Kabın kapağı sıkıca örtülerek seramik malzemenin oluşan dumanla (karbon monoksit gazı ile) teması sağlanır.



Resim-12 İndirgenme Kabına Pişen Raku Sırlı Kaplı Seramiklerin Konulması



Resim-13 İndirgenme Kabı ve Kapağı

Bu arada bir yandan sır içerisindeki renk veren oksitlerin indirgenmesi diğer yandan hızlı soğuma işlemi devam eder. Termal olarak ele alınacak olursa Raku yapılan seramik parçalar büsküvi ve sırlı olmak üzere iki pişirme işlemi ve sırlı pişirim sırasında bir de sıcaktan soğumaya doğru oluşan şoklama aşamasından geçmektedir. Pişirme ve şoklama işlemleri sırasında şok mekanizmasının

anlaşılması, bağlı olduğu değişkenler ve kontrolü Raku pişirimi sırasındaki şoklamadan dolayı zayıatları minimuma indirmek için çok önemlidir.



Resim-14 İndirgenme Kabının

Kapağının Kapatılması



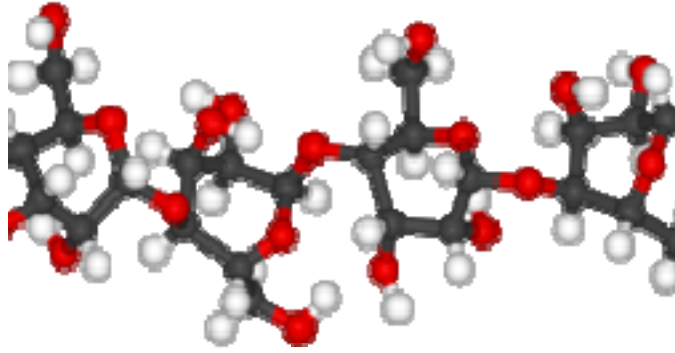
Resim-15 İndirgenme Kabından

Pişen Seramiklerin Çıkartılması

2.6. Kâğıdın Yapısı, Özellikleri ve Seramikte Kullanımı

2.6.1.Kâğıdın Yapısı

Bitkilerde ve ağaçlarda fotosentezin doğal bir yan ürünü olan selüloz lifi birçok kâğıdın da temel malzemesidir. Bitkilerde hücre yapısının büyük bir bölümünü oluştururlar. Değişik kaynaklardan elde edilen selüloz kimyasal ve fiziksel özellikleri hücre yapısının tipi itibariyle de farklılık gösterir. Selüloz kâğıt yapımında bir hammadde olarak kullanılabilmesine imkân veren lifsel yapısı ve hücre yapısındaki farklılıklar nedeniyle farklı kâğıtların elde edilmesi bakımından kâğıt endüstrisinde büyük önemi taşır (Atik,1999,s.5).



Şekil-1 Üç Boyutlu Selüloz Görüntüsü (Kaynak, tr.wikipedia.org/wiki/Selüloz)

Bir karbon hidrat olan selüloz ($C_6H_{10}O_5$), basit bir şekilde uçları daralan esnek borular biçiminde bir yapıdır. Temel amacı kapilerite (kılcallık) sayesinde etkili bir biçimde suyu yerden bitkinin yapraklarına çekmesidir. Lif son derece emicidir, sünger gibidir ve çarpma ve döndürme gibi darbelere karşı da oldukça dayanıklıdır. Selüloz lifleri çok uzun zincir yapısında olmasından seramik materyalleri için de mükemmel bir katkı maddesi olarak kullanılmasına imkân vermektedir (Gault, 1998, s.10).

Kâğıtlık odun, mobilya vs. üretiminde kullanılan odundan düşük, yakacak olarak kullanılan odundan daha yüksek kalite seviyesindedir. Bu odun da, ya iğne yapraklı (çam vb. yumuşak) ağaçlardan veya yapraklı (meşe vb. sert) ağaçlardan elde edilir Selüloz pamuk, saman ve diğer odunsu olmayan bitkilerden de elde edilebilir.

Selülozun elde edilişi sırasında odunun doğal yapısının da türüne ve yetiştirme ortamına bağlı olarak %25-35 oranında lignin bulunur. Lignin, odun içersinde “tutkal” görevi gören bir başka bileşendir. Kâğıt hamuru üretim işlemlerinde odunun yapısında bulunan ligninin çıkartılması ve minimum düzeye indirilmesi gerekmektedir.

Kâğıt yapımında diğer önemli bir hammadde eski kâğıttır. Eski ve atık kâğıtlar, ucuz bir hammadde olarak görünmekteyse de kullanılan baskı mürekkebi ve kâğıdın yapısına bağlı olarak mürekkep çıkarma işlemi, özellikle yazı kâğıtları yapımında en önemli problemi teşkil etmektedir. Eski kâğıdın mürekkebi

çıkarılmadan kullanılmasıyla yapılan ürün, halen yaygın şekilde kullanılan gri kartondur (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

Kâğıdın temel yapısı kısaca dolgu maddeleri (selüloz) , boya maddeleri ve kâğıdı yapıştırıcı maddelerdir. Dolgu maddeleri, liflerden meydana gelen ve girintili çıkıntılı bir durumda olan kâğıt yüzeyine lifler arasındaki boşlukları doldurarak, daha düzgün bir şekil vermek maksadıyla kullanılır. Bunun yanında mürekkebin dağılmasını önleyerek, daha iyi emilmesini sağlar. Kâğıdın parlaklığını artırır. Kâğıdın yumuşaklığını da olumlu yönde etkiler. Dolgu Pigmentleri olarak minerallerden oluşan dolgu maddeleri uzun zamandan beri kâğıt üretiminde kullanılmaktadır (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

Çeşitli kâğıt ve karton cinslerinin üretiminde kullanılmalarına rağmen en fazla baskı ve yazı üretiminde kullanılmaktadır. Başlangıçta kâğıdın ağırlığını arttırmak için kullanılmasına rağmen artık başka fonksiyonel özellikler için de kullanılmaktadırlar.

Dolgu maddeleri, temel olarak beyazlık ve opaklık gibi optik özellikleri iyileştirmek, kâğıt yüzey düzgünlüğünü arttırmak, elyafların arasındaki boşlukları doldurarak kâğıdın formasyonunu iyileştirmek, daha homojen kâğıt yüzeyi, daha opak ve daha iyi mürekkep emişi elde ederek çeşitli baskı tekniklerinde basılabilirliği iyileştirmek, ıslandığında çoğu pigmentin elyaf gibi su emmemesinden dolayı kâğıdın boyutsal kararlılığını arttırmak, kâğıdın uzun süre dayanmasını sağlamak (kalsiyum karbonat kullanılarak alkali kâğıt üretimi) amacıyla kullanılır. Normalde dolgu pigmentleri, kâğıt üretiminde kullanılan elyaftan daha ucuz olduğundan elyaf yerine dolgu maddesi kullanımı, her zaman ekonomik olmuştur. Bu nedenle teknolojik olanaklar el verdiği sürece dolgu maddesi, kâğıt ve karton üretiminde olabildiğince fazla kullanılmaya çalışılmaktadır

(<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

Diğer yandan lifler arası bağlantıyı zayıflattıklarından kâğıdın kopma, yırtılma, çift katlama ve patlama direncini zayıflatırlar. Kâğıdın yapışmasını engeller. Kâğıt üzerinde zayıf tutunmaları halinde silme sırasında leke ve kirlenmeye, yıpranmaya sebep olurlar. Fazla oranda kullanılmaları işletmeciler açısından kâğıdın

maliyetini düşürücü bir unsur olarak görülebilirse de, sayılan mahzurları da dikkate alınarak ancak belirli bir oranda dolgu maddesi kâğıt hamuruna ilave olunabilir. Mineral dolgu maddeleri içerisinde Baryum sülfat, kalsiyum sülfat (CaSO_4) vb. çok yaygın olarak kullanılanı kaolendir. Kâğıda istenen rengin verilebilmesi için yeterli miktarda boyar madde (sentetik boyalar veya pigmentler) kullanılır (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

Çeşitli kâğıtların (özellikle baskı, para ve harita kâğıtları gibi) su ve mürekkep gibi sıvı maddelere karşı dayanıklı olmaları istenir. Bu maksatla kâğıdın iç yapıştırmasını sağlamak için kâğıt hamuruna, lifler süspanse haldeyken, önce belli oranda kolofan ilave edilir. Daha sonra kolofanın lifler üzerinde çökmesini sağlamak için şap katılır. Çam ağaçlarından elde edilen reçine, % 80 oranında kolofan ihtiva etmektedir (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

2.6.2. Kâğıt Hamurunun Üretimi

İlk aşamada ağaç, kabuklarından ayrılır ve yonga adı verilen 1-3 cm uzunluğunda 2-5 mm kalınlığında küçük parçalara ayrılır. Odunlar, yongalama makineleri, saman, kendir, kamış gibi yıllık bitkiler ise kesme makineleri ile ufak parçalara ayrılırlar.

Kâğıt hamuru üretmenin ilk aşaması, pişirmedir. Pişirme, kâğıt üretiminde kullanılacak olan selüloz elyaflarından lignin (ağacın içinde elyafları birbirine bağlayan reçinemi madde) ve diğer bileşenlerin ayrıştırılması amacı ile yapılır (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

2.6.2.1. Mekanik Hamur Üretimi

Yaklaşık olarak dünyada üretilen hamurun % 15'i mekanik olarak elde edilir. Bu prosesde yongalar öğütülerek elyafların birbirinden ayrılması sağlanır. Ancak bu yolla çok az miktarda lignin uzaklaştırılmış olur ve ağacımsı-ağaç renginde hamur elde edilir. Gazete kâğıdına ağaç rengi veren proses budur. Bu hamur üretim tarzında yoğun olarak enerji kullanılır ve çoğunlukla bu hamur mürekkebi emici ve

mürekkebin hızlı kurumasını sağladığından gazete kâğıdı üretiminde de kullanılır (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

2.6.2.2.Kimyasal Hamur Üretimi

Yongalar daha ziyade kalsiyumbisülfid, sodyum hidroksit, sodyum sülfür karışımı, bitkiler ise sodyum hidroksit, sodyum mono sülfid, sodyum sülfür gibi çeşitli kimyasal madde çözeltileri ile pişirme kazanlarında 135-180° C ‘de 4-7 atü’ lük basınç altında pişirilir. Bitkideki selüloz liflerini birbirine bağlayan lignin ve diğer bazı kimyasal maddelerin büyük bir kısmı bu işlem sırasında çözeltiye geçer ve hamur halinde selüloz elde edilmiş olur. Esmer renkli olan selüloz yıkanarak içindeki yabancı maddelerden ve az pişmiş kısımlardan temizlenir.

Dünyadaki tüm hamur üretme kapasitesinin % 42’si yüksek sıcaklıkta pişirme sırasında kimyasallar kullanılarak yapılır. Bu kimyasallar ligninin dağılıp parçalanmasını ve selüloz elyaflarından ayrılmasını sağlar. Kullanılan kimyasalların cinsi ve kalitesi, son ürünün özelliğini belirler ve yüksek kalitede hamur elde edilmesinde etkili olur. Örnek olarak kostik soda (NaOH) ya da sodyum sülfat, mukavemetli kutu ve mukavva yapımında kullanılan kalın, güçlü elyaf üretiminde kullanılmaktadır(Kraft prosesi olarak bilinir) , amonyak ya da kalsiyum sülfat yüksek kaliteli yazı ve baskı yapılabilen kâğıtlarda kullanılan daha ince elyaf üretiminde etkilidir (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

Ağaç hamurunu beyazlatmak için klor, klordioksit, ozon, hidrojen peroksit gibi kimyasallardan bir ya da bir kaç beraberce kullanılır. Tipik bir beyazlatma prosesi, bir kaç beyazlatma aşamasından oluşur.

Bu aşamada selüloz elyafları hala içi boş ve sert halde olduklarından birbirleri ile kâğıt üretimi sırasında bağ yapmaları için öğütücülerde öğütülürler. Öğütme sırasında elyaflar esnek hale gelir ve elyaf üzerinde saçaklar oluşturulur. Öğütücüler, yüksel hızda dönen çelik disklerde oluşur. İki disk arasına giren elyaflar, diskler üzerinde bulunan çubuklara çarparak ve birbirleri ile temas ederek saçaklı hale gelirler (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

Kâğıt hamuru beyazlatılıp öğütüldükten sonra su eklenerek seyreltik hale getirilir, gerekirse kalsiyum karbonat, kaolin gibi dolgu maddeleri eklenir. Bu

karışım %99'u su, %1'i elyaf ve diğer katkı maddeleri olacak şekilde kâğıt makinesine pompa ile iletilir.

Kâğıt makinesinde elek adı verilen çok ince gözenekli süzgeç üzerine hamur, çok dar bir yarıktan akıtılır. Elek, sürekli döner ve su-elyaf karışımındaki katı maddeler, elek üzerinde kalır ve su elek yardımı ile süzülür. Eleğin üzerinde böylece yaklaşık %20 si elyaf, % 80'i su olan yaş bir kâğıt tabakası oluşmuş olur.

Bu yaş kâğıt daha sonra yine kâğıt makinesinin bir parçası olan preslerde suyu daha fazla giderilir. Preslerden bu kâğıt, % 42-48 arasında kuru içerikli olarak çıkar. Yaş kâğıdın içinden presleme ile çıkarılabilecek maksimum su miktarı sınırlıdır. Bu nedenle kâğıt, kurutma bölümüne geçer ve içinde yüksek sıcaklıkta buhar bulunan kurutma silindirleri ile temas etmesi sağlanarak kurutulur. (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>)

2.6.2.3. Kâğıt ve Karton Cinsleri ve KKB'lerde Kullanılan Kâğıtlar

Kâğıt türleri nitelikleri bakımından birbirinden ayrılır. Bu nitelikleri oluşturan faktörlerin bazıları çok önemlidir. Kâğıdın kullanım yerlerinin saptanmasında etkili olurlar (Tank T, 1998).

Yaklaşık olarak 3000 farklı kâğıt ve karton ürünü vardır. 225 g/m² ye kadar olan ürünler kâğıt, bu gramajın üstündeki ürünler ise karton olarak adlandırılır. Kullanım şekline göre kâğıt ve karton cinsleri dört ana gruba ayrılır: Grafik kâğıtları, ambalaj kâğıtları, kartonlar temizlik kâğıtları özel kâğıt ve kartonlardır (<http://www.kagitsanayi.com/makaleler-mainmenu-146.html>).

Literatürde kâğıt katkılı seramik bünyeler hem düşük derecede Raku ve terrakotta bünyelerde (900–1150°C) hem de yüksek derecede pişen stoneware ve porselen bünyelerinde (1250°C) başarı ile kullanılmıştır.

Kâğıt katkılı seramik bünyenin yapımında hemen hemen her türlü kâğıt kullanımına uygundur. Ancak kullanılan kâğıt hamuru cinsine göre yapılan çamurun dayanımı farklılıklar göstermektedir. Yapılan çalışmalarda gazete kâğıdı, fotokopi kâğıdı, , yumurta kolisi ve tuvalet kâğıdı kullanılmıştır. Bunların içerisinde en

dayanıklı plastik çamur oluşturan kâğıdın fotokopi kâğıdı olduğu sonucuna varılmıştır (Uysal,2004,s.22).

2.7.KKB'lerin Tanımı ve Avantajları

Türkçe anlamı kâğıt katkılı seramik bünye olan Paperclay, killerle kâğıt hamurunun karıştırılması ile oluşturulan yeni bir seramik karışımına verilen isimdir. Bu karışımlar kullanılarak yapılan seramiklere de Paperclay adı verilmektedir. Hazırlanan kâğıt hamuru kil karışımları seramik üretimindeki her aşamada olduğu gibi şekillendirilir, kurutulur ve pişirilir. Pişen ürün kâğıt hamurunun yanması sonucu oluşan boşluklardan dolayı gözenekli hale gelir ve oldukça hafifler. Bu tür seramikler daha çok artistik amaçlı seramiklerin üretiminde kullanılmaktadır. Kâğıt hamurunun lifli yapıda olması hazırlanan karışımın plastikliğini, şekillendirilmesini yaş ve kuru dayanımlarını olumsuz etkilememektedir. Bu yüzden Raku yapımında da kullanılabilmektedir.



Resim-16 Kâğıt Katkılı Seramik Bünye (Paperclay)

Resim- Döküm Çamuru ve Fotokopi Kâğıdı Hamuru ile Hazırlanmış KKB (Paperclay)

2.7.1.KKB ‘lerin Plastikliğe Etkisi

Kâğıt katkılı seramik bünyeler, geleneksel seramik çamurlarıyla karşılaştırıldığında, aynı hammadde karışımından yapılmalarına karşılık selüloz liflerinden dolayı plastik olarak şekillendirilen çamura farklı özellikler kazandırmaktadırlar.

KKB’de kâğıt hamuru katkısı plastik özelliğini belirli bir orana kadar değiştirmemekte belirli bir orandan sonra plastikliğini ve işlenebilirliğini azaltmaktadır. Paperclay içerisinde kâğıt hamurunun oranının artması, pişme öncesi dayanıklılığını artırırken, pişme sonrası dayanımının (mukavemet) azalmasına sebep olmaktadır. Çünkü fırında kâğıt liflerinin yanması sonucu hafifleyen Paperclay, içerisinde küçük gözenekler dayanımı düşürmektedir.

2.7.2.KKB ‘lerin Şekillendirmedeki Avantajları

Paperclay ile çok ince plakalar açılabilmekte ve bu plakalardan istenilen formlar rahatlıkla yapılabilir.



Resim-17



Resim-18



Resim-19



Resim-20

Resim- 17-18-19-20 de KKB'ye çamurundan yapılan plakanın rulo yapılacak kadar plastik ve esnek olması gösterilmektedir.

Buna ek olarak kâğıt hamurunun suyu tutması sebebiyle daha uzun süre nemli kalması tornalamada ve uzun süren şekillendirme işlemlerinde yüzeyin kurumamasını sağlamaktadır.

