

T. C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
SERAMİK VE CAM TASARIMI
ANASANAT DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

1050- 1080 DERECEDE GELİŞEN RENKLİ KRAKLE
SIRLARIN ARAŞTIRILMASI

Hazırlayan
Özenç SARITAŞ

Danışman
Dr. Öğr. Pınar ÇALIŞKAN GÜNEŞ

İzmir- 2021

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “1050- 1080 Derecede Gelişen Renkli Krakle Sırların Araştırılması” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografya da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

.... /.... /2020

Özenç SARITAŞ

İmza

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün Özenç SARITAŞ/...../ tarih ve..... sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisanüstü Öğretim Yönetmeliği'nin maddesine göre öğrencisi'nin **1050-1080 Derecede Gelişen Renkli Krakle Sırların Araştırılması** konulu tezi incelenmiş ve aday /..... / tarihinde, saat. 'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmayadayan tezin savunmasından sonradakikalık Sure içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anasanat dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin olduğuna oy..... ile karar verilmiştir.

BAŞKAN

ÜYE

ÜYE

ÖZET

Artistik sırlar içerisinde yer alan krakle ve tolanmalı sırların ilk örneklerini 12. Yüzyılda üretilen Çin porseleleri ve seramiklerinde görmek mümkündür. Bu dönemde Batı medeniyetlerinde krakle sırlar hata olarak görülse de Doğu medeniyetleri bu sır çeşidini sanatsal anlamda kabul etmiştir. Günümüzde krakle sırlar sanatçıların eserlerini üretirken tercih ettikleri bir sır çeşidi iken, endüstriyel alanda ise bu özel sırların çok fazla kullanılmadığı görülmektedir.

Bu tez çalışmasında konu ile ilgili daha önce yapılmış olan araştırmalara bir yenisini eklemek ve ülkemizdeki hammaddeler ile çok sayıda denemeler yapılarak literatüre yeni reçetelerin eklenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle konuyla ilgili olarak yapılan araştırma sonuçlarının, ileride bu konuda çalışma yapmak isteyen seramikçilere kaynak olması hedeflenmiştir.

“1050-1080 Derecede Gelişen Renkli Krakle Sırların Araştırılması” konulu tez çalışmasında öncelikle denemelerde kullanılan hammaddelerin özellikleri araştırılmıştır. Seger formülleri ve reçeteler oluşturulduktan sonra hangi bünyenin kullanılacağına karar verilmiştir. ESC1 döküm çamuru tercih edilerek deneme plakaları şekillendirilmiş, 1000°C’de bisküvi pişirimleri yapılmıştır. Bisküvi pişirimi yapılmış olan deney plakalarına akıtma yöntemi ile sırlar uygulanmış, 1050 ve 1080°C’lerde sır pişirimi yapılarak sonuçları gözlemlenmiştir. Çalışılan iki farklı sıcaklıkta da gelişen sırlar karşılaştırılmış parlaklık, akışkanlık, matlık, opaklık, köpürme, renk farkı ve formlara uygunluğu gözlemlenerek olumlu ve olumsuz sonuçları değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

Crackle and crawling glazes are among the artistic glazes. It is possible to see the initial samples in Chinese porcelains and ceramics produced in the 21st century. While crackle glazes were accepted as failure in western culture, eastern civilizations regarded them in aesthetic terms. Although crackle glazes are used by artists during the production of the ceramic forms, this kind of special glazes are not preferred in industrial area at the present time.

In this thesis, the aim is to contribute the previous researches by adding new study and to promote literature with new recipes that are achieved by making many trials with the raw materials of our country. Therefore, the goal is to create a source for ceramic artists who want to work on this subject in the future.

In this thesis named as “The research on the colored crackle glazes developing at 1050-1080°C” the properties of raw materials used in the samples were investigated primarily. After the formation of Seger formulas and recipes, the method was decided. By using ESC1 ceramic slurry, trial plaques were formed and biscuit fire was taken place at 1000°C. Following the biscuit fire, trial plaques were glazed by draining technique and the results of the firing at 1050-1080°C were observed. Development of glazes under these two different temperatures were compared in terms of brightness, fluidity, dullness, opaqueness, foaming, color contrast and conformity to forms. At the end of the observations, positive and negative results were evaluated.

ÖNSÖZ

“1050-1080 Derecede Gelişen Renkli Krakle Sırların Araştırılması” başlıklı tez çalışmasının araştırılması ve incelenmesinde başta danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Pınar ÇALIŞKAN GÜNEŞ’e ve tüm bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Araştırmaları, kaynakları, bilgileri ve önerileri ile tezimde büyük katkıları olan Dr. Öğretim Üyesi Şerife YALÇIN YASTI’ya, tezimde kullanılan hammadde kaynaklarını temin etmemde aracı olan meslektaşım Fahrettin ÖZTÜRK ve destek veren tüm firmalara teşekkür ederim.

