

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



KEDİ KUMUNUN SIR BÜNYESİNDE
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN **HAZIRLAYAN**
Dr. Öğr. Üyesi Pınar BİÇİCİ ÇETİNKAYA **Furkan DOĞAN**

MALATYA-2025

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SERAMİK ANABİLİM DALI

KEDİ KUMUNUN SIR BÜNYESİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Furkan DOĞAN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Pınar BİÇİCİ ÇETİNKAYA

Malatya 2025

ONUR SÖZÜ

“Dr. Öğr. Üyesi Pınar BİÇİCİ ÇETİNKAYA’nın danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Kedi Kumunun Sır Bünyesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün yapıtların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Furkan DOĞAN

MALATYA, 2025

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarımı gerçekleştirmem sürecinde her daim yanımda olan bilgileri ile yol gösteren desteğini ve rehberliğini esirgemeyen tez danışmanım ‘Dr. Öğrt. Üyesi Pınar BİÇİCİ ÇETİNKAYA’ya her konuda desteğini esirgemeyen eşime teşekkürlerimi borç bilirim.

Furkan DOĞAN

MALATYA, 2025

ÖZET

DOĞAN, Furkan, Kedi Kumunun Sır Bünyesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Malatya, 2025.

Seramik; İnorganik maddelerin çeşitli yöntemlerle şekillendirilip pişirilmesi ile oluşturulan üründür. Her ne kadar insan ilk olarak ağaç ve taş yontarak kullanmışsa da, burada yaptığı doğadaki bir maddeye şekil vermekten ibarettir. Kil mineralleri, granit gibi feldspatik kayaların doğa koşullarında fiziksel ve kimyasal bozunmasından oluşmuştur. Bu kil minerallerinden biri olan bentonit doğada daha sınırlı olarak bulunduğundan daha pahalı olan bir kil çeşididir. Sodyum bentonit ve kalsiyum bentonit olarak iki farklı kimyada olabilen bu kil, kullanılacağı sahaya göre uygulanan kimyasal işlemler ve mineral katkıları ile değişik nitelikler kazandırıldıktan sonra kullanılmaktadır. Kedi kumu amaçlı, saf bentonit olarak kullanılan ve sıvıyı absorbe etme gücü yüksek olan bu kumun en belirgin özelliği topaklanma ve taşlaşmadır. Hızlı bir şekilde emilen idrar kısa sürede topaklanır ve sonrasında da sert bir kitle halini alır. Oluşan bu topakların alınması ile kumun uzun süre temiz kalması mümkün olabilir. Sır; seramik ürünlerin yüzeylerini kaplayan, ürüne teknik, estetik ve hijyenik özellikler sağlayan cam veya camsı tabakadır. Sırların elde edilmesinde önemli faktörler vardır. Bunlardan birincisi sırn reçete bileşiminde kullanılan hammaddeler, ikinci sırn uygulama biçimi, üçüncüsü ise pişirme programıdır. Bu çalışmada ticari olarak satılan yüksek bentonit içerikli kedi kumu şeffaf ve opak sırla farklı reçete etkileri araştırılmıştır. Bu reçetelere CuO, Fe₂O₃ gibi oksitler etkileri Beyaz ve şamot çamuru kullanılarak bisküvi pişirimi yapılmış akıtma yoluyla uygulanmıştır. Denemeler 1050°C 1100°C’de pişirilmiş ve opak sırla yapılan daha iyi sonuçlar alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kedi kumu, Bentonit, Sır, Seramik.

ABSTRACT

DOĞAN, Furkan, Investigation of the Usability of Cat Litter in Glaze, Master's Thesis, Malatya, 2025.

Ceramic; It is a product created by shaping and firing inorganic materials using various methods. Although man first used wood and stone by carving them, what he does here is to shape a substance in nature. However, the first ceramic was obtained by processing, shaping and firing the soil called clay. Clay minerals are formed from the physical and chemical degradation of feldspathic rocks such as granite under natural conditions. Bentonite, one of these clay minerals, is a more expensive type of clay because it is found more limitedly in nature. This clay, which can be in two different chemistries as sodium bentonite and calcium bentonite, is used after gaining different qualities through chemical processes and mineral additives depending on the field where it will be used. The most distinctive feature of this sand, which is used as pure bentonite for cat litter purposes and has a high ability to absorb liquid, is clumping and petrification. Urine that is absorbed quickly clumps in a short time and then turns into a hard mass. By removing these lumps, it may be possible for the sand to remain clean for a long time. Glaze; It is the glass or glassy layer that covers the surfaces of ceramic products and provides technical, aesthetic and hygienic properties to the product. There are important factors in obtaining glazes. The first of these is the raw materials used in the recipe composition of the glaze, the second is the application method of the glaze, and the third is the baking program. In this study, it was aimed to investigate the effects of cat litter by preparing different recipe compositions with transparent and opaque glaze using commercially available cat litter with high bentonite content, and to investigate the effects on the ceramic body by adding different amounts of coloring oxides such as CuO and Fe₂O₃ to these recipes.

It has been concluded that commercially used bentonite cat litter can be used at different temperatures by adding colorant to the glaze recipe.

Keywords: Cat litter, Bentonite, Glaze, Ceramic.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	viii
GÖRSELLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM.....	2
2. KİL MİNERALLERİ.....	2
2.1. Tanım ve Sınıflandırma.....	2
2.2. Kil Minerallerinin Oluşumu	6
2.3. Kil Minerallerinin Genel Özellikleri	7
2.4. Bentonitler	8
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	10
3. KEDİ KUMU VE ÖZELLİKLERİ.....	10
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	12
4. SERAMİK SIRLARI.....	12
4.1. Seramik Sırının Tanımı ve Tarihçesi	12
4.2. Sırların Sınıflandırılması.....	12
4.3. Deneysel Çalışmada Kullanılan Sırlar ve Özellikleri	14
4.3.1. Şeffaf Sırlar	14
4.3.2. Opak Sırlar.....	14
4.3. Sır Bünyesinde Kullanılan Oksitlerin Özellikleri	15
4.4.1. Alüminyum Oksit (Al_2O_3).....	15
4.4.2. Bor Oksit (B_2O_3)	15
4.4.3. Kalsiyum Oksit (CaO).....	16
4.4.4. Kurşun Oksit (PbO).....	16
4.4.5. Silisyum Oksit (SiO_2).....	16

4.4.6. Sodyum Oksit (Na_2O)	17
4.5. Sır Renklendirilmesinde Kullanılan Oksitlerin Özellikleri.....	17
4.5.1. Bakır Oksit (CuO)	17
4.5.2. Demir Oksit (FeO , Fe_2O_3)	17
4.5.3. Antimon Oksit (Sb_2O_3).....	18
4.5.4. Kalay Oksit (SnO_2).....	18
4.5.5. Kobalt Oksit (CoO)	19
4.5.6. Krom Oksit (Cr_2O_3).....	19
BEŞİNCİ BÖLÜM	20
5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	20
5.1. Kullanılan Hammaddeler	20
5.2. Sır Hazırlama	20
5.3. Sırın Uygulanması ve Pişirilmesi.....	21
ALTINCI BÖLÜM	22
6. DENEY SONUÇLARI.....	22
6.1. Reçete Deneme Sonuçları	22
6.2. Deneysel Çalışmaların Sanatsal Uygulamalarda Yorumlanması	26
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38
KAYNAKÇA.....	39

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Degens'e Göre Kil Minerallerinin Sınıflandırması	4
Tablo 2.2. R.L. Bates'e Göre Kil Minerallerinin Sınıflandırması	5
Tablo 5.1. Renkli Oksitler	20
Tablo 5.2. Şeffaf Sırlı Reçeteler	20
Tablo 5.3. Opak Sırlı Reçeteler	21
Tablo 6.1. Tasarım 1'de Kullanılan Reçete	26
Tablo 6.2. Tasarım 2'de Kullanılan Reçete	27
Tablo 6.3. Tasarım 3'te Kullanılan Reçete	28
Tablo 6.4. Tasarım 4'te Kullanılan Reçete	29
Tablo 6.5. Tasarım 5'te Kullanılan Reçete	30
Tablo 6.6. Tasarım 6'da Kullanılan Reçete	31
Tablo 6.7. Tasarım 7'de Kullanılan Reçete	32
Tablo 6.8. Tasarım 8'de Kullanılan Reçete	33
Tablo 6.9. Tasarım 9'da Kullanılan Reçete	34
Tablo 6.10. Tasarım 10'da Kullanılan Reçete	35
Tablo 6.11. Tasarım 11'de Kullanılan Reçete	36
Tablo 6.12. Tasarım 12'de Kullanılan Reçete	37

GÖRSELLER LİSTESİ

Görsel 5.1. Sırlama Uygulama Aşaması	21
Görsel 6.1. 1050 °C Deneme Sonuçları	23
Görsel 6.2. 1050 °C Deneme Sonuçları	23
Görsel 6.3. 1100 °C Deneme Sonuçları	24
Görsel 6.4. 1050 °C Deneme Sonuçları	25
Görsel 6.5. Tasarım 1	26
Görsel 6.6. Tasarım 2	27
Görsel 6.7. Tasarım 3	28
Görsel 6.8. Tasarım 4	29
Görsel 6.9. Tasarım 5	30
Görsel 6.10. Tasarım 6	31
Görsel 6.11. Tasarım 7	32
Görsel 6.12. Tasarım 8	33
Görsel 6.13. Tasarım 9	34
Görsel 6.14. Tasarım 10	35
Görsel 6.15. Tasarım 11	36
Görsel 6.16. Tasarım 12	37

KISALTMALAR

%	: Yüzde
A	: Fiziksel ve Kimyasal Ayrışma
Al ₂ O ₃	: Alüminyum Oksit
B ₂ O ₃	: Bor Oksit
CaO	: Kalsiyum Oksit
CoO	: Kobalt Oksit
CuO	: Bakır Oksit
Fe ₂ O ₃	: Demir Oksit
H	: Hidrotermal Ayrışma
KÇ	: Kimyasal Çökelim
mm	: Milimetre
PbO	: Kurşun Oksit
Sb ₂ O ₃	: Antimon Oksit
SiO ₂	: Silisyum Oksit
SnO ₂	: Kalay Oksit

1. GİRİŞ

Seramik ürünlerin üretiminde hammadde seçimi, reçete tasarımı, bileşenlerin değiştirilmesi veya modifiye edilmesinde her bir bileşenin karışımında oynadığı rol önemlidir. Ürün maliyetinin -%20'si, reçetede kullanılan hammaddelere ve bu hammaddelerin reçetedeki oranlarına bağlıdır. Ürünün sırnı oluşturan bileşim ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, rekabet ortamında ürün kalitesinden ödün vermeksizin hammadde maliyetlerini düşürmek oldukça zordur (Karabay, 2006: 1).