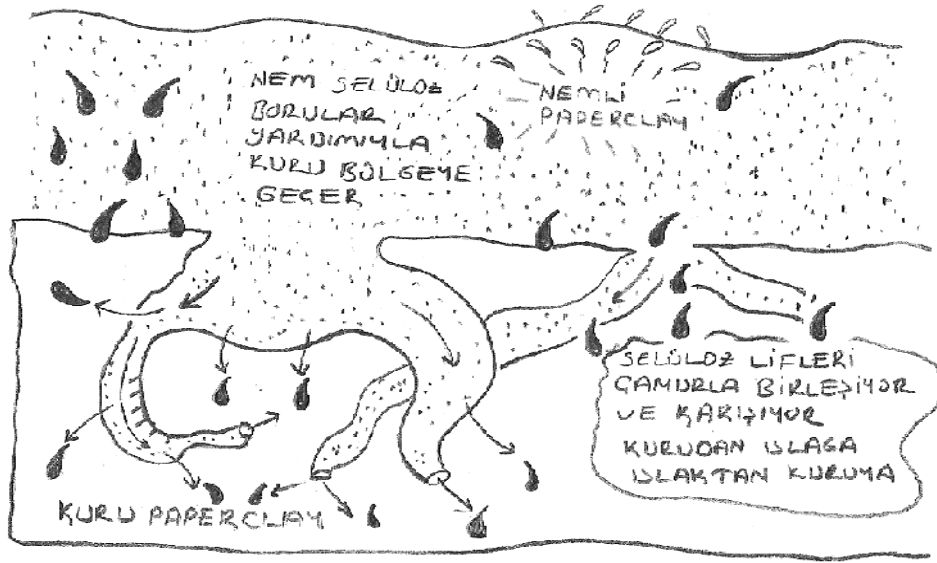
2.7.3.KKB'lerin Kurumadan Evvel ve Kuruduktan Sonraki Avantajları

Kâğıt hamuru ilavesi ile yapılan bünyelerin plastikliğinde değişme fazla olmamakla birlikte esnemelere ve darbelere oldukça dayanıklı hale gelmektedir. Bu dayanıklılık oluşturulan parçaların kurutulduktan sonrada daha da iyi göstermektedir. Paperclayden yapılan formlar kurutulup deri sertliğine geldiğinde yapısında oluşan selüloz lif ağı sebebiyle esneklik kazanır, bundan dolayı Paperclay ile yapılan plakalar hafif esnetildiğinde herhangi bir çatlama veya kırılma görülmez. Paperclayın pişirim öncesi artan mukavemeti bu malzemeyle çalışma kolaylığı sağlar.

2.7.4. KKB'lerin Her Kıvamda (Plastik, Kuru ve Pişmiş) Eklenilebilme Özelliği

Bir diğer avantajı KKB'den oluşturulan çamurun plastik haldeyken her durumda bir birine rahatlıkla eklenebilmesidir. Geleneksel seramik çamurlarında çamurun birbirine ekleme işlemi sadece aynı kıvamdaki yaş çamurlar ile yapılabilmektedir.

Buna karşılık KKB’de çamurun yaşılgı ve kuruluğu önemli değildir. Her kıvamda ekleme işlemi yapılabilir. Hatta daha da ileri gidilirse hiçbir seramik çamurunda görülmeyen bir özellik karşımıza çıkar. Bu özellik ilk pişirimi yapılan bir KKB parçasıyla yaş kıvamdaki çamurun rahatlıkla birbirine eklenebilmesidir. Bu özellik seramik sanatçılarına, yaptıkları işlere, her aşamada müdahale edip düzeltme ve tamir imkânı vermesidir.



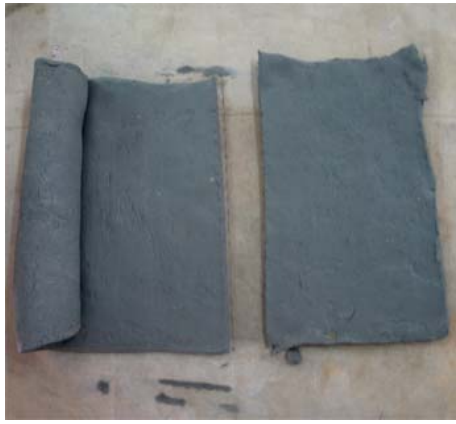
Şekil-2 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyelerde Yaş ile Kuru Bünye Karşılaştığında Meydana Gelen Olaylar

(Paperclay For Ceramic Sculptors, Clear Light Books, 1998.s:19)

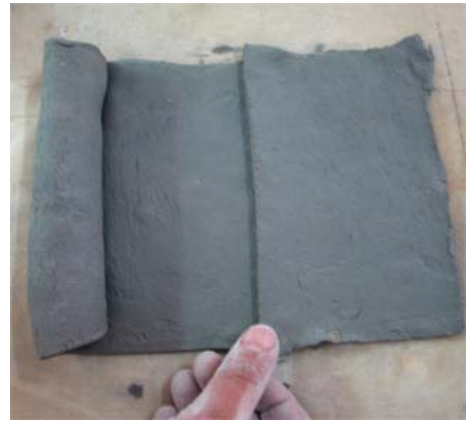
Kurumuş KKB’e üzerine yaş Paperclay bünyesi eklenmek istendiğinde Şekil-2 deki mekanizmaya göre çamurlar birbirine yapışmaktadır. Buna göre kurumuş KKB’de taneciklerin oluşturduğu kılcal borucuklarda ve tanelerin birbirine teması sonucu oluşan gözeneklerdeki su kuruma yoluyla tamamen çekilmiştir. Bu kuru KKB’ye oldukça nemli yaş KKB temas ettirildiğinde nemli çamurun nemi yavaş yavaş kuru yüzeye doğru çekilir ve onu sarar. Nem dengesi sağlandıktan sonra kuruma işlemi olacağından kuruma sırasında meydana gelebilecek kuruma küçülmesinden doğacak çatlamlar ve kırılmalar en az seviyeye iner (Gault, 1998, s.19).

Kâğıt liflerinin etkisiyle yüzeyde meydana gelen girinti çıkıntılar diğer katmanın yapışmasında ve tutunmasında son derece etkili rol oynamaktadır (Gault, 1998, s.19).

Yaş kıvamdaki kâğıt katkılı seramik bünyeler de geleneksel seramik çamurlarında olduğu gibi, birbirine eklenerek yapıştırılır. Resim (21-22-23-24-25-26-27-28-29) ler de birleştirme aşamaları gösterilmektedir.



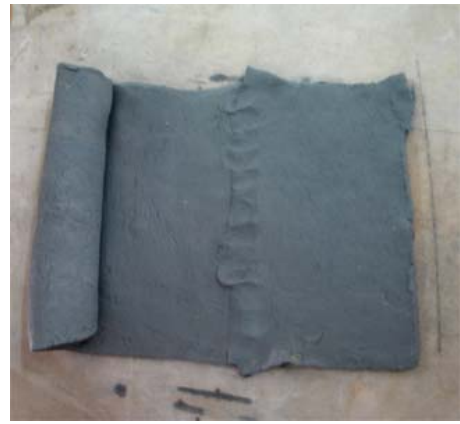
Resim-21



Resim-22



Resim-23



Resim-24

Yapıştırılacak parçalar üst üste getirilerek, aynı yaş kıvamda oldukları için çentik atmaya gerek olmadan birleştirme işlemine başlanır.



Resim -25



Resim-26



Resim-27



Resim-28

Ön tarafta yapılan birleştirme işlemi, kâğıt katkılı seramik bünye (Paperclay) plakanın arka kısmına da uygulanıp son olarak ta düzeltilerek tamamlanır. Burada Paperclay'ın inceliği veya kalınlığı önemli değildir her kalınlıkta bu işlem rahatlıkla yapılabilir.



Resim-29

Resim-29 da birleştirme yapılan kısmın ne kadar kuvvetli olduğu, kâğıt katkılı seramik bünye çekildiğinde yırtılmanın, ek yerinde değil başka bir bölgede oluştuğu görülmektedir.

KKB'ler diğer seramik çamurlarından farklı olarak her kalınlıkta birbirine eklenebilir, farklı kalınlıktaki parçalar kuruma ve pişme sırasında çatlamalara ve kırılmalara sebep olmaz. Bu yine kâğıt katkılı bünyelerin içerisindeki selüloz liflerinin sayesinde oluşmaktadır. Bu özelliğinin yanında sıvı Paperclay 'i kurudukça üst üste dökerek istenen kalınlığa getirilebilmektedir. Bu yöntemle her kalınlıkta levhalar yapıp bu levhalar üstünde farklı kalınlıklar oluşturulabilmektedir. Bu işlemi istenildiği kadar tekrar edilebilmektedir.

2.7.5. KKB'lerin Kurutmadaki Avantajları

KKB (Paperclay) ile oluşturulan formların kurutulma aşamasında da geleneksel seramik çamuruna oranla daha çabuk ve daha az sorunludur. Geleneksel seramik çamurları belirli ısılarda, dengeli bir şekilde ve kademeli olarak kurutulurken kâğıt katkılı seramik bünye rahatlıkla açık havada kurutulabilir. Hatta Paperclay kullanılarak yapılan formlar güneşli havalarda bile kolaylıkla kurutulabilmektedir.

2.7.6. KKB'lerin Pişirme İşlemindeki Avantajları

Kâğıt hamuru katkısının pişirme derecesinin arttırılıp veya azaltılmasında herhangi bir etkisi yoktur (Gault,1997,s.27). Kâğıt katkılı bünyelerin kâğıt katkısız bünyelerle pişirme rejimleri karşılaştırıldığında hem büsküvi pişirimleri ve hem de sırlı pişirimlerinde uygulanan fırın rejimlerinde de çok büyük farklılıklar yoktur. En önemli fark kâğıdın yanmaya başladığı 300-500°C'da ve yanmanın tamamlanabilmesi için pişme süresini uzatılmalıdır. Pişirme işleminin iyi havalandırılan yerlerde gerçekleştirilmesi çıkan gazların ve dumanın solunmaması için önemlidir.

KKB ile hazırlanan formların pişirilmesi sonucu oluşan formlar oldukça hafiflemektedir. Bunun sebebi yanma sonucu çamurun içerisinde bulunan kâğıdın bulundukları gözeneklerin boşalmasıdır. Hiç kâğıt kullanılmıyorsa bu kâğıt hamurumun işgal ettiği gözenekler yaklaşık yoğunluğu 3,00- 3,50 gr/cm³ olan büneyi yapan hammaddelerle dolu olacaktı. Kısaca kullanılan kâğıt hamuru miktarı arttıkça gözeneklilik artacak ve oluşturulan form hafifleyecektir. Oldukça hafifleyen bu tür seramikler taşıma açısından kolaylıklar sağlayacağı için, özellikle büyük boy heykel yapan sanatçıların tercih etmelerine sebep olmaktadır.

Geleneksel seramik çamuruyla yapılan heykeller oldukça ağır ve hantal olduğundan, büyük heykel yapımında çok tercih edilmemektedir. Buna karşılık KKB'lerden (Paperclay) yapılan heykeller bu amaç için çok kullanılmaktadır. Heykellerin rahatlıkla taşınabilmesini ve monte edilebilme kolaylığı burada etkili olmuştur.

Ayrıca Paperclay ile yapılan heykellerde çok ince kıvrımlar büyük bir hassasiyetle yapılabilmektedir. Ayrıca üretilen heykellerin içi boşaltılmadan rahatlıkla fırınlanabilmektedir.



Resim-30 Kâğıt Katkılı Seramik
Bünyeden Yapılmış Tors



Resim-31 Kâğıt Katkılı Seramik
Bünyeden Yapılmış Tors

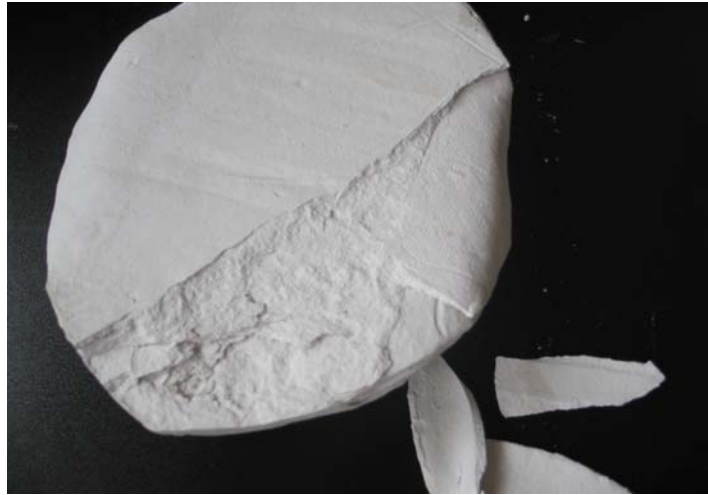
Fugurative Sculpture In Paperclay
(Boyut: 28.5x15x15,S:28, y:2001)

Fugurative Sculpture In Paperclay
(Boyut:35.5x20.5x13x,S:29, y:2001)

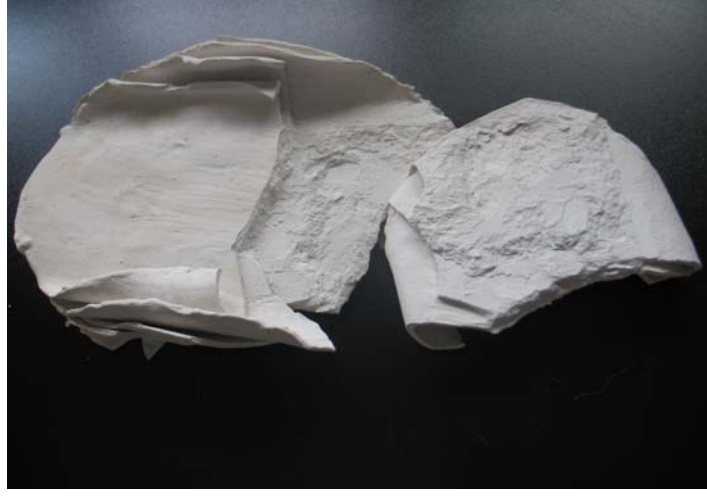
Yani Paperclay den yapılan bir form, içindeki fazla çamur boşaltılmadan da pişirilebilir, içinde hava kalsa dahi bünyedeki kâğıt liflerinin yanması sonucu oluşan boşluklar geçirgen olduğundan patlamaya engel olur. Bu durum da seramik çamurlarında olması mümkün olmayan bir özelliktir ve kâğıt katkılı seramik bünye ile çalışmanın ne kadar rahat ve kolay olduğunu ortaya koymaktadır.



Resim- 32 Pişme sonrası kâğıt katkılı seramik bünye ile yapılmış kitap çalışması (Döküm çamuru+fotokopi kâğıdı ile hazırlanmış)



Resim- 33 Pişme Sonrası Selüloz Liflerinin Yanması Sonucu Oluşan Boşluklar



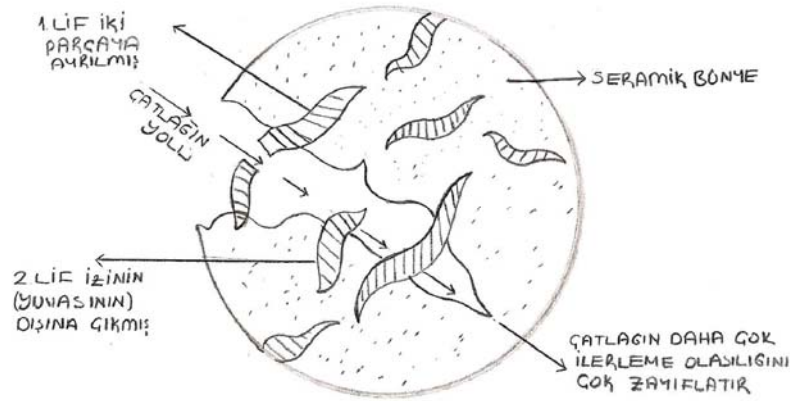
Resim-34 Kırılan Parçalar İçerisinde Selüloz Liflerinin Yanması
Sonucu Oluşan Boşluklar



Resim-35 Rosette Gault ve Kâğıt Katkılı Bünyelerle Şekillendirdiği formlar
(<http://www.grahamhay.com.au> paperclayartists.html, 2005)

2.7.7. KKB'lerin Termal Şoka Dayanımı

KKB'nin içindeki selüloz liflerinin bisküvi pişirimi sırasında yanması sonucunda çamur içerisinde kalan küçük boşluklar termal şoka dayanıklılığı da arttırmaktadır. Raku tekniğinde ani soğumaya karşı dirençli karışımlara ihtiyaç vardır. Termal şok yönünden oldukça avantajlı olan KKB'lerin bir diğer özelliği de kâğıt hamurunun katkısıyla oluşacak dokuların pişme sırasında kaybolmamasıdır. Bu özellik de seramik sanatçıların aradığı önemli bir özelliktir.



Şekil-3 Kâğıttın Yapısındaki Selüloz Liflerin Çatlamalara Karşı Direnci

(Paperclay For Ceramic Sculptors, Clear Light Books, 1998.s:22)

Yukarıdaki şekilde kâğıt katkılı bünyelerin içindeki selüloz lifleri seramik bünyenin her tarafını ağ tabakası gibi sarar ve çatlama durumunda çatlağın büyümesini ve ilerlemesini önler.

Geleneksel çamurlardaki çatmalarla oranlandığında KKB'lerin çatlama riski ve çatlağın ilerlemesinin daha az olduğu görülür. Tabii ki bu durum kâğıt katkılı seramik bünyelere katılan kâğıt oranıyla doğru orantılıdır. Kâğıt oranı arttıkça çatmalara karşı dayanıklılık da artar. Kullanılan kâğıdın cinsi de dayanıklılığı etkileyen faktörler arasındadır, örneğin tuvalet kâğıdı karışımli seramik bünye ile

fotokopi kâğıdı katkısı ile oluşturulmuş seramik bünye arasında fark vardır. Tuvalet kâğıdının lifleri, fotokopi kâğıdına göre daha ince olduğundan çatlamalara ve kırılmalara karşı direnci de daha zayıftır.

2.7.8. KKB'lerden Yapılan Çamurların Saklanması

Kâğıt katkılı seramik çamurunun diğer kullanılan seramik çamurlarına (döküm çamuru, şamotlu çamur, kırmızı çamur, porselen v.b) göre tek olumsuz yönü saklanabilme özelliği ve saklama süresidir.



Resim-36



Resim-37



Resim-38



Resim-39

Geleneksel çamurlarda böyle bir olumsuzluk söz konusu değildir. Kullandıktan sonra kurusa bile tekrar ıslatılarak kullanılabilir. Bu yüzden çamurda bakterilerin üremesi sonucu bozunma meydana gelmez.

Kâğıt katkılı seramik çamurlarının içerisinde ortama bağlı olarak hazırlandıktan 10–15 gün sonra, bakteriler üremeye başlar ve bundan dolayı pis koku yayarlar. Bu yüzden çalışma bittikten sonra kâğıt katkılı çamur naylon poşetlere sarılarak, hava ile temasının kesilmesi gerekmektedir. Böylece çamurun daha uzun süre saklanabilmesine imkân vardır.