Bu süreçte manevi desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen hocam Mehmet YASTI, eşim Önay SARITAŞ, annem Serpil ULAŞ ve bu süreçte yalnız bırakmak zorunda kaldığım ve beni her zaman anlayış ile karşılayan oğullarım Mert ve Yiğit SARITAŞ ‘a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

1050 – 1080 DERECEDE GELİŞEN RENKİ KRAKLE SIRLARIN ARAŞTIRILMASI

YEMİN METNİ.....	ii
TUTANAK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
RESİM LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
GİRİŞ	1

1.BÖLÜM

KRAKLE SIRLAR

1.1.Krakle Sırların Tarihsel Gelişimi	3
1. 2.Krakle Sırların Özellikleri	9
1.2.1. Toplanmalı Sırlar	12

2.BÖLÜM

KRAKLE SIR KULLANAN SANATÇILARDAN ÖRNEKLER

2.1. ADAM SİLVERMAN	15
2.2. ANDREW MATHESON	16
2.3. CHRISTİNE LAPCHİN	17
2.4. HEATHER ROSENMAN	18
2.5. KEİ WAKAO	19
2.6. LUWEİ- SUN	20
2.7. MARY FOX	21
2. 8. Soner GENÇ	22
2. 9. Ünal CİMİT	23

3.BÖLÜM

KRAKLE SIR UYGULAMALARI

3.1. Krakle Sır Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler.....	25
3. 2. Saydam Çatlaksız Baz Sırın Belirlenmesi İçin Ön Çalışmalar	30
3.3. İnce Krakle Sır Uygulamaları.....	30
3.4. Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 Katkılı Sırların Renklendirilmesi.....	35
3. 5. Toplanmalı Sır Denemeleri	58
3.6. MgCO_3 , CaCO_3 , ZnO ve TiO_2 Katkılı Sırların Renklendirilmesi	62
3. 7. Deri Kraklesi Denemeleri.....	85
SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	93
5. KISALTMALAR	98
6.KAYNAKÇA	99
ÖZGEÇMİŞ	

RESİM LİSTESİ

Resim 1: a) Ju işi ayaklı kase b) Guan işi kase c) Ge işi plaka	3
Resim 2: 12. yy. Ju işi ayaklı kase.	4
Resim 3: 12. Yy Guan işi	5
Resim 4: 12. yy Guan işi kase	6
Resim 5: 12.- 13. yy Guan Tabak.....	6
Resim 6: Ge işi 12.- 13. yy tabak	8
Resim 7: Ge işi mavi sırlı kulplu vazo	8
Resim 8: Birincil çatlaklar (A), İkincil çatlaklar (B).....	10
Resim 9: Parlak krakle sır örneği Resim 10: Mat krakle sır örneği	11
Resim 11: Adam Silverman, Saksılar.....	15
Resim 12: Andrew MATHESON Kase.....	16
Resim 13: Christine Lapchin, Vazo.....	17
Resim 14: HeatherRosenman, Vazolar.....	18
Resim 15: KeiWakao, Kaseler	19
Resim 16: LuWei- Sun, Çin Longquan seladon krakle sırlı kase	20
Resim 17: Mary Fox, Vazolar	21
Resim 18: Soner GENÇ, Tabaklar	22
Resim 19: Ünal CİMİT, Duvar tabak çalışması.	23
Resim 20: Şeffaf sırın (AS) görünümü.....	30
Resim 21: 1050 °C Pişirim öncesi toplanmalı sır görünümleri.....	58
Resim 22: Pişirim öncesi deri kraklesi denemesi	85
Resim 23: Deri kraklesi denemeleri	86
Resim 24: Deri kraklesi denemeleri	87
Resim 25: Deri kraklesi denemeleri	88
Resim 26: Deri kraklesi denemeleri	89
Resim 27: Deri kraklesi denemeleri	90
Resim 28: Deri kraklesi denemeleri	91
Resim 29: Deri kraklesi denemeleri	92

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: ESC- 1 toz döküm çamurunun kimyasal analizi ve diğer temel özellikleri.....	26
Tablo 2: Krakle sır uygulamalarında kullanılan hammaddeler ve kimyasal içerikleri ..	27
Tablo 3: Uygulamalarda kullanılan hammaddelerin mineral formülleri ve molekül ağırlıkları	28
Tablo 4: Hammaddelerde yer alan oksitlerin ısı genleşme ve yüzey gerilim özellikleri	29
Tablo 5: %5, 10, 20 ve 30 oranlarında Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı AS sırnın 1050°C pişirim sonuçları	31
Tablo 6: %40, 50, 60, 70 ve 80 oranlarında Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı AS sırnın 1050°C’de pişirim sonuçları	32
Tablo 7: Li_2O , BaO , K_2O , Na_2O ’nun ısı genleşme katsayıları ve sırda oluşturdukları çatlak yoğunluğu sıralaması.....	33
Tablo 8: Mangan oksitle renklendirilmiş krakle sırlar	36
Tablo 9: Demir oksitle renklendirilmiş krakle sırlar	37
Tablo 10: Bakır oksitle renklendirilmiş krakle sırlar	38
Tablo 11: Vanadyum Penta Oksitle renklendirilmiş krakle sırlar	39
Tablo 12: Kobalt oksitle renklendirilmiş krakle sırlar	40
Tablo 13: Krom oksitle renklendirilmiş krakle sırlar	41
Tablo 14: %20 Li_2CO_3 katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi	45
Tablo 15: %20 Li_2CO_3 katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	46
Tablo 16: %20 Li_2CO_3 katkılı kırakle sırda CoO ve Cr_2O_3 ’ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	47
Tablo 17: %20 Na_2CO_3 katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi	48
Tablo 18: %20 Na_2CO_3 katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	49
Tablo 19: %20 Na_2CO_3 katkılı kırakle sırda CoO ve Cr_2O_3 ’ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	50
Tablo 20: %20 K_2CO_3 katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi	51

