

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UYGULAMALI SANATLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
SERAMİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

SERAMİK EĞİTİMİNDE DEĞİŞİK KİL KARIŞIMLARI
KULLANMANIN GETİRECEĞİ YENİLİKLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Ayşe UYSAL

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Bülent BARAN

Ankara 2004

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼'ne

Ayşe Uysal'a ait **“Seramik Eğitiminde Değişik Kil Karışımları Kullanmanın Getireceği Yenilikler”** adlı çalışma j¼rimiz tarafından Uygulamalı Sanatlar Eğitimi Anabilim Dalı Seramik Eğitimi Bilim Dalı'nda Y¼KSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:.....

Akademik Unvanı, Adı Soyadı

¼ye :.....

Akademik Unvanı, Adı Soyadı (Danışman)

¼ye :.....

Akademik Unvanı, Adı Soyadı

ÖZET

Bu araştırmada, atık kağıtlardan elde edilen kağıt hamuru ve yerel killeri karışımları hazırlanmış olan seramik bünyelerin, seramik sanatında ve seramik eğitiminde kullanılıp kullanılmayacağını ortaya koymaya çalışan bir araştırmadır.

Kullanılacak olan kağıtların sınıflandırılması yapılarak kağıtların bıraktığı kül miktarları, lifsel özellikleri belirlendikten sonra farklı kağıtlardan kağıt hamuru hazırlanarak kille karıştırılabilme özelliğine bakılmıştır. Yerel killerin suda dağılma durumu, döküm yeteneği, HCI asitle tepkimesi, tane iriliği gibi özellikleri incelenmiştir. Hazırlanan kağıt hamuru ve killeri belirlenen farklı oranlarda bilyalı değirmende karıştırılmıştır. Elde edilen kağıt katkılı ve kağıt katkısız bünyelerin difransiyel termal analiz (DTA), kuruma durumu, kuruma küçülmesi, pişme küçülmesi, dayanıklılık, plastiklik, gözenekliliği (porozitesi) gibi özellikleri belirlenmiştir.

Kağıt katkılı seramik bünyenin hazırlama aşamasında döküm kili ve fotokopi kağıdının karıştırılabilirliği olumlu sonuç vermiştir. Bunların pişmeden önce ve piştikten sonraki özellikleri incelenmiştir. Kağıt katkılı seramik bünyenin dayanımının katkısız olana göre daha az olduğu fakat şekillendirmede zorluk çıkarmadığı aynı zamanda hafiflediği belirlenmiştir. Kağıt katkılı seramik bünyenin üretim aşamasının her basamağında (kurutma, pişirme, sırlama) kağıt katkısızlara benzer özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Kağıt katkılı seramik bünye aşamasında renk verici metal oksitler bünye içerisine ilave edilerek, kendiliğinden renklenmiş seramik bünyeler elde edilmeye çalışılmış. Renksiz bisküvi halindeki seramikler renkli sırlarla sırlanarak sır masse uyuşmasına bakılmıştır. Kullanılan sırlardan bir kısmında toplanma, çatlama ve dökülmeler görülürken, kurşunlu sırla yapılanlarda herhangi bir sorun görülmemiştir. Araştırmada, elde edilen kağıt katkılı seramik bünyenin, kağıt katkısız olanlardan çok farklılıkları olmadığı bu yüzden seramik eğitiminde ve seramik sanatında kullanılabilecek bir seramik yapısı olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

In this research local clays is mixed with the paper paste which produced from the waste paper. This mixture is examined whether or not used for ceramic art works for education purposes.

Firstly all the papers is classified and then amount of ash content is determined after burning. The properties of the different kind of paper fibrous and their homogenous mixture with water are examined. The effect of the bacteria side to the mixability of the paper fibrous and clay mixture are found out. Secondly the properties of clay are researched. The solution in the water, slip casting behavior, the reaction of the HCl acid, particle size distribution are tested.

Different kind of paper fibrous and clay mixture is became homogenous mixture by using in a ball mill. All the comparison tests are made before and after adding the paper e.i. drying state, linear shrinkage after drying and after firing, modulus of rupture, plasticity and porosity. In addition to mineral content of clays is determined by using the differential thermal analysis (DTA).

In the end photocopy paper and slip casting clay mixtures give the best performance when the mixing. So this mixture are chosen for use all the tests before and after firing properties and colouring. Although in addition of paper paste to the clay mixtures decreased plasticity of clay there is not any shaping problems. All the products are made from paper clay are became lose weight. In addition to this mixtures has the same behavior in the all production steps e.i. drying, firing, shaping. Moreover some transition metal oxides are added paperclay recipes as body stain. Uncoloured paperclay bodies are fired and then glazed with the colouring glazes. So glaze body fitting are examined. Some of these glazes are peeled, cracked or crawled but when used lead glazes these defects are not appeared. As a result paperclay can use in the ceramic education as a new ceramic body.

ÖNSÖZ

İçinde yaşamakta olduğumuz yüzyıla endüstri ve teknoloji çağı dememiz yerinde olur. Sürekli gelişen teknoloji, yaşantımıza bütün alanlarda girmiştir. Bununla beraber tüm bilim ve sanat dalları da gelişen teknolojiye payını almaktadır. Birçok sanat dalında kendini gösteren teknoloji seramik sanatının da yakından takip etmek zorunda olduğu vazgeçilmez bir olgudur.

Seramik sanatı, başlangıcından bugüne mekanik ve kimyasal ilişkiler içinde teknoloji ile içi içe yaşamıştır. Bunun yanı sıra sanatsal yönü de göz ardı edilmemelidir.

Sanatsal yetenekleri geliştiren, yaratıcı düşünen, kişinin kendini ortaya koymasına yardımcı olan sanat eğitimi, öğrencilerin yetiştirilmesi söz konusu olduğunda seramik eğitiminin amaçları, kapsamı bilim ve teknolojiye paralel olmak zorundadır. Bu çalışma ile seramik sanatında ve seramik eğitiminde kullanılacak bir seramik bünyesi elde edilmeye çalışılmıştır. Bir çok ülkede bilinen ve kendi yerel hammaddelerini kullanarak elde ettikleri kağıt katkılı seramik bünye (paperclay) yapımı bizim ülkemizdeki yerel hammaddeler kullanılarak pek denenmemiştir. Yapılacak olan araştırma ve deneysel çalışmalarla bu eksiklik giderilmeye çalışılmıştır. Bununla beraber seramik eğitimi veren kurumlarda öğrencilere kendilerini geliştirebilecek farklı malzeme ve teknikler gösterilerek yeni yollar ve ufuklar açılabilir.

Bilim ve teknolojiye sürekli gelişim ve değişimin içerisinde yer almak ve takip etmenin bilimsel araştırmalar ve uygulamalarla seramik eğitimine büyük katkıları ve getirilerinin olacağı kaçınılmazdır.

Ankara, Haziran 2004

Ayşe UYSAL

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLO ve ŞEKİLLER CETVELİ	vii

BÖLÜM I

GİRİŞ	1
1.1. Problem.....	1
1.2. Amaç.....	2
1.3. Önem.....	2
1.4. Sayıtlılar.....	4
1.5. Sınırlılıklar.....	4
1.6. Yöntem.....	5
1.6.1. Araştırmanın Modeli.....	5
1.6.2. Evren.....	5
1.6.3. Örneklem.....	5
1.6.4. Verilerin Toplanması.....	5
1.6.5. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması.....	6
1.7. Tanımlar.....	6

BÖLÜM II

TEZİN DAYANDIĞI KURAMSAL TEMELLER	7
2.1. Seramiğin Tanımı.....	7
2.2. Seramiğin Tarihçesi.....	8
2.3. Kağıdın Tanımı,Çeşitleri,Özellikleri.....	9
2.4. Kağıt Katkılı Seramik Bünyenin Tanımı.....	10

2.5. Kağıt Katkılı Seramik Bünyenin Tarihçesi	11
2.6. Sır'ın Tanımı	13
2.7. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımında Kullanılan	
Oksitler ve Özellikleri.....	13
2.7.1. Kobalt Oksit	13
2.7.2. Krom Oksit	14
2.7.3. Mangan Oksit	14
2.7.4 Demir Oksit	14
2.7.5. Bakır Oksit	14

BÖLÜM III

KAĞITLARIN KARAKTERİZASYONU VE DENEYSEL

ÇALIŞMALAR	15
3.1. Kağıtların Sınıflandırılması.....	16
3.2. Kağıtların Bıraktığı Kül Miktarları.....	16
3.3. Kağıtların Su İle Çözünürlüğü.....	16
3.4. Farklı Kağıt Türlerinde Elde Edilen Liflerin Hazırlanışı.....	17
3.5. Kağıt ve Su Karışımlarına İlave Edilecek Bakterisitler.....	17

BÖLÜM IV

KİLLERİN KARAKTERİZASYONU ve DENEYSEL

ÇALIŞMALAR	18
4.1. Killerin Alındığı Yer.....	19
4.2. Gözle İnceleme.....	19
4.3. Suda Dağılma Durumu.....	20
4.4. Killerin Döküm Yeteneği.....	20
4.5. Seyreltik HCl Asitle Tepkimesi.....	21
4.6. Kuruma Durumu.....	21
4.7. Kuruma Küçülmesi.....	22
4.8. Pişme Küçülmesi.....	23

4.9. Difransiyel Termal Analiz (DTA).....	24
4.10.Mukavemet.....	28
4.11.Plastiklik.....	29
4.12.Elek Analizi ve Tane İriliği Dağılımı.....	31
4.13. % Su Emme (Gözeneklilik).....	32

BÖLÜM V

5.1. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı	34
5.2. Kağıt Katkılı Seramik Bünyenin Renklendirilme Çalışması.....	34
5.3. Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi	39

BÖLÜM VI

SONUÇ	43
--------------------	----

6.1. Seramik Eğitiminde Değişik Kil Karışımları Kullanmanın Getireceği Yenilikler Üzerine Öneri	43
--	----

KAYNAKÇA	45
-----------------------	----

EKLER	47
--------------------	----

EK-1. KAĞIT KATKILI SERAMİK BÜNYE İLE YAPILMIŞ DENEYSEL ÇALIŞMA ÖRNEKLERİ.....	48
EK-2. KAĞIT KATKILI SERAMİK BÜNYE İLE YAPILMIŞ SANATSAL ÇALIŞMA ÖRNEKLERİ.....	52

GRAFİK VE TABLOLAR CETVELİ

<u>Grafik No</u>	<u>Sayfa No</u>
1. D.T.A Analizi (Avanos Kili)	25
2. D.T.A Analizi (Tuğla Kili)	26
3. D.T.A Analizi (Döküm Kili)	27
4. Pişmiş Dayanım – Sıcaklık Eğrisi	28
5. Tane İriliği Dağılımı (Avanos Kili)	31
6. Tane İriliği Dağılımı (Tuğla Kili)	32

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
1. Kuruma Küçülmesi (Avanos-Tuğla -Döküm Kili)	22
2. Pişme Küçülmesi (Avanos-Tuğla -Döküm Kili)	23
3. Pfefferkon plastiklik suyu	29
4. Pfefferkon plastiklik suyu döküm kili	30
5. Pfefferkon plastiklik suyu döküm kili + Kağıt	30
6. Elek Analizi ve Tane İriliği Dağılımı	31
7. Su emme (gözeneklilik)	32
8. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri	35
9. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri	36
10. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri	37
11. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri	38
12. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri	39
13. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri	41

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem

Seramik; organik olmayan malzemelerin oluşturduğu bileşimlerin, çeşitli yöntemlerle şekil verildikten sonra, sırlanarak veya sırlamayarak, sertleşip dayanıklılık kazanmasına varacak kadar pişirilmesi bilim ve teknolojisidir. (Arcasoy, 1983 :3)

Seramik sanatında yüzyıllardır kullanılan yöntem teknikler günümüzde de kullanılmaktadır. Seramik sanatında ve seramik eğitiminde kullanılan kağıt+kil karışımları ve buna ilave olarak renk verici oksit, sır kullanılması bir çok ülkede gerek sanatsal çalışmalarda gerek seramik eğitimi veren kurumlarda kullanılmaktadır. Ülkemizde seramik sanatında ve seramik eğitimi veren kurumlarda yeterince tanınmamakta ve çok az kişi tarafından uygulanmaktadır.

Bu çalışmada kağıt katkılı seramik bünye yapımı yerel hammaddelerle hazırlanarak özelliklerinin neler olduğu saptanmaya çalışılacaktır.

Alt Problemler

- 1 . Kağıt katkılı seramik bünye uygulamalarının kağıt katkısızlardan farkı var mıdır?
2. Kağıt katkılı seramik bünyenin plastikliği katkısızlara göre daha mı azdır, şekillendirmede zorluk çıkarmakta mıdır?
3. Kağıt katkılı seramik bünye uygulamaları için ne tür kağıt ve killer kullanıldığında daha iyi sonuç vermektedir?
4. Kağıt katkılı seramik bünyelerin sırlama aşamaları kağıt katkısızlardan farklı mıdır?