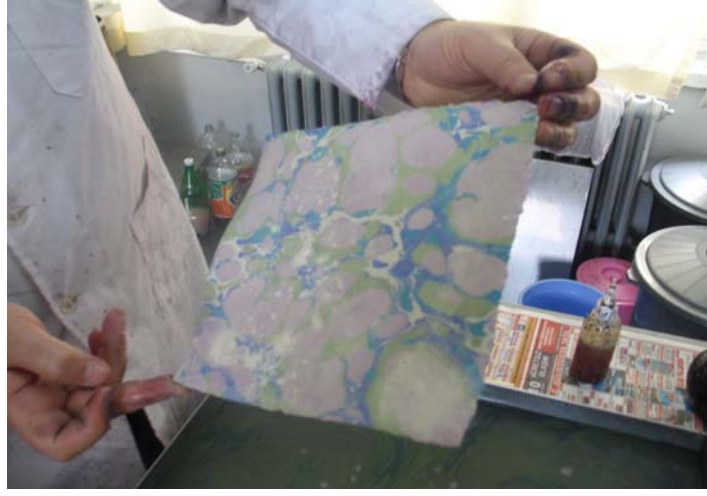
Çamurun saklanabilme süresini daha da uzatmak için kâğıt ve çamuru karıştırmadan önce içerisine bazı kimyasal maddeler (arınık maddesi, beyazlatıcı veya deterjan) ilave edilebilir. Diğer bir yöntem de kâğıt katkılı seramik çamuru, kurutmaktır. Saklanan çamur gerektiğinde ıslatılarak tekrar kullanılabilir.

2.7.9. KKB'lerin Dekorlanabilme Özelliği

Kâğıt katkılı seramik bünyeler de diğer seramik çamurlarında olduğu gibi değişik oksitler (kobalt oksit, krom oksit, demir oksit gibi) ve boyalar kullanılarak renklendirilebilmektedir. Ayrıcı ilk pişirimi yapıldıktan sonra uygun dekor boyaları ile de dekorlaşabilmektedir. Hatta geleneksel sanat dallarımızdan olan Ebru sanatı dekor boyaları kullanılarak kâğıt katkılı seramik bünyeler üzerinde başarı ile uygulanabilmektedir.



Resim-40 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyenin Ebru Teknesine Konulması



Resim -41 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeler Üzerine Ebru Yapımı



Resim-42 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeler Üzerine Seramik Dekor Boyaları ile
Yapılmış Ebru Uygulaması

Ebru ile yapılan çalışmalar diğer seramik çalışmalar gibi rahatlıkla sırlanıp uygun derecede pişirilebilmektedir.

2.8.Raku Sırları

2.8.1. Sırın Tanımı ve Özellikleri

Seramik ürünlerin yüzeyini kaplayan, ürünlere sağlamlık, estetik görünüş sağlayan ve su geçirgenliğini engelleyen saydam ince camsı tabakaya sır denir.

Sır kavramı hem toz halindeki çoğu kez birden fazla sır hammaddesinin genelde su ile karıştırılarak elde edilen süspansiyonu, hem de bitmiş mamul üzerinde oluşturulan camsı tabakayı kapsar (Kartal,1998,s.1).

Seramik sırlarında aranan en büyük özellik, üzerine çekildiği çamur ile normal koşullarda fiziksel ve kimyasal bağ kurmasıdır. Bu bağların çeşitli nedenlerle iyi veya zayıf olmaları sırın başarısını da belirlemiş olur (Arcasoy, 1983 s.162).

Sır teknik olarak sırlanan ürüne parlaklık ve düzgün bir görünüm oluşturması ve suyu geçirmemesi için uygulanır. Hatasız bir sırlama denildiğinde akla gelen en önemli nokta ise sır ile sır uygulanan ürünün uyum içinde olmasıdır. Yani sırlanan üründe sır çatlaklarının ve sır atmalarının oluşmaması anlamına gelir.

Seramik sırlarının en önemli görevleri şunlardır.

- 1-Üzerine çekildiği çamuru sıvılardan ve gazlardan koruyup yalıtma
- 2-Çamura etki eden çeşitli mekanik güçlere çamurun karşı koyma gücünü artırmak.
- 3-Çamurun üzerinde parlak ve kaygan bir yüzey oluşturmak.
- 4-Renkli pişme gösteren çamurların üzerine örtücü bir tabaka oluşturmak
- 5-Seramik yüzeyine renk ve doku özellikleri getirerek estetik değerini artırmak
- 6-Sır altında uygulana dekorasyonu koruyup, dış etkenlerden yalıtma (Arcasoy, ,1983 s:162).

Seramik ürünler üzerinde oluşan sır çatlakları her zaman hata olarak nitelendirilir. Bu kural sadece artistlik sırlarda bozulur. Artistlik çalışmalarda kullanılan kırakle sır'ın (çatlama sır) özelliği çatlak efektli olmasıdır, çamur ile yüzeyi örten sır arasındaki genleşme farklılıklarından doğarak dekoratif amaçlı geliştirilen sırlardır.

Ayrıca yine bazı sırların doğal yapısında çatlaklık ve toplanma (toplanmalı sırlar) görüntüsü vardır. Bunlar hatalı olan sır çatlaklarıyla karıştırılmamalıdır.

Seramik sırlarının ana hammaddesi silisyumdioksittir. Silisyumdioksitin yanında çeşitli özellikler kazandıran metal ve metal olmayan oksitlerde kullanılır. Bu oksitler sırlarda farklı amaçlar için kullanılır. Bunlar:

1-Camlaşanlar: Cam oluşumunu sağlayanlar (B, Si, Sb,.. gibi)

2-Camlaştırıcılar: Cam ağının boşluklarını oluşturur. (Ca, Sr, Ba, Li, Na, K)

3-Ara Gurup: Her iki gurubu birbirine bağlanmasını sağlayan ara tabakayı oluşturur. (Ti, Sn, Al, Zr, Mg, Zn, Pb)

Seramik de kullanılan sırlar çeşitli biçimlerde; içerdikleri hammaddelere, kullanım özelliklerine, erime özelliklerine, sırın uygulandığı bünyenin özelliklerine göre sınıflandırılabilirler.

2.8.2. Raku Sırlarının Özellikleri

Raku sırları 850 °C ile 950°C arasında olgunlaşmaktadır ve genellikle erime sıcaklığına göre sınıflandırılır. Raku sırları, karışımındaki matlaştırıcı ve renkli oksitlerin varlığı ve miktarına göre mat veya saydam olabilmektedir. Bu sırlar genel yapı olarak camsı bir görünümde olup soğuma aşamasında çatlamalar yaparak, çatlak desenler meydana getirirler. Ancak soğuma aşamasında sırın çatlaması istenmiyorsa karışıma çakmak taşı (silika) eklenmesi gerekmektedir. (Başkaya,1997,s.135).

Raku sırları kısa sürede her yönüyle eş olarak eriyebilen bileşimde sırlardır. Diğer normal sırlara oranla yüzeye daha kalın uygulanır. Bu kalın sır tabakasının pişme öncesi bozulmaması için kurutma işlemi dikkatli yapılarak pişirilmelidir.

Raku sır'ı bileşimindeki metal oksitleri indirgeyerek metalik renklerin oluşmasına sebep olmaktadır. Böylece bu yöntemle seramik parçaların üzerinde çok çekici ve estetik metalik renklerin ortaya çıkması sağlanmaktadır(Morgan,2005).

Raku sırları ile ilgili birçok formül literatürde bulmak mümkündür. Bu karışımların içerisinde Gerstley Borat (GB) en çok kullanılan bir hammaddedir. GB bir mineral değil bir mineral karışımıdır. Bileşiminde kolemanit %30-34, uleksit 26-

30, düşük demir içeren kil, feldspatlar ve kuartz %20, kireç taşı %20 ve hectorit mineralleri bulunmaktadır. Düşük sıcaklıkta erimesi sebebiyle PbO li sırların yerini alma eğilimindedir. Çalışmalarda GB yerine GB ın yapısına çok benzeyen ve ülkemizde çok bol bulunan kolemanit kullanılmıştır.

Raku sırlarında olgunlaşmanın yaklaşık 850 -950°C arasında gerçekleştiğini söylemiştik Bu sıcaklık aralığında, sır katkı maddeleri erir ve normal olarak yumuşak, camsı ve oldukça sağlam bir tabaka oluşur.

Normal seramik sırların olgunlaşması için yeterli olmayan bu ısı aralığında olgunlaşma gösteren malzemeler sınırlıdır. Kurşun ve boraks düşük sıcaklıklarda kullanılan en önemli eritme elemanlarıdır.

Kurşun zehirli bir içeriğe sahip olduğu için kullanımında eldiven ve maske takılmalıdır. Kurşunlu hammaddelerde sırçalaştırma yöntemi kullanmak gerekir. Sırçalaştırmanın amacı:

1-Suda çözünen maddeleri çözünmez silikatlara dönüştürmek.

2-Zehirli maddeleri diğer maddelere bağlayarak zehirsiz hale getirmek

3-Sırlara daha düşük pişme sıcaklığı sağlamak

4-Renk veren oksitlerin sır içinde daha iyi dağılmasını sağlamak ve boyama gücünü artırmak

Sırın hammaddesi olan silika 1700°C civarında erir. Çok yüksek derecede eridiğinden sır yapımında tek başına kullanılamaz. Sırda kullanılan eritgenler, sır'a katılan hammadde ve oksitlerin erime derecesini düşürür ve akışkanlık kazandırır.

Düşük derecede olgunlaşan Raku sırlarının en belirgin özelliği geniş renk yelpazesi, parlak ve çeşitli renk veren oksitlerle sağlanabilen görüntülerdir. Raku sır'ı düşük derecede geliştiğinden (olgunlaştığından) sır'a katılan oksitlerin verdiği renklerde çeşitlenir. Eğer pişirim yüksek derecede yapılırsa oksitlerde net ve tek renk meydana gelir. Özellikle birden fazla oksit'in aynı anda kullanıldığı çalışmalarda, sırların olgunlaşmada ulaştığı ısıdan 5-10° C daha düşük ısıda bile oldukça değişik efektleri görmek mümkün hale gelir. Bu özellik sadece Raku sırlarında meydana

gelmekte ve bu durum Raku tekniği ve yapılan eserlere olan ilginin artmasına neden olmaktadır.



Resim-43 Raku form

500x667-105k

(www.redcliffspottery.com)



Resim -44 Raku form

500x518-52k

(www.taylorsartandsoul.com)

Raku sırlarının parlak ve rengârenk görüntüsü redüksiyonlu pişirime bağlı olarak meydana gelir. Redüksiyon, diğer bir ifadeyle iyonların azalması olarak tanımlanabilir ve bu nedenle indirgenme olarak adlandırılır. Redüksiyon sırasında talaş, kâğıt, seker gibi redükleyici maddelere ihtiyaç vardır. Bu maddeler redüksiyon sırasında oksijenle birleşir ve okside olurlar.

2.8.3. Raku Sır Reçeteleri

Literatürde Raku sırları temel olarak dört değişik türde hazırlanmaktadır. Bu sırların temel özelliği ham sır yapısında olup taze taze hazırlanıp uygulanmasıdır. Bekletme ile bazı kimyasalların bileşimlerinin değişmesi istenmedik sorunlar doğurabilmektedir.

Sır karışımı bilyeli değirmenlerde hazırlanmakta, suda çözünmeyi azaltmak için değirmen içerisine su yerine 1/3 oranında etil alkol/su karışımı katılmaktadır. Hammaddeler içerisinde, farklı bileşimde, birçok hazır fritler (Ferro frit 3819, Pottery Craft 2957, PC 2957 v.s) kullanılmakta, eritici özelliği ön planda olan ve yaklaşık 800°C 'da gelişen bu fritlerin çoğu bor içermektedir. Ham sırlardan daha az riske sahip olan Raku sırlarında diğer önemli bir hammadde ise GB ile gösterilen GearsleyBorate'dır(<http://digitalfire.com/gerstleyborate/index.html>).
(<http://digitalfire.com/gerstleyborate/learning.shtml#Nirvana1>)
(<http://digitalfire.com/gerstleyborate/learning.shtml#Nirvana2>)

Literatürde bulunan tüm Raku sırları bu hammadde üzerine kurulmuştur. Gerstley borat tek bir mineral içermemekte birkaç mineralin karışımından oluşmaktadır. Kalsiyum Borat yapısında olan bu mineral %30-34 Kolemanite (Kalsiyum borate), %26-30 Uleksite (Sodyum kalsiyum borate), %20 Shale (düşük demir oksit içeren kil/ feldspat/kvartz) ve % 20 CaCO₃ içermektedir. GB'nin kimyasal analizi:

**CaO, 20.60%, MgO 3.50%, Na₂O 5.30%, B₂O₃28.00%, Al₂O₃1.10%,
SiO₂9.50%, Fe₂O₃0.30, H₂O 25.30%**

GB'nin Seger formülü:

0.68 CaO 0.02 Al₂O₃ SiO₂ 0,29

0.16 MgO 0,00Fe₂O₃ B₂O₃0.75

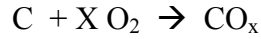
0.16 Na₂O

Çok kuvvetli bir eritici olan GB'nin en büyük avantajı özellikle 1100 °C nin altında gelişen sırlarda ya da kurşun içeren sırların yerine eritici olarak kullanılmasıdır (<http://digitalfire.com/gerstleyborate/boraq.shtml>).

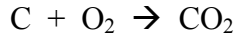
Renk veren metal oksit olarak demir oksit ve bakır oksit en çok kullanılan hammaddelerdir. Bunun yanında gümüş nitrat ve bizmut nitrat gibi bazı özel kimyasallar kullanılarak lüsterli sırlar elde etmek de mümkündür. Diğer sırlardan

farklı olarak, metalik renklerin ortaya çıkmasında Raku sırnın daha soğumadan fırından çıkartılıp indirgen ortama atılması önemli bir ayrıntıdır.

Raku sırlarında renklerin ortaya çıkmasında oluşan indirgen atmosferin sır daha sıcakken etki etmesi gerekmektedir. İndirgen atmosfer olarak ifade edilen, içerisinde yanabilen maddelerin olduğu, oksijenle teması kesilebilen, bir başka deyişle ağzı sıkıca örtülebilen bir kaptır. Yanabilen maddeler karbon (C) içermektedir. Karbon bulabildiği oksijen miktarına göre aşağıdaki yanma tepkimesini gerçekleştirmektedir.

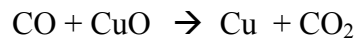
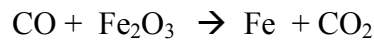


Burada X, miktarı belli olmayan mol oksijen anlamındadır. Oluşan karbon monoksit kuvvetli bir indirgendir. Yanabilen maddelerin havayla teması kesildiğinde oluşan CO miktarı artmakta havayla teması arttığında tepkime oluşmakta,



karbon dioksit dönüşmektedir. CO₂ indirgen değildir. Bu yüzden yanabilen maddelerin tutuşma sıcaklığına kadar ısınması ve yeterli oksijen bulamaması için havayla temasının kesilmesi gerekmektedir. Literatürde indirgeme için Hidrojen gazı da kullanılmıştır. Ancak patlayıcı bir gaz olması yüzünden tercih edilmemektedir. CO gazı da zehirli bir gaz olup mutlaka açık havada, gerekli önlemler alınarak Raku çalışmaları yapılmalıdır.

İndirgen ortamda oluşan CO (Karbon monooksit) gazı metal oksitlerle aşağıdaki reaksiyonları vermektedir.



Bu ve benzeri tepkimeler sonucunda indirgenen metallerin (Cu,Fe,Ni,Co,Ti ,v.s.) renkleri değişken bir şekilde ortaya çıkmaktadır.Raku sırları, dört farklı temele dayanmaktadır. Bunlar Red Lüster, Gold lüster, Copper 80/20, Copper Sand sırlarıdır. Renk ve etki olarak bu sırların bileşimleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

(<http://digitalfire.com/education/material/syntheticgerstleyborate.htm>)

(Branfman,1991)

Tablo-2 Gold Lustre Sırlar

Hammaddeler	Gold lustre#1	Gold lustre#2	Gold lustre#3	Gold lustre#4
BORAX				8
GB	74	60	50	26
SİLİKA	14		17	32
NEPHELİNE SYENİTE	12			
Bizmut nitrat	4	4		1
Silver nitrat	4	4	1.7	1
Tin okside		2		
Soda ash				22
FRİT POTTERYCRAFT 2957		40		
FRİT POTTERY CRAFT 2962				
GROLLEY KAOLİN			33	12

Tablo-3 Copper 80/20R1

Hammaddeler	Copper 80/20R1	Copper 80/20 #2	Copper 80/20 #3	Copper 80/20 #4	Copper 80/20#5	Copper 80/20#6
Colemanit	65					
BORAX			39			
GB		73	37	64		67
SİLİKA	15	13,5	12			10
NEPHELİNE SYENİTE	16	13,5	12		11	
BAKIR KARBONAT	10	10	10	10	10	10
DEMİR OKSİT	5	5	5	5	5	5
FRİT Ferro3195						17
FRİT POTTERYCRAFT 2957				36	14	
Bizmut nitrat						
GROLLEY KAOLİN						6
FRİT Pemco2201					64	

2.9. Raku Sırlarının Hazırlanması ve Uygulanması

Raku sırlarından Red Lustre grubundan 1 ve 2 sırları, Gold Lustre grubundan 1 ve 2 sırları ve Copper 80/20 grubundan 1 ve 2 sırları seçilmiş ve bu çalışmada yerli hammaddeler kullanılarak hazırlanmıştır. Tablo-4,5,6

Tablo-4 Hazırlanan Red Lustre Gurubu Sırlar

Hammaddeler	Red lustre #1	Red lustre #2	Red Luster 3	Red Lustre 4
BORAKS	50	38	50	50
GB	50	38	50	50
SİLİKA	17	12,5	17	17
NEPHELİNE SYENİTE	15	11,5	15	15
BAKIR OKSİT	10	10		
DEMİR OKSİT	10	10		
KROM OKSİT			15	
KOBALT OKSİT				10

Tablo-5 Hazırlanan Gold Lustre Gurubu Sırlar

Hammaddeler	Gold lustre#1	Gold lustre#2
BORAX		
GB	74	60
SİLİKA	14	
NEPHELİNE SYENİTE	12	
Bizmut nitrat	4	4
Silver nitrat	4	4
Tin okside		2
Soda ash		
FRİT POTTERYCRAFT 2957		40