Tablo 21: %20 K_2CO_3 katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	52
Tablo 22: %20 K_2CO_3 katkılı sırda CoO ve Cr_2O_3 'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	53
Tablo 23: % 10 $BaCO_3$ katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi.....	54
Tablo 24: %10 $BaCO_3$ katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	55
Tablo 25: %10 $BaCO_3$ katkılı sırda CoO ve Cr_2O_3 'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	56
Tablo 26: %5, 10, 20 ve 30 oranlarında $MgCO_3$, $CaCO_3$, ZnO ve TiO_2 katkılı AS sırnın $1050^\circ C$ 'deki pişirim sonuçları	59
Tablo 27: %40, 50, 60,70 ve 80 oranlarında $MgCO_3$, $CaCO_3$, ZnO ve TiO_2 katkılı AS sırnın $1050^\circ C$ 'deki pişirim sonuçları	60
Tablo 28: Mangan oksit katkılı renk skalası	63
Tablo 29: Demir oksit katkılı renk skalası	64
Tablo 30: Bakır oksit katkılı renk skalası.....	65
Tablo 31: Vanadin penta oksit katkılı renk skalası	66
Tablo 32: Kobalt oksit katkılı renk skalası.....	67
Tablo 33: Krom oksit katkılı renk skalası	68
Tablo 34: + % 10 $CaCO_3$ katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi.....	71
Tablo 35: %10 $CaCO_3$ katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	72
Tablo 36: %10 $CaCO_3$ katkılı sırda CoO ve Cr_2O_3 'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	73
Tablo 37: % 60 $MgCO_3$ katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi	75
Tablo 38: % 60 $MgCO_3$ katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	76
Tablo 39: % 60 $MgCO_3$ katkılı sırda CoO ve Cr_2O_3 'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	77
Tablo 40: % 80 Titan oksit katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi.....	78

Tablo 41: % 80 Titan katkılı sırda MnO, Fe ₂ O ₃ , CuO, V ₂ O ₅ oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	79
Tablo 42: % 80 Titan katkılı sırda CoO ve Cr ₂ O ₃ 'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	80
Tablo 43: % 70 ZnO katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi.....	81
Tablo 44: % 70 ZnO katkılı sırda MnO, Fe ₂ O ₃ , CuO, V ₂ O ₅ oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi.....	82
Tablo 45: % 70 Titan katkılı sırda CoO ve Cr ₂ O ₃ 'in etkisinin artan sıcaklıkla değişimi	83



GİRİŞ

Krakle sırlar ilk olarak Çin’de 12. yüzyılda Sung ve Chi’ye ait Kouan seramiklerinde görülmüş ve feldispatik sırların üretimi sırasında tesadüfen ortaya çıkmıştır. Seramik sanatçıları ilk dönemlerde söz konusu krakle çatlaklarının nedenini açıklayamamıştır. Fakat ilerleyen dönemlerde sır içeriği hakkında deneyim kazanan seramik sanatçıları çatlamalara neden olan ve seramiğe estetik değer kazandıran bu feldispatlı sırları bilinçli bir şekilde üretmişlerdir.

Artistik sırlar içerisinde yerini alan krakle ve toplanmalı sırlar ilk ortaya çıktığında hata olarak görülse de sanatsal açıdan seramik yüzeylere estetik bir görünüş ve farklı dokular kazandırması nedeni ile seramik sanatçılarının ilgisini çekmiştir.

Günümüzde hala bu sırlar sofras eşyaları ve sağlık gereçleri alanında hijyen açısından sağlıklı olmaması nedeni ile endüstriyel alanda kullanılmamaktadır. Bu nedenle yapmış olduğum bu çalışmalar tamamen seramik ürünlere estetik anlamda değer kazandırmak amacıyla yapılmıştır.

Yapılan çalışmanın ilk bölümünde krakle sırların tarihsel gelişimi, krakle ve toplanmalı sırların özellikleri ve oluşum nedenleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Krakle ve toplanmalı sır tekniğini kullanan sanatçılardan örnekler verilmiştir. Üçüncü bölümde krakle ve toplanmalı sırlar için gerekli malzemelerin kimyasal analizleri paylaşılmış, hammaddenin molekül ağırlıkları hesaplanarak uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalar hakkında genel bilgiler verilerek sonuçları değerlendirilmiştir.