Öğütülmüş uygun bileşimli seramik hammaddelerinden elde edilen ve seramik bünye üzerinde pişme neticesinde cam yapıya benzer bir yapı oluşturabilen karışımlara ve söz konusu tabakaya sır denir. Sır kavramı hem toz halindeki çoğu kez birden fazla sır hammaddesinin genelde suyla karıştırılarak elde edilen süspansiyonunu hem de bitmiş mamul üzerinde oluşturulan cam tabakasını kapsar. Seramik sırası olarak bu camların erime noktaları genellikle üzerine kaplandığı bünyeden daha düşüktür. Seramik sırlarında aranan en büyük özellik, üzerine kaplandığı bünye ile normal koşullar da fiziksel ve kimyasal bağlar kurmasıdır. Bu bağların çeşitli nedenler ile iyi veya zayıf olmaları sonucu, sırnın başarısı da belirlenmiş olur. Hatasız bir sır tabakası seramik çamurunun veya metalin üzerinde genelde çatlamadan ve kavlamadan kalmalıdır. Ancak artistik amaçlarla bu tür veya daha değişik sır hataları, istenerek oluşturulabilir (Kaplan, 2017: 3).

Kedi kumu amaçlı, saf bentonit olarak kullanılan ve sıvıyı absorbe etme gücü yüksek olan bu kumun en belirgin özelliği topaklanma ve taşlaşmadır. Hızlı bir şekilde emilen idrar kısa sürede topaklanır ve sonrasında da sert bir kitle halini alır. Oluşan bu topakların alınması ile kumun uzun süre temiz kalması mümkün olabilir (www.kimyaegitimi.org 10.04.2025).

Bu tez çalışmasında, ticari olarak satılan kedi kumunun sır bünyesinde kullanımı amaçlanmış, şeffaf sır ve opak sırla reçeteler hazırlanmış, renklendirici oksit ilavesiyle denemeler yapıp kedi kumunun sırda etkisi araştırılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

2. KİL MİNERALLERİ

2.1. Tanım ve Sınıflandırma

Silikat mineralleri, doğada bulunan bütün minerallerin üçte birini, yerkabuğu bileşiminin ise %90'ını teşkil eder. Yer kabuğunda en fazla bulunan silikat mineralleri; olivin, piroksen, amfibol, mika, kil, feldspat, granat grubu mineraller, kuvars ve alüminyum silikatlarıdır. Silikatlar sadece magmatik kayaların değil, kontakt metamorfik kayaların ve bunların ayrışma ürünlerinin, tortul kayaların çoğunun ve kristal şistlerin ana bileşenidir. Killer, metal olmayan fakat ekonomik önem taşıyan silikat minerallerindendir (Çelik ve Karakaya, 1998).

Geleneksel seramik üretiminde kullanılan killer, ürün tipine ve üretim koşullarına bağlı olarak son ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde önemli rol oynarlar (Biçici, 2010: 3).

Seramikler ticari olarak oksit mineralleri veya bileşenlerine ayrılabilen hidroksit, karbonat, silikat, sülfat, fosfat vb. minerallerden elde edilmektedirler. Bu mineraller, yeryüzünde yaygın olarak bulunan elementlerden oluşmaktadır. Yerkabuğunda oksijen miktarının fazla olmasından dolayı doğada bulunan tüm minerallerin yarısı oksit, karmaşık oksit ve silikatlardan meydana gelmektedir. Seramik üretiminde kullanılan en önemli mineraller; kil mineralleri, feldspat ve kuvarstır (Biçici, 2010: 3).

Seramiklerin içerisindeki elementlerin nisbi bollukları sırasıyla; O, Si, Al, Ca, Mg, Ti, Na ve K'dur. Seramik için önemli minerallerin büyük bir kısmı; granit, riyoit, andezit, dasit ve bazalt gibi magmatik kayaların değişik koşullarda dönüşüme uğramasıyla elde edilmektedir. Bu mineraller çoğunlukla karmaşık silikatlar olup bileşimlerinde Si, Al ve alkali elementler bulunur. Kil minerallerinin çeşitli endüstriyel alanlarda (seramik, kimya, petrol endüstrisi vb.) kullanılmasında bu minerallerin kristal yapısı ve kimyası arasında yakın bir ilişki vardır (Karakaya, 2006).

Kil deyimi, bir kayaç terimi olarak, sedimenter kayaların ve toprakların, mekaniksel analizlerinde tane iriliğini ifade eden bir terim olarak kullanılmaktadır. Killer, volkanik kayaların jeolojik koşullarda çözümlerinden meydana gelir.

Wentworth tarafından 1922’de tane büyüklüğü 4 mikrondan (1/250 mm) daha küçük taneciklere kil denmesi teklif edilmiştir. Kilin türü, ana kayacın cinsine ve geçirdiği sürece bağlıdır (Köktürk, 2002).

Kil minerallerinin, uzun yıllardan beri çeşitli yöntemler ile bileşimleri, oluş ve bulunuş şekilleri, orijinleri, özellikleri, tayin etme yolları ve ekonomik değerleri incelenmektedir. Farklı litolojik özellikte kayaçların içinde bulunan kil minerallerinin oluşumu, dağılışı ve ortam koşulları da araştırılmaktadır (Biçici, 2010: 4).

Genel olarak kil, bir kristal yapıya sahip, tabii, toprağımsı, ince taneli, belirli miktarda su katıldığı zaman plastikliği artan bir malzemedir. Kil mineralleri esas itibariyle sulu alüminyum hidrosilikatlardır. Burada SiO_2 ve Al_2O_3 tetraederleri, tabakalar meydana getirmek üzere çeşitli şekillerde birleşir ve çeşitli özellikte kil minerallerini meydana getirir. Kil minerallerinin oluşabileceği bir ortamın bulunması, kil minerallerinin oluşumunda çok önemli bir etkindir. Kil yataklarının oluşumu sırasında ortam alkali olursa, kil minerallerinden sadece montmorillonit meydana gelir. Ortamda potasyum hakim olacak olursa potasyumca zengin muskovit ve serisit içeren mikalı kil mineralleri oluşmaktadır (Biçici, 2010: 4).

Yeryüzünün en yaygın materyallerinden biri olan kil; kolloidal veya kolloidal partikül boyutuna yakın bir boyuta, kil minerali için gerekli bileşime (sulu alüminyum silikat) ve belirli bir plastisiteye sahiptir. Genel olarak tanımlanırsa, kil: çok ince taneli bir sediman minerali olup, tane boyu 0,02 mm’den daha küçüktür. Kili oluşturan ana eleman, alüminyum içeriği yüksek olan minerallerdir. Bu minerallerin başında kaolin gelmektedir. Halloysit, illit ve montmorillonitte kilin bünyesinde bulunabilir. Montmorillonitin ana bileşen olması halinde kil; bentonit olarak isimlendirilir (Kibici, 2005).

Bazı minerallerde alüminyumun yerini tamamen veya kısmen Fe veya Mg alır. Alkali mineraller veya alkali metaller kil minerallerinin esas bileşenleri olarak bulunurlar. Buna göre çok çeşitli renk ve özellikte olurlar Bazı killer tek bir kil mineralinden ibarettir. Fakat çoğu alüminyum silikatlarla beraber demir, magnezyum, sodyum, kalsiyum ve potasyum bileşikleri gibi birkaç mineralin karışımı olarak bulunur. Birçok kil mineralleri de ayrıca organik madde ve suda çözünebilen tuzları da

içerebilmektedir. Kil oluşumunda ana kayaç, etkili olduğu kadar, taşıma, yıkama, kimyasal reaksiyonlar da etkili olmaktadır (Akıncı, 2002).

Killerin mavi, gri, yeşil ve siyah gibi farklı renklerde bulunması, çoğunlukla bünyelerindeki organik maddelerin cinsine ve miktarına bağlıdır. Killer, metal oksitler ve organik maddelerle doğal olarak renklendirilmiş olarak bulunurlar. Kil saf olduğu zaman (kaolinit) rengi beyazdır. Bunun dışında killerin renkleri pişmeden önce kirli sarı, pembe, kırmızımsı, kestane rengi, mavimsi, yeşil, siyahımsı vb. renklerde olabilir. Kile kırmızı rengini veren hematit ve limonit gibi demir bileşikleridir. Kilde limonit bulunması durumunda rengi esmer, demir peroksit olması durumunda kırmızı, mangan dioksit veya lignit olması durumunda ise siyahtır. Pirit, glokonit veya stronsiyum tuzları varsa açık yeşil, organik maddeler içeriyorsa kilin menekşe renginde olduğu bilinmektedir. Hammaddede bulunabilen temel bir renk verici oksit olan titanyum ise, renksiz olmasına karşın demirin renklendirici etkisini artırmaktadır. Toprakta TiO_2 , Cr_2O_3 gibi oksitlerin varlığı, rengin sarı ve yeşilimsi olmasına; MgO , MnO ve organik atıkların olması ise kahverengi olmasına neden olur. Boraks ise rengi açık tonlara çekmektedir (Karakaya, 2006: 303).

Literatürde kil minerallerinin sınıflanmasında bir birliktelik mevcut değildir. Birçok araştırmacı tarafından kabul edilen sınıflamalar mevcuttur. Kil terimi hem hidrotermal faaliyetin sebep olduğu bozuşma ürünleri için, hem de sedimantasyon yoluyla çökelmiş taneler için geçerli bir kavram olarak sayılmakta olup, bu tür küçük parçacıkları oluşturan minerallere göre kimyasal sınıflamalar yapılmıştır. Degens, kil minerallerini kristal yapılarına bağlı olarak (Tablo 2.1), R.L. Bates ise bileşim ve kökenlerine göre (Tablo 2.2) sınıflandırmıştır (Biçici, 2010: 5).