Tablo-6 Hazırlanan Copper Gurubu Sırlar

Hammaddeler	80/20R #1	Copper 80/20 #2
Kolemanit	65	
BORAX		
GB		73
SİLİKA	15	13,5
NEPHELİNE SYENİTE	16	13,5
BAKIR KARBONAT	10	10
DEMİR OKSİT	5	5
FRİT Ferro3195		
FRİT POTTERYCRAFT 2957		
Bizmut nitrat		
GROLLEY KAOLİN		
FRİT Pemco2201		

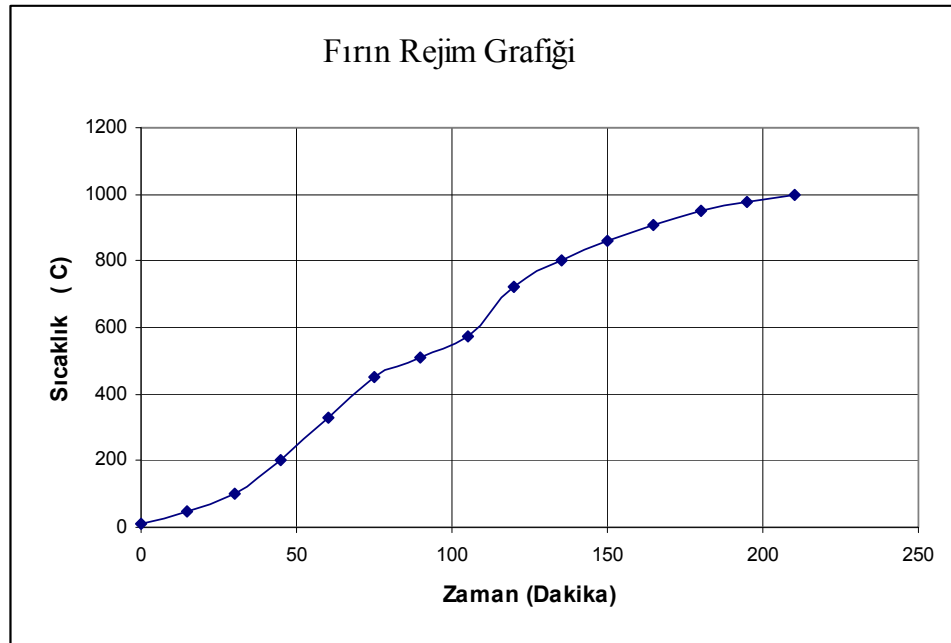
Bu çalışmada kullanılan sır hammaddelerinden Boraks ve Gerstrey Borat karşılığı olan Kolemanit Etibank'dan , Silika ve transparant sır Eczacıbaşı ESAN Holding 'den (İstanbul) ve Nefeline Syenit (Norveç'ten ithal), ve Bakır Oksit, Demir Oksit , Krom Oksit , Kobalt Oksit, Bizmut Nitrat , Gümüş Nitrat, Kalay Oksit kimyasal saflıkta piyasadan temin edilmiştir.Hammaddeler öğütülmüş olup ek bir öğütme işlemi uygulanmamıştır.

Sır karışımları toplam 500 gr olacak şekilde kuru kuruya bilyalı değirmene karıştırılmıştır. Karışımlar kullanmadan hemen önce hacimce 1/3 etil alkol + 2/3 su karışımı içerisinde bilyalı değirmende karıştırılmıştır. Böylece suda çözünen maddelerin çözünmesi minimum düzeye indirilmiştir. Elde edilen süspansiyonlar 65 mesh elekten geçirilerek ayrı ayrı kaplara konulmuş ve etiketlenmiştir. Her sır ayrı ayrı fırça ile Raku yapılacak formların üzerine iki-üç kat olacak şekilde mümkün olduğu kadar kalın bir katman olacak biçimde sürülmüştür.

Raku sırları ham sır olarak hazırlanmış ve hazırlamadan hemen sonra beklemeden kullanılmıştır. Bunun sebepleri Na ve Ca boratlar suda çok yavaş çözünürler, çözünme ile suya geçen Na iyonu sıırı jellendirme eğilimindedir ve sıırın akma özelliklerine olumsuz etki yapmaktadır. Buna ek olarak ham sıırın yüzeyde oluşturduğu tabakanın kuruma ve pişme küçülmesi çok fazla olduğundan kuruma veya pişme sırasında çatlamalara bu da pişme sırasında yüzeyde toplanmalara sebep olmaktadır .(<http://digitalfire.com/gerstleyborate/material/m-0101v0.htm>)

Raku yapılacak ürünler gazlı Raku fırınına yüklenmiş ve maksimum 1000° C a 3,5 saatte ulaşacak şekilde pişirilmiştir. Pişirme rejim grafiğı Şekil -4 de verilmiştir.

Şekil- 4 : % Kâğıt Hamuru Katkısının % Hafifleme Oranına Etkisi Grafiğı



2.10.Raku Fırınları ve Pişirme Özellikleri

2.10.1. Raku Pişiriminde Kullanılan Fırınlara ve Özellikleri

Raku pişirimi için yapılan fırınlar incelendiğinde, yakıt, tasarım, ısı dağılımı ve baca yapısı olarak en ilkelinden en gelişmişine kadar birçok fırın çeşidine rastlanmaktadır. Farklı yakıt türleri olan odun, propan + bütan gazı, doğal gaz ve elektrik enerjisi kullanılabilir. Raku sırlarındaki renklerin ortaya çıkmasında daha etkili olan açık alevli fırınlar daha çok tercih edilmektedir.



Resim-45-46 Vinç Sistemli Gazlı Raku Fırını

Pişirme işlemi için kullanılan fırının sıcakta açılabilme ve içerisindeki, pişirilen seramiklerin kolayca dışarı alınabilme özelliğine sahip olması gerekmektedir. Bu yüzden farklı kapak tasarımı ya da özel vinç sistemleri ile belirli bir bölümünün kaldırılabilir olması gerekmektedir.

Raku fırınlarının en önemli özelliklerden birisi de kısa zamanda maksimum sıcaklığa ulaşmasıdır. Yaklaşık 1000°C sıcaklıkta açılan fırında fırın tuğlalarının, fırın refrakterlerinin, fırın raflarının ve raf ayaklarının termal şoka uğraması tehlikesi

bulunmakta, bu yüzden seçilen fırın malzemelerinin termal şoka dayanıklı olması gerekmektedir.

Raku sırlarında kullanılan kimyasallar ve renk veren maddeler genelde toksik özelliktedir. Fırında pişirme işlemi sırasında çıkabilecek gazların ortamdaki emniyetli bir şekilde uzaklaştırılması gerekmekte, bu nedenle baca tasarımına özel bir önem verilmektedir.

Rakuda kullanılan sırlarda metalik etkilerin ortaya çıkabilmesi fırından sıcak sıcak çıkartılan sırlı parçaların, soğumadan karbon monoksit (CO) gazı ile temasına bağlıdır. CO gazı için içerisinde kâğıt talaş bez v.s gibi kolay yanabilen maddelerin bulunduğu, ağzı sıkıca kapatılabilen ve oksijenle teması kesilebilen kaplar kullanılmaktadır. Parçalar fırından çıkartılır çıkartılmaz içerisinde tam yanma olmayan bu kaplara alınıp üzerine talaş atılarak yanma başlatılmakta ve sonra havayla teması kesilerek (kapağı kapatılarak) CO in CO₂ 'e dönüşümü engellenmektedir.

Çıkan dumanla bir müddet temas eden parçalar soğuduktan sonra alınmaktadır. Yapılan fırının tasarımında pişen sırlı parçaların hızlı bir şekilde soğumadan boşaltılabilir olması da tasarımda önemlidir.

Bu özelliklerin dışında fırın tasarımında aşağıdaki özellikler de dikkate alınmıştır:

- *Emniyet
- *Gaz
- *Sıcak parçalar
- *Taşınabilirlik
- *Kolay monte ve demonte edilebilme özelliği
- *Gaz bağlantılarının emniyetle sağlanabilmesi
- *Sıcaklık kontrolü
- *Isı dağılımı
- *Tekrar yakılabilme

*Çabuk soğuması

*Ekonomik olma

2.11.İlgili Araştırmalar

Tez araştırmamıza uygun olarak yapılmış çalışmalar incelenmiş özetleri çıkarılarak uygulanan yöntemler ve sonuçları hakkında kısaca bilgiler verilmiştir.

Alkan-Özdemir, D (2006) Kâğıt Katıklı Seramik Bünyeler ve Uygulamaları

Kâğıt katıklı seramik bünyenin tarihi gelişiminden yola çıkarak, konu ile ilgili farklı teknikte çalışan sanatçılar araştırılmış, araştırmacı tarafından tespit edilen geleneksel seramik bünyelerle kâğıt çeşitleri tanımlanarak, bu malzemelerle kâğıt katıklı bünyeler oluşturulmuştur. Hem oluşturulan bünyeler hem de belirlenen seramik bünyelere seramikte kullanılan fiziksel testler uygulanarak sonuçlar doğrultusunda bünyeler renklendirilmiş, içerdikleri, kâğıt miktarına göre kâğıt katıklı bünyelerin şekillendirme teknikleri belirlenerek bu doğrultuda çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırma doğrultusunda geleneksel seramik tekniğinde kullanılan malzemelerden farklı olan kâğıt katıklı bünyelerin, seramik bünyeler ile elde edilebilecek ürünlerin yapımında rahatlıkla kullanılabileceği belirlenmiştir.

Uysal, A (2004) Seramik Eğitiminde Değişik Kil Karışımları Kullanmanın Getirdiği Yenilikler

Bu çalışmada atık kâğıtlarla elde edilen kâğıt hamuru ve yerel killer karıştırılarak hazırlanmış olan seramik bünyelerin, seramik sanatında ve seramik eğitiminde kullanılıp kullanılmayacağını ortaya koymak amaçlanmıştır. Kullanılacak olan kâğıtların sınıflandırılması yapılarak bıraktığı kül miktarları, lifsel özellikleri belirlendikten sonra farklı kâğıtlardan kâğıt hamuru hazırlanarak kille karıştırılabilme özelliğine bakılmış yerel killerin suda dağılma durumu, döküm yeteneği, HCI asitle tepkimesi, tane iriliği gibi özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak döküm kili olarak tanımlanan kilin kâğıt katıklı seramik(Paperclay) yapımı için

uygun olduğu, kâğıt katkılı seramik yapımının geleneksel yöntemle yapılanlardan çok farklı olmadığı kanısına varılmıştır.

Köseler, A.T (2004) Paperclay Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeler

Bu tez çalışmasında kâğıt katkılı seramik bünyeler tarihi gelişimleri, katılan kâğıdın yapısı ve çamurun işlevi konusunda bilgi verilip geleneksel seramik çamuruyla arasındaki farklar anlatılarak incelenmiştir. Kâğıt katkılı bünyenin üstün özellikleri anlatılmış ve son olarak ta kâğıt katkılı bünye ile ilgili çalışmalar yapılmış.

Çalışma sonucunda, yapılan araştırmalarda ortaya çıkan teorik bilgiler, uygulamalar kısmında denenmiş, uygun olan kâğıt hamuru –seramik çamuru karışımıyla hazırlanan Paperclay’in, geleneksel seramik çamurlarına üstün çalışma kolaylığı sağladığı görülmüş, ürünlerin artistlik seramik ürünlerin yapımında rahatlıkla kullanılabileceği belirlenmiştir.

Özcan, M.C (1997) Geleneksel Raku Tekniğı ve Artistlik Formlarda Uygulanması

Bu araştırmada ülkemizde çok yaygın olmayan Raku pişirim tekniğı üzerinde durulmuş, Raku’nun tanımı ve tarihi gelişiminden başlayarak Raku’da kullanılan hammaddeler ve Raku çamurunun hazırlanma aşamaları anlatılmıştır. Raku sırnın hazırlanması, pişirin tekniğı ve Raku fırınları hakkında bilgi verilerek uygulamalı olarakta gösterilmiştir. Diğer ülkelerdeki Raku sanatlarından bahsedilmiş ve yapılan uygulamalarla çalışma sona erdirilmiştir. Sonuç olarak hazırlanan Raku çamur ve sırları arasındaki uyumda herhangi bir sorunla karşılaşılmamış ve Raku sırları artistlik çalışma yüzeylerinde olumlu sonuçlar vermiştir.

Başkaya, H.M (1997) Muğla Bacalarının Çağdaş Seramik Yorumlarında Raku Dokuları

Bu çalışmada mimari bir öge olan ve toplumların beğenisini ve yaşam biçimini belirleyen bacalar, çağlar boyu konut ve ocak ilişkisi bağlamında incelenmiştir. Bacaların estetik dilinden yararlanılarak çağdaş yorumlara ve yeni özgün seramik formlara gidilmiş, hem baca için yeni bir dil hem de seramik için farklı

bir yaklaşım oluşturulmuştur. Araştırmada Muğla bacalarından yola çıkarak üç boyutlu seramik yüzeyler oluşturulmuştur. Uygulamalarda seramiğin pişiriminde artistlik efektler veren Raku pişirim tekniği kullanılmıştır.

Tez çalışmamıza uygun olarak yapılan çalışmalar incelendiğinde iki ana başlık ortaya çıkmaktadır. Bunlar kâğıt katkılı bünye ve Raku pişirim tekniğidir. Kâğıt katkılı bünye ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle kâğıt katkılı bünyenin hazırlanışı, kullanımı ve geleneksek seramik çamuruyla karşılaştırılarak benzer ve üstün özelliklerinden söz edilerek değişik ebatta ve teknikte çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar ya bisküvi pişirimi yapılarak tamamlanmış yada klasik olarak transparan veya mat beyaz sırla sırlanarak sonuca varılmıştır. Raku pişirim tekniğinde de sonuç çok farklı değildir. Hazırlanan Raku çamurundan artistlik çalışmalar yapılarak bunlara uygun efektli Raku sırları hazırlanmış ve uygulanmıştır.

Genelde yapılan araştırmalarda belirli özellikler üzerinde durulmuş ve klasik olan çalışmalar dışına çıkıp farklı tarz çalışmalar yapılmamıştır. Farklı tarzlarda farklı malzemeler kullanılarak yapılmış çalışmaların olması seramik sanatına ve seramik eğitime de çeşitlilik getirmesi bakımından oldukça önem arz etmektedir.

Biz çalışmamızda farklı iki yapıdaki malzemeyi bir arada kullanmaya çalışacağız. Kâğıt katkılı seramik bünyenin hafifliği ve termal şoka karşı dayanıklılığından yararlanarak Raku sır denemeleri yapacağız. Böylece 1000°C’de fırından çıkarılan Raku’lu çalışmaların termal şoka dayanıklılığını artırarak çatlama ve kırılma riskini minimum seviyeye indirmiş olacağız.

BÖLÜM III

3.BULGULAR ve YORUMLAR

3.1. Kâğıt Katkılı Raku Masesi Karışımları

KKB’de kullanılacak kâğıt için gazete kâğıdı, yumurta kolisi, karton, fotokopi kâğıdı, tuvalet kâğıdı ve eski ders notu kâğıtları gibi benzer türde kâğıtlar kullanılmış en iyi sonucun fotokopi kâğıtlarından elde edildiği görülmüştür. Kâğıt hamuru yapmada kâğıtların yazılı olmasının önemi yoktur. Matbaa mürekkebi veya yazıcı mürekkepleri organik maddeler içermekte ve fırında yaklaşık 1000°C ‘de tamamen yanmaktadır.Buna karşılık yapıştırmada kullanılan maddelerin uzaklaştırılmış olmasının oluşacak dumanın ve gazların miktarını azaltmak için önemlidir.

Kağıt seçiminde bir diğer önemli kriter kağıdın fırınlanması sırasında az kül çıkartması ve uzun liflere sahip olmasıdır. Bu çalışmada atık fotokopi kâğıdından elde edilen kâğıt hamuru kullanılmıştır. KKB ‘de kullanılacak kâğıt oranı denemeler sonucunda %50’ yi geçmemesi gerekmektedir. Bu oranda kullanılacak kilin plastikliğinin oldukça yüksek olması gerekmektedir. Dayanım çok düşeceğinden ve çok fazla su çektiğinden şekillendirmede güçlükler yaşanabilmektedir. Literatür bilgilerine dayanılarak yapılan çalışmalarda gerek plastiklik gerek dayanım açısından en ideal oranın %20 olduğudur. Dökümle şekillendirme yapılacaksa kâğıt hamuru çok su çektiğinden çamurun viskozitesine ve yoğunluğunu azaltacak yönde etkilemektedir. Bu yüzden en fazla % 10 oranında kâğıt hamuru karışıma ilave edilmiştir.

Bu çalışmada KKB’lerin KKSBB’lerle karşılaştırılmasının yapılabilmesi için dört değişik karışım hazırlanmıştır. Bu karışımlarda kullanılan talk ilavesi termal şokları önlemek için amacıyla kullanılmıştır. Birinci karışımda hiçbir kâğıt hamuru ilavesi yapılmamıştır. Bunda amaç tamamen kâğıt katkı karışımlarla kıyaslamak içindir.

Kâğıt hamuru ilavesinin arttırılmasının karışımlarda yapacakları etkiler plastiklik, şekillendirme özelliği, kuru dayanım, kuruma ve pişme küçülmesi, termal şok, su emme miktarı ve hafifleme oranının ölçülerek belirlenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan hammaddelerden kil ESAN (Eczacıbaşı) firmasının ürettiği ESC1 kodlu döküm kilidir. Öğütülmüş ve kurutulmuş kullanıma hazır halde piyasada satıldığından ek bir öğütme işlemi yapılmamıştır. Yine aynı öğütülmüş ve kuru halde piyasadan temin edilen Talk (Kalaçlar) firması tarafından temin edilmiştir.

Tablo-7: Kâğıt Katkılı Bünye Karışımları Oranları

Karışım No	Kâğıt %	Kil %	Talk %
1	-	90	10
2	15	75	10
3	20	70	10
4	25	65	10

3.2.Kâğıt Hamurunun Hazırlanması

Tablo-7 de belirtilen oranlarda kuru fotokopi kâğıtları kâğıt imha makinesinden geçirilerek mümkün olduğunca küçük parçalara ayrılmıştır. Kâğıtlar belirlenen oranlarda kuru olarak tartılmış ve kütlesinin 4 katı kaynama sıcaklığına yakın olan sıcak suyun içerisine atılmıştır. Sıcak su ile karıştırıcıda karıştırılmış ve dinlenmeye bırakılmıştır. Kâğıtların küçük küçük doğranması ve karıştırma suyunun sıcaklığı kâğıdın daha hızlı hamur haline gelmesinde etkilidir.