1.BÖLÜM

KRAKLE SİRLAR

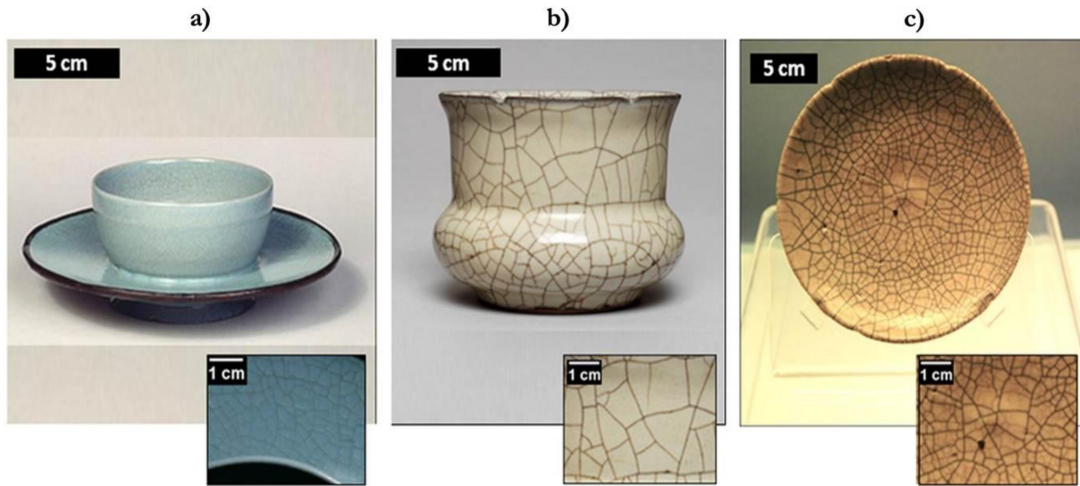
1. BÖLÜM

KRAKLE SIRLAR

1.1.Krakle Sırların Tarihsel Gelişimi

Krakle sırlar ilk olarak Çin seramikleri ve porselenlerinde görülmüştür. Çatlamalar feldspatik sırların üretimi sırasında şans eseri olarak ortaya çıkmıştır. Dönem seramikçileri tarafından bu çatlamaların feldspat kullanımından dolayı olduğu fark edilemeyerek bu çatlakların sır hatası olduğu kabul edilmiştir. İlerleyen dönemlerde sır bileşenini öğrenen seramikçiler bu çatlakların artistik değere sahip olduğunu düşünerek bilinçli bir şekilde feldspatlı sırlar oluşturarak sır çatlakları elde etmişlerdir. İlk örnekler 12. yüzyılda Çin Sung ve Chi'ye ait Kouan tipi seramiklerde görülmüş olsa da Batı medeniyetleri hata olarak kabul ettikleri bu sırlara Doğu medeniyetlerindeki gibi olumlu yaklaşmamıştır. 19. yüzyıla kadar bu sırlar Avrupa'da bilinmemekteydi (Genç, 2013: 111, Taşkın, 2009: 2).

M. S. 960- 1280 yıllarında Çin'de Sung Hanedanlığında saray için yapılan üç tip Sung ürünü bulunmaktadır. Sung seramiklerini diğer ürünlerden ayıran özellik ise sır kalınlığıdır (Bknz. Resim: 1).



Resim 1: a) Ju işi ayaklı kase b) Guan işi kase c) Ge işi plaka

<https://www.comuseum.com/ceramics/song/>

Ju işleri, Sung işleri arasında en az karşılaşılan seramiklerdir. Ju seramikleri yüksek derecede pişirilen ve kalın sırlı işlerdir. Sır yüzeyindeki çatlaklar daha çok paralel yayılan çizgiler şeklinde görülür. Bu durum sırda derin bir görünüm oluşturur. Çizgiler bazı durumlarda seyrek ve uzun şekillerde görülür. Uzun çatlaklı, soluk renkli ve yanar dönerli efekt veren sıra Çin’de “Ağustos Böceği Kanatları” adı verilmiştir. Ju işi seramikler genellikle opak, soluk mavi ya da maviden yeşil tonlarına giden krakle sırlardan oluşmaktadır (Tichane 1998: 104, Wood, 1989: 128, Taşkın, 2009: 23).(Bknz. Resim: 2).