Tablo 2.1. Degens'e Göre Kil Minerallerinin Sınıflandırması

Tabaka	Grup	Cins
2 Tabakalı olanlar	Kaolinit Grubu a) Eş boyutlu olanlar b) Bir yönde uzamış olanlar	Kaolinit, Dikit Halloysit
3 Tabakalı olanlar	Smektit Grubu İllit Grubu Vermikülit Grubu	Montmorillonit Bediellit, İllit Vermikülit
4 Tabakalı olanlar	Klorit Grubu	Klorit
Zincir Yapısı olanlar	Sepiyolit Grubu	Sepiyolit Atapulgit Paligorskit

Kil sınıflama tablosundan anlaşılacağı gibi kaolinit, bir kil minerali olup, 2 tabakalı ve eş boyutlu özelliğinden dolayı diğer kil minerallerinden ayrılmaktadır. Bu ayrılma kristal yapısı dikkate alınarak yapılan bir mineralojik sınıflamadır. Fiziksel özellikleri ve bulunduğu ortam şartı nedeniyle kaolinleşme, orijinal ana kayacın alterasyon (bozunma) işleminin yerinde gerçekleşmesiyle oluşan cevherleşmedir. Yani bir kaolin yatağını bir kil yatağından ayıran en önemli fiziksel faktör, cevherleşme ile orijinal kayacın aynı yerde olmasıdır. Kil yatakları ise taşınarak depolanmış yataklardır. İster kaolin yatağında ister kil yatağında ana mineral kaolinit olması halinde, kaolin olarak sınıflandırılabilir. Kil yatağında orijinal birincil mineralin başka mineral olması halinde kaolinden ayrılarak halloysit, illitik kil, montmorillonitik kil v.s gibi isimlerle orijinal kaynaktan itibaren ayrılmaktadır. Depolanma farkından dolayı, kaolinleşme ile orijinal mineralleri kaolinitten oluşan kil yatağı arasında kaolinit minerallerinde de bazı küçük farklılıklar olmaktadır (Rhodes, 1973).

R.E. Grim ise, çeşitli kil mineralleri için yapısal özelliklerine dayanan amorf ve kristalin olmak üzere bir sınıflandırma yapmıştır. Allofan grubu kil mineralleri bu sınıflandırmada amorf grup içine, kaolinit, montmorillonit, illit ve klorit ise kristalin grup içinde yer almaktadır (Biçici, 2010: 6).

Tablo 2.2. R.L. Bates’e Göre Kil Minerallerinin Sınıflandırması

Grup	Bileşim	Kökeni
A. Kaolinit Grubu		
1- Kaolinit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	A,H
2- Dikit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	H
3- Nakrit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	H
4- Anoksit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	H
5- Halloysit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	A
6- Endellit	$Al_2Si_2O_5(OH)_4 \cdot 2H_2O$	A
B. Smektit Grubu		
1-Montmorillonit	$Mg_2Al_10Si_24(OH)_{12}(Na,Ca)$	H
2- Nontronit	$FeSi_{22}Al_{22}O_{60}(OH)_{12}(Na_2)$	H
3- Saponit	$Mg_{18}Si_{22}Al_2O_{60}(OH)_{12}(Na_2)$	H
4- Beidellit	$Al_{13}Si_{19}Al_5O_{60}(OH)_{12}(Na)$	H
5- Hektorit	$Li_2(Al,Fe,Mg)(Si_2Al_2)O_5OH$	A
C. İllit Grubu		
İllit	$(Al_4Fe_4Mg_6)O_{20}(OH)_4Ky(Si_{8-y}Aly)$	A
D. Klorit Grubu		
1- Atapulgit	$Mg_5Si_8O_{20}(OH)_2 \cdot 4H_2O$	A, KÇ
2- Sepiyolit	$Mg_6Si_8O_{20}(OH)_{4.n} \cdot H_2O$	A, KÇ
3- Alofan	$Al+SiO_2+H_2O$	A
A: Fiziksel ve kimyasal ayrışma, H: Hidrotermal ayrışma, KÇ: Kimyasal çökelim		

2.2. Kil Minerallerinin Oluşumu

Kil mineralleri her tür sediman ve sedimanter kayaçlarda oluşurlar ve hidrotermal yatakların önemli bileşenleridirler. Volkanik veya sedimanter (tortul) kayaçların erozyon ürünleridir. Sedimanter kayaçların %40'ını oluştururlar (Bormans, 2004).

Sedimanter kayaçlar, üretim miktarı ve değer açısından magmatik ve metamorfik kayaçlara göre oldukça farklı bir yerdedir. Metalik olmayanlar diğerlerine göre sıralandığında, sıralamada öncelikle; kum, çakıl, kireçtaşı, kil ve tuz materyalleri bulunur. Bunların tümünün değeri tüm endüstriyel kayaç ve minerallerin %60 kadarını kapsar. Tonaj olarak ise %90 ve hatta daha fazlasını oluşturur Tortulaşma veya sedimantasyon sonucu meydana gelirler; genellikle tabakalıdırlar ve çoğunlukla fosil içerirler. Oluşumlarına göre; klastik (kırıntılı), organik ve kimyasal olmak üzere üç sınıfa ayrılırlar. Klastik tortul kayaçlar: çeşitli büyüklüklerde taş ve mineral parçalarının karalarda ve denizlerdeki tortulaşma havzalarında çökelmeleri ile meydana gelen taneli-parçacıklı kayaçlardır. Bu tip kayaçlarda farklı tür ve bileşimlerde mineral ve kayaç parçaları yer alır. Bunlar; kuvars (%35-50), kil mineralleri (serisit, muskovit, illit, montmorillonit, klorit, kaolinit, boksit grupları, %25-35), Feldispatlar, %5-15 (ortoglaslar plajioklaslardan daha çok), muskovit, biyotit, klorit, (%0,1-0,4), gibi minerallerdir. Bunlar arasında kil mineralleri önemli bir grup oluştururlar. Çoğu kil daha önceki mevcut kayaçların bir kalıntısı olarak oluşur. Kil, bozuşmuş kayacın yerinde kalabilir veya taşınarak sedimentler gibi depolanmaktadır (Biçici, 2010).

Kil minerallerinin oluşumu, değişik olayların etkisi altında gerçekleşir. Kil yatakları, killi şist, grovak ve feldispatça zengin kayaçların alterasyon örtüsünden aşınma ve taşınma sonucu tatlı su havzalarında çökmesiyle oluşurlar (Biçici, 2010: 8).

Potasyumun tümüyle uzaklaştırıldığı ileri derecede bir ayrışma sonucunda *kaolinit*, yarı kurak ve ılımlı iklim kuşaklarında meydana gelen ayrışmalarla ve potasyumca zengin bir ortamda *illit*, killi kayaçların erozyonu ile *serisit* oluşur. Bazik kayaçların ve volkanik küllerin ılımlı iklim bölgelerindeki ayrışmaları ile ve magnezyumca zengin ortamlarda *montmorillonit*, lagünlerde ve sığ deniz diplerinde diyajenez olayı sonucu, demirce zengin ortamlarda ise *kloritler* meydana gelir (Biçici, 2010: 8).

Kil oluşumu, tektonik hareketlerin yavaşladığı, iklimin yağışlı ve sıcak olduğu devirlerde yaygındır. Aşınma ve taşınma sürati, kaolinleşmeyi hazırlayan kimyasal olayların sona ermesine izin vermezse ortaya çıkan kil ve kaolin yataklarının kalitesi, tane inceliği, plastisite, ateşe dayanım ve homojenite yönünden düşük olur. Kil yatakları, genellikle tersiyer yaşlıdır. Jeolojik yaş ile beraber diyajenez etkisi de arttığından killeri; refrakter killere, boksitlere ve şifertona dönüşerek, plastisite özelliklerini geniş ölçüde kaybederler. İnce seramik killeri ve bağlayıcı killeri genellikle neojen, refrakter killeri: eosen, boksit ve şifertonlar karbonifer yaşlıdır (Kuşcu, 2001; Ketin, 2006).

2.3. Kil Minerallerinin Genel Özellikleri

Kil minerallerinin değerlendirilmesinde en önemli özellikleri mineraloji, mineral kimyası, tane boyutu, tane şekli, yüzey alanı, yüzey kimyası, renk, viskosite, plastisite, absorpsiyon, adsorpsiyon vb. özellikler önemli rol oynar. Seramik sanayinde killerin kullanımında kil hammaddesinin kalitesi önemlidir. Uzun jeolojik süreçler boyunca oluşan kil hammaddeleri çeşitli teknolojik yöntemlerle seramik ürünlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Dolayısıyla kil hammaddesinin mineralojik ve kimyasal özelliklerinin ayrıntılı olarak tanımlanması ve gerektiğinde çeşitli karışımlarla bileşimler hazırlanarak ülke endüstrisine katkılar sağlanması önem arz etmektedir. Kullanılacak hammaddelerin özelliklerinin belirlenmesinde disiplinler arası çalışmaların artırılması hammadde ihtiyacının karşılanmasını sağlayacaktır (Karakaya, 2007).

Killerdeki başlıca kimyasal bileşenler; silika, alumina, alkali esaslı mineraller, kalsiyum, magnezyum, titanyum, bileşikler, çok az miktarlarda manganez ve diğer bileşiklerdir. Bu bileşiklerin her biri farklı şekillerde kilin özelliklerini etkiler. Örneğin; kil içindeki serbest silika, plastikliği, kuruma ve pişme esnasındaki küçülmeyi, taneler iri ise kırılma mukavemetini azaltır. Demir bileşikler ise renk ve ergime özelliklerini etkilemektedir (Grimshaw, 1971).

Kaolinler primer oluşumlar oldukları için, bünyesinde daha az yabancı madde içerirler dolayısıyla segonder oluşumlu killere göre pişme renkleri beyazdır. Killerin pişme sırasında sinterleşmesi ilerledikçe renk şiddeti artar (Tanışan ve Mete, 1986).

Kilin en önemli özelliklerinden biri plastikliktir. Kil mineralleri, kaolen ve killeri plastik şekillenme özelliklerinden dolayı klasik seramiklerin temelini oluşturur. Bir kil

ne kadar az su ile şekillendirilir ve su katkı miktarı ile akışma özelliği çabuk değişmez ise (intervall geniş), o kıl o derece iyi plastik özelliğe sahip kil olarak adlandırılır (Sazcı, 2001: 28).

2.4. Bentonitler

Bentonit esas minerali montmorillonit olan killer için yaygın ve ticari olarak kullanılan bir terim olup en az %85 montmorillonit içeren yumuşak kolloidal özellikli bir alüminyum hidrosilikattır. Bentonit, ticari anlamda suyla temasa geçince şişebilen, asitle aktifiendirilebilen, sondaj çamurlarını koyulaştıran ve geniş yüzey alanı gösteren bir kil mineralidir (Kaya, 2011: 19).