Resim-47 Kâğıt İmha Makinesinde Elde Edilen Fotokopi Kâğıt Parçaları



Resim-48 Doğranmış Kâğıtların Su ile Karıştırılması

Tuvalet kâğıdı kullanılarak yapılan kâğıt hamurunda ise sıcak suya gerek kalmadan soğuk su kullanılmıştır. Tuvalet kâğıdının ince bir dokuya sahip olması bunda en önemli etkindir.



Resim-49 Su ve Kâğıdın Karıştırılma İşlemi



Resim-50 Karıştırma İşlemi Tamamlanmış Kâğıt Hamuru

Geri dönüşüm kâğıtları kullanılarak yapılan karıştırma işleminde karıştırma işlemi kâğıt üzerindeki yazıların kaybolmaya başladığı ana kadar devam ettirilmiştir. Yazı yazılmamış kâğıtlarda ise karışım lapa haline gelene kadar sürdürülmüştür. Bu işlem yaklaşık 20-25 dakika sürmüştür. Karıştırma işleminin ardından karışımın daha homojenize olması ve suyun liflerin arasına girebilmesi amacıyla bir gün bekletilmiştir.



Resim- 51 Kâğıt Hamurunun Suyunun Alınması



Resim- 52 Kâğıt Hamurunun Elle Preslenmesi

Elde edilen sulu kâğıt hamuru elde preslenerek fazla suyunu uzaklaştırılmıştır. Daha sonra mümkün olduğu kadar geniş alana yayılarak sıcak bir ortamda tamamen kuruması sağlanmıştır.



Resim-53 Suyu Tamamen Alınmış Kâğıt Hamuru

3.3. Kâğıt Katkılı Raku Çamurunun Hazırlanması

KKB'leri verilen oranlarda elde etmek için kullanılacak hammaddeler ve kâğıt kuru olarak tartılmıştır. Elde edilen karışım karıştırıcıda tamamen dağılıp homojonize oluncaya kadar sabit bir hızda döndürülerek karıştırılmıştır. Bir gün bekletilen karışımda (kil ve kâğıt süspansiyonunda) çökelmeler görülmüştür. Karıştırma kabının üstünde toplanan berrak su dekantasyon yoluyla uzaklaştırılmıştır. Elde edilen sulu çamur alçı blokların üzerine yayılarak suyunu çekmesi sağlanmıştır. Çamurun yüzeyi zaman zaman alt üst edilerek alçı bloklar üzerinde mümkün olduğu kadar her tarafından homojen bir şekilde suyunu çekmesi sağlanmıştır.

Alçı plaka üzerinden toplanan çamur (kâğıt katkılı çamur) geleneksel çamur yoğurma işleminde olduğu gibi yoğrulup nemin her tarafında eşitlenmesi sağlanmıştır. Elde edilen çamur dikdörtgen veya kare kesit şekli verilerek naylon torbalara alınmış ve ağzı sıkıca kapatılarak nem kaybetmesi önlenmiştir. Bu şekilde

bekletilen çamur en az bir gün dinlendirildikten sonra kullanılmıştır. Hazırlanan KKB çamuru hemen kullanılmayacaksa bakteri üremesini önleyici maddelerin de karışıma ilave edilmesinde yarar vardır. Bu çalışmada çamur uzun süre bekletilmediği için bu ilave yapılmamıştır.



Resim- 54 Karışımın Alçı Üzerine Dökülmesi



Resim-55 Karışımın Alçı Üzerinde Suyunun Uzaklaştırılması



Resim-56 -Kâğıt Katkılı Seramik Bünyenin Alt Üst Edilmesi





Resim- 57 Kâğıt Katkılı Seramik Bünyenin Yoğrulması

3.4. Kâğıt Katkılı Raku Çamurunun Şekillendirmesi

Kâğıt katkılı seramik bünyelere, geleneksel seramik çamurunda kullanılan şekillendirme tekniklerinin tümü rahatlıkla uygulanabilmektedir. Bu çalışmada döküm ve plastik şekillendirme yöntemleri uygulanmıştır. Plastik şekillendirme işlemlerinden torna ve alçı kalıba presleme yöntemleri başarı ile uygulanmıştır. Aşağıdaki resimlerde (58-59-60-61-62-63-64-65-66) döküm aşamaları gösterilmektedir.



Resim- 58



Resim-59



Resim- 60



Resim- 61



Resim- 62



Resim- 63



Resim- 64



Resim- 65



Resim-66



Resim -67 Sırlanmış bardaklar (Paerclay)

KKB kullanılarak yapılan döküm ile geleneksel döküm tekniği arasında fazla fark görülmemiştir. KKB'lerin şekillendirilmesi göz önüne alındığında döküm şekillendirme yöntemiyle şekillendirilebildiği görülmüştür. Ancak dökümle şekillendirmede kâğıt hamurunun çok su çekmesi sebebiyle çamur yoğunluğunu

azaltmakta ve rheolojik özelliklere olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden en fazla %10 oranında kullanılmıştır. Daha fazla kâğıt hamuru içeren döküm çamuru süspansiyonları kullanılması alçı kalıbın daha da fazla ıslanmasına sebep olduğu için yapılmamıştır. Elde edilen döküm çamurun yoğunluğuna bağlı olarak çok çabuk kalınlık almaktadır. Dökümle elde edilen ürünler alçı kalıptan diğer döküm çamurlarından çok daha uzun sürelerde çıkarılabildiği gözlenmiştir. Yinede %15 oranındaki kâğıt katkısı ile döküm yapılabilmesi çok karmaşık şekillerin düzgün et kalınlığında üretilmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Resimlerde (68-69-70-71-72-73-74-75-76) kâğıt katkılı seramik bünyelerle yapılan alçı kalıba sıvama yöntemi uygulama aşamaları gösterilmektedir. Bu işlemlerinde geleneksel seramik çamuruyla yapılan kalıba sıvama yönteminden fazla farkı yoktur. Yapılan bu çalışmada kâğıt oranı % 20 civarında kullanılmıştır.



Resim-68



Resim-69



Resim-70



Resim-71



Resim-72



Resim-73



Resim-74



Resim-75



Resim-76

Seramik sanatında kullanılan şekillendirme yöntemlerinden en temel olanlardan biride fitil tekniğidir. Genelde yuvarlak kesitli, döner formu eşyaların yapımında kullanılan, plastik kıvamdaki çamurdan hazırlanan belirli kalınlıktaki fitiller birbiri üzerine sarılması ile form oluşturulmaktadır. Plastik çamurun el yardımıyla düz bir zemin üzerinde (tahta ya da mermer) yuvarlatılarak uygulanır. Bu çalışmada bu temel teknik kâğıt katkılı seramik bünyelere rahatlıkla uygulanmıştır. Resimlerde (77-78-79-80-81-82-83-84-85) %20 oranında kâğıt katılarak hazırlanan kâğıt katkılı seramik bünye ile fitil oluşturarak yapılan formun uygulama aşamaları görülmektedir.



Resim-77



Resim-78



Resim-79



Resim-80



Resim-81



Resim-82



Resim-83



Resim-84



Resim-85

Geleneksel çömlekçi tornası ile şekillendirme yöntemi, belki de kâğıt katkılı seramik bünyenin şekillendirilmesinde kullanılan en zor tekniktir. Fakat bu teknikte de, kâğıt oranının iyi ayarlanması (yaklaşık %10 civarında) ve tornayı kullanan kişinin tecrübeli olması ile iyi sonuç alınabilmektedir. Aşağıdaki resimlerde(86-87-88-89-90-91-92-93-94) torna ile şekillendirme aşamaları gösterilmektedir.



Resim-86



Resim-87



Resim-88



Resim-89



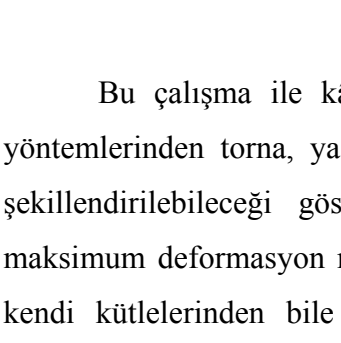
Resim-90



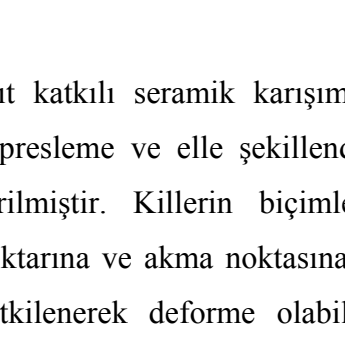
Resim-91



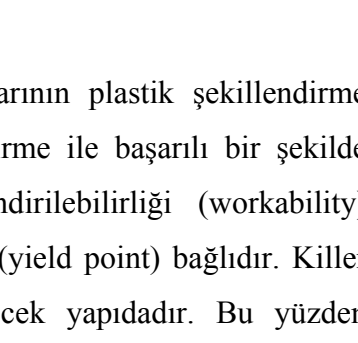
Resim-92



Resim-93



Resim-94



Bu çalışma ile kâğıt katkılı seramik karışımlarının plastik şekillendirme yöntemlerinden torna, yaş presleme ve elle şekillendirme ile başarılı bir şekilde şekillendirilebileceği gösterilmiştir. Killerin biçimlendirilebilirliği (workability) maksimum deformasyon miktarına ve akma noktasına (yield point) bağlıdır. Killer kendi kütlelerinden bile etkilenecek deforme olabilecek yapıdadır. Bu yüzden şekillendirilecek formun büyüklüğü veya kütlesi akma noktasının yüksekliği ile oranlıdır. (Baran, Ertürk, Sarıkaya, Alemdaroğlu, 2001,s:53-63) .

Belirli miktarda kullanılan kâğıt hamuru bu özelliklere olumsuz katkısı yoktur. Özellikle lifli yapılı kâğıt hamuru katkısı bu değişkeni olumlu yönde etkilemektedir. Torna ile şekillendirmede kâğıt katkısının beklenenden daha fazla su çekmesi kurumamasına uzun süre işlenebilmesine imkân vermektedir.

3.5.KKB İle KKSİB 'lere Uygulanan Testler

3.5.1. Yoğrulma Suyu Deneyi

Killerde, plastik kıvamda şekillendirebilecek miktarda, bünyeye verilen su, yoğrulma suyu, bunun yüzdelik olarak hesaplanmasına da yoğrulma suyu yüzdesi denir. Diğer bir deyişle alçı kalıp üzerine serilen kil alçıdan ayrılarak yoğrulma kıvamına geldiğin de içinde bulunan suya, yoğrulma suyu denir.

Yoğrulma suyunun hesaplanmasında deney plakalarını elde etmek için 12x2.5x1.5cm boyutlarında alçı kalıplar kullanılmıştır. Alçı kalıplara plastik kıvamdaki KKB karışımları yaş presleme ile şekillendirilmiş ve elde edilen plakalar kalıptan çıkarıldıktan sonra numaralandırılmış ve kuruma küçülmesinin belirlenmesi için kumpasla 10,00 cm lik işaretler konulmuştur. Elektronik terazide yaş kütleleri belirlenen deney plakaları deformasyonu en az düzeye indirebilmek amacıyla iki alçı blok arasında kurutulmuştur.



Resim-95 Yoğrulma Suyu Deneyi İçin Hazırlanan Plakalar

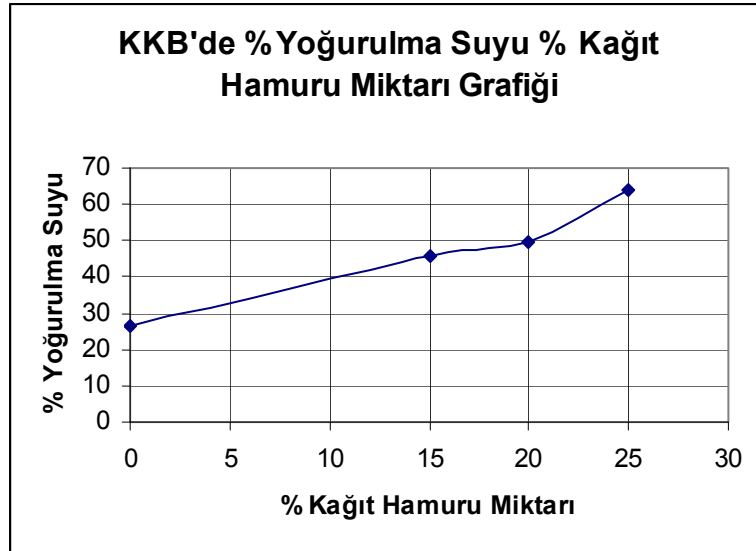
Alçı kalıplar arasında çatlamadan ve kırılmadan kritik nem miktarına ulaşan deney plakaları alçı kalıptan uzaklaştırılmış ve bir müddet açık havada bekletilmiş ve daha sonra 100 ± 5 °C de etüvde kurutulmuştur. Sabit tartıma gelinceye kadar etüvde bekletilen deney plakaları etüvden alınarak kuru kütleleri Sartorius Basic markalı BA210S elektronik terazide ölçülmüştür. Yoğrulma suyunun hesaplanmasında aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\text{Yoğrulma suyu} = \frac{(\text{Plastik Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}) \times 100}{\text{Kuru Ağırlık}}$$

Tablo-8 KKB ile KKSİB' lere Uygulanan Yoğrulma Suyu Deney Sonuçları

KKB Karışımları	Kil %	Talk %	Kâğıt %	Plastik Ağırlık(gr)	Kuru Ağırlık(gr)	Yoğrulma Suyu (%)
1	90	10	-	106.29	83.89	26.70
2	75	10	15	86.20	59.08	45.90
3	70	10	20	84.46	56.48	49.53
4	65	10	25	81.20	49.45	64.20

Şekil -5; KKB'de % Kâğıt Miktarının % Yoğurumla Suyuna Etkisi Grafiği



KKB'ler KKSİB'lere göre daha fazla su çekmektedir. Bu yoğurumla suyu değerlerinin kıyaslanması ile kolayca görülmektedir Kâğıt katkısı olmayan karışım için :% 26,70; Kâğıt katkılı karışımlar için kullanılan kâğıt hamuru miktarına bağlı olarak % 45,90 dan % 64,20 ye kadar değişmektedir. Tablo-8 de yaklaşık % 20 -

%38 e kadar çıkan su farkı kâğıt hamurunun daha fazla su çekmesinden kaynaklanmaktadır. Yoğurumla suyunun bu kadar artması şekillendirilecek çamurun çabuk kurumamasını sağlamaktadır. Kazanılan bu özellik bazı plastik şekillendirme işlemlerinde (torna) çamurun kurumadan, kurumaya karşı ek önlemler almadan uzun süre şekillendirilebilmesine imkân vermektedir.

3.5.2. KKB ile KKSİB' lere Uygulanan Kuru Kırılma Dayanımı Testi

Tablo -7 de verilen farklı oranlardaki 4 karışım, kuru kırılma dayanım denemeleri için elektrikli karıştırıcıda tamamen homojen hale gelinceye kadar su ile karıştırılmıştır. Elde edilen sulu çamur alçı kalıplar üzerine yayılarak şekillenecek kıvama gelinceye kadar suyunun çekilmesi sağlanmıştır. Yoğrulacak kıvama gelen plastik çamur 5x5x5cm lik küpler şeklinde hazırlanan kalıplara elle yaşı olarak preslenerek şekillendirilmiştir. Yüzeyleri düzeltildikten sonra kalıptan çıkarılan deney küpleri deforme olmadan kurumasını sağlamak için alçı plakalar arasına yerleştirilmiştir. Kritik su miktarını çatlamadan ve deforme olmadan ulaşan küpler 100 ± 5 °C da etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur.



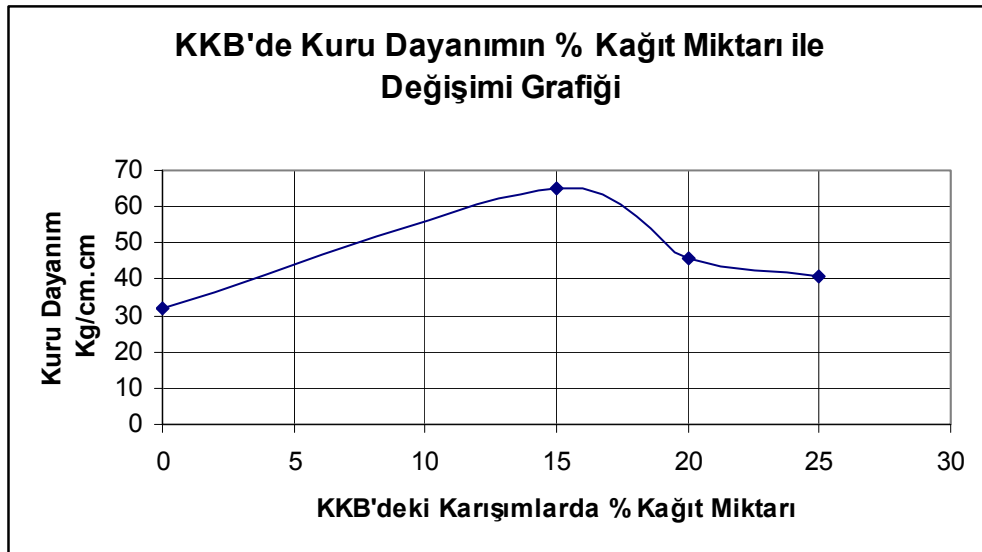
Resim-96 Kuru dayanım testi

Kurutulan küplerin kuru kırılma dayanımları Cas Mark marka CL-1560A model tek eksenli basınç dayanım pres aleti kullanılarak ölçülmüştür. Dört farklı karışımın her biri için dört örnek hazırlanmıştır. Kuru dayanım sonuçları her bir karışım için kırılan 4 örneğin ortalaması alınarak Tablo- 9 de verilmiştir

Tablo-9 KKB ile KKSBB' lere Uygulanan Kuru Kırılma Dayanımı Testi Sonuçları

KKB Karışımları	I Deneme Kg/cm ²	II. Deneme Kg/cm ²	III. Deneme Kg/cm ²	IV. Deneme Kg/cm ²	Ortalama Değer Kg/cm ²
1	30	32	33,5	33	32.2
2	65	63	68	67	65
3	45	47	45	46	45.7
4	40	42	39	43	41

Şekil -6 :KKB'de %Kağıt Miktarının Kuru Dayanıma Etkisi Grafiği

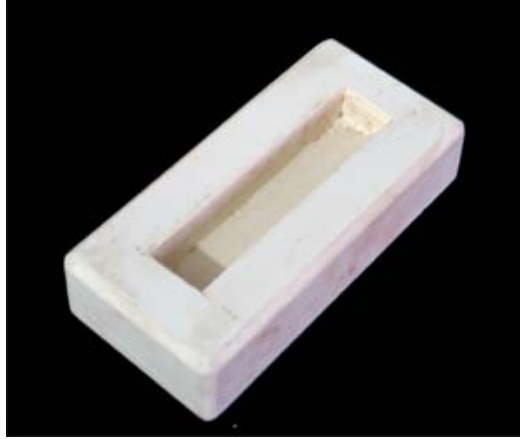


Literatür bilgilerine dayanılarak bu çalışmada kâğıt türlerinden en fazla dayanımı veren ve kolayca bulunabilen fotokopi kâğıdı hamuru kullanılmıştır. Karışımlarda kullanılan kâğıt hamuru miktarları %15 den %25'e kadar arttırılmıştır. Kâğıt katkısı olmayan karışımda kuru dayanım 30 kg/ cm^2 bulunurken kâğıt katkısı olanlarda kâğıt hamuru miktarına göre önce artmakta 70 kg/ cm^2 ve sonra düşmektedir 40 kg/ cm^2 . Bu durum kâğıdın lifli yapısı kil taneciklerinin arasında önce yapıyı desteklemesi ile belirli bir değerden sonra da kâğıt hamurunun killerin birbirine yapışma özelliğini azaltması ve taneciklerin istiflenme özelliğini bozması ile açıklanabilir.(Uysal,2004,s.34-39)

3.5.3. KKB ile KKSB' lere Uygulanan, Kuru, Pişme ve Toplu Küçülme Deneyleri

Her bir karışım tablo-7 deki oranlarda kuru olarak 150 gram olacak şekilde tartılmış ve mekanik karıştırıcıda homojenleşinceye kadar karıştırılmıştır. Karışım alçı bloklar üzerine dökülerek suyunun uzaklaşması sağlanmıştır. Ele yapışmayacak kıvama gelen karışımlar plastik halde $12 \times 2,5 \times 1,5 \text{ cm}$ boyutlarında iç boşluğu bulunan alçı kalıplara yaş presleme yoluyla doldurulmuştur. Karışım alçı kalıpta bir müddet bekletilmiş ve bir miktar suyunu çekmesi sağlanmıştır. Alçı kalıp içerisinde giderek küçülen deney çubukları kalıp ters çevrilerek kalıptan çıkarılması sağlanmıştır.