5. Kağıt katkılı seramik bünye ve geleneksel yöntemle yapılan seramik uygulamalarında fırın ve fırınlama farkı var mıdır?
6. Kağıt katkılı seramik bünyenin dayanımı ve katkısız bünyenin dayanımı arasında fark var mıdır?

1.2. Amaç

Bu çalışmanın amacı seramik yapımında kullanılan özellikleri belirlenmiş farklı killere ve kil karışımlarına kağıt hamuru katkısının etkisini incelemektir. Ürünler daha hafif, gözenekli, renk veren metal oksitlerin ilavesi ile kendiliğinden renklenmiş, ısı yalıtım yeteneği olan seramik ürünlerdir.

Farklı seramik şekillendirme işlemlerinde kullanılan killere kağıt hamuru ilavesi yapılacaktır. Elde edilen kağıt katkılı killerin özellikleri (Şekillenebilme yeteneği, plastikliği, kuruma ve pişirilme sırasındaki davranışları, ısı izolasyon yeteneği, renklendirilebilirliği, hafifliği) kıyaslamalı olarak belirlenecektir.

Ayrıca, yeni özellikler kazanan killerin seramik eğitiminde kullanılabilirliği ve özelliklerinin geliştirilmesi sistematik deneylerle bulunmaya çalışılacaktır. Böylece; seramik eğitiminde atık malzemelerin değerlendirilmesi ve yeni özellik kazanan killerin seramik eğitiminde kullanılabilecek hale ne şekilde getirilebileceği, bu doğrultuda sistematik araştırma ve geliştirme çalışmasının nasıl yapılacağı, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

1.3. Önem

Seramik eğitiminde ve seramik sanatında geçmişten günümüze bir çok değişimler yaşanmıştır. Kullanılan birçok eski yöntem ve malzeme çağına göre kusursuz sayılan seramik ürünler ortaya çıkmıştır. Günümüzde teknolojinin sağladığı imkanlar daha çok ekonomik amaçlarla çağdaş ürünlere dönüşmektedir. Geleneksel

Üretimde karşılaşılan güçlükler, makina-ekipman ve seramik hammaddelerinin işleme yöntemlerinin gelişmesi ile büyük ölçüde azalmıştır.

Seramik ürünlerde gözeneklilik önemli bir özelliktir. Bazı rnler teorik yoğunluklara yakın üretilmek istenirken (kurşun geçirmeyen yeleklerdeki seramik karolar, trbn kanatları, seramik torna kalemleri) bazıları yalıtım yeteneği ve hafifliğinden dolayı gözenekli olarak üretilmeye çalışılmaktadır. Suni gözenek yaratmak için birçok yöntem hala kullanılmaktadır (pişme sırasında gaz çıkararak gözenek yaratan kimyasallar, strafor, ağaç talaşı, v.s.).

Bu çalışmada kil karışımlarına belirli oranlarda kağıtlardan hazırlanan kağıt hamur ilave edilecektir. Elde edilen karışım şekillendirilerek pişirilecektir. Böylece daha hafif, ısı yalıtım özelliği olan kağıt katkılı seramik bünye elde edilebilecektir. şimdiye kadar yapılan çalışmalarda killere ilave edilen kağıt kullanımı birçok ülkede kendi killeri ile denenmiş olmasına karşılık ülkemizde pek denenmemiştir.

Yerli hammaddelerle (Avanos,Tuğla,Döküm kili) yapılacak olan çalışmaların diğerlerine oranla daha hafif ve gözenekli olarak yapılabilmesi bu yöntemle mümkün olacaktır.

Seramik ürünlerde renk, killerin pişirilmesi sırasında renklenmesi, bileşiminde doğal olarak bulunan geçiş elementlerinin oksitlerinden kaynaklanmaktadır. Bazı uygulamalarda masse renklendirilmesinde killerin içerisinde renk veren oksitlerin yeteri kadar olmaması veya renk veren oksitlerin kendisinin olmaması dışarıdan yapılan boya (body stain)veya oksit ilavesi ile yapılabilmektedir.

Killerin öğütülmesi sırasında değirmene ilave edilen metal oksitlerle (CuO, CoO, v.s.) veya bunların oluşturduğu boyalarla ya da sır hazırlarken değirmene yapılan oksit kökenli boya ilaveleri de yapılmaktadır. Karışımların hazırlanması sırasında killere yapılacak olan basit boya ilaveleri ile daha homojen ve kendiliğinden renklendirilmiş seramik yapıları elde etmek mümkün olacaktır. Renk

verici oksitlerin seramik bünyelerin renklendirilmesinde kullanılan boyaların killere ilavesi şimdiye kadar kağıt hamuru karıştırılmış killerde denenmemiştir. Bu çalışmada yerli hammaddelerle yapılan renklendirilmiş paperclay yapımını da sağlayacaktır. Oluşturulan bu bünye ile genellikle büyük ebatlarda heykeller, duvar panoları,artistik sanatsal çalışmalar yapılmaktadır.

Bu araştırma; Türkiye’de çağdaş seramik eğitiminin ve sanatının gelişimini sağlamak için uygulanan yöntemlere örnek teşkil edecektir. Karışımların geliştirilmesi için katkısız karışımlarla karşılaştırmalı olarak deneysel çalışmalar yapılacak ve farklılıkları ortaya çıkarılacaktır. Ayrıca bu çalışma yeni bir seramik bünyesinin sistematik olarak incelenmesinde izlenecek bilimsel yolun bulunmasına örnek olması ile seramik eğitiminin gelişmesine yararlı olması açısından önemlidir.

1.4. Sayıtlar

1. Seçilen örneklem evreni temsil etmektedir.
2. Seçilen araştırma yöntemi araştırmanın amacına, konusuna ve problemin çözümüne uygundur.
3. Veri toplamak için kullanılan araç gereç ve teknikler, araştırma için gerekli verileri sağlayabilir nitelikte olacaktır.
4. Yapılacak olan deneysel çalışmalar, kağıt katkılı seramik bünyenin özelliklerini ve performansını ortaya koyacak nitelikte olacaktır.

1.5. Sınırlılıklar

Bu araştırma;

1. Kağıt katkılı seramik bünye ile sınırlıdır.
2. Kağıt katkılı seramik bünye ile oluşturulmuş deneysel çalışmalar, ortaya koydukları özellikler ve performanslarıyla sınırlıdır.

1.6. Yöntem

Bu bölümde “Araştırmanın modeli”, “Evren”, “Örneklem”, “Verilerin toplanması” ve “Verilerin çözümlenmesi ve yorumlanmasına” yer verilmiştir.

1.6.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma seramik eğitiminde ve seramik sanatında kullanılan farklı kil karışımları kullanmanın getireceği yeniliklere yönelik deneysel bir çalışmadır.

1.6.2. Evren

Seramik eğitiminde ve seramik sanatında kullanılan kağıt katkılı seramik bünye.

1.6.3. Örneklem

Araştırmanın örneklemine yerel hammaddelerden avanos, tuğla, döküm kili, beyaz fotokopi kağıdı, oluklu karton, yumurta kolisi ile elde edilen karışımlar ve bunlara ilave edilecek renkli oksit ve sırlarla yapılacak olan deneysel çalışmalar oluşturmaktadır.

1.6.4. Verilerin Toplanması

Bu araştırma deneysel bir çalışma olup, konu ile ilgili araştırmalar yapılarak, araştırmalar sonucu elde edilen veriler kağıt katkılı seramik bünyelerle uygulanacak deneysel çalışmalar değerlendirilip yorumlanacaktır.

1.6.5. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması

Araştırmalar sonucunda elde edilen veriler yapılan deneysel çalışmalar ile ilişkilendirilecek, alınan sonuçlar konu hiyerarşisine göre düzenlenecek ve değerlendirilip yorumlanacaktır.

1.7. Tanımlar

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

Kuruma Küçülmesi: Killer kuruma sırasında hacimce küçülürler. Buna kuruma küçülmesi denir.

Masse: Seramik yapımında kullanılan çamur.

Mesh: Astar ya da sırları süzmek için hazırlanmış eleklerin örgü numarası.

Oksit: Oksijenin diğer bir element veya kök ile yaptığı bileşik.

Plastiklik: Şekillenebilme yeteneği.

Pişme Küçülmesi: Killer pişme sırasında hacimce küçülürler. Buna pişme küçülmesi denir.

Seramik: Hammaddesi kil olup elde, kalıpta ya da tornada biçimlendirilmiş, fırınlanmış her tür eşyanın adı.

Sır: Seramik ürünlerin yüzeylerini kaplayan, ürüne teknik ve estetik ve sağlık açısından özellik veren cam veya cama benzer bir tabakadır.

BÖLÜM II

TEZİN DAYANDIĞI KURAMSAL TEMELLER

2.1. Seramiğin Tanımı

Seramik; metalik olmayan minerallerin ısı da dahil olmak üzere birçok işleminden geçirilmesi sonucu elde edilen estetik, teknik ürünlerdir (Norton, 1974:1).

Seramik; Şekillendirilecek seramik kaplarda kullanılmak üzere, şekillendirme tekniğine uygun olarak hazırlanmış, temelde (plastik kaolinler) ve plastik olmayan (kvartz,feldspat,vb.) seramik hammaddeleriyle oluşturulan yapıya seramik bünye denir. (Çobanlı-Alkan,2003:59)

Seramik; Hammaddesi kil olup elde, kalıpta ya da tornada biçimlendirilmiş, fırınlanmış her tür eşyanın genel adı. Porselenden, pişmiş toprak malzemeye dek her tür obje sözcüğün kapsamına girer (Sözen-Tanyeli, 1981:1). Seramik bünyelerin çeşitliliklerine göre plastik özelliğe sahip olmaları ve şekillendirildikten sonra verilen biçimi korumaları gerekir. Pişme sıcaklıklarına ve şekillendirme biçimlerine göre seramik bünyelerin kimyasal yapıları farklıdır. Bütün seramik bünyeler, kendi içinde gereken plastiklik, mukavemet, küçülme, pişme sıcaklıkları ve görünüm özelliklerini ve kimyasal yapısından alır ve sonucun sağlıklı olması için seramik bünyeler, uygun şekillendirme yöntemleriyle şekillendirilmeli ve bünyenin pişme derecesine uygun sıcaklıklarda pişirilmelidir.

Bütün bu tanımların yanı sıra seramik plastik sanatların, plastik sanatlar eğitiminin bir dalıdır. Bu mükemmel plastik malzeme ile ağır, sert görümlü, değişken uygulamaların yanı sıra incecik, kırılğan ve hafif objeler de elde edilebilmektedir.

Sanatçılar ve sanat eğitimciler, bulunduğumuz çağa gelinceye kadar çalışmalarını oluştururken çok değişik malzemeleri kullanma olanağına sahip olmuşlardır. Seramik malzeme de bunlardan biridir. Seramik ürünlerin hammaddelerinin harmanlanarak pişirilmesi yolu ile üretilmesi; tuğla, çimento, aşındırıcılar, ısıya dayanıklı malzemeler, sofraya eşyası, elektrik endüstrisinde kullanılan malzemeler gibi çeşitli seramik malzemelerin üretilmesi imkanını sağlar. Günümüzde yer, duvar kaplamaları, yapı tuğlaları, bunların da ötesinde nükleer reaktörler, uzay araçları, elektronik malzemeler, metal işleme fırınları, optik cihazlar, koruyucu kaplamalar gibi bazı özel uygulama alanlarında da karşımıza çıkar.

Seramiğin gelişimi insanoğlunun sürekli yeniyi ve iyiyi araması, bu alanlarda denemeleri ve incelemeleri sonucunda sürekli gelişen günümüz yaşantısının endüstri ve ekonomik anlamda gittikçe önem kazanan bir endüstri dalı olarak görebiliriz.

2.2. Seramiğin Tarihçesi

Kullanılan hammadde, şekillendirme yöntemleri, pişirme ve sırlama gibi üç ana özelliğe sahip olan seramik insanoğlunun tanıdığı ilk malzemelerden biriydi. Çağlar boyunca bu üç ana özelliğin gelişimi, evrimi ile incelenen seramiğin ilk başlangıcı henüz pişirimin keşfedilmediği, balçık denilen çamur birikintilerinden, insanoğlunun yaptığı kap-kacak ve basit tuğlalar gösterilebilir.

İlk seramik kaplar balçık sıvalı sepetler şeklinde idi. Önce güneşte kurutularak dayanıklılık kazanan bu kaplar ateşin bulunuşuyla birlikte gerçek seramik yapımına dönüştü. En eski seramik sanatını gösteren eserler, Anadolu'da Hacılar arkeolojik kazılarında bulunan seramik kaplardır. Bu kaplar M.Ö.6000 yıllarında yapılmış olup, üzeri demir oksitli toprak ile süslenmiştir. İran, Mezopotamya ve Mısır'da yapılan kazılarda M.Ö. 4000-3000 yıllarına ait çeşitli seramik eserler bulunmuştur. Seramik sanatı Anadolu ve Mısır'da Girit adasına geçmiş orada M.Ö. 2000 yıllarında büyük bir gelişme göstermiştir.