Bentonitler: Bentonit, montmorillonit (ya da smektit) minerali içeren kil grubunun genel adıdır. Volkanik küllerden oluştuğu öne sürülmektedir. Tane boyutu çok küçük olduğundan dolayı çok yüksek plastisite ve kuru mukavemete sahiptir. Ancak kuruma küçülmesi ve deflokülasyon problemlerinden dolayı yaygın olarak kullanılmazlar. Bunun da ötesinde, bazı kaolinitik killer montmorillonit içerdiği için tercih edilmemektedirler. Bunun nedeni, az miktarda montmorillonit (yaklaşık %5), kimyasal bileşimi aynı olan ancak montmorillonit içermeyen bir kile kıyasla plastisite, ham mukavemet, pişme küçülmesi ve deflokülasyon özelliklerini önemli ölçüde etkiler (Kayacı, 2007: 14).

Bentonitin, çeşitli endüstriyel proseslerde kullanımı, yapısı ve bileşimi ile yakından ilgilidir. Tane boyu, tane şekli, yüzey kimyası, yüzey alanı, renk, aşındırma, Ana Kil minerallerinin suya karşı davranışları, bu minerallerin sınıflandırılmasında ana faktörlerden birisidir. Bentonitler esas itibarıyla suda şişen Na Bentonit ve bu özelliği daha az olan, dengeli kalsiyum ve sodyum içeren bentonitler (Mix Bentonitler) ve suda şişmeyen kalsiyum bazlı bentonitler olmak viskozite, plastisite, absorpsiyon, adsorpsiyon vb. özellikler çeşitli endüstriyel alanlarda kullanımını önemli ölçüde etkilemektedir. Endüstriyel kullanımlar için bentonitin değerlendirilmesinde, kimyasal bileşimden ziyade fiziksel özellikleri önemlidir (Kaya, 2011: 19).

Bentonitler esas itibarıyla suda şişen Na Bentonit ve bu özelliği daha az olan, dengeli kalsiyum ve sodyum içeren bentonitler (Mix Bentonitler) ve suda şişmeyen kalsiyum bazlı bentonitler olmak viskozite, plastisite, absorpsiyon, adsorpsiyon vb. özellikler çeşitli endüstriyel alanlarda kullanımını önemli ölçüde etkilemektedir.

Endüstriyel kullanımlar için bentonitin değerlendirilmesinde, kimyasal bileşimden ziyade fiziksel özellikleri önemlidir. Aşağıda özelliklerden en önemlileri verilmektedir. Bu üzere üç ana grupta sınıflandırılırlar. Şişme özelliği olan Na - bentonitler bünyelerine yaklaşık 1-15 kat su alabilme özelliğine sahiptirler. Su ile karıştırıldığında kolloidal özellik göstermesi, su ve bazı organik sıvı ortamda hacimce şişmesi bu killere geniş bir kullanım alanı sağlamaktadır. Şişmeyen killer olarak adlandırılan Ca-bentonitlerde ise tabakalar arasında değişebilen iyonlarda kalsiyum mevcuttur (Kaya, 2011: 19).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KEDİ KUMU VE ÖZELLİKLERİ

Sepiyolit, bentonit, attapulgit gibi absorban özelliğe sahip killer için en önemli pazarı, kedi kumu oluşturmaktadır. Bu sektörde kullanılacak kilin en önemli karakteristik özellikleri absorpsiyon gücü, bulk yoğunluğu, granüllerin boyutudur. Kullanılacak kilin absorpsiyon kapasitesi yüksek, 1-6 mm arasında granül boyutuna sahip olması gerekir. Kedi kumu olarak kullanılan killer ağır ağırlıklı killer (bentonit) ve hafif ağırlıklı killer (Sepiyolit, attapulgit) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Avrupa pazarının %70'ini hafif oluşturmaktadır (Gülecan, 2011: 82).

Kedi kumu olarak sıklıkla kullanılan madenler diatomit, bentonit ve sepiolit'tir. Farklı kimyasal bileşimde ve farklı yapıda olan bu madenler çeşitli işlemler uygulanarak kedi kumu olarak kullanılabilir hale gelmektedir. Doğal diatomit kumlarda karbon katkısı ve ısı işlemi uygulanarak yapısındaki porların artışı sağlanılır. Böylece emiş gücü artırılan diatomit kumlar daha fazla sıvı emme kabiliyeti kazanır. Diatomit kumların kullanımı sırasında yaşanabilecek diğer bir problem ise filtrasyon yeteneğine sahip olmasından kaynaklanabilir. İdrarın kum kabında uzun süre beklemesi söz konusu olduğunda emilen idrarın süzülerek alta geçmesi ve burada birikerek kokuya neden olması mümkündür. Bu nedenle kullanımın sırasında sık sık kum değişimi yapılarak veya ıslanmış bölgeleri temizleyerek koku oluşumuna engel olmak gerekebilir (www.patimbenim.com 16.03.2025).

Bentonit doğada daha sınırlı olarak bulunduğundan daha pahalı olan bir kil çeşididir. Sodyum bentonit ve kalsiyum bentonit olarak iki farklı kimyada olabilen bu kil, kullanılacağı sahaya göre uygulanan kimyasal işlemler ve mineral katkıları ile değişik nitelikler kazandırıldıktan sonra kullanılmaktadır. Kedi kumu amaçlı, saf bentonit olarak kullanılan ve sıvıyı absorbe etme gücü yüksek olan bu kumun en belirgin özelliği topaklanma ve taşlaşmadır. Hızlı bir şekilde emilen idrar kısa sürede topaklanır ve sonrasında da sert bir kitle halini alır. Oluşan bu topakların alınması ile kumun uzun süre temiz kalması mümkün olabilir. Sepiolit özellikle Eskişehir yöresinde üretimi yapılan ve lületaşı olarak bilinen madendir. Beyaz renkte olan sepiolit özellikle toksin tutucu ve topaklanma özelliği yanında temizliği kolay olduğundan tercih

edilebilir (www.petmekan.com 17.04.2025). Son dönemlerde petshop raflarında değişik markalı ve farklı şekillerde sıkça rastlanılan ve oldukça rağbet gören bir diğer kum çeşidi de silika kumlardır. Bu kumlar kristal kedi kumu olarak da biliniyor. Kullanılması ve temizliği oldukça kolay olan bu kumların en büyük özelliği çok yüksek oranda su emebilmeleridir. Ayrıca çok yüksek oranda kokuyu hapsedmeleri de tercih edilmelerinde en büyük faktördür (www.petburada.com 19.04.2025).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. SERAMİK SIRLARI

4.1. Seramik Sırının Tanımı ve Tarihçesi

Sır seramik bünyenin üzerini tamamen kaplayan, soğuduğunda kimyasal ve fiziksel olarak bağlanan camsı tabakadır (Özder, 2013: 85).

Seramik ürünler, dayanıklılığı, hijyeni ve güzelliği artırmak gibi birçok nedenden dolayı endüstriyel ve sanatsal seramik üretiminde tercih edilen bir uygulamadır. Ateş Arcasoy, “Seramik Teknolojisi” adlı kitabında seramiğin sırlarını şöyle anlatmaktadır: “Seramikte “sır” denilen madde, ince bir seramik kili tabakasıdır. Bir tabaka şeklinde kaplayarak üzerine eriyen cam veya camsı benzeri bir yapıdır”. Seramik yüzeyi kaplayan cam veya camsı tabakaya sır denilmektedir (Özdemir, 2023: 4).

Seramik sırının tarihi çok kesin olarak bilinmemektedir, camın buluş tarihi ile yakınlık göstermektedir. Camın üretimi seramik tarihinden öncesine dayanmaktadır. Doğa bilimci ve tarihçi Romalı Gaius Plinius Secundus “Suriye kıyılarına çıkan gemiciler, gemiden getirdikleri güherçile (KNO_3) ile kumların üzerinde odun ateşi yaktıktan sonra küllerin içerisinde parlak camsı parçalar bulurlar” şeklinde açıklamıştır. Büyük olasılıkla İ.Ö 3200 yıllarında Mısır’da kuvars, steatit gibi doğal taşların sırlanması seramik-cam arası bünyeye sahip olan “Mısır Çamuru (Egyptian paste)” da seramik sırının bir önceki aşamasıdır. Mısır seramiklerinde kullanılan ilkel seramik sırı soda ($NaCO_3$) ve kum (SiO_2) karışımıdır. Bu iki madde eriyerek tesadüfen seramik sırı bulunmuştur. Alkali (Na_2O) oranı yüksek olduğundan sırda çok fazla çatlama meydana gelmiştir. İÖ 9-7. yüzyıllarda da Asurlar tarafından kurşun oksit (PbO) kullanılmaya kadar sır çatlaklarına rastlanmaktadır. Asurların kalaylı (SnO_2) örtücü seramik sırlarıyla sırladıkları tuğlalar önce İspanya’ya oradan da İtalya’ya geçmiştir (Özdemir, 2023: 4-5).

4.2. Sırların Sınıflandırılması

Bu durumda genel bir sınıflandırma düşünülürse; bileşenlerine, üretim yöntemine ürün cinsine, fırın atmosferine ve yüzey görünümüne bağlı olarak sınıflandırılabilirler (www.scribd.com 18.05.2025).

Bileşimlerine göre;

- Kurşunlu
- Borlu
- Alkalili
- Kurşunlu-Borlu
- Kurşunlu-Borlu-Alkalili
- Kalaylı
- Çinkolu... vb. sırlar şeklinde sınıflandırılabilirler.

Üretimlerine göre;

- Ham sırlar
- Firitli sırlar
- Tuz sırları

Ürün cinsine göre;

- Porselen sırları
- Fayans, yer karosu sırları
- Sıhhi tesisat sırları

Fırın Atmosferine göre;

- Redüksiyon sırları
- Oksidasyon sırları
- Tuz sırları

Yüzey görünümlerine göre;

- Şeffaf
- Opak
- Mat
- Krsital
- Aventurin
- Krakle (Çatlaklı)
- Lüster
- Toplanmalı sırlar vb.

Sırın öncelikle hangi bünyeye, hangi sıcaklığa ve hangi atmosfere göre hazırlanması gerektiğinin bilinmesi önemlidir. Sır bileşimindeki ergiticiler suda çözünüyorsa bu tip sır bileşiklerini mutlaka fritleştirmek gerekir. Ya da düşük sıcaklıkta pişirimi yapılacak olan sırlı pişirim için genleşme katsayısı, yüzey gerilimi özellikleri açısından fritleştirmek gerekir (www.scribd.com 18.05.2025).