Deney çubuklarının alt ve üst yüzeylerine kuruma ve pişme küçülmelerinde ölçümü yapılmak üzere çapraz olacak şekilde ikişer adet işaret kumpasla işaretlenmiştir. Elde edilen test çubukları iki alçı blok arasında kritik su miktarını aşınca kadar bekletilmiştir ve böylece bir miktar daha suyunu çekmesi sağlanmıştır. Deformasyonların minimuma indiği bu noktadan sonra $100^{\circ}\text{C} \pm 5$ etüve konulmuş ve 2 saat süre ile bekletilmiştir.



Resim-97 Deney Çubuğu Yapımında
Kullanılan Alçı Kalıp



Resim –98 Deney Plakaları



Resim-99 Karışımın Alçı Plakalara Dökülmesi



Resim-100 Plastik Kıvamdaki Çamurun Deney Plakasına Basılması

Kuruyan çubukların her iki yüzeyindeki işaretler tekrar aynı hassasiyetle kumpasla ölçülmüştür. Her bir karışım için üçer örnek hazırlanmış ve sonuçları ortalaması alınarak verilmiştir.



Resim-101 Kumpasla Kuru Uzunlukların Ölçülmesi

Kuruma küçülmesinin belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\% \text{ Kuru Küçülme} = \frac{(\text{Plastik Uzunluk} - \text{Kuru Uzunluk}) \times 100}{\text{Kuru Uzunluk}}$$

Kuruma küçülmesinin belirlenmesinde kullanılan deney çubukları 1040°C 'de

elektrikli fırında pişirilmiştir. Kuruma küçülmesi ölçümünde kullanılan işaretler pişme küçülmesinin ölçülmesinde de deney çubukları pişirildikten sonra kullanılmıştır. %Pişme küçülmesinin belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\% \text{Pişme Küçülme} = \frac{(\text{Kuru Uzunluk} - \text{Pişmiş Uzunluk}) \times 100}{\text{Kuru Uzunluk}}$$

Her deney çubuğundan elde edilen dört değerin ortalaması alınmış ve sonrada üç deney çubuğu için elde edilen değerlerin ortalaması alınarak pişme küçülmesi değerleri bulunmuştur.

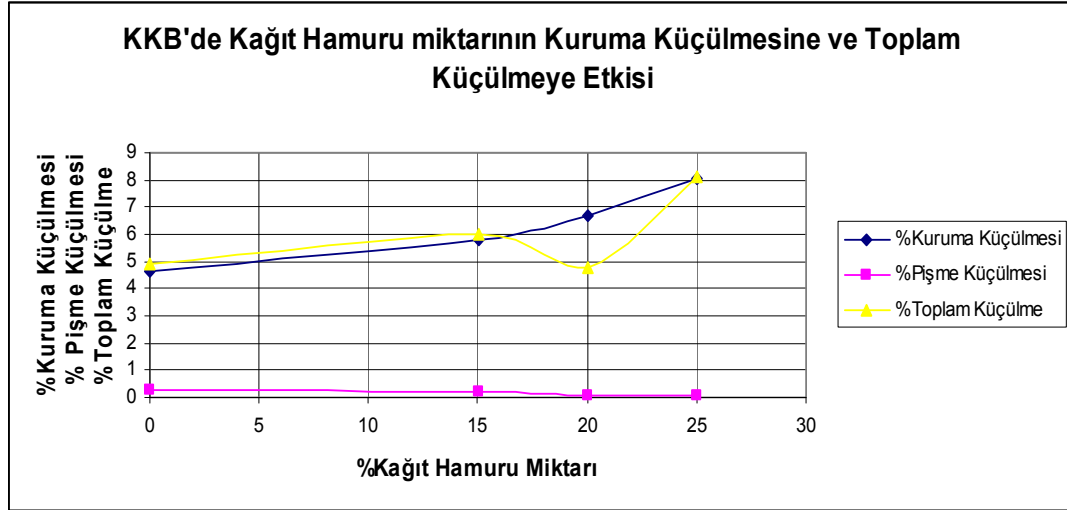
$$\% \text{Toplam Küçülme Mik.} = \% \text{Kuruma Küçülmesi Mik.} + \% \text{Pişme Küçülmesi Mik.}$$

Formülü kullanılarak da toplam küçülme miktarları hesaplanmış ve sonuçlar tablo 10 da verilmiştir.

Tablo-10 % KKB ile KKSİB' lere Uygulanan Kuruma Küçülmesi ve % Pişme Küçülmesi Sonuçları

KKB'li Karışımlar	Yaş Uzunluk (cm)	Kuru (gr)	Kuru (cm)	K. Küçülme %	Pişmiş (cm)	Pişme Küçülme (%)	Toplam Küçülme (%)
1	12	83.98	11.464	4.67	11.436	0.24	4,91
2	12	59.08	11.343	5.79	11.320	0.20	5,99
3	12	56.48	11.215	6.70	11.205	0.09	6,79
4	12	49.45	11.110	8.02	11.099	0.10	8,12

Şekil-7; KKB'lerde % Kâğıt Miktarının % Kuruma Küçülmesine ve % Pişme Küçülmesine ve Toplam Küçülmeye Etkisi Grafiği



Kâğıt katkılı ve kâğıt katkısız seramik karışımlarının kıyaslamalı kuruma küçülmeleri, pişme küçülmesi ve toplam küçülme bir arada verilmektedir. Tablo 10 da kâğıt hamuru miktarı arttıkça kuruma küçülmesinin sürekli arttığı (% 5 den % 8 e), buna karşılık pişme küçülmesinin hemen hemen hiç olmadığı aksine şekillendirilmiş deney çubuklarında genişlemenin olduğu sonucuna varılmıştır.

Kâğıdın ve kilin suya çekme dereceleri farklı farklıdır (absorplama). Kâğıt çok kolay suyu bırakırken kil suya daha fazla sahip olmaktadır. Kâğıt su ile ıslatıldığında kâğıt hamurunun şişmesi ve kurduğunda çok küçülmesi de küçülmede ayrıca rol oynamaktadır. Şekillendirme sırasında kil tanecikleri arasında yer alan şişmiş kâğıt hamurunun kapladığı hacim korunmaktadır. Pişirme sırasında bu hacim korunduğu için oluşan boşluk büyük olmaktadır. Hatta pişme sırasında yanmadan meydana gelen gazların basıncıyla az da olsa büyüyeabilmektedir. Pişme sırasındaki genişlemenin sebebi budur.

3.5.4. KKB ile KKSİB'lere Uygulanan Su Emme Deneyi

KKB'de sinterleşme miktarını belirlemek için su emme deneyi yapılmıştır. 1040°C'a pişirilen deney çubuklarının havadaki kütleleri Shimadzu markalı Libror EB-330H modelli 0,001gr hassasiyetli terazi ile ölçülmüştür. Deney çubukları içerisinde deney çubuğunun boyunun $\frac{1}{4}$ ü kadar su bulunan bir kabın içerisine atılmış 30 dakika bekletilmiş ve sonra suyun seviyesi $\frac{1}{2}$ yükseltilmiştir. Bu şekilde yavaş yavaş suyun seviyesi yükseltilerek 2 saat içerisinde tüm deney çubuklarının tamamen suyun içerisinde kalması sağlanmıştır. Çubuklar bu işlemten sonra 2 saat süre ile su ile kaynatılmış iyice suya doyması sağlanmıştır. Kaptan çıkartılan çubukların yüzeyindeki su nemli bir bezle silinmiş suya doymuş haldeki kütleleri tekrar tartılarak belirlenmiştir. % Su emme miktarını hesaplamak için

$$\% \text{ Su Emme Miktarı} = \frac{\text{Su Emdikten Sonraki Kütle} - \text{Pişmeden Sonraki Kütle} \times 100}{\text{Pişmeden Sonraki Kütle}}$$

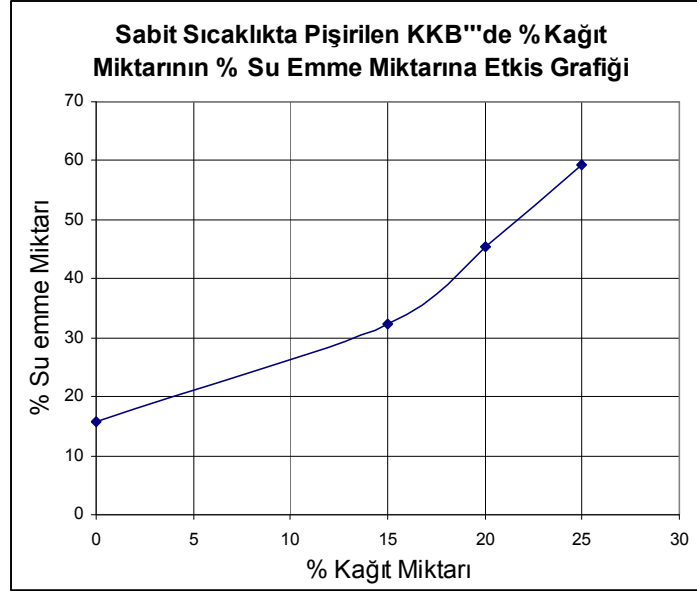
Pişmeden Sonraki Kütle

formülü kullanılmıştır. Buna göre KKB'de tablo 11 deki % su emme değerleri elde edilmiştir.

Tablo-11 KKB ile KKSİB'lere Uygulanan Su Emme Deneyi Sonuçları

KKB'ye Karışımları	Pişmeden Sonraki Kütle (gr)	Su Emdikten Sonraki Kütle(gr)	Su Emme Miktarı %
1	74.822	86.521	15.636
2	52.439	69.393	32.331
3	47.401	68.902	45.360
4	38.231	60.886	59.258

Şekil-8 Sabit Sıcaklıkta Pişirilen KKB'de % Kâğıt Miktarının % Su Emme Miktarına Etkisi Grafiği



Geleneksel seramik malzemeler pişirildiklerinde katı faz, sıvı faz (eriyen sıvı) ve gözenek (por) arasında oluşan bir dizi tepkimeler sonucunda belirli bir istiflenme ile birbirlerine bağlanırlar başka bir deyişle sıvı fazda sinterleşirler.

Seramik ürünlerde sinterleşme miktarı oluşan sıvı faz miktarına bağlı olarak değişmektedir. Erime tüm sıvı fazın tamamen katı fazı eritip yok ettiği ve tüm gözeneklerin boşaldığı bir aşamadır. Bu aşamada tanecikler arasında hiç boşluk kalmadığı için hacmi azalmakta ve ayrıca tanecikler arasındaki tüm kılcal boruların kapandığı ve bu yüzden su emmenin hiç görülmediği sıfır olduğu bir aşamadır. Erime sıcaklığına pişirilen parçalar çok büyük dayanım kazanması yanında deformasyonların çok fazla olması nedeniyle seramik endüstrisinde pek tercih edilmemektedir. Daha düşük sıcaklıklara pişirilen seramiklerin dayanımları bir miktar düşmesine karşılık şekillerinde herhangi bir deformasyon olmaması sebebiyle sinterlenirler. Sinterlenen parçalarda gözenek miktarı ve oluşan sıvı faz miktarı sıcaklık artışına bağlı olarak değişebilmektedir. Başka bir deyişle sinterleşme miktarı su emme deneyi ile belirlenebilmektedir.

Kâğıt hamuru miktarının artması gözeneklerin artmasına (porozite) sebep olmaktadır .(Tablo-11). Kâğıt hamuru içermeyen karışımların su emme değeri %16 dan % 60 a çıkması kâğıt hamuru katkısının etkisini açıkça göstermektedir. Hazırlanan deney çubuklarının kurumuş ve pişmiş kütleleri kıyaslandığında %15 kâğıt katkısına kadar hafiflemenin etkisi çok az olduğu ve bu değerden sonra kâğıt hamuru miktarının etkisinin çok fazla olduğu görülmüştür. Kâğıt hamuru miktarının önce gözeneklerin arasındaki boşlukları doldurması ile zaten var olan boşluklara fazla etkili olamamıştır. Ancak bu değerün üstünde kâğıt hamuru bileşime girdiğinde kâğıt hamurunun su ile şişmesi sonucu oluşan hacmin de yavaş yavaş etkili olduğu bu boşluğun pişme ile bozulmadığı sonucuna varılmıştır.



Resim-102 Büskivi Pişirimi Yapılmış
Deney Çubukları



Resim-103 Kütlelerin Ölçüldüğü
Elektronik Terazi



Resim-104 Suyu Doyurulan Deney Çubukları

3.5.5.KKB ve KKSBB 'lere Uygulanan % Hafifleme Oranı

Kâğıt katkılı ve kâğıt katkısız tüm deney çubuklarının kurumadan sonraki ve pişme sonrası kütleleri ölçülmüş ve aşağıdaki formül kullanılarak hafifleme oranları hesaplanmıştır.

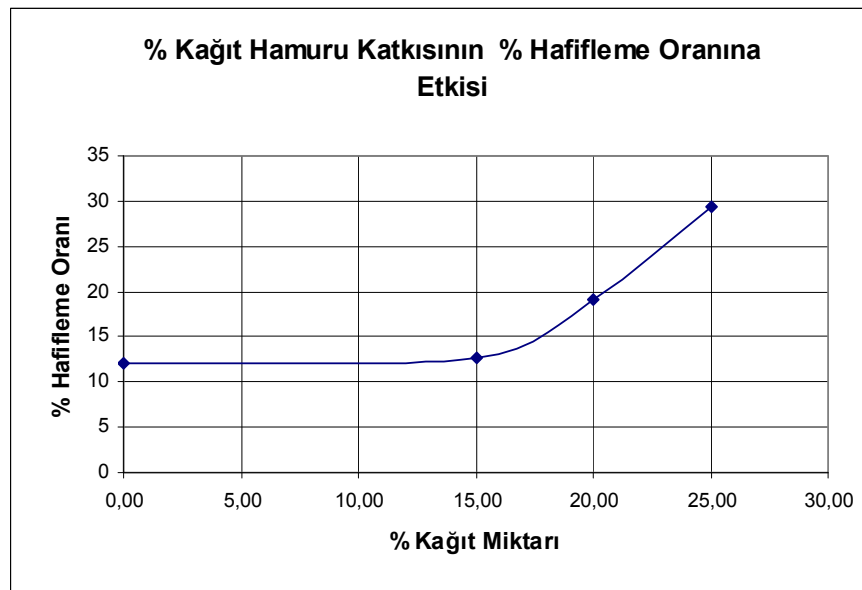
$$\% \text{ Hafifleme oranı} = \frac{(\text{Kuru kütle} - \text{Pişmiş kütle}) \times 100}{\text{Pişmiş kütle}}$$

Pişmiş kütle

Tablo-12: Kâğıt Katkılı Seramik Karışımlarının Bileşimleri ve Hafifleme Oranları

	Kâğıt %	Kil %	Talk %	Kuru Ağırlık(gr)	Pişmeden Sonraki Kütle (gr)	Hafifleme oranı %
1	-	100	10	83.89	74.822	12,12
2	15	75	10	59.08	52.439	12.66
3	20	70	10	56.48	47.401	19.15
4	25	65	10	49.45	38.231	29.35

Şekil-9 % Kâğıt Hamurunu Katkısının % Hafifleme Oranına Etkisi Grafiği



3.6. Raku Fırınında Uygulama Yapılması



Resim-105 -106 Raku Yapımı İçin Hazırlıkların Yapılması

Raku da seri ve çabuk hareket edilmesi gerektiği için fırını yakma ve boşaltma işlemi ancak ekip çalışması ile yapılabilmektedir. Resimlerde görüldüğü üzere, yanmakta olan fırının etrafında ekip halinde çalışılmaktadır. Her birey fırının açılmasını beklerken aynı zamanda verilen görevi yerine getirmektedir.



Resim-107 Raku Fırının Açılmaya Başlanması



Resim- 108-109 Raku Fırınından Ürünlerin Çıkarılıp Termal Şoka Girmesi

Raku fırınından çalışmaların çıkarılıp termal şoka girmesi aşamasında ekip halinde çalışmanın önemi daha belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Oldukça hızlı davranılarak bir yandan fırın açılırken diğer taraftan ürünler kor haldeki fırından hızlı bir şekilde çıkartılır.