M.Ö. 3500 yıllarında Mezopotamya’da Sümerler tarafından, pişmiş tuğladan saraylar ve yollar inşa edildiği bilinmektedir. M.Ö. 1200 yıllarında inşa edilen Babil kulesinde ve Babil saraylarında’da tuğla kullanılmıştır. Bazı Mısır pramitlerinin iç kısımları tuğladan örülmüştür. Tuğlacılık Romalılar devrinde çok gelişmiş, kiremit ilk defa Romalılar tarafından kullanılmıştır (Tanışan-Mete, 1986:2).

Killerin plastiklik özellikleri nedeniyle şekillendirilme imkanlarına sahip bulunmaları ve şekillerini pişirilme suretiyle koruyabilmeleri esasına dayanan seramik endüstrisi dünyanın en eski endüstrilerinden sayılmaktadır.

2.3. Kağıdın Tanımı, Çeşitleri, Özellikleri

Kağıt, başta odun olmak üzere, çeşitli bitkiler ve atık kağıdın hammadde olarak kullanılmasıyla elde edilen ince yaprak olarak tanımlanır.(Turne,1991:1)

Kağıt üretiminde kullanılan hammaddeler selüloz, yıllık bitkiler ve atık kağıttır. Kağıdın üretiminde yararlanılan ilk hammadde kaynağı olması yanında kağıt üretimi için en elverişli ve kaliteli hammadde kaynağı olan selüloz, ladin, köknar, çam, kayın, kavak, okaliptüs gibi ağaçlardan elde edilmektedir. Kağıt üretiminde kullanılan hammaddelerden bir diğeri ise, buğday sapı, kendir, jüt, kamış, bambu gibi yıllık bitkilerdir.Bunlar odun selülozuna göre daha yüksek üretim maliyeti ve uzun bir çalışma gerektirmesine rağmen odun selülozunun kıt olması nedeniyle kullanılmaktadır. (Tank,1998:26)

Kağıt, günümüz dünyasının vazgeçilmez bir ürünü olup ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin belirleyici etmenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. İlk akla gelen kullanım alanı basım ve yayın sektörü olmakla birlikte kağıt, temizlik, ambalaj, paketlenme, yalıtım, fotoğrafçılık sektörlerinde de büyük bir kullanım alanına sahiptir.

Kağıt türleri çeşitli nitelikler bakımından birbirinden ayrılır. Bu nitelikleri oluşturan faktörlerden bazıları çok önemlidir. Kağıdın kullanılma yerinin

saptanmasında etkili olurlar. Kağıdın belirgin çeşitleri ise; kitap kağıdı, yazı kağıtları, duvar kağıtları, şeffaf ve yağlı kağıtlar, torba ve sargılı kağıtlar, sıhhi kağıtlar, kurutma kağıtları, mukavva, kartonlar, bristol vb.(Tank,1998:29)

2.4. Kağıt Katkılı Seramik Bünyenin Tanımı

Kağıt ve seramik gerek kullanım gerek yapısal özellikleri bakımından çok farklı iki malzemedir. Bu iki malzeme bir çok farklı aşamalardan geçirildikten sonra farklı ölçütlerde birleştirilir ve İngilizce “Paperclay, olarak isimlendirilen, Türkçe “Kağıt Katkılı Seramik Bünye” olarak tanımlanan, farklı bir yapıya sahip,yeni bir seramik bünyesi oluşur. Kil ve kağıt karışımı eşit oranda kullanılabilir ama başlangıç olarak 1/4 oranında kağıt kullanılması önerilmektedir. (Çobanlı - Alkan, 2003:60)

Farklı türdeki kağıtlar (gazete, fotokopi ve teksir kağıtları, yumurta kolisi, tuvalet kağıdı vb.) kağıt katkılı bünyelerin hazırlanmasında kullanılmaktadır. Fakat üzeri plastik kaplı içerisinde atık plastik vb. maddeler ayrıca kalın gramajlı kartonlar suda iyice ayrılamayacağından önerilmemektedir.

Kağıt katkılı seramik bünyeler pişirim esnasında diğerlerinden çok farklılık göstermemektedirler. Kağıt lifleri, hem düşük dereceli raku ve terrakotta, bünyelere (900-1150°C) hem de yüksek derecede pişen stoneware ve porselen bünyelere (1250°C) eklenmektedir.Selüloz lifleri ile kilin karışımı olan kağıt katkılı seramik bünye pek çok olumlu özelliklere sahiptir. Kağıdın yapısında bulunan borucuklar halindeki selüloz lifler kille karıştırıldığında, suyu emici ve kil parçacıklarını birbirlerine bağlayıcı özellikler gösterirler. (Gault,1997:27)

Geleneksel kilin yaş durumdaki kırılganlığı ve küçülmesi sık rastlanan bir problemdir. Kağıt katkılı seramik bünyelerde ise bu daha az rastlanır bir problemdir. Yaş direnci ve pişme sonrası hafifliği nedeniyle kağıt lifleri ile güçlendirilmiş kil, ince ürünler, büyük parçalar, heykeller, duvar panoları ve plaka uygulamaları için mükemmel bir malzemedir.

Kağıt katkılı seramik bünyede, kağıt lifler kil parçacıklarını ağ şeklinde sararak yapıştırır. Bünye plastik halde iken kağıt lifleri kil partiküllerinin etrafında su plakaları halinde bulunur. Şekillendirilen bünye kurudukça su uçar ve parçacıklar birbirine yakınlaşır. Bu sayede pişmemiş kuru iş için destekleyici bir yapı oluşturarak çatlamayı önler. Pişmeyle beraber seramik bünye bütünüyle değişime uğrar parçacıklar birbirine tamamen yapışarak sinterleşmiş bir yapı meydana gelir. (Gault,1997:60)

Geleneksel seramik bünyelerle karşılaştırıldığında, pişirilmeden önce farklı kimyasal ve fiziksel yapıya sahip olan kağıt katkılı seramik bünye, pişirim sonrasında kağıt fiberlerin yanması sonucu kil parçacıklarının birleşmesi ile geleneksel seramik yapısına dönüşürler. Bu kaplar bisküvi ve sırlı pişirim ve pişme derecesine uygun çeşitli sır ve dekor boya ile boyanabilmektedir. (Çobanlı-Alkan, 2003:60)

2.5. Kağıt Katkılı Seramik Bünyenin Tarihçesi

M.Ö. 8000’li yıllarda seramik yapılmaya başlandıktan sonra, her alanda olduğu gibi seramikte de pek çok yenilik yapılmış ve gelişim gösterilmiştir. Kullanılacağı alanlara göre seramikler yapılmış ve ürünlerin daha sağlam olması için seramik çamuruna taş, ot, saman, lifli bitkiler, bitki kökleri eklenmiş ve mineral katkıları yapılmıştır.

Bunların yanı sıra yüzyıllardır bazı bölgelerde inşaat malzemesi olarak kullanılan, samanla çamurun karıştırılıp, güneşte kurutulmasıyla elde edilen kerpiç, pişmemiş tuğla olarak tanımlanır. Kerpiğin içindeki samanlar tıpkı kağıt katkılı seramik bünyelerdeki fiberlerde olduğu gibi çamurun suyunu çekerler ve kuruduktan sonra çok sağlam bir yapı gösterirler.

Hindistan’da pişmemiş papier mache kilinin, binlerce yıl önceye dayanan bir tarihi vardır. Aromatik baharatlar, paçavralar, kağıt, çimen, inek pisliği, ağaç

yaprakları, kum, pirinç kabuğu ve bambu, Hindistan’da kullanım yerine göre kile katılmıştır. Kari khumba adını verdikleri bir reçetede 70 parça kil, 20 parça kağıt, 10 parça ağaç sakızı kullanılmıştır. Bu killer Hindistan’da dini ikonalar ve törensel nesneler yapmak için kullanılmıştır. (Gault, 1998:11).

Kağıt katkılı seramik bünyenin kullanımı için kesin bir tarih veya çıkış noktası belirtmek doğru değildir. Çok eskiden beri bilinen ve seramik tarihi içinde önemli bir yeri olan fakat, çok yeni kullanılmaya başlayan bu seramik bünye; sanatçıların özgün olma çabaları ya da eserlerini oluştururken karşılaştıkları problemlere çözüm getirmek için yaptıkları araştırmalar, denemeler sonucu ortaya çıkmış ve yayılmıştır. (Çobanlı-Alkan, 2003:62).

1950’lerin öncesinden beri Hindistan, Japonya, Avustralya, Fransa, Amerika ve diğer ülkelerde “Paperclay”in düz yapraklar haline getirilerek kullanıldığı belirtilmiştir. Robert Rauschenberg Hindistan’dayken “paçavra çamuru” adı verilen yerel bir malzeme kullanmıştır. Bu çamur, Fenugreek unu, Tamarind adlı tropik bir meyvenin tohumu, bakır sülfat ve sudan oluşan bir karışımdır. Bu karışım seramik bünyelerine katılarak heykel yapımında kullanılmaya çalışılmış, sıcak ve nemden dolayı koktuğu, dolayısıyla böcekleri çektiği için çalışmalar sonuçlanamamıştır. (Gault,1998:11)

Bu alanda ilk akla gelen isim, Avustralya’da bulunan Mike Kusnik’tir. Seramik kimyası eğitimi alan Kusnik, 1980’lerin başında kağıt püresinin içine kil katarak ilk denemeleri yapmış ve bu alanda öncülük etmiştir. Yıllar içerisinde pek çok öğrenciye ve profesyonel seramikçiye Paperclay tekniğini öğretmiştir. Ayrıca Kusnik’in tecrübelerinden sonra ve tavsiyeleri doğrultusunda kağıt katkılı seramik bünyeler yerel kil üreticileri tarafından kullanılarak pek çok artistik ürünler yapılmış ve yapılmaktadır. (Çobanlı-Alkan,2003:62)

2.6. Sır'ın Tanımı

Sır, seramik ürünlerin yüzeylerini kaplayan, ürüne teknik, estetik ve hijyenik özellik veren cam veya cama benzer bir tabakadır. Sır teknik olarak bünyeye parlak ve düzgün bir yüzey sağlar, geçirgensizlik meydana getirdiği gibi mekanik dayanıklılık, elektriksel yalıtkanlık oluşturur. Asitlere ve bazla karşı dayanıklı olup, çarpma ve darbelerde bünyeye mukavemet kazandırır. Hijyenik olarak mikro organizma oluşumunu önler ve bu organizmanın hareketlerini sınırlandırır. Kirlenmeleri önler. Estetik olarak ta ürünlerin yüzeylerinde mat, parlak ve kristal özellik, renklenebildiği için dekoratif görünüm sağlar. (Tanışan-Mete,1986:151)

Sır silikat tekniği içerisinde kompleks bir yapıdadır. Esas yapının temel taşı silisyum dioksittir (SiO_2). Sır, silisyum dioksit ile diğer metal veya metal olmayan oksit bileşiklerinin çeşitli oran ve miktarlardaki bileşimlerinin teşekkülü ile sağlanır. Sır belli sıcaklık ve belli basınç altında eritilmiş ve teknolojinin gerektirdiği şekilde soğutulmaya bırakılmış amorf yapıda bir camdır. Normal yapıda kristalleşemeyen bir bünyedir, yani izotropdur. İzotropi yönler göre özellikleri değişen maddelere denir.

Sır için genel anlamda bir tanımlama yaparsak sır, anorganik esaslı, metal özelliği olmayan hammadde ve bileşiklerin çeşitli organlarda ve özelliklerde karıştırılarak, kullanım amacına göre çeşitli yüksek ısılarda camlaştırılmış veya camsı bir hale getirilmiş seramiğin yardımcı bir ürünüdür. (Tanışan-Mete, 1986:152).

2.7. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımında Kullanılan Oksitler ve Özellikleri.

2.7.1. Kobalt Oksit

Atom numarası 27, erime noktası $1,495^\circ\text{C}$, atom ağırlığı, 58,9332 kaynama noktası $2,870^\circ\text{C}$. Kuvvetli bir boyama gücüne sahip sırları maviden koyu lacivert'e kadar değişen renklerde tonları bulunmaktadır. (Kartal,1998:21)

2.7.2. Krom Oksit

Kimyasal formülü CrO_2 Atom numarası 24, atom ağırlığı 51.9961 dir. Erime noktası 1857.0°C , kaynama noktası 2672.0°C . Krom oksit yeşil renkli bir krom ve oksijen bileşimidir. (Kartal,1998:23)

2.7.3. Mangan Oksit

Renklendirici özelliğinden dolayı sık sık kullanılan bir oksittir. Kahverengi ve bu rengin neredeyse tüm tonlarını elde etmek mümkündür. Yüksek oranlarda kullanıldığında sır'a mat bir görüntü vermekle beraber, kendine özgü mangan kristallerini oluşturur. (Kartal,1998:34)

2.7.4 Demir Oksit

Sır üzerinde kırmızı kahveden koyu kahveye kadar farklı tonları verir. Kullanılan sır hammaddelerinde önemli miktarda bulunabilecek demir ile mevcut sır rengi bulutlu ve karanlık hale getirilebilir. (Kartal, 1998:35))

2.7.5. Bakır Oksit

Yeşil rengin değişik tonlarını, sürülüş miktarına göre elde etmek mümkündür. % 1 oranında bakır ile gri metalik yüzeyler ortaya çıkabilir. (Kartal,1998:35)

BÖLÜM III

KAĞITLARIN KARAKTERİZASYONU VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

DENEY PLANI

Bu bölümde yapılacak olan deneylerin neden yapıldığı aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Kağıtların bıraktığı kül miktarları: Kağıtların yakılarak bıraktığı kül miktarları bulunacak buna göre en az kül bırakan kağıt türü denemelerde kullanılacaktır.