Sır uygulandığı bünyeye (www.ortaformat.org 18.03.2025);

- Parlak ve düzgün bir yüzey sağlar.
- Geçirgensizlik oluşturduğu için bünyeyi sıvı ve gazlardan koruyup yalıtır.
- Mekanik mukavemet, elektriksel yalıtkanlık sağlar.
- Asitlere, bazlara, çizilmelere ve çarpmalara karşı bünyeyi korur.
- Hijyenikliği sağlar, mikroorganizma oluşumunu engeller ve bu tip mikroorganizmaların hareketlerini sınırlandırır. Kirlenmeyi önler, kolay temizlik sağlar.
- Estetik olarak ürünlerin yüzeylerinde mat, parlak ve kristal özellik, renklendirilebildiği içinde, dekoratif görünüm sağlar. Yani, seramik yüzeyine renk ve doku özellikleri getirerek estetik değerini artırır.

4.3. Deneysel Çalışmada Kullanılan Sırlar ve Özellikleri

4.3.1. Şeffaf Sırlar

Şeffaf sırlar, örtücü değildir. Bu yüzden sırlandıkları seramik bünye rengini ya da yapılan dekorları gösterirler. Sır altı dekor yapılan karo, çini gibi ürünlerde kullanımı önemlidir. Fritli ve Ham sırlar şeklinde hazırlanabilirler. Akıcı özellik gösterebilmektedirler. Bu nedenle çok kalın sırlanmamalıdır. Sır kalınlığı 0.4–0.5 mm. yeterlidir. Şeffaf sırlar renk veren oksit ya da seramik boyalar ile renklendirilerek kullanılabilirler. Mat ve opak bir sırla beraber kullanıldığında, güzel sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Sır altı dekor yapıldığı kullanılan sırın bileşiminde yüksek oranda bir oksit varsa özellikle kobalt mavisi rengin kalitesinin bozulduğu gözlenmektedir. Bu tür çalışmalarda ham sır yerine fritli şeffaf sırlar tercih edilmelidir (Şölenay, 2009: 43).

4.3.2. Opak Sırlar

Opak sırlar, mat sırlar gibi seramik yüzeyi tamamen örterek bünyenin rengini göstermezler. Şeffaf bir sırla opaklaştırmak için en yaygın olarak kullanılan oksitler

Kalay oksit, ZnO ve Zirkon Oksittir. Bu oksitlerden Kalay oksidin opak sirlarda kullanılmaya başlanması diğer iki okside göre daha eskidir. 9. ve 10. yüzyıllarda Orta Doğu'ya ithal edilen beyaz porselen çok beğenilmiştir. Kalay (Kalay oksit) kullanılarak sirların eklenmesiyle beyaz ve örtücü bir yüzey elde etmişlerdir. Saydamlığı donuklaştıran sirların kullanımı bütün Avrupa'ya yayılmıştır. 13. yüzyıldan itibaren kalaylı sır İspanya'da çok süslü İspanya-Arap ürünlerinin yapımında kullanılmıştır. İspanya'dan İtalya'ya geçmiş ve burada Mayolika adını almıştır. Zamanla İtalyan çömlekçileri bu tekniği Fransa, Hollanda ve giderek İngiltere'ye taşımışlardır. Bu nedenle "beyaz sır" olarak tanımlanan kalay sırlı seramikler bol renkli bezemelerle süslenmiştir (Şölenay, 2009: 44-45).

4.3. Sır Bünyesinde Kullanılan Oksitlerin Özellikleri

4.4.1. Alüminyum Oksit (Al_2O_3)

Alüminyum oksit doğada bulunan kaolin, pegmatit, nefelinli siyanit, apilit, feldspat, kaolenit, lepidolit, petalit cevherleri sırda kullanıldığı takdirde bu cevherlerin alüminyum oksit içermesi nedeniyle sır bileşimine girer. Ancak sır yapımında feldspat, nefelinli siyanit ve kaolin dışındaki diğer hammaddeler kimyasal yapılarındaki süreksizlik nedeniyle sır yapımında kullanılmamaktadır. Son zamanlarda seramik yapımında tekniklerin gelişimi çok daha dar aralıklarda camlaşabilen sır yapımı gerektirdiğinden $Al(OH)_3$ veya kalsine alümina (Al_2O_3) kullanımı, bu hammaddelerin safsızlık içermeleri nedeniyle tercih edilmektedir (Nelson, 1984: 242).

4.4.2. Bor Oksit (B_2O_3)

Sır yapısında yer alışı açısından silikaya benzer özellikler gösterir. Ancak sır bileşimlerinde kullanılan hammaddeler için son derece kuvvetli bir eritkendir. Bor oksit suda çözünmesinden dolayı bor oksit bileşikleri fritleştirilerek kullanılır. Kuvvetli bir eritken olmasına rağmen, düşük genleşme katsayısı gösterir. Bor oksit sirlara çinko borat, kalsiyum borat veya çeşitli borlu sırçalardan girebilmektedir. Bunun yanında ülkemizde bol miktarda bulunan üleksit, kolemanit ve pandermitten alınmaktadır (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

Bor oksit sırda fazla kullanıldığı zaman sırda beyaz bir örtücülük oluşturur. Sırda kalsiyum oksit ve çinko oksitin bulunması ile bu örtücülük bor tülü adı ile bilinen bir beyazlığa sahip olur. Bu örtücülüğü önlemek için sırda alüminyum oksit oranını artırmak gerekir. Bor oksit renklendirici oksitlerin etkisini artırır ve bu özelliğinden dolayı alkalilere benzemektedir. Çeşitli renklendirici oksitler ile birlikte efektlerini oluşturur (Rhodes, 1973: 94). Bor oksit sır çatlağının giderilmesi için sıralarda az miktarda kullanılması olumlu sonuç verirken %12 üzerine çıkıldığında çatlaklıklar oluşur. Sırlara bor oksit ile beraber kalsiyum oksitin kullanılması olumlu sonuç verir. Örneğin çizilmeye karşı dayanıklı ve parlak yüzeyler oluşturur. Bunun yanında geniş bir erime intervaline sahiptir (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

4.4.3. Kalsiyum Oksit (CaO)

Sır bileşimde çoğunlukla kullanılan oksitlerden birisidir. Sırlara genellikle kalsiyum karbonat yapısında mermer, tebeşir ve kalktan katılır. Kalsiyum oksit sır içerisinde diğer oksitler ile birleşerek cam oluşumuna yardımcı olur. Kalsiyum oksitin erime sıcaklığı yüksek olmasına rağmen sırda eriticilik görevini yapar. Yüksek sıcaklıklarda temel bir eritici, fakat düşük sıcaklıklarda sıırı eritebilmek için kalsiyumun yanında kurşun, çinko ya da sodyum gibi diğer eriticiler kullanılmalıdır (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

4.4.4. Kurşun Oksit (PbO)

Sırlarda çok fazla kullanılan ve erime derecesi çok düşük olmasından dolayı iyi bir eritici. Kurşun oksitin sıırın içerisine konulması ile birlikte şu özellikleri gözlenir; ışık kırınım katsayısının yüksekliğinden dolayı yüksek parlaklık verir, alkalilerle karıştırıldığında sıırın genleşme katsayısını düşürür, sıırın viskozitesini düşürür, yüzey gerilimini artırır. Aynı zamanda sırlarda akıcılık oluşturduğu için artistik sırlardan akıcı sırlarda kullanılmaktadır (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

4.4.5. Silisyum Oksit (SiO₂)

Bütün sırlarda kullanılan tek oksit silisyum oksittir. Kaolin, kil, feldspat ve kuvarstan sır reçetesine girmektedir. Sırlarda cam yapıcı olarak bulunur. Ancak diğer

bazik oksitlerle uygun ortamlarda birleştiği zaman bu görevini yapabilir. Silisin erime sıcaklığı çok yüksek olduğundan dolayı sırların erime sıcaklığını yükseltir. Bundan dolayı düşük sıcaklıklarda silis az kullanılır (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

4.4.6. Sodyum Oksit (Na_2O)

Sodyum, sırlarda en çok kullanılan belli başlı oksitlerden biridir. Sırlara genellikle feldspatlardan girmektedir. Sodyum oksit sırda eriticilik görevi yapar. Düşük sıcaklıktan yüksek sıcaklığa kadar bütün sırlarda kullanılır. Bol miktarda sodyum oksit ihtiva eden sırlar, renklendirici oksitlerin ilavesiyle çok güzel bir şekilde renklendirilirler. Renge kuvvet ve parlaklık katar. İçerisinde sodyum bulunan sıra bakır oksit ilave edilmesi ile turkuaz mavisi oluşur. Sodyum oksitin dezavantajları da vardır. Yüksek oranda sodyum bulunan sırlarda çatlamalar görülür (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

4.5. Sır Renklendirilmesinde Kullanılan Oksitlerin zellikleri

4.5.1. Bakır Oksit (CuO)

Oksitleyici atmosferde yeşil ve mavinin tüm tonları, indirgen atmosferde ise yüksek sıcaklıklarda kırmızı renk elde edilmektedir (McKee, 1984: 81). Tarihte ilk kez Mısırlılar bakır oksiti alkali sırlarda kullanmışlardır. Kurşunlu sırlarda bakır oksit ilavesi ile yeşilin tüm tonları kurşunsuz alkali sırda ise mısır mavisi adı ile anılan mavinin tonları elde edilir. Kurşunlu bir sıra çok az oranda, yaklaşık %0,3 - 0,5 oranında bakır oksit katılarak normal atmosferli bir fırında pişirilir. in kırmızısının ortaya çıkması için bu sır 600- 800 $^{\circ}\text{C}$ 'de bu kez indirgen atmosferde ikinci kez pişirilir. Bu yöntem bakırla in kırmızısı renkler elde etmek için kullanılan yöntemlerden yalnızca biridir (Acarsoy, 1988: 190). Bakırlı sırlarda titan ile mavi yeşil renkler otaya çıkar. Bol lityumlu sırlarda, bakır bileşikleri ile mavi renkler elde edilebilmektedir (Acarsoy, 1988: 190). Siyah, mat ve metalik siyah sırlar elde etmek için, sırnın bakır ile doyurulması gerekmektedir.