Resim- 110-111 Ürünlerin Maşa Yardımı ile Hızla Raku Fırınından Alınması



Resim-112 Fırının İçinden Kor Halde Gözükmesi



Resim- 113-114 Fırından Çıkarılan Ürünlerin Talaş ve Gazete Dolu Olan İndirgenme Kabına Konulması

Fırından maşa ile çıkarılan işler hızla, gazete ve talaş dolu teneke kaplara konularak ağızları kapatılır. Bu işleme redüksiyon işlemi denir. Bu konu hakkında daha sonra ayrıntılı bilgi verilecektir.



Resim-115-116 İndirgenme Kabının Ağzının Kapatılması



Resim- 117-118 Ürünlerin Redüksiyon Ortamından Çıkarılması



Resim- 119 Ürünlerin Soğumaya Bırakılması



Resim-120 -121 Fırından Çıkan Ürünlerden Görüntü



Resim-122 Tamamen Soğumuş Ürünlerin Görüntü

Redüksiyon işlemi sona eren ürünler soğumaya bırakılır ya da isteğe bağlı olarak redüksiyon işleminden sonra su içerisine atılarak bir şoklama daha yapılır ve su içerisinden çıkarılan işler tel fırça yardımıyla temizlenir.



Resim- 123 Redüksiyon İşlemi

Özel sırlarla sırlanmış işler pişirildikten sonra, sıcakken, içerisinde kolay yanabilen kâğıt, talaş, bez parçaları bulunan ve ağzı sıkıca örtülen kapların içerisine atılmaktadır.

Kızgın seramik parçaları etrafındaki yanabilen her şeyi yakmakta, ancak ağzı sıkıca örtülerek oksijen alması engellendiğinden tam yanma olmamaktadır.

Bu teknikte seramik parçaları oluşan dumanla mümkün olduğu kadar çok temas ettirilerek bulabildiği oksijen kadar yanma tepkimesine girmektedir. Bir başka deyişle bu işlemle kızgın seramik parçaların karbon monoksit gazı ile temas etmesi sağlanmaktadır. CO gazı indirgen bir gazdır.



Resim-124 İndirgenme Kabının Kapağın Açılması

Raku sır'ı bileşimindeki metal oksitleri indirgeyerek metalik renklerin oluşmasına sebep olmaktadır. Böylece bu yöntemle seramik parçaların üzerinde çok çekici ve estetik metalik renklerin ortaya çıkması sağlanmaktadır



Resim- 125 Redüksiyon İşleminin Sona Ermesi

Redüksiyon işlemi için toprağa kazılarak açılan bir kuyu da kullanılabilir. İçerisine fırından çıkarılan işler konarak üzerine kolay yanabilen talaş, gazete kâğıdı, yağlı bez ve benzeri şeyler atılıp, üstü toprakla örtülür ve redüksiyonun gerçekleşmesi sağlanır.

Redüksiyon ortamında işleri ne kadar çok tutulursa o kadar değişken renklerin oluşması düşüncesi yanlıştır. Çünkü uzun süre redüksiyon ortamında kalan işlerde oluşan etkiler ısı düştükçe uçarak kaybolabilir. Redüksiyon işleminden sonra ürünler ani olarak suya atılır ve birden soğuyan işler üzerindeki parlaklıklar ve pırıltıların kaybolmaması sağlanır.

3.7. Raku Pişiriminde Kullanılan Fırın Malzemeleri

Bir seramik pişirim tekniği olan Raku'da genel olarak seramik sanatında kullanılan bütün aletleri kullanmak mümkündür. Bunun yanı sıra Raku'ya da özel aletler vardır.



Resim –126-127 Raku'da Kullanılan Maşalar

Raku tekniğinin belki de en önemli aleti olan maşalar kor haldeki fırın içerisindeki işlerin kolayca kazasız alınmasını sağlar. Maşalar değişik uzunluk ve ağız yapısına sahiptirler. Bu maşalar fırındaki yuvarlak yüzeyli işlerin rahatlıkla tutulmasına imkân verir.



Resim- 128-129 İşlerin Konulduğu İndirgenme Kapları

Redüksiyon ortamının sağlanması için metalden yapılan kapaklı kaplara ihtiyaç duyulur. Bu metal kaplar, kapakları iki kişinin rahatlıkla tutabileceği şekilde yapılmalıdır.



Resim-130 Redüksiyonda Kullanılan Talaş



Resim- 131 Fırın Eldiveni

Fırından çıkarılırken ellerin zarar görmesini engellemek için ısı geçirmeyen amyant fırın eldivenleri kullanılırken redüksiyon işlemi sırasında metal tenekelere doldurulmak üzere hazırlanan talaş bulunur. Bu aletlerin yanı sıra gazete kâğıdı, önlük, ıslak bez, su ve kova gibi araç ve gereçlerde Raku yapımın da kullanılan diğer malzemelerdir. Bunlardan ıslak bez indirgeme kaplarında hava temasını kesmek için conta görevi yapması için kullanılmaktadır.

BÖLÜM IV

4. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evreni ve örnekleme, kullanılan veri toplama araçları, verilerin toplanması izlenen yol ve toplanan verilerin çözümlenmesinde kullanılan yöntem ve teknikler konusunda bilgi verilmiştir

4.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma modeli, araştırma amacına uygun ve ekonomik olarak, verilerin toplanması ve çözümlenebilmesi için gerekli koşulların düzenlenmesidir. Bu koşulların düzenlenmesinde iki temel yaklaşım vardır. Birincisi tarama ikincisi denemedir(Karasar,1984,s.80).Bu araştırmada deneme modeli kullanılmıştır. Tarama modellerinde var olan durum gözlenirken, deneme modelinde, gözlenmek istenenler araştırmacı tarafından üretilirler(Karasar,1984,s.92).

Bu araştırmada deneme modellerinden karşılaştırmalı duruk(statik)grubu modeli tercih edilmiştir. Karşılaştırmalı duruk grup modelinde biri deney (x),öteki kontrol grubu olarak kullanılan iki grup bulunmaktadır. Deney sonucunda ölçme ve son test yapılacaktır.

4.2. Evren

Çalışmanın evreni ulaşılabilen evrendir. Bu araştırmanın çalışma evreni seramik sanatında kullanılan kâğıt katkılı ve katkısız bünyeler ve Raku sırları oluşturmaktadır.

4.3. Örneklem

Araştırmanın örnekleme atık kâğıtlar kullanılarak hazırlanan kâğıt katkılı bünyeler üzerine, yerli seramik hammaddelerinden oluşturulacak olan Raku sır denemelerinden oluşmaktadır.

4.4. Verilerin Toplanması

Araştırmada kavramsal çerçeve ve problemin ortaya konulmasında kullanılan literatüre dayalı belgesel kaynaklar yanında deneyde de cansız veri kaynakları kullanılmıştır. Bunlar kil ,sır hammaddeleri, fotokopi kağıdı,fırın ,elek ve fırça dır.

Araştırmada denenceleri doğrultusunda veriler şu şekilde toplanmıştır.

Birinci denence test edilmesi için hazırlanan KKB'ler ile KKSB 'lerin yoğrulma suyu deneyi uygun boyutlarda (12x2,5x1,5cm) alçı kalıp hazırlandı (KKB'ler de kağıt oranı %15-%20-%25 olarak hazırlamıştır). Hazırlanan KKB ile KKSB 'ler hazırlanan alçı deney plakalarına yaş şekillendirme ile şekillendirilmiş elde edilen plakalar kalıptan çıkarıldıktan sonra elektrikli hassas terazide yaş kütleleri belirlenen deney plakaları kurumaya bırakılır. Kurutulan deney plakalarının kütleleri de hassas terazi ile ölçülür.

İkinci denencesinde, birinci denencede yoğrulma suyu deneyi için hazırlanan KKB'ler ile KKB'lere kuru kırılma dayanım testi uygulaması yapmak için yoğrulacak kıvama gelen plastik çamur 5x5x5cm lik küpler şeklinde hazırlanan kalıplara elle yaş olarak preslenerek şekillendirilmiştir. Yüzeyleri düzeltildikten sonra kalıptan çıkarılan deney küpleri deforme olmadan kurumasını sağlamak için alçı plakalar arasına yerleştirilmiştir. Kritik su miktarını çatlamadan ve deforme olmadan ulaşan küpler 100 ± 5 °C da etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulur.

Üçüncü denence de yine hazırlanan KKB'ler ile KKSB'lere kuru, pişme toplu küçülme deneyleri yapılması için gerekli veriler toplanmıştır. Hazırlanan KKB alçı bloklar üzerine dökülerek suyunun uzaklaşması sağlanmıştır. Ele yapışmayacak kıvama gelen karışımlar plastik halde 12 x 2,5 x 1,5 cm boyutlarında iç boşluğu bulunan alçı kalıplara yaş presleme yoluyla doldurulmuştur. Alçı kalıp içerisinde giderek küçülen deney çubukları kalıp ters çevrilerek kalıptan çıkarılması sağlanmıştır. Deney çubuklarının alt ve üst yüzeylerine kuruma ve pişme küçülmelerinde ölçümü yapılmak üzere çapraz olacak şekilde ikişer adet işaret kumpasla işaretlenmiştir Elde edilen test çubukları iki alçı blok arasında kritik su miktarını aşmıyaya kadar bekletilmiştir ve böylece bir miktar daha suyunu çekmesi

sağlanmıştır. Deformasyonların minimuma indiği bu noktadan sonra $100^{\circ}\text{C} \pm 5$ etüve konulmuş ve 2 saat süre ile bekletilmiştir.

Dördüncü denencede KKB’de sinterleşme miktarını belirlemek için su emme deneyi yapılmıştır. Diğer denencelerde hazırlanan KKB’ler ile KKSB’ler alçı kalıplara basılıp çıkarıldıktan sonra kurutulup, 1040°C ’de pişirilen deney çubuklarının havadaki kütleleri Shimadzu markalı Libror EB-330H modeli 0,001gr hassasiyetli terazi ile ölçülmüştür. Deney çubukları içerisinde deney çubuğunun boyunun $\frac{1}{4}$ ü kadar su bulunan bir kabın içerisine atılmış 30 dakika bekletilmiş ve sonra suyun seviyesi $\frac{1}{2}$ yükseltilmiştir. Bu şekilde yavaş yavaş suyun seviyesi yükseltilerek 2 saat içerisinde tüm deney çubuklarının tamamen suyun içerisinde kalması sağlanmıştır. Çubuklar bu işlemten sonra 2 saat süre ile su ile kaynatılmış iyice suya doyması sağlanmıştır.

Beşinci denencede KKB’lerin termal şoka dayanıklılığında talk maddesinin etkili olup olmadığını araştırmak amacıyla KKB’lere %10 oranında talk ilavesi yapılarak hazırlanan karışım ile talk ilavesiz KKB’ler, diğer denencelerdeki gibi alçı kalıbı pres yöntemi uygulanarak basılan deney çubukları uygun şekilde kurtulduktan sonra elektrikli fırında 1040°C ’de pişirimi yapılmıştır.

4.5. Verilerin Analizi

Araştırmada verilerin analizinde birinci denence de KKB’ler ile KKSB’lerin kuru ve yaş kütlelerinin Sartarius Basic markalı BA210S elektronik terazide ölçülmüştür. Yoğrulma suyunun hesaplanmasında aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\text{Yoğrulma suyu} = \frac{(\text{Plastik Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}) \times 100}{\text{Kuru Ağırlık}}$$

KKB ile KKSBB' lere Uygulanan Yoğrulma Suyu Deney Sonuçları

KKB Karışımları	Kil %	Talk %	Kâğıt %	Plastik Ağırlık(gr)	Kuru Ağırlık(gr)	Yoğrulma Suyu (%)
1	90	10	-	106.29	83.89	26.70
2	75	10	15	86.20	59.08	45.90
3	70	10	20	84.46	56.48	49.53
4	65	10	25	81.20	49.45	64.20

Araştırmada verilerin analizinde ikinci denence Kurutulan küplerin kuru kırılma dayanımları Cas Mark marka CL-1560A model tek eksenli basınç dayanım pres aleti kullanılarak ölçülmüştür. Dört farklı karışımın her biri için dört örnek hazırlanmıştır. Kuru dayanım sonuçları her bir karışım için kırılan 4 örneğin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Kağıt oranı arttıkça yoğrulma suyu oranında arttığı görülmüştür.

KKB ile KKSBB' lere Uygulanan Kuru Kırılma Dayanımı Testi Sonuçları

KKB Karışımları	I Deneme Kg/cm ²	II. Deneme Kg/cm ²	III. Deneme Kg/cm ²	IV. Deneme Kg/cm ²	Ortalama Değer Kg/cm ²
1	30	32	33,5	33	32.2
2	65	63	68	67	65
3	45	47	45	46	45.7
4	40	42	39	43	41

Araştırmada verilerin analizinde üçüncü denence kuruyan çubukların her iki yüzeyindeki işaretler tekrar aynı hassasiyetle kumpasla ölçülmüştür. Her bir karışım için üçer örnek hazırlanmış ve sonuçları ortalaması alınarak hesaplanır.

Kuruma küçülmesinin belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\% \text{ Kuru Küçülme} = \frac{(\text{Plastik Uzunluk} - \text{Kuru Uzunluk}) \times 100}{\text{Plastik Uzunluk}}$$

Kuru Uzunluk

Kuruma küçülmesinin belirlenmesinde kullanılan deney çubukları 1040°C 'de elektrikli fırında pişirilmiştir. Kuruma küçülmesi ölçümünde kullanılan işaretler pişme küçülmesinin ölçülmesinde de deney çubukları pişirildikten sonra kullanılmıştır. %Pişme küçülmesinin belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\% \text{Pişme Küçülme} = \frac{(\text{Kuru Uzunluk} - \text{Pişmiş Uzunluk}) \times 100}{\text{Kuru Uzunluk}}$$

Her deney çubuğundan elde edilen dört değerin ortalaması alınmış ve sonrada üç deney çubuğu için elde edilen değerlerin ortalaması alınarak pişme küçülmesi değerleri bulunmuştur.

$$\% \text{Toplam Küçülme Mik.} = \% \text{Kuruma Küçülmesi Mik.} + \% \text{Pişme Küçülmesi Mik.}$$

Formülü kullanılarak da toplam küçülme miktarları hesaplanmış ve sonuçlar tablo da verilmiştir.

% KKB ile KKSBB' lere Uygulanan Kuruma Küçülmesi ve % Pişme Küçülmesi Sonuçları

KKB'li Karışımlar	Yaş Uzunluk (cm)	Kuru (gr)	Kuru (cm)	K. Küçülme %	Pişmiş (cm)	Pişme Küçülme (%)	Toplam Küçülme (%)
1	12	83.98	11.464	4.67	11.436	0.24	4,91
2	12	59.08	11.343	5.79	11.320	0.20	5,99
3	12	56.48	11.215	6.70	11.205	0.09	6,79
4	12	49.45	11.110	8.02	11.099	0.10	8,12

Araştırmada verilerin analizinde dördüncü denence deney çubukları kaptan çıkartılan çubukların yüzeyindeki su nemli bir bezle silinmiş suya doymuş haldeki kütleleri tekrar tartılarak belirlenmiştir. % Su emme miktarını hesaplamak için

$$\% \text{ Su Emme Miktarı} = \frac{\text{Su Emdikten Sonraki Kütle} - \text{Pişmeden Sonraki Kütle} \times 100}{\text{Pişmeden Sonraki Kütle}}$$

Pişmeden Sonraki Kütle

formülü kullanılmıştır. Buna göre KKB’de % su emme değerleri elde edilmiştir.

KKB ile KKSİB’lere Uygulanan Su Emme Deneyi Sonuçları

KKB’ye Karışımları	Pişmeden Sonraki Kütle (gr)	Su Emdikten Sonraki Kütle(gr)	Su Emme Miktarı %
1	74.822	86.521	15.636
2	52.439	69.393	32.331
3	47.401	68.902	45.360
4	38.231	60.886	59.258

KKB’lere uygulanan su emme deneyi sonucun da kâğıt oranı artıkça KKB’lerin su emme oranını arttığı görülmüştür.

Araştırmada verilerin analizinde beşinci denence bisküvi pişirimi yapılan talk ilaveli KKB’ler ve ilavesiz KKB ‘ler gazlı Raku fırınında 1000°C ye gelince bu ısıda fırından maşa ile çıkarılan deney çubuklarının termal şoka dayanıklılığı test edilmiştir. Fırından çıkarılan talk ilaveli KKB’lerin, talk ilavesiz KKB ‘lere göre çatlamanın görülmediği termal şoka daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda,

1-Döküm kili olarak tanımlanan kilin KKB'ler yapımı için uygun olduğu, KKB'lerin yapımının KKSBB'lerin yapımından çok farklı olması,

2-Kâğıt ilavesi kilin plastikliğini azalttığı buna karşın daha fazla suyu bünyesinde barındırdığını ve şekillendirmede herhangi bir sorun çıkarmadığı,

3- KKB'lerin KKSBB 'lere göre daha fazla su çektiği görülmüş.

4- KKB'lerin KKSBB 'lere göre yoğrulma suyunun daha fazla olduğu,

5- KKSBB 'lerle yapılan seramik şekillendirme türlerinin KKB'lerin rahatlıkla yapılabildiği, sadece dökümle şekillendirme de kâğıt oranının %10 civarında olması gerektiği,

6- KKB'ler üzerine uygulanan Raku sırları KKB'lerin gözenekli yapıda olmasından dolayı 1040°C de iken fırından çıkarılan termal şoka ve darbelere dayanıklı hale gelmesinde yardımcı olduğu,

7- Kâğıt katkılı ve kâğıt katkısız seramik karışımlarının kıyaslamalı kuruma küçülmeleri, pişme küçülmesi ve toplam küçülme bir arada verilmiştir. Kâğıt hamuru miktarı arttıkça kuruma küçülmesinin sürekli arttığı buna karşılık pişme küçülmesinin hemen hemen hiç olmadığı aksine şekillendirilmiş deney çubuklarında genişlemenin olduğu sonucuna varılmıştır.

8-KKB'lerin hazırlanmasında kullanılan % 10 oranındaki talkın Raku masesinde de termal şokları önlemede etkili olduğu termal şok deneyleri ile ortaya çıkartılmıştır.

9- Bu çalışma seramik eğitimi veren okullarda uygulanabilecek niteliktedir. Seramik eğitiminde kullanılan sınırlı sayıda seramik karışımları (şamotlu

karışımlar,döküm çamuru kırmızı pişen killeri, porselen karışımı) seramik sanatçıları ve yapabileceği eserleri de sınırlamaktadır. Bu çalışma ile seramik sanatçıları yeni bir alternatif kazanmış olacaktır.