Kağıtların su ile çözünürlüğü: Bu çalışmada kullanılacak en uygun kağıt, su, kil miktarları belirlenecektir.

Farklı kağıt türlerinden elde edilen liflerin hazırlanışı: Belirlenen kağıt türleri lifli yapıda olduğu için homojen karıştırılması oldukça zor olan bir karışımdır. Bu deney ile en uygun oranlardaki kil, su ve kağıt liflerini karıştırma sistemi belirlenecektir.

Kağıt ve su karışımlarına ilave edilecek bakterisitler: Hazırlanan kağıt ve kil karışımlarının uzun süre bekletildiğinde bozulmaması için, içine ilave edilecek bakterisit (kimyasal maddenin) miktarı ve türünü belirlemeye yönelik deneydir.

Deneylerin ne şekilde yapıldığı ve deney sonuçları aşağıda adı geçen başlıklar altında verilmektedir.

3.1. Kağıtların Sınıflandırılması

Bu araştırmada kullanılan kağıt türlerinin sınıflandırması aşağıda verilmiştir.

- a) Yumurta kolisi,
- b) Atık fotokopi kağıdı,
- c) Oluklu mukavva

3.2. Kağıtların Bıraktığı Kül Miktarları

Seçilen bu kağıtlardan 25'er gram tartıldı, tartılan kağıtlar kül fırınında 1000 °C yakıldı. Kalan küller tartıldı. Buna göre kül miktarlarının;

Beyaz fotokopi kağıdında : $4,74/25 \times 100 = \%18.96$

Yumurta kolisinde : $1.46/25 \times 100 = \%5.84$

Oluklu kartonda : $0.48 /25 \times 100 = \%1.92$ olduğu belirlendi.

En az kül miktarı oluklu kartondan elde edilmesine rağmen kille karıştırılabilme özelliğinin az olması nedeniyle tercih edilmemiştir.

3.3. Kağıtların su ile çözünürlüğü

Kağıt katkılı seramik bünye yapımında kullanılan kağıtların içerisinde bulunan odunsu madde miktarının fazla olması su emici liflerin fazla olması anlamına gelmektedir. Kağıt su içerisinde ne kadar çabuk parçalanıp homojen hale getirilirse, yapılan işten o kadar iyi sonuç alınmaktadır. Kullanılacak olan kağıtlar fotokopi atık kağıtları olup okulumuz matbaasından temin edilmiştir.

Ufak parçalar halinde kesilen kağıtların üzerinde yazı, mürekkep içeren birtakım resimler olması kağıt hamurunun pişirilmesi sırasında rengini değiştirmektedir. Hazırlanan kağıtlar sıcak su içerisinde bir gün süreyle bekletilip, yumuşatıldıktan sonra karıştırıcı ile homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Hazırlanan karışımın bozulmaması için içerisine bakteri önleyici kimyasal maddeler

ilave edilmiştir. Daha sonra karışım bir elekten geçirilerek suyu süzölmüştür. Elde edilen kağıt hamuru, kağıt katkılı seramik bünye yapımı için hazır halde ya hemen kullanılmış ya da kullanılmayacak ise buzdolabı buzuğunda (-8-10° C) sıcaklıkta saklanmıştır.

3.4. Farklı Kağıt Türlerinden Elde Edilen Liflerin Hazırlanışı

Beyaz Fotokopi Kağıdı: Üzeri baskısız atık fotokopi kağıdı bir gün süre ile sıcak suda bekletilip, daha sonra elektrikli karıştırıcı ile parçalanarak su ile homojen hale getirilmiştir. Oldukça kolay ayrışan çok ince parçalara bölünen kağıt lifleri homojen bir yapıya sahiptir.

Yumurta Kolisi: Gri renkli yumurta kolisi küçük parçalara ayrıldıktan sonra bir gün süre ile sıcak suda bekletilip, daha sonra karıştırıcı ile karıştırılmıştır. İçerisinde bulunan plastik parçalar kağıdın ayrışmasını güçleştirmiştir.

Oluklu Karton: Açık kahverengi renkli oluklu koli karton bir gün süre ile sıcak suda bekletilip, daha sonra karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Diğer kağıtlara oranla ayrışması oldukça güç olduğu belirlenmiştir .

3.5. Kağıt ve Su Karışımlarına İlave Edilecek Bakterisitler

Kağıt hamuru bakterilerin üremesi için iyi bir ortamdır. Bu yüzden kağıt kapalı kaplarda bekletildiği zaman kokusu bozulmakta ayrıca sağlık açısından (alerjik reaksiyon) olumsuzluk göstermektedir. Bakterilerin kil içerisinde de üremesinin önlenmesi için kağıt hamuruna bazı kimyasallar ilave edilir. Bu amaçla kullanılan kimyasal formaldehittir.

Oluşan bakteriler killerin plastikliğine olumlu etkisi olmasına karşılık kokusunun bozulması ve sağlık açısından tercih edilmemektedir.

BÖLÜM IV

KİLLERİN KARAKTERİZASYONU ve DENEYSEL ÇALIŞMALAR

DENEY PLANI

Bu bölümde yapılacak olan deneylerin neden yapıldığı aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Killerin suda dağılma durumu: Kilin suda dağılması plastikliliğin göstergesidir. Killerin ne kadar plastik olduğunu belirlemeye yönelik bir çalışmadır. Killerin plastikliğini ve optimum su miktarını belirlemek için Pfefferkon deneyi uygulanacaktır.

Killerin döküm yeteneği: Killerin döküm yeteneğinin olup olmadığını belirlemeye yönelik bir deneydir.

Seyreltik HCl asitle tepkimesi(%Ca CO₃ miktarı): Killerin içerisindeki % CaCO₃ miktarını belirlemeye yönelik bir deneydir.

Kuruma durumu: Kağıt katkılı seramik bünyenin kuruma esnasında oluşan çatlama ve deformasyonları belirlemeye yönelik bir deneydir.

Kuruma küçülmesi: Kağıt katkılı seramik bünyenin kuruma esnasında % küçülmesini belirlemeye yönelik bir deneydir.

Pişme küçülmesi: Kağıt katkılı seramik bünyenin pişmeden sonra % küçülmesini belirlemeye yönelik bir deneydir.

Difransiyel Termal Analiz (DTA): Killerin içerisine bulunan çeşitli mineral, organik maddeler ve ne tür oksit vb. maddelerin bulunduğunu belirlemeye yönelik bir deneydir.

Mukavemet: Kağıt katkılı seramik bünyenin dayanıklılığını belirlemeye yönelik bir deneydir.

Plastiklik: Kağıt katkılı seramik bünyenin şekillendirme sırasında deformasyon miktarını belirlemeye yönelik bir deneydir.

Elek analizi ve tane iriliği dağılımı: Killerin belirli göz açıklığına sahip eleklerden geçirilmesi ve elek üstünde kalan maddelerin % miktarının bulunmasına dayanan bir deneydir. Böylece ortalama tane iriliği ve çizilen grafikten belirlenecektir.

% Su emme (gözeneklilik) : Su emme (gözeneklilik) deneyi sonucu seramik bünyenin pişmeden sonraki boşluk miktarı belirlenecektir.

Deneylerin ne şekilde yapıldığı ve deney sonuçları aşağıda adı geçen başlıklar altında verilmektedir.

4.1. Killerin Alındığı Yer

Bu araştırma için üç ayrı kil kullanılmıştır. Bu killer;

Avanos Kili: Avanos'tan (4mil 1 Ayhan'dan alınmıştır). Yerel isimlendirilmesi bu şekildedir.

Tuğla Kili: Özme tuğla fabrikasından temin edilmiştir. (Pursaklar köyü'nde ki açık ocaktan alınmıştır)

Döküm Kili: Esan Eczacıbaşı Hammadde fabriksinin ürettiği ESC I kodlu hammaddesidir.

4.2. Gözle İnceleme

Avanos kili koyu kahverengi renkte olup oldukça plastik bir hammaddedir. Su ile karıştırılmış bir hafta süre ile zaman zaman karıştırılarak bekletilmiştir. Bekletilmiş sulu süspansiyon 65 mesh elekten geçirilerek alçı kalıplar içinde fazla suyunun alınması sağlanmıştır. Elde edilen çamuru yoğurarak homojenize edilmiştir. Elde edilen çamurun son derece ince taneli olduğu görülmüştür.

Tuğla kili açık kiremit renkli olup, Avanos kiline uygulanan yöntemle hazırlanmıştır. Elde edilen kil çamurunun daha iri taneli olduğu belirlenmiştir.

ESÇ I kili açık renkli granüllerden oluşmaktadır. Yukarıda belirtilen yöntemlerle hazırlanmıştır. Çamurun tane iriliğinin çok küçük olduğu belirlenmiştir.

4.3. Suda Dağılma Durumu

“0,5-1cm büyüklüğündeki kil parçaları bir beher içerisindeki suya atılmış ve Avanos kilinin suda çabuk dağıldığı , tane iriliği çok ince olduğu .

Tuğla kilinin suda bir süre bekletildikten sonra dağıldığı ince taneli fakat kum oranı çok fazla olduğu.

Döküm kilinin suda çok çabuk dağıldığı, çok ince tane iriliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Buna göre döküm kilinin oldukça plastik bir yapıda olduğu belirlenmiştir.

4.4. Killerin Döküm Yeteneği

Hazırlanan koyu kıvamdaki kil su karışımlarına iki damla sodyum silikat (Na_2SiO_3) bir damlalık yardımıyla damlatılmış killerin döküm yeteneğinin olup olmadığına bakılmıştır.Oluşan çamurun akışkan hale gelip gelmediği gözlemlenmiştir. Buna göre;

Avanos kili; Döküm yeteneğinin olmadığı,

Tuğla kili; Döküm yeteneğinin olmadığı ,

Döküm kili; Döküm yeteneğinin olduğu belirlenmiştir.

4.5. Seyreltik HCl Asitle Tepkimesi (%CaCO₃ miktarı)

% CaCO₃ miktarı pişme sırasında CaSiO₃ haline gelebilmekte ve pişme sıcaklığını düşürmektedir. Buna karşılık CaCO₃-CaO haline dönüşecek ve bu da su (nem) ile tepkimeye girerek hacimsel olarak seramik parçaların içerisinde 40-50 kere genişleyerek bazı yüzeysel hatalara sebep olmaktadır. Bu yüzden Ca CO₃'in belirli miktarda olması pişme sıcaklıklarını düşürmek için istenen özellikten fazla olması istenmeyen bir özelliktir. Bu nedenle killerin içerisinde bulunan Ca CO₃ miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun belirlenmesine yönelik bir deneydir.

Killer havanda iyice öğütüldükten sonra (1:1) oranında seyreltilmiş HCl asit ile tepkimeye sokulmuştur. Tepkime sonucu oluşan CO₂ gazının hacmi ölçülmüştür.

Buna göre, Avanos kilinin 11,5 % CaCO₃, Tuğla kilinin 3,1 % CaCO₃ içerdiği belirtilmiştir.

4.6. Kuruma Durumu

Killer ve kil+kağıt hamuru karışımları önceden hazırlanmış ve kurutulmuş alçı kalıplara çamur halinde yaş preslenerek şekillendirilmiştir. Alçı kalıptan çıkartılan şekillenmiş çamurlar üzerine 10cm'lik uzunluk bir kumpas yardımıyla işaretlenmiştir. Çamurlar kuruduktan sonra işaretlenen mesafeler ölçülmüştür.

Kil hamurunun içerisinde bulunan kağıt parçacıkları hamurun kururken esneklik kazanmasına, kil taneciklerinin birbirine sıkıca bağlanmasını sağlamaktadır. Bu sebepten dolayı Avanos kili, tuğla kili, döküm kili ile yapılan değişik kil karışımlarından elde edilen yapıların kurumaları esnasında herhangi bir problem ile karşılaşılmamıştır. Kuruma sonucu herhangi bir çatlama ve deformasyon gözlenmemiştir.

4.7. Kuruma Küçülmesi

Yapılan denemelerde Avanos kili, Avanos kili + Kağıt hamuru ve Tuğla Kili, Tuğla Kili + Kağıt , Döküm kili, Döküm kili + Kağıt hamuru karışımları 1085 cm’lik bir plaka kumpasla ölçülerek yaş ve kuru gramları tartılmıştır. Kuruma küçülmeleri kuru baza göre hesaplanmış, sonuçları çizelge 1’de verilmiştir.