4.5.2. Demir Oksit (FeO , Fe_2O_3)

Kil içerisinde demir oksit bulunduran bünye saydam sırlarla sarı, kırmızımsı kahverengi ve sarımsı kahverengi gibi renkler oluşurmaktadır Kilin pişme rengi, kil

içerisindeki demir oksit miktarına, sıcaklık derecesine ve atmosfere bağlıdır. Yüksek miktarlarda kurşun içeren sır kırmızı bünye üzerinde kullanıldığı zaman, renk kızıl renkte oluşur. Alkali sırlarda ise açık kızıl kahverengi ve sarı renk oluşmaktadır (Rhodes, 1973: 206).

Demir oksit indirgen alevde ısıtılınca manyetik özellik kazanır. Hidroklorik asit'te yavaş yavaş çözünür. Demir oksit her cins ve kayaçta serpilmiş olarak bulunabilir. (Kibici, 1997: 68) Demir oksit belki de en önemli renklendirici oksitlerden birisidir. Çoğunlukla toprak içerisinde bulunur. Yeryüzü önemli miktarda demir içerir. Demir oksitten dolayı pişirilmiş bütün killer koyu renklidir.

4.5.3. Antimon Oksit (Sb_2O_3)

Kurşunlu sırlarda kurşun antimonat teşkil ederek sıra sarı renk verdiği halde kurşunsuz sırlarda metan antimonat teşkil ederek sıra fildişi renk verir. Antimon oksit zehirli olup suda çözünebilir özelliği vardır. Düşük sıcaklıklarda çinko ve zirkonyum ile beraber kullanıldığında sır opaklaşmaktadır (McKee, 1984: 87) Antimon ilaveli sıra % 5 kalay ilave edildiğinde sarı renk üzerinde olumlu etki bırakır. Kalay ile birlikte titan ilavesi sarı rengi kuvvetlendirir, fakat kalay olmadığı zaman kristalleşme oluşur. Bol kurşunlu antimon sarısı sırlar ile turuncu ve kızıl kahverengi tonunda renkler elde etme olanağı vardır. Bunun için sıra %1 ile %5 arasında değişen oranlarda sentetik kırmızı demir oksit katkısı ile olumlu sonuçlar alınır (Arcasoy, 1988: 197). Antimon ilaveli sırlarda sarı renk bazı oksitlerin ilavesiyle değişikliklere uğrar.

4.5.4. Kalay Oksit (SnO_2)

Örtücü sır yapımında en çok kullanılan oksitlerden birisidir. Fakat günümüzde pahalı olmasından dolayı yerini yavaş yavaş zirkon okside bırakmaktadır. Mayolika, Fayensa Delf ve İspanya seramiklerindeki beyaz örtücülük için kalay oksitten faydalanılmıştır (McKee, 1984: 89). Krom oksit ile elde edilen pink boyalarının yapısında kalay oksit bulunur. Oksit ile elde edilen yeşil sır, kalay oksit ilave edildiğinde renk maviye dönüşür. Bu tür sırlarda kobalt kullanılmadan gök mavisi sırlar elde edilebilir.

4.5.5. Kobalt Oksit (CoO)

Kobalt oksit, renklendirici oksitler içerisinde en kararlı ve güvenilir bir oksittir. Kobalt oksit bütün sır türlerinde ve değişik atmosferlerde sürekli mavi ve tonlarını verir. Sırda kullanım şekli genellikle kobalt karbonat ya da kobalt oksit şeklindedir. Kobalt oksitin mavi renk verdiği, ilk defa 1540 yılında tesadüf eseri bir cam atölyesinde bulunmuştur. Kobalt oksit en güçlü renklendirici oksitlerdendir. Sır içerisine %1'den daha az konulduğunda orta koyulukta mavi, %1 konulduğunda ise koyu mavi renk %1'den fazla konulduğunda mavi siyah arası veya siyah bir renk elde edilir (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

4.5.6. Krom Oksit (Cr₂O₃)

Krom oksit çok kullanışlı bir renklendirici oksittir. Aynı zamanda krom oksit, kırmızı, sarı, pembe, kahverengi veya yeşil sırların üretilmesinde kullanılır. Bu renkler kullanılan sır türüne ve pişirim derecesine bağlıdır. İçerisinde çinko oksit olmayan veya çok miktarda kurşun bulunan sırlarda, krom oksit yeşil renk verir. Yeşil koyu ve yoğun dur. Ancak sırlarda çinko bileşiklerinin yer alması yeşil rengin bozulmasına ve gri - kahverengiye dönüşmesine neden olur. Düşük sıcaklıklarda kurşunlu sırlara krom oksit ilave edildiğinde kırmızı renk elde edilir. Düşük sıcaklıklarda kurşun oksit miktarı kadar sodyum oksit içeren sırlarda krom oksidin ilavesi ile açık sarı bir renk elde edilir. Krom ile elde edilen kırmızı sırlar bünyelerinde diğer oksitlerin yer almaları ile bazı değişikliklere uğrarlar. Bor oksidin yer alması ile renk siyah benekler oluşur. Çinko oksit ile renk kahverengiye dönüşmektedir. Titan oksit ilavesi ile renk yeşil - siyah tonlarına dönüşür. Krom kırmızısı sırlarda diğer bir özellik de sırda kristallenmeler görülür. Bu kristallenmeyi önlemek için sıra kalay oksit ilave edilmesi gerekir ve böylelikle parlak ve yumuşak bir görünüm oluşur (Taçyıldız, 2018; Acarsoy ve Başkıran, 2021).

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

5.1. Kullanılan Hammaddeler

Ticari olarak satılan kedi kumu ile birlikte opak ve şeffaf sırdan reçete hazırlanmıştır. Sır reçetesi hazırlanırken renk verici oksitler; bakır oksit, kırmızı demir oksit kullanılmış ve seçilen renk verici oksitler artan oranlarda (%0.5, %1, %1.5, %3, %4 ve %5) ilave edilmiştir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Renkli Oksitler

Demir Oksit (Fe_2O_3) (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
0.5	0.5
1	1
1.5	1.5
3	3
4	4
5	5

5.2. Sır Hazırlama

Tablo 5.2 ve Tablo 5.3'te verilen reçeteler 10 gr olarak tartılıp porselen havanda öğütülmüş ve bisküvi pişirimi yapılan deneme plakalarına akıtma yöntemiyle uygulanmıştır. Renklendirici oksit olarak bakır oksit (CuO) ve demir oksit (Fe_2O_3) kullanılmıştır.

Tablo 5.2. Şeffaf Sırlı Reçeteler

Şeffaf Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO), Demir Oksit (Fe_2O_3) (%)
95	5	5
90	10	10
85	15	15
80	20	20
70	30	30
60	40	40
50	50	50

Tablo 5.3. Opak Sırlı Reçeteler

Opak Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO), Demir Oksit (Fe ₂ O ₃) (%)
95	5	5
90	10	10
85	15	15
80	20	20
70	30	30
60	40	40
50	50	50

5.3. Sırın Uygulanması ve Pişirilmesi

Hazırlanan reçetelerde şeffaf ve opak sır, farklı miktarlarda olacak şekilde kedi kumu ile karıştırılmış, yapılan karışıma renklendirici olarak bakır oksit ve demir oksit ilave edilmiştir. Reçetelerde şeffaf ve opak sır, kedi kumu ve renklendirici malzemelerin farklı miktarlarda olarak denenmesindeki amaç, sıran renk, parlaklık, matlık, yüzey düzgünlüğü ve akışkanlık gibi özelliklerini nasıl etkilediğini test etmektir. Reçetelerdeki malzemelerin tartılmasından sonra öğütme ve akıtma yöntemi ile sırlama yapılmıştır (Görsel 5.1).



Görsel 5.1. Sırlama Uygulama Aşaması

Hazırlanan deneme reçeteleri 1050 0C ve 1100 0C’de pişirilmiştir. Pişirim işleminden sonra çıkan deneysel sonuçlar 6. Bölümde yer almaktadır.

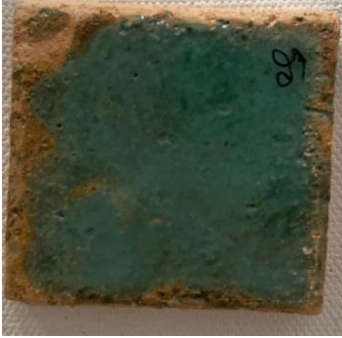
ALTINCI BÖLÜM

6. DENEY SONUÇLARI

6.1. Reçete Deneme Sonuçları

Plakalar üzerinde gerçekleştirilen kedi kumu ve belirlenen ergitici ile birlikte kedi kumunun oranı yüksek oranlardan başlayıp belli ölçülerde azaltılıp aynı oranda ergiticinin artırılmasıyla sonuçlar elde edilmiştir.

Ergiticinin az olduğu denemelerde rengin daha açık ve parlak görünümü elde edilmiş, ergiticinin oranının artması bentonit kullanımıyla rengin daha koyu mat ve toplayıcılığı yüzey üzerinde gözlenmiştir. Reçetede opak sıranın miktarının yüksek olması yapılan seramik yüzey denemesi ve çalışmalarında ortaya çıkan rengin daha çok su yeşili ve parlaklığı görünmektedir. İkinci reçetede rengin koyu yeşilimsi ve kahverengi tonları yüzey parlaklığı ile birlikte görülmüştür. Son olarak üçüncü reçetede azaltılan opaklık arttırılan kedi kumu ve bakır oksit (CuO) yüzeyin mat koyu gri rengin görüldüğü ve yüzey tabakasının kedi kumu ile birlikte daha dolgun yüzeye görüldüğü elde edilmiştir (Görsel 6.1, Görsel 6.2).

SIR DENEMESİ (1050°C)	REÇETE%
	Şamot Çamuru Opak Sır..... 95 Kedi Kumu..... 5 Bakır Oksit(CuO)..... 5
	Şamot Çamuru Opak Sır..... 70 Kedi Kumu..... 30 Bakır Oksit(CuO)..... 30

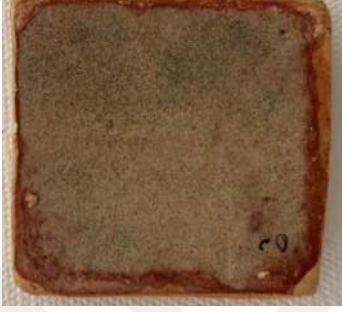
	Şamot Çamuru Opak Sır..... 50 Kedi Kumu..... 50 Bakır Oksit(CuO)..... 50
---	--

Görsel 6.1. 1050 °C Deneme Sonuçları

SIR DENEMESİ (1050°C)	REÇETE%
	Şamot Çamuru Şeffaf Sır..... 95 Kedi Kumu..... 10 Bakır Oksit(CuO)..... 10
	Şamot Çamuru Şeffaf Sır 80 Kedi Kumu..... 20 Bakır Oksit(CuO)..... 20
	Şamot Çamuru Şeffaf Sır 60 Kedi Kumu..... 40 Bakır Oksit(CuO)..... 40

Görsel 6.2. 1050 °C Deneme Sonuçları

1100 °C'deki sır denemeleri incelendiğinde koyu kiremit renginin oluştuğu ve demir oksit miktarı arttıkça toplanma oluştuğu gözlenmiştir. Şamot çamurunda renk etkisinin daha koyu olduğu ve mat yüzeyler oluştuğu tespit edilmiştir. Demir oksit (Fe_2O_3) yapılan denemeler ve çalışmalar üzerinde reçete ölçeğinin artması ile rengin daha koyumsu mat ve kırmızı renk elde edilmesi gözlenmiştir (Görsel 6.3).