10-Kâğıt katkılı seramiklerin (paperclay) düz ve dokulu yüzeylerine uygulanan Raku sırlarının indirgenme sonucu son derece estetik ve çekici metalik renklerin ortaya çıktığı görülmüştür. Raku sırlarının kâğıt katkılı seramik karışımlardan yapılan yüzeylerle uyumlu olduğu sır hatalarının minimum düzeyde olduğu görülmüştür. Elde edilen seramiklerin hafifliği yanında metalik renklerin ortaya çıkması sanatsal amaçlar için de kullanılabilir olacağını gösteren en önemli işaretlerden biridir. Ayrıca kâğıt katkılı seramik karışımlara Raku uygulamasının ürünlere hem teknik hem de estetik özellikler kazandırması seramik eğitime yaptığı katkılardan olduğu sonucuna varılmıştır.

11-Ülkemiz sır hammaddeleri yönünden de oldukça çeşitli ve nitelikli sır hammaddelerine sahiptir. Bunlardan kolemanit üzerinde çok düşünülmesi gereken ve önemi hala anlaşılmamış bir hammaddedir. Bu çalışma ile kolemanitin ham sır çalışmalarında kullanılabileceği denemelerle ve yapılan Raku sırları ile belirlenmiştir

12-Paperclay ve Raku seramik sanatçılarının iyi bildikleri ve çok miktarda ürünün ortaya çıkarıldığı konulardır. Bu konuyla ilgili her türlü literatüre de ulaşmak mümkündür. Ancak kâğıt katkılı seramikler (paperclay) üzerine Raku çalışması yeni düşünülen bir konudur. Bu çalışma böyle bir fikrin ilk başarılı uygulamalarından biridir.

13- Modern Raku tekniğinin bir uygulaması olan bu çalışma ile eğitim veren kurumlarda kolaylıkla uygulanabilir bir teknik kazanılmıştır.

ÖNERİLER

Araştırmaya Yönelik Öneriler

1- KKB'ler sınırlı koşullarda sınırlı hammadde kaynakları kullanılarak yapılmıştır. Ülkemiz çok çeşitli ve nitelikleri çok farklı hammaddeler bulunmaktadır.

Bu hammaddelerin özellikleri araştırılıp kâğıt katkılı seramik karışımlarında kullanılabilir.

2- KKB'ler de genellikle fotokopi kâğıdı kullanılmıştır. Daha değişik yapıdaki kâğıtların özellikleri araştırılıp KKB'lerin yapımında kullanılabilir. Bunlar karton, yumurta kolisi gibi uzun lifli yapıya sahip kâğıtlar olabilir.

3-KKB' lerle ilgili Türkçe kaynağın olması araştırma problemlere sebep olmuştur. Bu yüzden yabancı kaynakların Türkçeye çevrilerek yabancı kaynaklarla karşılaştırılması yarar sağlayabilir.

4-Raku denemelerinde renk veren oksitler olarak bakır oksit, krom oksit, demir oksit, kobalt oksit kullanarak değişik renkler elde edilmiştir. Bunun yanında diğer oksitlerinde özellikleri araştırılarak farklı renklerin ortaya çıkması sağlanabilir.

5- KKB' ler üzerine geleneksel Türk Ebru sanatı rahatlıkla uygulanabilmektedir. Bundan yola çıkarak Ebrulu KKB'ler üzerine çini dekor uygulaması yapılabilir.

Uygulamaya Yönelik Öneriler

1-KKB'lere Raku uygulamalarında yapılan sırlar çok çeşitlendirilebilir. Buna imkân verecek hammadde ve oksitler ülkemizde mevcuttur. Bu hammaddeler ve oksitler kullanılarak yeni sır denemeleri yapılabilir.

2-Raku sırları üzerinde yapılacak çalışmalarla çok değişik renkte ve etkide sırlar üretmek mümkündür. Çatlaklı sırlar (Crackle glaze) , farklı metalik renkler ortaya çıktığı sırlar, Raku'da maskeleme (Raku resist) gibi konular Raku'da geliştirilebilecek konulardandır.

3-Raku sırlamasında genelde 1040 °C uygulanmıştır. Bu dereceler 5°Cderece şeklinde artırılarak uygulanabilir ve aralarındaki renk farklılıkları gözlenebilir.

4-. KKB'lerin yapımında kâğıt oranı artıkça plastiklik ve dayanım azalmaktadır. Bu nedenle başlangıç olarak dörtte bir oranında kâğıt kullanılması önerilmektedir.

5-KKB'ler hazırlanırken içerisine ilave edilecek çeşitli metal oksitler kendiliğinden renklenmiş bir yapı oluşturmaktadır. Bu şekilde elde edilen ürünler daha cazibeli olabilir.

6- KKB'ler elektrikli, gazlı ve tuz fırınlarında pişirilebilir.

7- KKB'lere Raku uygulaması yapılmış eserlerden oluşan eserlerin yer aldığı sergiler düzenlemek ve yarışmalarda yer almak yeniliklerle dolu çalışmaları arzu edenler için önerilir.

8-İlk defa Japonya'da Kyoto'da çay seremonilerinde çay ikram etmek için seramik çanaklar şeklinde yapılmıştır. Felsefesi ve ifade ettiği anlamına yakışır bir şekilde şenliklerde uygulanması geleneği sürdürülmelidir. Başka bir ifade ile Raku şenlikleri düzenlenerek modern Raku tanıtılmalıdır.

KAYNAKÇA

ANDREWS, T (1994) **Raku a Review of Contemporary Work**” London A&C Black, , Chilton Book Company, Randor, Pennsylvaniz,

ARCASOY, A (1983) **Seramik Teknolojisi** (Birinci baskı) İstanbul, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları

ATİK, C (1999) **Geri Dönüşüm Selüloz Lifleri Üzerindeki Etkileri** Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayıt no:83143

ALKAN-ÖZDEMİR, D (2006) **Kâğıt Katıklı Keramik Bünyeler ve Uygulamaları.** Yayınlanmış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Kayıt n:61859. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1691-Engelliler Entegre Yüksekokulu Yayınları, No:3

BARAN,B. ERTÜRK,T .SAKARYA,Y. ALEMDAROĞLU,T (2001),**Workability Test Method For Metales Applied To Examine a Workability Measure (plastic limit) For Clay**, Applied Clay Sciense ,Volume 20,Issues 1-2

BAŞKAYA, H.M (1997) **Muğla Bacalarının Çağdaş Keramik Yorumlarında Raku Dokuları.** Yayınlanmamış. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Seramik ve Cam Anasanat Dalı, Kayıt n:63701

BRAİN, G, (1994) **The Suitcase Art**, New Zeland Potter,

BRANFMAN, S(1991) **“Raku A practical Approach”** ,Chilton Book Company, Pennsylvania,

CAHN,RW. HAASEN,P. KRAMER,E.J (1996) **Materials Science and Technology A Comprehensive Treatment ,Processing of Ceramics Part II** VCH, Weinheim, New York

DICKERSON, J (1972) **Raku Handbook a Practical Approach to the Ceramic Art**. London,Chicago,NewYork Litton Educational Publishing,

FRANK ,H(1991) **The Potter's Dictionary of Materials and Techniques** . London, A&C Black Publishers, Third Edition, .ISBN 0-8122-3112-0

FRANK and JANET,H (1991), **The Potter's Dictionary of Materials and Techniques** ,A&C Black Publishers, Limited,London,England,Third Edition ,ISBN 0- 8122-3112-0

G. LYLE.,V (2001) **Fugurative Sculpture In Paperclay**

GAULT, R (1998) **Paper Clay For Ceramic Sculptors**. U.S.A Clear Light Books

HAY,G (1999) **Hay,Graham,Paper and Clay** . A Paper Presented At EDGE: The National Ceramic Conference <http://.grahamhay.com.au/edgepaper996.html>

KARTAL, A (1998) **Sır ve Sırlama Teknikleri**. Ankara: Çizgi Matbaacılık Ltd. Şti

KÖSELER, A.T (2004) **Paperclay Kâğıt Katkılı Seramik Bünyeler**. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Seramik Anasanat Dalı. Kayıt n:145303

NİYAZI ,K(1984) **Bilimsel Araştırma Yöntemleri**

MORGAN, P (2005) **Handmade Culture: Raku Potters, Patrons, and Tea Practitioners in Japon**” , University of Havaii Press,.

NORTON, F.H (1974), **Elements of Ceramics**”, Addison –Wesley Publishing Company, Massacusetta, London

NORTON, F.H (1970), **Fine Ceramics**, Mc-Graw-Hill Book Campany, New York, London

ÖZCAN, M.C(1997).**Geleneksel Raku Tekniği ve Artistlik Formlarda Uygulanması**, Yayınlanmamış. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayıt n:61264

RHODES, D,(1973) ,Clay and Glazes For The Potter, (Paperback)Radnor,Pa:Chilton Book Company

SUSAN, P (1996) **“The Craft and Art of Clay”**.The Overlook Pres,Woodstock, NY, Second Edition,.ISBN 0-87951-634-8

SENTANCE,B (2004) **Ceramics:A World Guide To Traditinol Techniques**, United Kingdom I.Baskı

ŞÖLENAY, E (2002) **Kırmızı Killerle Oluşturulan 1200°C Gelişen Astar Sır Araştırmaları ve Uygulamaları**. Yayınlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi. Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. Seramik Anasanat Dalı Kayıt no:117219

TANIŞAN, H.H,METE, Z.(1986) **Seramik Teknolojisi ve Uygulaması** (Birinci baskı) İzmir

TEREBESS, G (1982) **Japanese Raku and Its American Renaissance** Müveszet, XXIII.evfolyam, 9.szam ,1982.szeptember,12-14.oldal)

TURAN, T (1998) **Kâğıt Fabrikasyonu** İstanbul İ.Ü. Basım evi ve Film Merkezi

UYSAL, A (2004) **Seramik Eğitiminde Değişik Kil Karışımları Kullanmanın Getirdiği Yenilikler**. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı Seramik Eğitimi Bilim Dalı

İnternet Kaynakları

<http://ceramic-materials.com/cermat/material/840.html>, **ballclay**

<http://ceramic-materials.com/cermat/material/2068.html> **stoneware**

<http://ceramic-materials.com/cermat/material/2274.html> **fireclay**

<http://ceramic-materials.com/cermat/material/1986.html> **pegmatit**

<http://ceramic-materials/.com/cermat/material/1211.html> **saggarcay**

<http://ceramic-materials.com/ceremat/material/1630.html> **talk**

<http://ceramic-materials.com/ceremat/material/1034.html> **molocite**

<http://digitalfire.com/gerstleyborate/boraq.shtml>

<http://digitalfire.com/education/material/syntheticgerstleyborate.htm>

<http://www.grahamhay.com.au./haywahistory.html>

www.kagitsanayi.com/makaleler

<http://digitalfire.com/gerstleyborate/learning.html#Nirvana1>

<http://www.garyrferguson.com/rakuglaz.htm>

<http://www.jqjacobs.net/art/glazes3.html>

<http://www.r2d2u.net/aboutraku.html>)

<http://digitalfire.com/gerstleyborate/material/m-0101v0.htm>

<http://ceramic-materials.com/ceremat/education/113.html>

RAKU SIRLARI DENEME SONUÇLARI



**KKB'LER KULLANILARAK YAPILAN, RAKU PİŞİRİM TEKNİKİ
UYGULAMA FOTOĞRAFLARI**



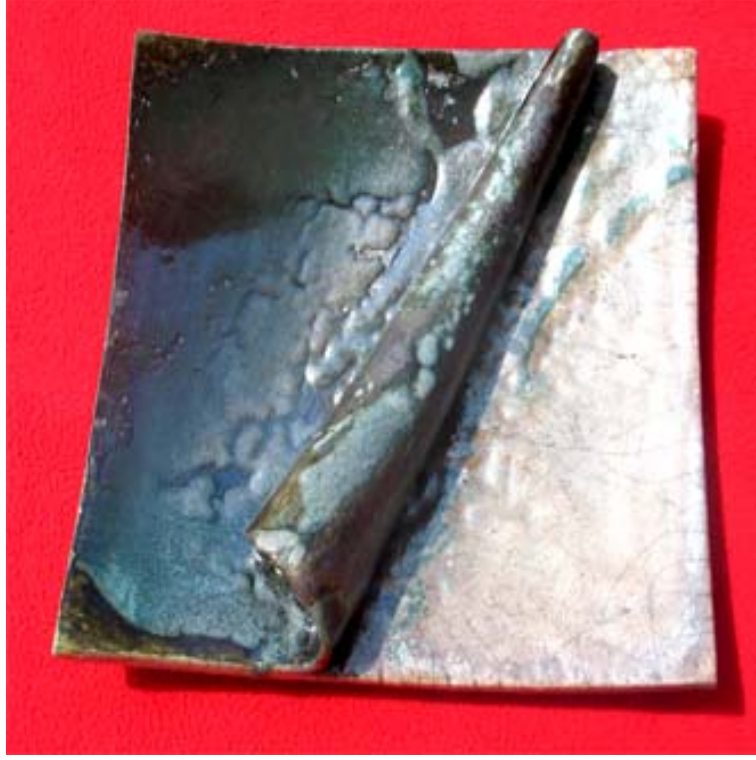
KKB ile yapılmış Raku sırlı heykel (elle şekillendirme, kağıt oranı %20)



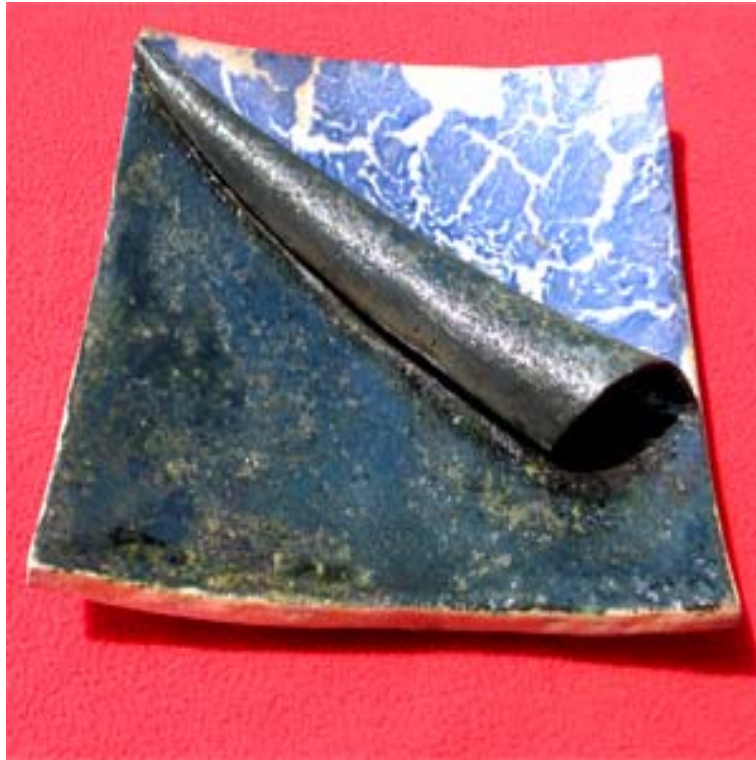
KKB ile yapılmış Raku sırlı heykel (elle şekillendirme, kâğıt oranı %20)



KKB ile yapılmış Raku sirlı heykel (elle şekillendirme, kâğıt oranı %20)



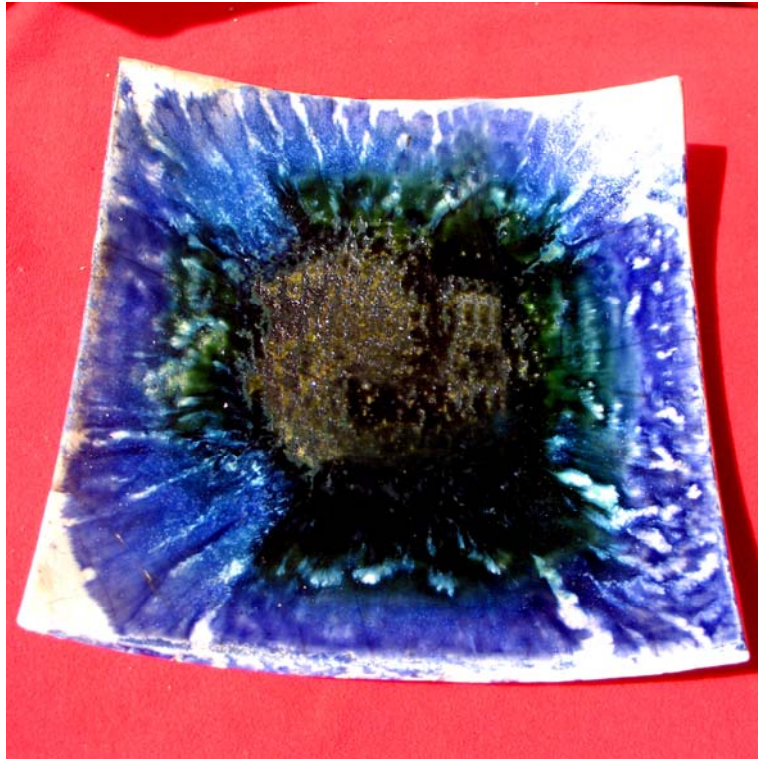
KKB ile yapılmış Raku sırlı tabak (plaka+elle şekillendirme, kâğıt oranı %20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı tabak (plaka+elle şekillendirme, kağıt oranı %20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı tabak(plaka+elle şekillendirme, kâğıt oranı %20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı tabak (plaka+elle şekillendirme, kâğıt oranı %20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı tabak(kalıp+elle şekillendirme, kâğıt oranı %20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı üçlü vazo(kalıp + elle şekillendirme, kâğıt oranı%20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı vazo(kalıp + elle şekillendirme, kâğıt oranı%20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı vazo(kalıp + elle şekillendirme, kâğıt oranı%20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı vazo(kalıp + elle şekillendirme, kâğıt oranı%20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı kâse (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı çalışma (plaka ile şekillendirme, kâğıt oranı%20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı çalışma (plaka ile şekillendirme, kâğıt oranı%20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı çalışma (plaka+ elle şekillendirme, kâğıt oranı%20)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm+elle ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm+elle ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm+elle ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm +elle ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)



KKB ile yapılmış Raku sırlı form (döküm+elle ile şekillendirme, kâğıt oranı%10)