Avanos Kili

Tablo1. Kuruma Küçülmesi

	Kağıt %	Kil %	Yaş (gr)	Yaş (cm)	Kuru (gr)	Kuru (cm)	K.Küçülmesi %
1A	-	100	112.11	10	89.25	9.1	20.39
2A	20	80	106.52	10	79.21	9.3	25.63

Tuğla Kili

	Kağıt %	Kil %	Yaş (gr)	Yaş (cm)	Kuru (gr)	Kuru (cm)	K.Küçülmesi %
1T	-	100	117.91	10	97.15	9.27	17.60
2T	20	80	98.93	10	74.04	9.37	25.15

Döküm Kili

	Kağıt %	Kil %	Yaş (gr)	Yaş (cm)	Kuru (gr)	Kuru (cm)	K.Küçülmesi %
1D	-	100	128.34	10	96.12	9.4	25.1
2D	20	80	94.56	10	65.12	9.22	31.13

Yukarıdaki tabloya göre ; Avanos, tuğla, döküm kil ile hazırlanmış kağıt katkılı seramik bünyenin katkısızlara oranla daha fazla küçüldüğü belirlenmiştir.

4.8. Pişme Küçülmesi

Kuruma küçülmesi ölçümü için hazırlanan örnekler 950°C'a pişirilmiş ve konulan işaretler arasındaki uzaklık kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Yapılan denemelerde Avanos kili, Avanos kili + Kağıt hamuru, Tuğla kili, Tuğla kili + Kağıt hamuru, Döküm kili, Döküm kili + kağıt hamuru ile hazırlanan karışımların pişme küçülmeleri kıyaslamalı olarak verilmektedir. Denemeler 950° C pişirilmiştir.

Avanos Kili

Tablo 2. Pişme Küçülmesi

	Kağıt%	Kil%	Kuru(cm)	Pişmiş(cm)	P.Küçülmesi%
1A	-	100	9.1	9	16.34
2A	20	80	9.3	9.2	21.70

Tuğla Kili

	Kağıt%	Kil%	Kuru(cm)	Pişmiş(cm)	P.Küçülmesi%
1T	-	100	9.27	9.22	9.41
2T	20	80	9.37	9.3	16

Döküm Kili

	Kağıt%	Kil%	Kuru(cm)	Pişmiş(cm)	P.Küçülmesi%
1D	-	100	9.4	9.35	2.92
2D	20	80	9.22	9.35	13.34

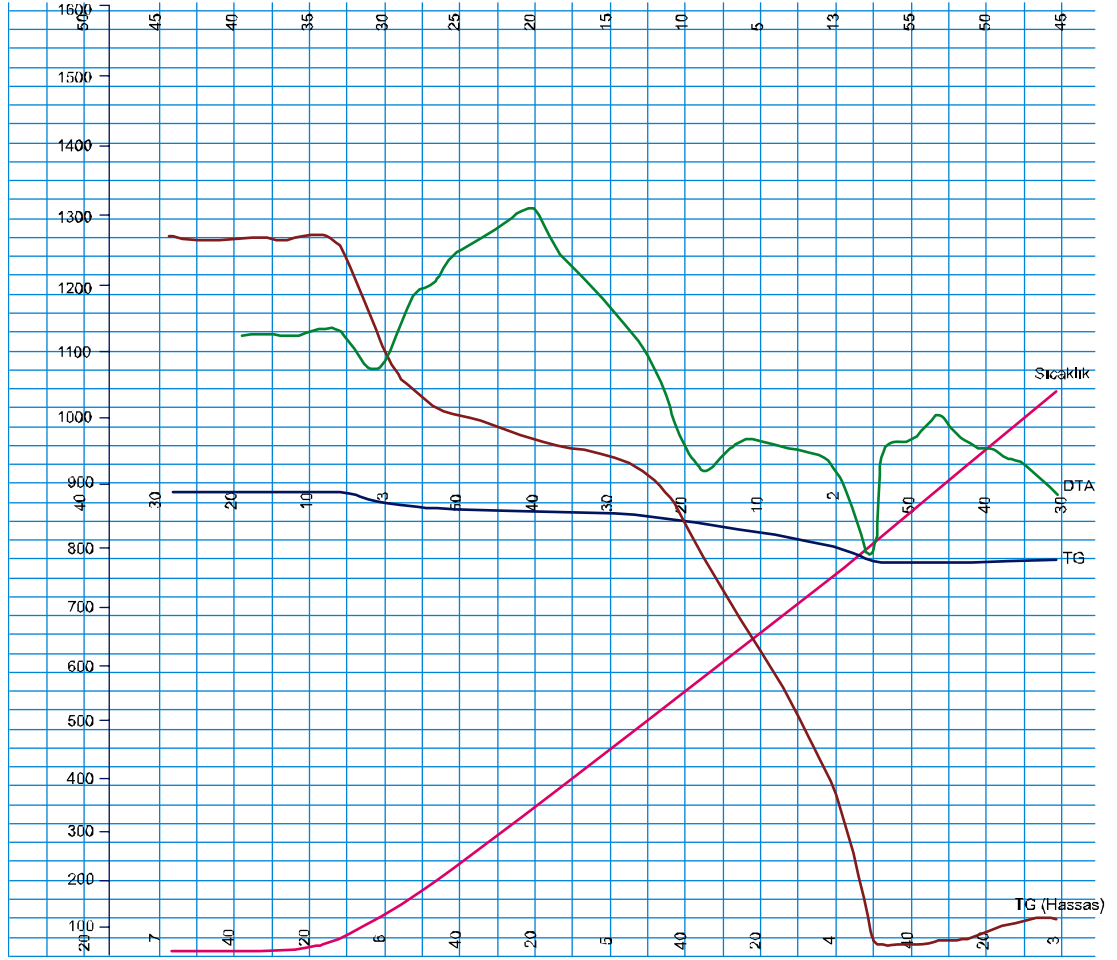
Yukarıdaki tabloya göre; Kağıt katkılı seramik bünyenin pişme küçülmesinin katkısızlara oranla daha az olduğu belirlenmiştir.

4.9.Difransiyel Termal Analiz (DTA)

Avanos Kili

Çalışmalarda kullanılan kilerin Diferansiyel Termik Analizleri ve Termal Gravimetri eğrileri Netsch 429 Smu Haneous Termal Analaysis (STA) cihazından elde edilmiştir. D.T.A. ve TG eğrileri şekil 3’de verilmiştir

Grafik 1. D.T.A. ve TG Analizi



D.T.A.: 0.1 mv TG:25/250mg, 120 mm/hr, 10°C/dk 1000°C, 130mg numune, 19mg kayıp.

120°C seviyesinde görülen endotermik pik mekanik su pikidir. 350°C sıcaklıkta görülen ekzotermik pik organik maddelerin yanma pikidir. Bu pik aynı zamanda kil içerisindeki Demir (Fe) içeren maddelerin oksitlenme pikidir. 580°C-600°C seviyelerinde görülen pik kilin içerisinde Kaolinite dönüşme pikidir.

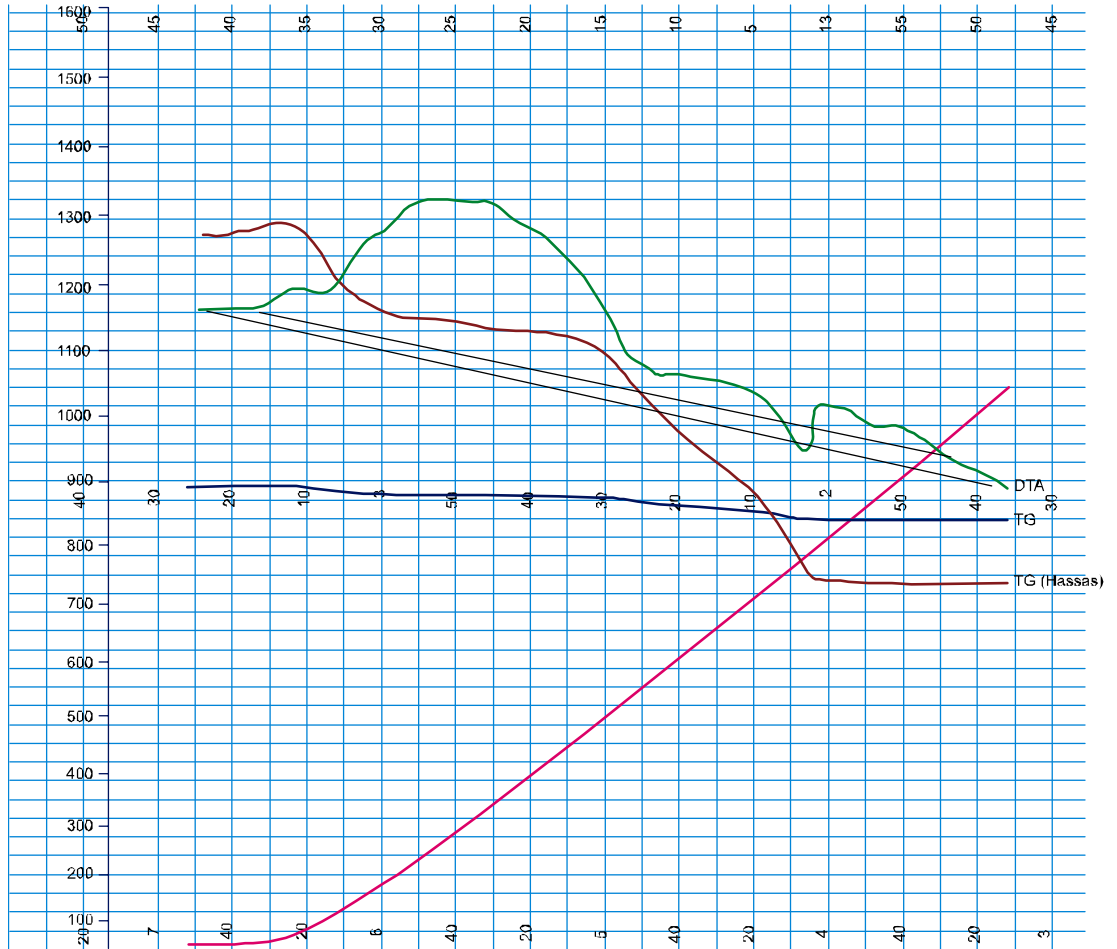
($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 580 °C- Al_2O_3 2 SiO_2 + H_2O) 700°C'da başlayıp 900°C'a süren ve 800°C' da en şiddetli noktası görülen endotermik pik kalsitin (CaCO_3) kalsinasyon pikidir. 800° C seviyesinde görülen pik. (Ca CO_3 - CaO + CO_2)

1000°C’ da görülen ekzotermik pik kaolinit içerisindeki $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ nin $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ ’a dönüştüğü müllitleşme pikidir. Buna göre Avanos kilinin az miktarda kalsit, demir oksit ve organik madde içerdiği, esas mineralin kaolinit olduğu sonucuna varılmıştır.

Tuğla Kili

D.T.A.:0.1mv, TG:250mg, 120mm/hr, 10°C/dk 1000°C, 100mg numune, 10.76mg kayıp.

Grafik 2. D.T.A Analizi



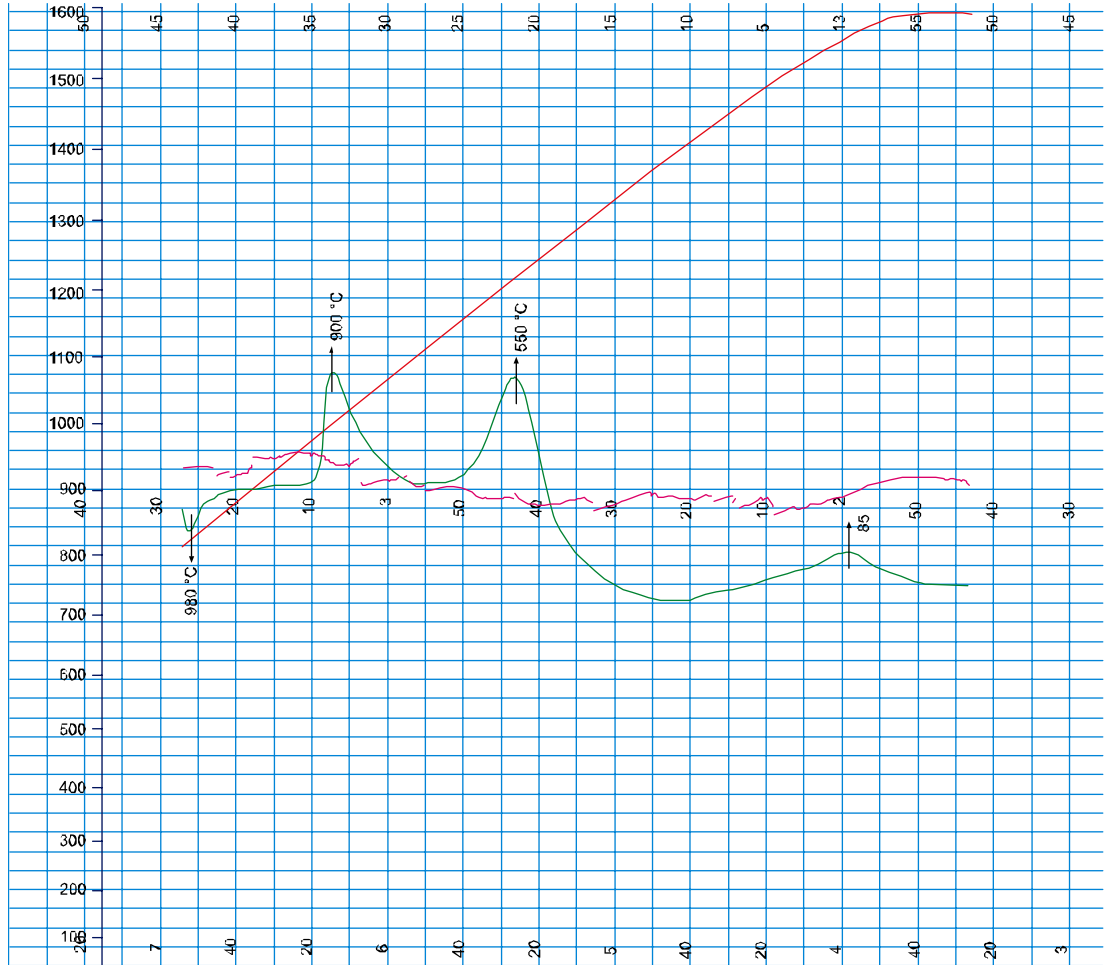
120°C sıcaklıkta görülen endotermik pik mekanik su pikidir. 350°C sıcaklıkta görülen ekzotermik pik organik maddelerin yanmasından oluşan piktir.