Resim 2: 12. yy. Ju işi ayaklı kase.

https://www.britishmuseum.org/collection/object/A_PDF-81

Sung seramiklerinden bir diğeri ise Guan işleridir. Guan işlerinin üretilmesinde en büyük etken Kuzey Ju (Ru) işlerinin pişirim ve görsel efektleriyle tarzını yakalamaya çalışmaktır. Guan işleri basit şekilleri, büyük çatlakları ve yumuşak tonlardaki renkleri ile en çekici seramiklerdir. Gerçek Guan işlerinde demir yönünden zengin bünye kullanılır ve bu nedenle çatlaklar daha nettir. Demir yönünden zengin olan bünye mor bordür ve demir ayak görünümü oluşturmada yardımcı olur. Guan işlerinin bir diğeri özelliği ise ince gövdeli ve indirgeme yöntemiyle fırınlanmasıdır (Wood, 1999: 81- 82, Taşkın, 2009: 25, Akay, 2013: 30) (Bknz. Resim: 3).



Resim 3: 12. yy. Guan işi

<https://tr.pinterest.com/pin/164874036338555274/>

İndirgen ortamda pişirilen Guan seramiklerinde renk çeşitliliği oldukça fazladır. Soluk demir- mavi, mavi- gri, gri- yeşil, krem veya beyaza yakın renkleri Guan seramiklerinde görmek mümkündür. Guan işlerinin en belirgin özelliği, ince bir bünyenin üzerine kalın sır sürülmesidir. Bu bünyeler tornada şekillendirilerek 1- 2 mm. kalınlığında olacak şekilde inceltilmektedir. Bazı Guan işlerinde sırnın 2,5 mm. bünyenin ise 1 mm. kalınlığında olan örnekleri ile karşılaşmıştır. Çok sık karşılaşılmayan bazı Guan işlerinde ise sır 0,5-1 mm. bünyeler 1,5-3 mm.'dir. Bünyenin çok ince olması nedeni ile Guan işleri kullanışlı ürünler değildir (Tichane, 1998: 85, Wood, 1999: 85- 86, Taşkın, 2009: 25-26 vb) (Bkn. Resim 4).



Resim 4: 12. yy. Guan işi kase

<https://ar.pinterest.com/pin/309692911846400808/>

Genç'e göre Çinli çömlekçiler, çoğu kez boya ve renkli mineraller ile ovup daha etkili bir hale getirdikleri çatlakları geniş ise "thegiant" (dev) veya "crabs- claw" (yengeç tırnağı), daha kabaysa "fishuredice" (çatlamış buz), çok yoğun ise "trutie" veya "fish- scales" (balık pulu), çok güzelse "fish- roe" (balık yumurtası) olarak adlandırmışlardır (Genç, 2013: 103). (Bknz. Resim: 6-7).



Resim 5: 12.- 13. yy. Guan Tabak

<https://ar.pinterest.com/pin/248753579395987085/>

Ge (Ko) işlerini, Ju ve Guan işlerine olan benzerliği nedeni ile birbirinden ayırmak çok zordur. Kim tarafından ve nerede yapıldığı bilinmemektedir. Bu durum tartışmalara neden olmuştur. Ge Song Hanedanlığının ünlü beş fırınından bir tanesidir. Guan işininne çok benzeyen Ge işleri, doku ve renk çeşitliliği yönünden zengindir. Doku ve renk pişirim işlemleri sırasında fırının atmosferi, sıcaklığı ve soğuma aşamasından etkinlenmiştir. Ge işleri bünyesi, sır katman sayısı, pişirim sıcaklığı konusunda dikkat çekmiştir. Ge işlerinde soğuk mavi rek tonları redüksüyonlu ve düşük derecelerde elde edilmiş, sıcak renk tonları ise 1300°C'nin üzerinde nötr veya az oksidasyonlu ortamlarda oluşmuştur. Altın ip ve demir tel olarak adlandırılan Ge işleri ise kahverengi, kalın ve koyu renkli çizgilere sahiptir. Ge işleri genellikle boyalar ve farklı pigmentler ile renklendirilmiştir. Bu da krakle görünümü netleştirilmiştir. Sır katman sayısı fazla olan Ge işlerinde pişirim sırasında ve soğuma aşamasında oluşan krakleler dışında üzerinden yıllar geçmesine rağmen hala krakle oluşumunun devam ettiği fark edilmiştir (Kerr, 2004: 86- 87, Taşkın, 2009: 27, Aydın, 2018: 35) (Bknz. Resim: 6-7).