SIR DENEMESİ (1100°C)	REÇETE%
	Şamot Çamuru Şeffaf Sır..... 95 Kedi Kumu..... 5 Demir Oksit(Fe_2O_3)..... 5
	Şamot Çamuru Şeffaf Sır..... 80 Kedi Kumu..... 20 Demir Oksit(Fe_2O_3)..... 20
	Şamot Çamuru Şeffaf Sır..... 70 Kedi Kumu..... 30 Demir Oksit(Fe_2O_3)..... 30
	Şamot Çamuru Şeffaf Sır..... 60 Kedi Kumu..... 40 Demir Oksit(Fe_2O_3)..... 40

Görsel 6.3. 1100 °C Deneme Sonuçları

1050 °C sır denemeleri incelendiğinde reçetedeki opak sır plakalara camsı özellik ve beyazlık sağlamıştır. Kedi kumu taneciklerinin yoğun olduğu bölgede bentonitten dolayı toparlanmalar görülmüştür (Görsel 6.4).

SIR DENEMESİ (1050°C)	REÇETE%
	Beyaz Çamur Opak Sır..... 95 Kedi Kumu..... 5
	Beyaz Çamur Opak Sır..... 70 Kedi Kumu..... 30
	Beyaz Çamur Opak Sır..... 50 Kedi Kumu..... 50

Görsel 6.4. 1050 °C Deneme Sonuçları

6.2. Deneysel Çalışmaların Sanatsal Uygulamalarda Yorumlanması



Görsel 6.5. Tasarım 1

Tasarım 1’de yer alan eser; serbest elle şekillendirilmesi yapmıştır. Şeffaf sır, opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO), demir oksit (Fe_2O_3) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.1’de yer alan reçeteye uygun olarak hazırlanan eserin hazırlanmasında farklı üç ölçüm kullanılmıştır. Geyik figürünün alt kısmında opak sır (%95), kedi kumu (%5) ve bakır oksit (%5) kullanılmış, yapılan denemede açık yeşil bir renk elde edilmiştir. Kupanın en altında opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve bakır oksit (%20) kullanılmış, yapılan bu denemede daha koyu yeşil tonlar elde edilmiştir. Eserin kulpunun yapımında şeffaf sır (%50), kedi kumu (%50) ve demir oksit (%50) kullanılmış, koyu kırmızı ve daha mat bir renk elde edilmiştir.

Tablo 6.1. Tasarım 1’de Kullanılan Reçete

Şeffaf Sır (%), Opak Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO), Demir Oksit (Fe_2O_3) (%)
95	5	5
80	20	20
50	50	50



Görsel 6.6. Tasarım 2

Tasarım 2’de yer alan eser; serbest elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO), demir oksit (Fe_2O_3) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.2’de yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı dört ölçüm kullanılmıştır. Kupanın kulpunda opak sır (%95), kedi kumu (%5) ve bakır oksit (%5) kullanılmış, yapılan denemede açık turkuaz ve mavi bir renk elde edilmiştir. Kupanın üst kısmında opak sır (%85), kedi kumu (%15) ve demir oksit (%15) kullanılmış, yapılan bu denemede koyu kırmızı renk elde edilmiştir. Kupanın alt tarafında opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve demir oksit (%20) kullanılmış, koyu kırmızı ve daha mat bir renk elde edilmiştir. Kedi figürünün ayak kısmında opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve demir oksit (%50) kullanılmış, siyaha yakın bordo renk elde edilmiştir.

Tablo 6.2. Tasarım 2’de Kullanılan Reçete

Opak Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO), Demir Oksit (Fe_2O_3) (%)
95	5	5
85	15	15
80	20	20
50	50	50



Görsel 6.7. Tasarım 3

Tasarım 3'te yer alan eser; serbest elle şekillendirilmesi yapmıştır. Şeffaf sır, opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO), demir oksit (Fe_2O_3) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.3'te yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı üç ölçüm kullanılmıştır. Kedi figürünün alt kısmında opak sır (%85), kedi kumu (%15) ve bakır oksit (%15) kullanılmış, yapılan denemede açık turkuaz ve mavi bir renk elde edilmiştir. Kupanın en alt kısmında opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve bakır oksit (%20) kullanılmış, yapılan bu denemede koyu yeşil ve kahverengimsi renk elde edilmiştir. Kupanın kulpunda şeffaf sır (%50), kedi kumu (%50) ve demir oksit (%50) kullanılmış, koyu mat bordo bir renk elde edilmiştir.

Tablo 6.3. Tasarım 3'te Kullanılan Reçete

Şeffaf Sır (%), Opak sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%), Demir Oksit (Fe_2O_3)
85	15	15
80	20	20
50	50	50



Görsel 6.8. Tasarım 4

Tasarım 4'te yer alan eser; serbest elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.4'te yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı üç ölçüm kullanılmıştır. Kedi figürünün alt kısmında opak sır (%95), kedi kumu (%5) ve bakır oksit (%5) kullanılmış, yapılan denemede açık turkuaz ve mavi bir renk elde edilmiştir. Kupanın en alt kısmında opak sır (%85), kedi kumu (%15) ve bakır oksit (%15) kullanılmış, yapılan bu denemede koyu yeşil ve kahverengimsi renk elde edilmiştir. Kupanın kulpunda opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, koyu yeşil, bakırımsı bir renk elde edilmiştir.

Tablo 6.4. Tasarım 4'te Kullanılan Reçete

Opak sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
95	5	5
85	15	15
50	50	50



Görsel 6.9. Tasarım 5

Tasarım 5'te yer alan eser; şamot çamuru, kırmızı çamur plastik elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.5'te yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı iki ölçüm kullanılmıştır. Selçuklu yıldızı deseninin içerisinde opak sır (%95), kedi kumu (%5) ve bakır oksit (%5) kullanılmış, yapılan denemede açık turkuaz ve mavi bir renk elde edilmiştir. Selçuklu yıldızı deseninin yüzey kısmında ve kartal figürünün alt kısmında opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve bakır oksit (%20) kullanılmış, yapılan bu denemede koyu yeşil ve kahverengimsi renk elde edilmiştir.

Tablo 6.5. Tasarım 5'te Kullanılan Reçete

Opak sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
95	5	5
80	20	20



Görsel 6.10. Tasarım 6

Tasarım 6’da yer alan eser; şamot çamuru, kırmızı çamur ve beyaz çamur plastik elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.6’da yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı üç ölçüm kullanılmıştır. Çalışmanın ok yönlerinde ve çalışmanın merkezinin üst kısmında opak sır (%95), kedi kumu (%5) ve bakır oksit (%5) kullanılmış, yapılan denemede açık mavi bir renk elde edilmiştir. Çalışmanın yüzeyinin orta kısmında opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve bakır oksit (%20) kullanılmış, yapılan bu denemede koyu yeşil, kahverengimsi ve bakırımsı renk elde edilmiştir. Çalışmanın uç kısımların opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, yapılan bu denemede mat gri ve bakırımsı renk elde edilmiştir.

Tablo 6.6. Tasarım 6’da Kullanılan Reçete

Opak sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
95	5	5
80	20	20
50	50	50



Görsel 6.11. Tasarım 7

Tasarım 7’de yer alan eser; şamot çamuru, kırmızı çamur ve beyaz çamur plastik elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.7’de yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı iki ölçüm kullanılmıştır. Çalışmanın merkezinde opak sır (%95), kedi kumu (%5) ve bakır oksit (%5) kullanılmış, yapılan denemede açık mavi ve turkuaz rengi elde edilmiştir. Çalışmanın alt uç kısmında opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, yapılan bu denemede mat bakırımsı, gri ve koyu yeşil renk elde edilmiştir.

Tablo 6.7. Tasarım 7’de Kullanılan Reçete

Opak sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
95	5	5
50	50	50



Görsel 6.12. Tasarım 8

Tasarım 8’de yer alan eser; şamot çamuru, kırmızı çamur ve beyaz çamur plastik elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.8’de yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı üç ölçüm kullanılmıştır. Çalışmanın üst kısmında opak sır (%95), kedi kumu (%5) ve bakır oksit (%5) kullanılmış, yapılan denemede açık mavi ve turkuaz rengi elde edilmiştir. Çalışmanın orta kısmında opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve demir oksit (%20) kullanılmış, yapılan bu denemede bordo renk elde edilmiştir. Çalışmanın yüzeyinde opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, yapılan bu denemede mat bakırmısı, gri ve koyu yeşil renk elde edilmiştir.

Tablo 6.8. Tasarım 8’de Kullanılan Reçete

Opak sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO), Demir Oksit (Fe_2O_3) (%)
95	5	5
80	20	20
50	50	50



Görsel 6.13. Tasarım 9

Tasarım 9’da yer alan eser; şamot çamuru, kırmızı çamur ve beyaz çamur plastik elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.9’da yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı iki ölçüm kullanılmıştır. Çalışmanın alt zemin kısmında opak sır (%85), kedi kumu (%15) ve bakır oksit (%15) kullanılmış, yapılan denemede açık ve koyu yeşil renk elde edilmiştir. Çalışmanın üst kısmının zemininde opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve bakır oksit (%20) kullanılmış, yapılan denemede mat kırmızı renk elde edilmiştir. Çalışmanın üst kısmında yer alan çemberin zemininde opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, yapılan bu denemede mat gri ve koyu yeşil renk elde edilmiştir.