580°C-600°C seviyelerinde görülen pik kaolinitin meta kaolinite dönüşme pikidir. Bu pik aynı zamanda kil içerisindeki Demir(Fe) içeren maddelerin oksitlenme pikidir. 980° seviyelerinde görülen pik müllitleşme pikidir (Kaolin miktarını belirtir). 1000°C’da pikin çok küçük olması kaolinitleşmenin az olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu kil içerisinde organik madde ,demir oksit, az miktarda da kaolin ve kalsit içerdiği sonucuna varılmıştır .

Döküm Kili

D.T.A.:0.1mv, TG:25/250mg, 120mm/hr, 10°C/dk 1000°C

Grafik 3. D.T.A Analizi



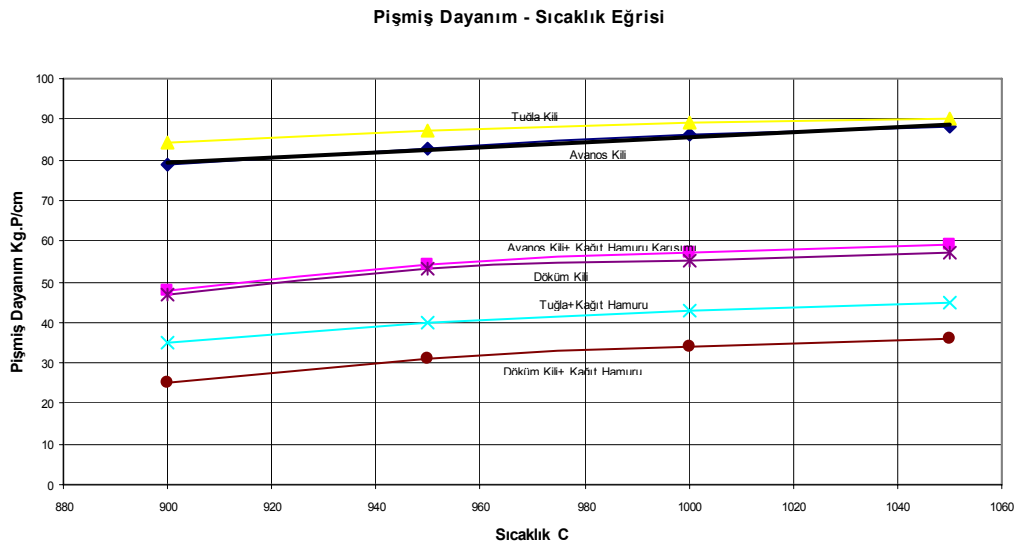
85°C –120°C seviyelerinde görülen endotermik pik su pikidir. 350 °C da görülen ekzotermik pik organik maddelerin yanma pikidir. 580°C –600°C sıcaklıkta görülen pik kilin içerisinde kaolinitin meta kaolinite dönüşme pikidir. $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O - Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O)$ 1000°C’da görülen pik kaolinit içerisindeki $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ’nin $3Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ ’a dönüştüğü müllitleşme piktir. Buna göre döküm kilinin içerisinde ayrıca $(CaCO_3)$ kaolin ve az miktarda organik madde kalsit bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda kullanılan killerin içerisinde en olumlu sonuç döküm kilinden alınmıştır.

4.10. Mukavemet

Hazırlanan killerin ve kil+kağıt hamuru karışımlarının 10x5x1cm boyutlarında, yaş preslemeyle şekillendirilmiş ve 4 örneğin kuru mukavemet değerleri Binder dayanım test aleti ile ölçülmüştür. Killerin ve kil+kağıt hamuru karışımlarının kuru mukavemet değerleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir.

Grafik 4



Yapılan denemelerden elde edilen veriler doğrultusunda çizilen grafiğe göre; dayanıklılık açısından Tuğla kili sıcaklıkta mukavemetinin arttığı ve diğer killere göre daha yüksek mukavemet gösterdiği belirlenmiştir. Avanos kilinin de oldukça dayanıklı olduğu görülmektedir. Avanos+kağıt hamuru karışımı pişmiş dayanımının Tuğla ve Avanos kiline göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Döküm kili+kağıt karışımının ise, bunlara göre daha dayanıksız olduğu görülmektedir.

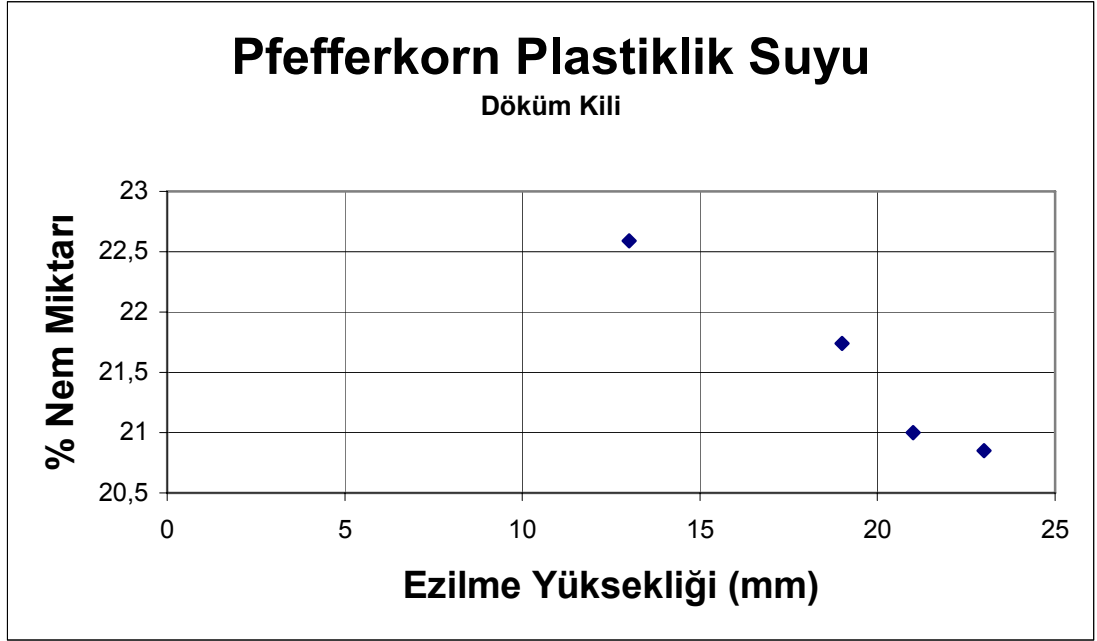
4.11. Plastiklik

Hazırlanan killerin ve kil+kağıt hamuru karışımlarının plastiklik özelliği Pfefferkon plastiklik suyu test cihazı ile ölçülmüştür. Alınan sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

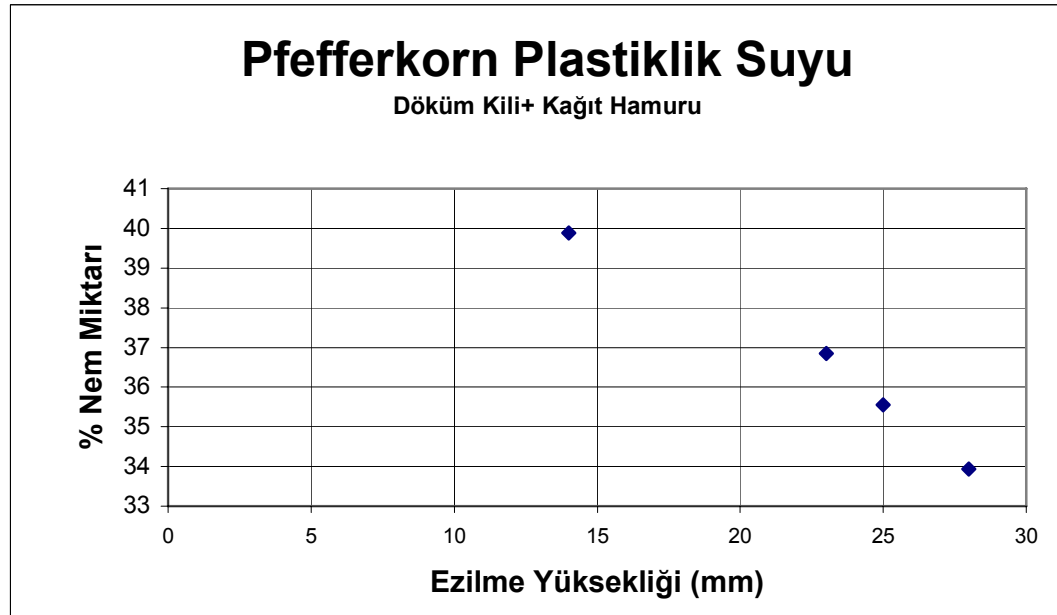
Tablo 3 - Pfefferkon plastiklik suyu

	h (Ezilme Yüksekliği)	m1 (Yaş Ağırlık)	m2 (Kuru Ağırlık)	% (Nem Miktarı)
Döküm Kili	13	62.23	48.17	22.59
	19	63.73	49.87	21.74
	21	62.90	49.69	21.00
	23	64.26	50.86	20.85
Döküm Kili + Kağıt	14	52.75	31.71	39.88
	23	54.01	34.14	36.84
	25	54.70	35.25	35.55
	28	54.95	36.28	33.94

Tablo 4 - Pfefferkon plastiklik suyu döküm kili



Tablo5 - Pfefferkon plastiklik suyu döküm kili + kağıt



Pfefferkorn plastiklik suyu test cihazı ile yapılan ölçümler sonucunda; Döküm kili+Kağıt hamuru karışımının, karışimsız döküm kiline oranla plastiklik özelliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.12. Elek Analizi ve Tane İriliği Dağılımı

Avanos ve Tuğla kili 100 ±gr olarak tartılıp 65-150-200-270 meshlik eleklerden yaş elek analizi yöntemiyle geçirilmiştir.Elek üstünde kalan parçacıklar etüvde 100 5°C'a kurutularak tartılmıştır.Bu çalışma ile killerin tane iriliği dağılımı kümülatif olarak belirlenmiştir.

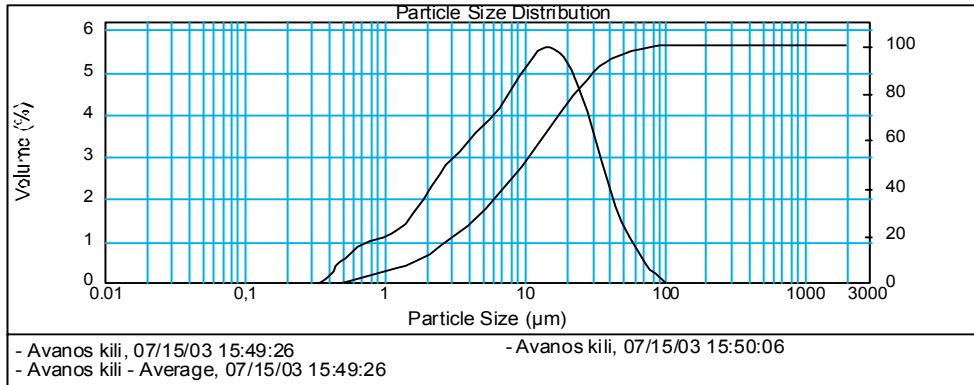
Tablo 6. Elek Analizi ve Mesh Altı Tane İriliği Dağılımı

Elek Açıklığı Mm	Mesh	Avanos Kili Kümülatif %	Tuğla Kili Kümülatif %
0,208	65	0,27	4,48
0,104	150	1,25	8,28
0,074	200	1,53	2,47
0,053	270	3,34	2,06

Sonuç olarak 270 mesh altına geçen tanelerin oranı Avanos kili için % 3,34 ortalama tane iriliğinin 10 mikron olduğu belirlenmiştir.Tuğla kilinin ise 15 mikron olduğu belirlenmiştir.