Resim 6: Ge işi 12.- 13. yy. tabak

<https://www.christies.com/en/lot/lot-5805446>



Resim 7: Ge işi mavi sırlı kulplu vazoz

http://www.chinatoday.com.cn/ctenglish/2018/cs/201803/t20180308_800120827.html

1. 2.Krakle Sırların Özellikleri

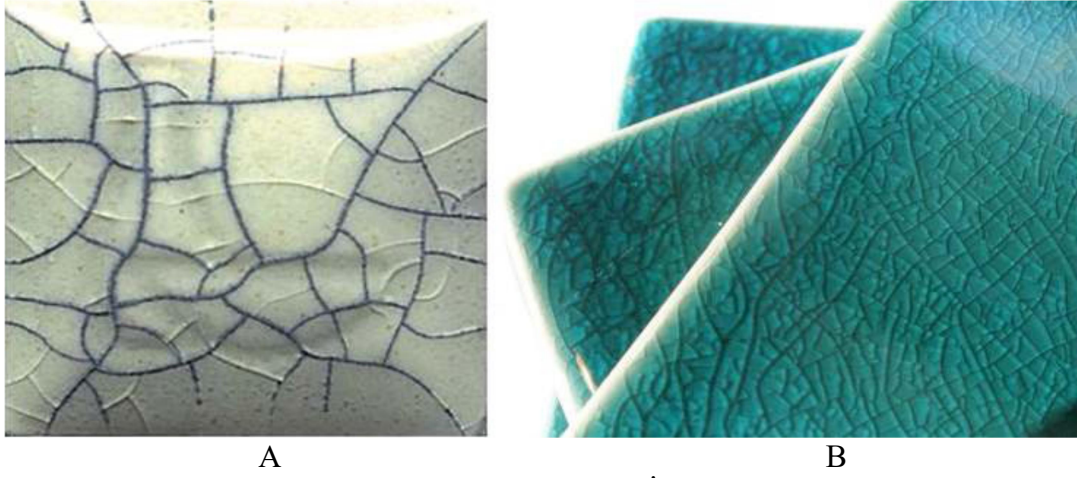
Krakle sırlar “ Yüzeyi belirgin bir çatlak ağı ile kaplı sırlardır ” Krakle sırları seramik sanatçıları artistik sır çeşidi olarak bilinçli bir şekilde geliştirilerek dekoratif açıdan kullanmışlardır (Arcasoy, 1988; 230)

Krakle (çatlaklı) yüzeyler oluşturabilmek için çeşitli yöntemler kullanılır. Bünyede kuvars ve kalk azaltılarak bünye ile sır arasındaki ara tabaka ilişkisi zayıflatılarak krakle oluşumu sağlanabilir. Krakle oluşumunun en önemli bir diğer etkeni ise genleşme katsayısıdır. Krakle sır oluşumunu sağlayabilmek için sırn genleşme katsayısı bünyenin genleşme katsayısından olabildiğince yüksek tutulmalıdır. Genleşme katsayısı yüksek olan sır soğuma esnasında bünyeden daha fazla küçülme gösterir ve sır içerisindeki gerilim çatlamlara yol açar (Hacızade, 2018: 30, Genç, 2013: 99, Taşkın, 2009: 28 vb) .

Alkali miktarının, feldspat oranının, Li_2O , Na_2O ve K_2O içeren hammaddelerinin miktarının artırılması sırn genleşme kat sayısını artırır. Sır içeriğinde alüminyum, silisyum dioksit ve magnezyum oksidi azaltmak krakle oluşuma yardımcı olur. Ayrıca çamur bünyesine talk ilave edilmesi bünyenin genleşme katsayısını düşürür ve krakle oluşumuna neden olur (Taçyıldız, 2018: 99, Taşkın, 2009: 29) .

Sır bileşiminde kullanılan oksitlerin genleşme katsayılarının birbirinden farklı olup genleşme katsayısı büyükten küçüğe şu şekilde sıralanmıştır. “ Na_2O - K_2O - CaO - Al_2O_3 - BaO - PbO - ZnO - SiO_2 - B_2O_3 - MgO ” (Taçyıldız, 2018: 99) .

Sır ile bünye (çamur) arasındaki genleşme katsayısı düşük ise çatlaklar seyrek ve uzun çizgiler şeklinde görülür ve buna birincil çatlak adı verilir. Sırn genleşme kat sayısı bünyenin genleşme katsayısından yüksek olması durumunda çatlaklar sık, yoğun ve kılcal çatlaklar şeklinde görülür ve buna ikincil çatlaklar adı verilir. Çatlakların yoğun olması isteniyor ise sır bileşeninde Na_2O ve K_2O içeren hammaddelerin baskın bir şekilde kullanılması gerekir (Hamer, 1997: 88- 89, Taçyıldız, 2018: 99, Genç, 2013:104). (Bknz. Resim 8).



A B
Resim 8: Birincil çatlaklar (A), İkincil çatlaklar (B)

(Sencersarı. com)

Genleşme katsayısı bünyenin içerisindeki silisyum oranına ve uygulanan ısıya bağlıdır. Bünye düşük derecede pişirilirse SiO_2 'nin fazından biri olan kristobaliti geliştirmez. Bu durumda krakle oluşumuna bir etkindir (Fraser,1995:74)

Krakle sırları düşük dereceli ve yüksek dereceli pişirimlerde elde etmek mümkündür. Düşük dereceli pişirimlerde potasyum ve sodyum oksit, sır bileşenine sodyum karbonat, potas, potasyum ve boraks ile girer. Düşük dereceli bir pişirimde düzensiz çatlaklar meydana gelir. Yüksek dereceli pişirimlerde potasyum ve sodyum oksit sıra feldspatlardan girer. Çatlaklı bir görünüme ulaşmanın bir başka yolu ise ısı şokudur. Sırlı pişirimi yapılmış bir seramiğin fırın ısısı yüksek iken fırın kapağının açılması ya da fırından dışarı çıkarılması, direkt soğuk ortam ile teması veya bölgesel çatlaklar oluşturulmak isteniyor ise ıslak sünger yardımı ile su püskürtülmesi çatlak oluşumuna neden olur (Hacızade, 2018: 230, Taçyıldız, 2018: 99, Genç, 2013: 14- 15).