Tablo 6.9. Tasarım 9’da Kullanılan Reçete

Opak Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
85	15	15
80	20	20
50	50	50



Görsel 6.14. Tasarım 10

Tasarım 10'da yer alan eser; şamot çamuru ve beyaz çamur plastik elle şekillendirilmesi yapmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ve sır altı renkli boyama ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.10'da yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında farklı üç ölçüm kullanılmıştır. Çalışmanın üst kısmında opak sır (%80), kedi kumu (%20) ve bakır oksit (%20) kullanılmış, yapılan denemede açık ve koyu yeşil renk elde edilmiştir. Çalışmanın orta kısmında opak sır (%70), kedi kumu (%30) ve bakır oksit (%30) kullanılmış, yapılan denemede koyu yeşil renk elde edilmiştir. Çalışmanın alt uç kısmında opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, yapılan bu denemede mat gri ve koyu yeşil renk elde edilmiştir.

Tablo 6.10. Tasarım 10'da Kullanılan Reçete

Opak Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
80	20	20
70	30	30
50	50	50



Görsel 6.15. Tasarım 11

Tasarım 11’de yer alan eser; elle şekillendirilmesi yapılmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.11’de yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında bir ölçüm kullanılmıştır. Kupanın kulpunda opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, yapılan bu denemede mat gri ve koyu yeşil renk elde edilmiştir.

Tablo 6.11. Tasarım 11’de Kullanılan Reçete

Opak Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
50	50	50



Görsel 6.16. Tasarım 12

Tasarım 12’de yer alan eser; elle şekillendirilmesi yapılmıştır. Opak sır, kedi kumu, bakır oksit (CuO) ile yapılarak renklendirilmiştir. Tablo 6.12’de yer alan reçeteye uygun olarak eserin hazırlanmasında bir ölçüm kullanılmıştır. Kupanın kulpunda opak sır (%50), kedi kumu (%50) ve bakır oksit (%50) kullanılmış, yapılan bu denemede mat gri ve koyu yeşil renk elde edilmiştir.

Tablo 6.12. Tasarım 12’de Kullanılan Reçete

Opak Sır (%)	Kedi Kumu (%)	Bakır Oksit (CuO) (%)
50	50	50

7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Kedi kumu amaçlı, saf bentonit olarak kullanılan ve sıvıyı absorbe etme gücü yüksek olan bu kumun en belirgin özelliği topaklanma ve taşlaşmadır. Hızlı bir şekilde emilen idrar kısa sürede topaklanır ve sonrasında da sert bir kitle halini alır. Oluşan bu topakların alınması ile kumun uzun süre temiz kalması mümkün olabilir. Sır; seramik ürünlerin yüzeylerini kaplayan, ürüne teknik, estetik ve hijyenik özellikler sağlayan cam veya camsı tabakadır. Sırların elde edilmesinde önemli faktörler vardır. Bunlardan birincisi sırn reçete bileşiminde kullanılan hammaddeler, ikincisi sırn uygulama biçimi, üçüncüsü ise pişirme programıdır. Bu çalışmada ticari olarak satılan yüksek bentonit içerikli kedi kumu kullanılarak şeffaf ve opak sırla farklı reçete bileşimleri hazırlanarak kedi kumunun etkileri araştırılması ve bu reçetelere farklı miktarda CuO , Fe_2O_3 gibi renklendirici oksitler katılarak sır bünyesindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Tasarlanan renkli reçeteler hassas terazide tartılmış ve porselen havanda öğütülerek şamot ve beyaz çamur üzerine akıtma yoluyla uygulanmıştır. Tüm denemeler $1050\text{ }^\circ\text{C}$ 'de pişirilmiş olup elde edilen renk tonları daha açık kırmızı ve yeşilken $1100\text{ }^\circ\text{C}$ 'de pişirildiğinde ise kırmızı ve yeşil renkler daha koyu ve daha parlak olmuştur. Ergitici maddelerin azaldığı reçetelerde renklendirici oksitlerin kullanılması ile birlikte daha artistik sonuçlar elde edilmiştir. Bu reçetelere artan oranlarda ilave edilen kedi kumunun seramik yüzeyler üzerinde toparlandığı gözlenmiştir. Olumlu çıkan bazı reçeteler seramik ürünlere uygulanmıştır.

Çalışmanın ilerleyen aşamasında farklı renklendirici oksitler veya pigmentlerin kullanılabilirliğinin araştırılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı sıcaklıklar ve farklı sırlama yöntemleriyle denenebileceği düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında ticari olarak satılan bentonit içerikli kedi kumunun sır bünyesinde alternatif hammadde olarak kullanılabilmesi araştırılmış ve farklı hammadde arayışı açısından değişik sonuçlar alınabileceği kanısına varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Akıncı, Ö., (2002), Seramik Killeri ve Jeolojisi. Maden Tetkik Arama Enstitüsü, Ankara.
- Arcasoy, A. (1988), Seramik Teknolojisi. Marmara Üniversitesi G.S.F. Seramik Bölümü Anasanat Dalı Yayınları No:2. İstanbul.
- Acarsoy, A., Başkıran, H. (2021), Seramik Teknolojisi. Literatür Yayınları, İstanbul.
- Biçici, P., (2010). *Elazığ-uslu köy çömlekçi kilinin seramik çamur, sır ve astar bünyelerinde kullanım özelliklerinin araştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bormans, P. “Ceramics are More than Clay Alone”, *Cambridge International Science Publishing*, 2004, ss. 104-107.
- Çelik, M., Karakaya, N. (1998), Sistematik Mineraloji, Bizim Büro Basımevi, Konya.
- Grimshaw, R. W. (1971), The chemistry and Physics of clays Pennsylvania State University, U.S.A.
- Gülecan, Ö. (2011). *Boyar madde içeren sulu çözeltilerin fotokatalitik oksidasyonu: bentonit ve zeolit minerallerinin karşılaştırılmalı kullanılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Gülecan, Ö. (2011). *Boyar madde içeren sulu çözeltilerin fotokatalitik oksidasyonu: bentonit ve zeolit minerallerinin karşılaştırılmalı kullanılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Kaplan, A. E. (2017). *Vitrifiye seramik beyaz opak sırlarında zirkonyumsilikat miktarının kalsine kaolin kullanılarak azaltılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın
- Karabay, D. (2006). *Değişik oranlarda pomza, talk ve serpantin ilavelerinin fayans masse üzerine etkileri* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

- Karakaya, M., *Seramik Hammaddelerinin Mineralojisi, Kimyası ve Tüflerin Değerlendirilmesi*, IV. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES'07) Bildiriler Kitabı, 230-240, 2007.
- Karakaya, M.Ç. (2006), Kıl Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri. Bizim Büro Basımevi, Yayın Dağ. San. Tic. Ltd. Şti., Ankara, ss. 303-304.
- Kaya, R. H. (2011). *Sulu çözeltilerden adsorpsiyon yöntemiyle ni (ii)'nin giderimi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kayacı, K. (2007). *Karaköy (Bilecik) yöresi mikrogranitinin jeolojisi ve seramik bünyelerde kullanım olanaklarının araştırılması* (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ketin, İ., (2006). Genel Jeoloji. İTÜ Vakfı Yayınları, Cenkler Matbaacılık, Tic. Ltd. Şti., İstanbul, ss. 232-240,
- Kibici, Y., “*Seramik Hammaddeleri ve Teknolojik Özellikleri* ” III. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES), 2005, Eskişehir.
- Kimya Eğitimi. Kedim ve Tuvaleti. https://www.kimyaegitimi.org/sites/default/files/kimya_egitimi_ogrenci_deneyleri/kedim_ve_tuvaleti.pdf (10.04.2025)
- Köktürk, V., (2002), Endüstriyel Hammaddeler. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınlar, No:205, İzmir.
- Kuşçu, M., (2001), Endüstriyel Kayaçlar ve Mineraller. Süleyman Demirel Üniversitesi Basımevi, Isparta, ss. 94-141.
- McKee, C. (1984). *Ceramics Handbook*. Star Publishing Company, California.
- O'driscool, M. (1992), *Evropean Cat Litte Absorbing Market Growth Industrial Minerals* August
- Özdemir, Ö. (2023). *Malatya kayısı çekirdeği kabuğu külü ve gövde külünden kül sırları denemeleri* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya.

- Özder, E. (2013). *Bigadiç bor işletmesi endüstri atıklarının değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Patim Benim. (2021). Kedi ve Tuvaleti. <https://patimbenim.com/kedi-ve-tuvaleti/> 16.03.2025
- Pet Burada. (2018). Kedi Kumlarının Özellikleri Nelerdir? [https://www.petburada.com/blog/icerik/kedi-kumlarinin-ozellikleri-nelerdir#:~:text=Son%20d%C3%B6nemlerde%20petshop%20raflar%C4%B1nda%20de%C4%9Fi%C5%9Fik,%C3%A7ok%20y%C3%BCksek%20oranda%20su%20emebilmeleridir.\(19.04.2025\)](https://www.petburada.com/blog/icerik/kedi-kumlarinin-ozellikleri-nelerdir#:~:text=Son%20d%C3%B6nemlerde%20petshop%20raflar%C4%B1nda%20de%C4%9Fi%C5%9Fik,%C3%A7ok%20y%C3%BCksek%20oranda%20su%20emebilmeleridir.(19.04.2025))
- Pet Mekan (2025). https://petmekan.com/proline-super-topaklanan-ince-taneli-parfumsuz-bentonit-kedi-kumu-5-lt/?srsltid=AfmBOoof2xxcHiFpHV82Ayyv-XLrJYYxXRt_HJICwYbAsfJkunc55VNY3 17.04.2025 (17.04.2025)
- Rhodes, D., (1973), *Clays and Glazes for the Potter*. Chilton Book Company, Radnor Pennsylvania
- Sazcı, H. (2001). Seramikte kullanılan killerin tanımı. In *Industrial Raw Materials Symposium, İzmir* (pp. 28-42).
- SER815-DERS 1-Sırları Oluşturan Oksitler – 1. (2025). <https://www.scribd.com/document/854211340/SER815-DERS-1-s%C4%B1rlar%C4%B1-olus-turan-oksitler-1> (18.05.2025)
- Şölenay, E., (2009), *Seramik Sanat Eğitiminde Sırlama ve Pişirme Yöntemleri El Kitabı*. Murat Kitap ve Yayınevi, İstanbul, ss 42-47.
- Taçıyıldız, E. (2018). *Seramik Sırrının Sırrı*. Hayaiperest Yayınevi, İstanbul.
- Tanişan, H. H, Mete, Z. (1986). “Seramik Teknolojisi ve Uygulaması”, s.5.
- Yıldırım, U. (2025). Sır. <https://www.ortaformat.org/sir-23> (18.03.2025)