Avanos Kili

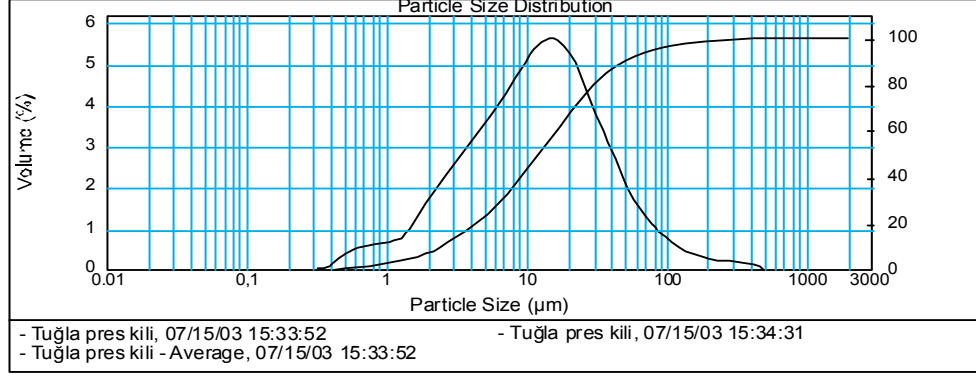
Grafik 5. Tane İriliği Dağılımı



270 mesh altına geçen parçaların tane iriliği dağılımı; Avanos kili ortalama tane iriliğinin 13 mikron olduğu belirlenmiştir.

Tuğla Kili

Grafik 6. Tane İriliği Dağılımı



270 mesh altına geçen parçaların tane iriliği dağılımı; Tuğla kili ortalama tane iriliği dağılımı 15 mikron olarak belirlenmiştir.

4.13. % Su Emme (Gözeneklilik)

%60 Kil+%40 Kağıt karışımları üç ayrı kil için 1000°C’de pişirilmiş ve % su emme değerleri tabloda verilmiştir.

Tablo 7 – Su emme (gözeneklilik)

	Pişmeden Sonraki Ağırlık	Su Emdikten Sonraki Ağırlık	% Su Emme (Gözeneklilik)
Avanos Kili	74.65	84.23	11.37
Avanos K.+Kağıt	62.11	76.42	18.72
Tuğla Kili	90.22	104.11	14.30
Tuğla K.+Kağıt	72.14	86.20	16.31
Döküm Kili	68.40	84.11	18.67
Döküm K.+Kağıt	55.30	82.10	32.64

Killere kağıt karıştırıldığında gözeneklilikte yüksek oranda artış görülmüştür. 10x5x1 cm boyutlarındaki kalıplarda hazırlanan;

Avanos kili+kağıt pişme sonrası tartılmış, sonuç olarak %18.72 hafiflediği belirlenmiş,

Tuğla kili+kağıt pişme sonrasında tartılmış, sonuç olarak %16.31 hafiflediği belirlenmiş,

Döküm kili+kağıt pişme sonrasında tartılmış, sonuç olarak %32.64 hafiflediği belirlenmiştir.

BÖLÜM V

5.1. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı

Yapılmış olan denemelerde kullanılan hammaddeler ; Avanos, tuğla, döküm kili kullanılmış. Kağıt çeşitlerinden ise atık beyaz fotokopi kağıdı, oluklu mukavva, yumurta kolisi kullanılmıştır. Oksit çeşitlerinden bakır oksit, kırmızı demir oksit, mangan oksit, sarı demir oksit, kobalt oksit kullanılmıştır. Deneylerin bir kısmı 950°C bir kısmı ise 1000°C pişirilmiştir.

5.2. Kağıt Katkılı Seramik Bünyenin Renklendirme Çalışması

Doğal killerin renkleri açık griden kahverengiye, kahverengiden kiremit rengine kadar farklı tonlar içermektedir. Bu renkler pişirilme sonucunda farklı renklere dönüşebilmektedir. Yapılan deneysel çalışmalarda kullanılan killerin renkleri gri, kahverengi ve kiremit rengini almaktadır. Bu killerin içerisine ilave edilen bazı metal oksitler ilave edilen oranda kil karışımlarının rengini değiştirmektedir. Body stain (yapının renklendirilmesi) seramik masse yi renklendirmede kullanılan bir boyadır. Masse içerisine ilave edilir ve pişirildiğinde o rengi alır. Benzer renkler bazı killere renk verici oksitlerin belirli oranlarda ilave edilmesiyle elde edilebilmektedir. Bisküvi pişirimi esnasında bu renk verici oksitler masse içerisinde gelişerek olgunlaşır ve yapıyı renklendirir.

Seramik uygulamaları için uygunluğu araştırılmış ve ön teknolojik incelemesi yapılmış olan killere tercih edilmelidir (Leach, 1994:12). Bazı renk verici oksitler tek başına kullanıldığı gibi bazıları ise, karışımlarda daha fazla kullanılmaktadır. Çeşitli mineraller ve metal oksitlerin birleştirilmesi ile de çok farklı sonuçlar elde edilebilir (renk geçişleri ve gölgeler gibi). Bu yöntemi genellikle endüstriyel seramikte (dekorasyon ürünleri, mutfak takımı, duvar karosu) ve sanatsal çalışmaların yapımında çok sık başvurulan bir yöntemdir.

Aşağıda (Tablo 8,9,10,11,12,13) verilmiş olan denemelerin yapılma nedeni; Farklı oranlarda karıştırılan kil, kağıt ve metal oksitlerden elde edilen bünyelerin pişirim öncesi ve sonrasında gözeneklilik, dayanıklılık, renklendirilebilirlik ve sır masse uyuşmasının elde edilen sonuçlarla karşılaştırmalı olarak değerlendirilmek istenmesidir. Kullanılan hammaddeler ve oranları tabloda verilmiştir.

Deneme 1.

Kullanılan Malzemeler: Tuğla Kili, Beyaz Fotokopi Kağıdı, Bakır Oksit

Tablo 8. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri

Numune No	Kuru Ağırlık M 1	Pişmiş Ağırlık m 2	% Kütle Kaybı	% Kağıt Oranı	% Oksit Oranı	% Kil Oranı
1	38.05	31.53	17.13	-	-	100
2	38.12	31.55	17.23	-	20	80
3	35.42	28.98	18.18	20	-	80
4	35.02	28.87	17.56	-	40	60
5	34.94	28.32	18.94	20	20	60
6	33.67	27.08	19.57	40	-	60
7	31.22	24.94	20.11	-	60	40
8	30.37	23.72	21.89	20	40	40
9	29.48	22.65	23.16	40	20	40
10	28.34	21.43	24.38	60	-	40
11	25.56	19.18	24.96	-	80	20
12	23.77	17.42	26.71	20	60	20
13	21.65	15.60	27.94	40	40	20
14	19.52	13.80	29.30	60	20	20
15	16.37	11.18	31.70	80	-	20

Belirlenen oranlara göre hazırlanan hammaddeler 45 dk. Süreyle bilyeli değirmende karıştırılmıştır. Denemeler kurutulduktan sonra 5 saat süreyle etüvde tekrar kurutulmuştur. Denemeler 1000°C de pişirilmiştir.

Deneme II

Kullanılan Malzemeler: Avanos Kili,Beyaz Fotokopi Kağıdı,Bakır Oksit

Tablo 9. Kağıt Katkılı Seramik BünyeYapımı ve Renklendirme Denemeleri

Numune No	Kuru Ağırlık ml	Pişmiş Ağırlık m 2	% Kütle Kaybı	% Kağıt Oranı	% Oksit Oranı	% Kil Oranı
1	31.42	26.27	16.35	-	-	100
2	30.10	25.25	16.11	-	20	80
3	28.09	22.80	18.83	20	-	80
4	28.58	23.98	16.09	-	40	60
5	23.38	18.98	18.81	20	20	60
6	22.03	17.13	22.24	40	-	60
7	22.60	18.56	17.87	-	60	40
8	22.09	17.82	19.33	20	40	40
9	21.65	16.96	21.66	40	20	40
10	20.25	15.34	24.24	60	-	40
11	17.77	14.87	16.31	-	80	20
12	15.20	12.49	17.82	20	60	20
13	14.88	12.00	19.35	40	40	20
14	13.20	10.30	21.96	60	20	20
15	12.97	9.92	23.51	80	-	20

Belirlenen oranlara göre hazırlanan hammaddeler 45 dk. Süreyle bilyeli değirmende karıştırılmıştır. Kurutulduktan sonra 5 saat süreyle etüvde kurutulmuştur. Denemeler 1000°C de pişirilmiştir.

Deneme III

Kullanılan Malzemeler: Döküm Kili,Kırmızı Demir Oksit,Oluklu Karton.

Tablo 10. Kağıt Katkılı Seramik BünyeYapımı ve Renklendirme Denemeleri

Numune No	Kuru Ağırlık M 1	Pişmiş Ağırlık m 2	% Kütle Kaybı	% Kağıt Oranı	% Oksit Oranı	% Kil Oranı
1	30.83	27.64	10.34	-	-	100
2	32.49	29.20	10.12	-	20	80
3	28.29	24.90	08.27	20	-	80
4	28.98	26.06	10.14	-	40	60
5	28.81	22.79	11.70	20	20	60
6	25.86	22.60	11.67	40	-	60
7	30.90	22.03	07.99	-	60	40
8	25.88	22.80	17.07	20	40	40
9	25.88	22.50	23.06	40	20	40
10	24.87	21.08	10.41	60	-	40
11	25.82	23.50	13.90	-	80	20
12	25.04	22.18	19.80	20	60	20
13	25.30	21.86	31.38	40	40	20
14	24.90	21.10	24.09	60	20	20
15	24.03	10.90	25.17	80	-	20

Belirlenen oranlara göre hazırlanan hammaddeler 45 dk süreyle bilyeli değirmende karıştırılmıştır. Denemeler kurutulduktan sonra 5 saat süreyle etüvde tekrar kurutulmuştur. Denemeler 1000°C pişirilmiştir.

Deneme IV

Kullanılan Malzemeler: Döküm Kili, Beyaz Fotokopi Kağıdı, Kobalt Oksit.

Tablo 11. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri

Numune No	Kuru Ağırlık m 1	Pişmiş Ağırlık m 2	% Kütle Kaybı	% Kağıt Oranı	% Oksit Miktarı	% Kil Oranı
1	29.03	25.97	10.54	-	-	100
2	28.68	25.06	12.62	-	20	80
3	27.78	24.97	11.11	20	-	80
4	28.22	25.19	10.73	-	40	60
5	28.05	24.68	12.01	20	20	60
6	27.59	23.85	13.55	40	-	60
7	29.40	27.31	07.10	-	60	40
8	28.30	24.75	12.54	20	40	40
9	27.28	23.46	14.00	40	20	40
10	27.69	24.99	10.39	60	-	40
11	28.66	26.12	08.86	-	80	20
12	27.98	24.18	13.58	20	60	20
13	26.49	22.45	14.92	40	40	20
14	25.22	20.85	17.32	60	20	20
15	24.19	18.78	22.36	80	-	20

Belirlenen oranlara göre hazırlanan hammaddeler 45 dk süreyle bilyeli değirmende karıştırılmıştır. Denemeler kurutulduktan sonra 5 saat süreyle etüvde tekrar kurutulmuştur. Denemeler 950 °C pişirilmiştir.

Deneme V

Kullanılan Malzemeler: Döküm Kili, Yumurta Kolisi, Sarı Demir Oksit.

Tablo 12. Kağıt Katkılı Seramik BünyeYapımı ve Renklendirme Denemeleri

Numune No	Kuru Ağırlık m 1	Pişmiş Ağırlık m 2	% Kütle Kaybı	% Kağıt Oranı	% Oksit Oranı	% Kil Oranı
1	96.12	93.31	02.92	-	-	100
2	73.56	67.59	08.11	-	20	80
3	65.12	56.43	13.34	20	-	80
4	62.48	53.14	14.94	-	40	60
5	57.33	45.48	20.66	20	20	60
6	49.32	38.47	21.99	40	-	60
7	40.39	30.56	24.33	-	60	40
8	38.36	26.80	29.87	20	40	40
9	34.06	23.88	33.77	40	20	40
10	33.18	19.91	39.99	60	-	40
11	29.46	17.06	42.09	-	80	20
12	26.82	13.52	49.58	20	60	20
13	23.64	11.13	52.91	40	40	20
14	20.36	09.20	54.81	60	20	20
15	17.90	06.80	62.01	80	-	20

Belirlenen oranlara göre hazırlanan hammaddeler 45 dk.süreyle bilyeli değirmende karıştırılmıştır. Denemeler kurutulduktan sonra 5 saat süreyle etüvde tekrar kurutulmuştur. Denemeler 950°C pişirilmiştir.