Sır kalınlığının artırılması krakle sır oluşumunda büyük rol oynar. Sır katmalarının kalın uygulanması sırn direncini azaltır ve çatlamaya meyilli hale gelir. Seramiğin Kimyası adlı kitapta “Kural olarak sırn çatlaklığa yakınlığı, sırn kalın sürülmesi ile doğru orantılıdır şeklinde geçer. (Hacızade, 2018: 230).

Sır çatlaklarını süslemede farklı teknikler uygulanabilir. En basiti pas, mürekkep veya is ile ovularak ya da koyu çay içerisine daldırılarak renklendirilebilir.

Fakat bu işlemler zamanla etkisini kaybedebilir. Daha kalıcı renkler elde edebilmek mümkündür.

Soner GENÇ'e göre, daha kalıcı renk elde etmek için fırınlanmış krakle sırlı seramiğin üzeri şeker çözeltisi ile ovulur ve düşük sıcaklıkta tekrar fırınlanır. Şekerin yanmasıyla meydana gelen karbon çökmesi nedeni ile siyah bir krakle görüntüsü elde edilir. Renk veren oksitler ile bu maddelerin bileşikleri ve tuzlarıyla da çatlaklar renklendirilir. Renk veren oksitlerin sulu çözeltilerine daldırılan seramiğin üzerindeki çatlaklar bu renkli çözeltiyi emer ve tekrar fırınlandığında sır erir ve çatlaklar kapanır (Genç, 2013: 114). Krakle çeşitlerinden parlak ve mat sırlar bu şekilde renklendirilir (Bknz. Resim 9- 10).



Resim 9: Parlak krakle sır örneği **Resim 10:** Mat krakle sır örneği

<https://docplayer.biz.tr/50823872-Krakle-ve-toplanmali-sirlar-uzerine-bir-arastirma.html>

Krakle sır çeşitlerinden olan örtücü ve yarı mat çatlaklı sırlar mat krakle sınıfına girerler. Bu sırların genleşme katsayısı yüksektir. Mat krakle bir sır oluşturabilmek için kaolin, lityum karbonat (Li_2O_3), stronsiyum (SrCO_3), volastanit ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) gibi oksitlerin alkali sırlara istenilen matlık elde edilene kadar artan oranlarla ilave edilmesi gerekir (Genç, 2013: 115, Hacızade, 2018: 231, Taşkın, 2009: 31 vb).

Parlak ve mat görünümlü krakle sırlardan başka deri kraklesi olarak tanımlanan sırlar da vardır. Bu sırlar iki farklı sırnın üst üste sürülmesiyle oluşur. Üstte çatlama yapan bir sır alta ise parlak bir sır uygulanır. Sırların biri renkli olacak şekilde veya her ikisi de renkli tercih edilebilir. Bu sırlarda çatlaklar birbirinden uzak, çatlak aralıkları ve derinlikleri gözle görülebilecek şekilde nettir. Üstteki sırnın deri görünümünü oluşturacak şekilde çatlamasını sağlayan en belirgin oksitler ise magnezyum oksit (MgO) ve çinko oksit (ZnO)'tir (Hacızade, 2018: 231, Taşkın, 2009: 31).

1.2.1. Toplanmalı Sırlar

Toplanmalı sırlar, krakle sırlar gibi endüstri alanında yerini alamamış, ancak sanatçılar bu sırları bilinçli olarak geliştirilerek seramiklerine farklı bir estetik bakış ve doku kazandırmışlardır.

Toplanmalı sırlar “Pişme sırasında damarlar ve adacıklar şeklinde çekilerek, yüzeyde alttaki sır veya çamur görülecek şekilde toplanan sırlardır” (Arcasoy, 1983; 231).

“Yüzey gerilimi fazla olan sırların, seramik yüzeyler üzerinde adacıklar şeklinde toplanarak oluşturduğu yılan derisi görünümlü etkilerin dekoratif amaçla kullanıldığı sırlardır” (Genç, 2013; 231).

Toplanmalı sırlara düşük sıcaklıkta ve yüksek sıcaklıkta ulaşmak mümkündür. Toplanmalı sırların oluşumunun en önemli sebebi, yüzey gerilimi nedeniyle meydana gelmesidir. Sırnın yüzey gerilimi arttırıldığı takdirde toplanmalı sırlar oluşturmak mümkündür. Sırların yüzey gerilimi sır bileşenlerinde kullanılan oksitler ile belirlenir. Toplanmalı sır bileşeninde bu oksitleri içeren hammaddelerin baskın kullanılması gerekir. Büyük yüzey gerilimi gösteren oksitler; CaO , MgO , Al_2O_3 , ZnO , NiO , SnO_2 , Cr_2O_3 , V_2O_5 olarak sıralanmaktadır (Hacızade, 2018: 231, Genç, 2013: 115, Taçyıldız, 2018: 31).