5.3. Elde Edilen Bulguların Değerlendirilmesi

Bu çalışmada yapılmış olan denemelerde kullanılan kağıt çeşitlerinden oluklu karton ile yapılmış örneklerde kağıdın iyice ayrışmamasından dolayı homojen bir

karışım elde edilememiştir. Beyaz fotokopi kağıdı ve yumurta kolisi ile yapılan çalışmalardan daha olumlu sonuç alınmıştır.

Yapılmış olan denemeler sonucunda kullanılan avanos ve tuğla kili ile yapılan denemelerde renk açısından pek iyi sonuç alınamamıştır. Genelde kahverengi ve tonları elde edilmiştir. Bunun sebebi ise her iki kilinde renginin kahverengi tonlarda olması renk verici oksitlerin kendini gösterememesidir.

Renklendirme açısından en iyi sonuç döküm kili ile yapılan denemelerden alınmıştır. İçerisine oksit ve renkli sırlar karıştırılarak elde edilen çalışmalarda yapının renklendirilmesi olumlu sonuç vermiştir. Buna karşın sırlama denemelerinde sır-masse uyuşmasında problemler yaşanmıştır (yumurta çatlaklıkları, toplanmalar, dökülmeler).

Yapılmış olan beş ayrı denemede (15 adet örnekten oluşmaktadır, bu denemelerde avanos, tuğla ve döküm kili kullanılmıştır) 1,2,3,4,7,10,11 numaralı örneklerde kil oranı oldukça fazla olduğu için ağırlık oldukça fazla, dayanımı iyi, gözeneklilik az görülmüştür. Kağıt katkılı seramik bünye yapımı için uygun bir yapı olmadığı sonucuna varılmıştır. 5,6,8,9 numaralı örneklerde ise diğerlerine oranla daha iyi sonuç alınmıştır. Hafiflik, dayanım, gözeneklilik diğerlerine oranla daha iyidir. Kağıt katkılı seramik bünye yapımı için uygun bir yapı olduğu sonucuna varılmıştır. Oksit ilavesi yapılarak elde edilen örneklerde, oksitin sabit kaldığı görülmektedir buna karşın sabitliğin kalıcı olması açısından üzerine şeffaf sır uygulaması gerekmektedir.

1. Denemede; kiremit renginden kahverengine dönen bir renk oluşmuştur.
2. Denemede; açık kahverenginden, koyu kahverengine dönen bir renk oluşmuştur.
3. Denemede; pembe renkten, kahverengine dönen bir renk oluşmuştur.
4. Denemede; maviden, yeşile dönen bir renk oluşmuştur.
5. Denemede; yavruağzından, pembeye dönen bir renk oluşmuştur.

Yapılmış olan bu denemelerden alınan en iyi sonuçlardan yola çıkılarak 21 adet daha deneme yapılmıştır. Buradaki denemelerde ise, oranlar arttırılarak uygulanmıştır. Yeni yapılan denemelerin amacı olumlu alınan sonuçlardan, farklı renklerde ve oranların arttırılması ile elde edilen bünyelerde herhangi bir değişiklik olup olmayacağının gözlemlenmesidir. Aşağıdaki çizelgelerde ölçüler belirtilmiştir.

Tablo 13. Kağıt Katkılı Seramik Bünye Yapımı ve Renklendirme Denemeleri

Numune No	Ku Ağırlık m 1	Pişmiş Ağırlık m 2	% Kütle Kaybı	% Kağıt Oranı	Sır-Oksit İsim No	Gr Oksit-Sır	% Kil Oranı
1	41.16	38.82	05.68	60	21651	6	180
2	98.17	95.14	03.08	60	28055	6	180
3	99.70	96.01	03.70	60	22550	6	180
4	47.60	44.57	06.36	60	27496	6	180
5	61.12	57.10	06.57	60	21002	6	180
6	88.10	85.20	03.29	60	23629	6	180
7	66.17	63.74	03.67	60	22575	6	180
8	97.25	94.25	03.08	60	23616	6	180
9	83.14	79.98	02.87	60	CoO	6	180
10	89.17	86.61	04.01	60	CrO	6	180
11	102.9	99.55	03.25	60	CuO	6	180
12	47.15	44.47	06.32	60	FeO	6	180
13	47.10	43.98	06.62	10	FeO	1	60
14	30.17	26.40	12.49	10	FeO	2	40
15	37.80	34.32	09.20	20	FeO	1	40
16	46.11	43.83	04.94	10	CoO	1	60
17	30.14	27.05	10.25	10	CoO	2	40
18	38.50	35.20	08.57	20	CoO	1	40
19	44.70	41.22	07.78	10	CuO	1	60
20	31.44	27.14	13.67	10	CuO	2	40
21	37.61	34.90	07.20	20	CuO	1	40

Yukarıdaki çizelgede kullanılan sır numaralarının renk karşılığı:

21651 (yeşil), 28055 (eflatun), 22550 (açık mavi), 27496 (pembe), 21002 (petrol yeşili), 23629 (sarı), 22575 (gece mavisi), 23616 (turuncu).

Kağıt katkılı seramik bünye yapımı ve renklendirme çalışmasından olumlu sonuç alınmıştır. Kuruma,pişirme,plastiklik, sır-masse uyuşmasında herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır. Sırlamada yer yer çatlama, toplanmalar gözlenmiş , kurşunlu sır uygulamasında bir problemle karşılaşılmamıştır.

BÖLÜM VI

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda,

- Döküm kili olarak tanımlanan kilin kağıt katkılı seramik (paperclay) yapımı için uygun olduğu ,kağıt katkılı seramik yapımının geleneksel yöntemle yapılanlardan çok farklı olmadığı,
- Kağıt ilavesinin kilin plastikliğini azalttığı buna karşılık daha fazla su tuttuğu,şekillendirmede herhangi bir zorluk çıkarmadığı,
- Kağıt ilavesinin kuru kırılma dayanımını azalttığı ancak bunun büyük seramik parçaların yapımına etki etmediği,
- Bu çalışmada kullanılan kağıtlardan fotokopi kağıdının en iyi sonuç verdiği,
- Kağıt katkılı karışımların kurutulması ve pişirilmesi sırasında herhangi bir problemle karşılaşmadığı,farklı fırınlarda da olumlu sonuç alındığı,
- Kullanılan metal oksitlerin kağıt katkılı karışımları renklendirdiği,
- Kağıt katkılı seramiklerin kağıt katkısı olamayanlara göre oldukça önemli miktarda hafiflediği ve işlevselliğini kaybetmediği,
- Kağıt katkılı seramiklerin sırlanmasının da mümkün olduğu ancak kurşunlu sırların sır masse uyuşumunun en iyi düzeyde olduğu, sonucuna varılmıştır.

6.1.Seramik Eğitiminde Değişik Kil Karışımları Kullanmanın Getireceği Yenilikler Üzerine Öneri

- Kağıt katkılı seramik bünye yapımında kullanılacak olan kağıtların seçiminde üzeri plastik kaplı içerisinde kum tanecikleri ve amyant bulunan kağıtların kille karıştırılmasında problem çıkartacağı için kağıt seçerken çabuk çözünen fotokopi,yumurta kolisi,tuvalet kağıdı türünde kağıtlar kullanılmalıdır.Atık kağıtlar, çeşitli matbaalardan ,fotokopi yapan iş yerlerinden elde edilebilir.

- Kağıt katkılı seramik bünye yapımı sırasında ,kağıt oranı arttıkça plastiklik ve dayanım azalmaktadır.Bu nedenle başlangıç olarak $\frac{1}{4}$ oranında kağıt kullanılması önerilmektedir.
- Hazırlanan kağıt hamuru ve bünyenin bozulmaması için ,içerisine bakteri önleyici kimyasal madde (formaldehit) ilave edilebilir.Alerjik bir reaksiyon gösteriyorsa eldiven takılmalıdır.
- Kağıt katkılı seramik bünye hazırlarken içerisine ilave edilecek çeşitli metal oksitler kendiliğinden renklenmiş bir yapı oluşturmaktadır.Bu şekilde elde edilen ürünler daha cezbedici olabilir.
- Kağıt katkılı seramik bünye elektrikli ,gazlı ve tuz fırınlarında pişirilebilir.
- Kağıt katkılı seramik bünye seramik eğitimi veren kurumlarda, seramik sanatında kullanılabilir bir seramik yapısıdır.
- Elde edilen bu bünye ile sanatsal heykeller ve artistik duvar panoları yapılabilecek bir seramik yapısıdır.

KAYNAKÇA

ARCASOY, Ateş (1983). **Seramik Teknolojisi**. Ankara: Meteksan Ltd. Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Ana Sanat Dalı Yayınları No:2, Marmara Üniversitesi Yayınları.

ÇOBANLI,Zehra-ALKAN,Dilek. (2003).**Kağıt Katkılı Seramik Bünyeler ve Tarihsel Gelişimi**.III.Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu.Eskişehir.

GAULT, Rozette. (1997). **Paper Clay**. U.S.A.:University of Pennsylvania Press.

GAULT, Rozette. (1998). **Paper Clay for Ceramic Sculptors**. U.S.A.:Cifar Light Books.

KAPTAN, Saim. (1998). **Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri**. Ankara: Tek Işık Matbaası.

KARTAL, Ali.(1998). **Sır ve Sırlama Tekniği**.Ankara:Çizgi Matbaacılık.

LEACH, Georgia. (1994). **The use of Native Clays in High Grade Pottery**. Texas:Texas State College.

NORTON, F.H. (1977). **Element of Ceramics**. U.S.A.:Addison-Wesley Puplishing Company.

RİCHARSON, David. (1992). **Modern Ceramic Engineering**. New York: Marcel Dekker Inc.

RYAN, W.-RADFORD, C. (1987). **Ceramic Testing and Cuality Control**. U.S.A.: Whitewares Production, The Instute of Ceramics.

SAMSUNLU, Ahmet. (1990). **Selüloz ve Kağıt Sanayi Vakfı, Tanıtım Konuşmaları Metinleri**. İstanbul:M.Ü. Basımevi.

SHAW, Kennth. (1968). **Ceramic Colours and Pottery Decoration**. London:Maclaren and Sons Ltd.

TANK, Turan. (1998). **Kağıt Fabrikasyonu**. İstanbul: İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi.

TANIŞAN, Hüseyin-METE, Zeliha. (1986). **Seramik Teknolojisi ve Uygulaması**. İzmir.

TURNE, Silvie. (1991). **Which Paper** . London: Crafts People Designers.

EKLER

**EK - 1. KAĞIT KATKILI SERAMİK BÜNYE İLE YAPILMIŞ
DENEYSEL ÇALIŞMA ÖRNEKLERİ**

**EK - 2. KAĞIT KATKILI SERAMİK BÜNYE İLE YAPILMIŞ
SANATSAL ÇALIŞMA ÖRNEKLERİ**

EK 1

Örnek 1



Örnek 2



Örnek 3**Örnek 4**

Örnek 5**Örnek 6**

Örnek 7



Örnek 8



EK 2,

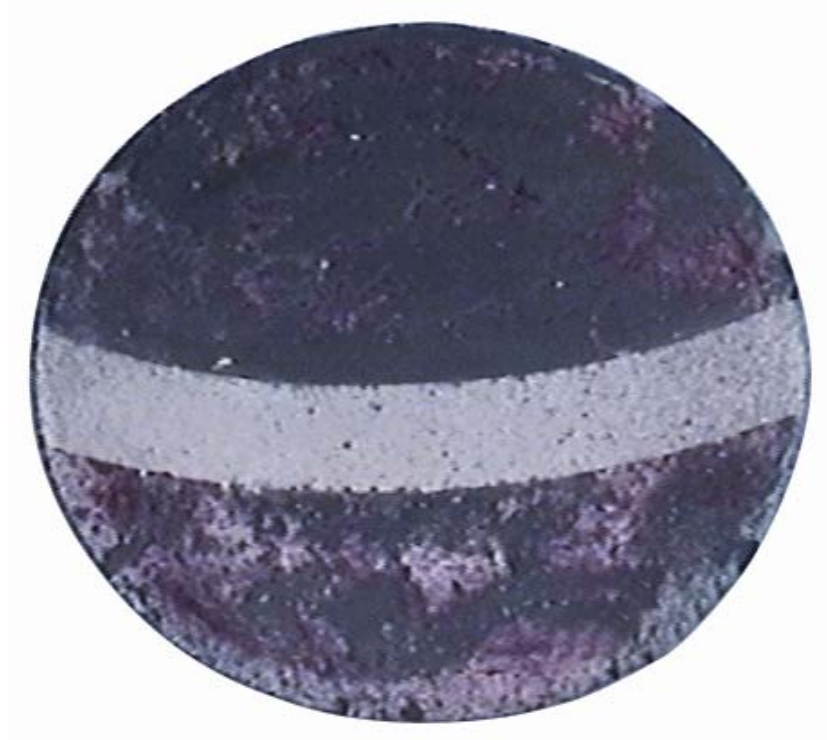
Örnek 1



88x17, 68x14, 62x12, 43x11, 37x10 cm

Örnek 2



Örnek 3**34x7x24 cm****Örnek 4****r=15cm**