Akışkan sırların yatkinlığı, viskozitesi yüksek olan sırlara göre daha düşüktür. Transparan sırlar ZrO_2 ile opaklaştırılan sırlara göre, parlak sırlar ise ZnO_2 'li mat sırlara göre viskoziteleri daha düşüktür. Bu yüzden ZrO_2 ve ZnO_2 sırlar toplanmaya daha

elverişlidirler. Aliminyumun sırlarda yüksek oranda kullanılması ve mat sırların içeriğinde kolemanit, boraks ve yüksek kil oranının fazla olması viskositeyi yükseltmesine neden olacağı için toplanmalar oluşur. Aynı zamanda çözünürlüğü az olan kurşunlu sırlar, kurşunsuz sırlara göre toplanmaya daha az meyillidirler. Özellikle alüminyum ve magnezyum oksit içeren sırlar pişirim sıcaklığı ile toplanmaların adacıklar şeklinde olmasına neden olur. 1000°C’de uygulanan toplanmalı sırların yüzey gerilimi minimum 298 dyn/cm, 1140°C ‘de uygulandığında ise 360 dyn/cm. ve üzerinde olmalıdır. Seramiğe yeni uygulanan toplanmalı bir sır hızlı bir şekilde kurutulur ise yüzeyde çatlamlar meydana gelir. Bu çatlaklar pişirim sırasında netleşir (Arcasoy, 1988: 232, Genç, 2013: 111- 112).

2.BÖLÜM

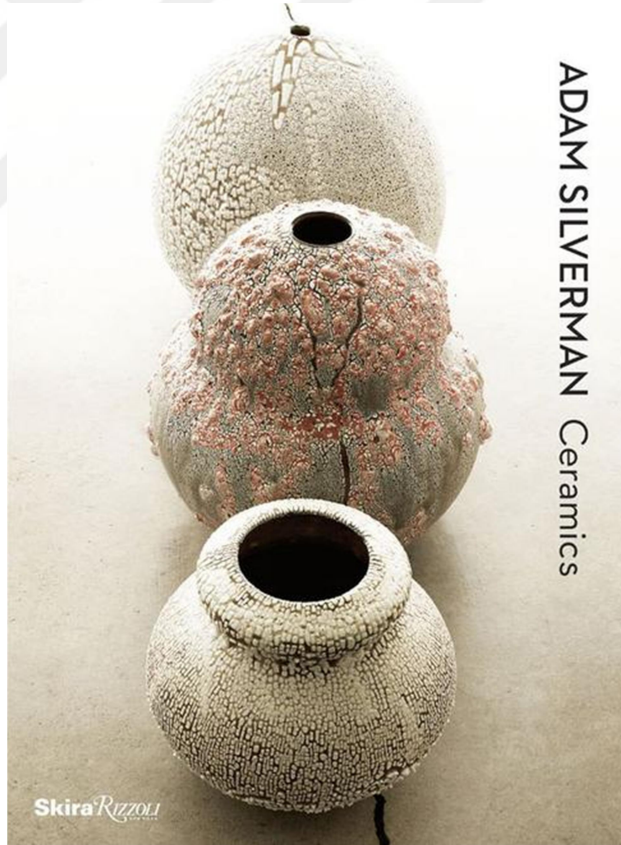
KRAKLE SIR KULLANAN SANATÇILARDAN ÖRNEKLER

2.BÖLÜM

KRAKLE SIR KULLANAN SANATÇILARDAN ÖRNEKLER

2.1. ADAM SILVERMAN

1991 yılında "X- LARGE" moda markasını kuran sanatçı sanat ve mimarlık eğitimi almıştır. 15-16 yaşlarında hobi olarak seramiğe başlayan seramik sanatçısı 2002'den beri seramik sanatçısı olarak çalışmaktadır . Seramiklerine tornada veya elle şekil vermektedir. Eserleri genellikle anıtsal saksı formlarından oluşmaktadır. Eserlerinde kobalt mavisi renklerini sıkça kullanmış olan sanatçı, lav şekline benzer dokular ve organik formlar çalışmaktadır (Bknz. Resim: 11)(<http://digdelve.com/adam-silverman/>).



Resim 11: Adam Silverman, Saksılar

<http://www.friedmanbenda.com/publications/adam-silverman-ceramics>

2.2. ANDREW MATHESON

Andrew Matheson, Royal Birmingham Sanatçılar Derneği'nin (RBSA) bir üyesidir. Aberdeen Gray'in Sanat Okulu'ndan mezun olmuştur. Andrew'in, Lichfield'in tarihi caddeleri arasında seramik stüdyosu ve galerisi vardır. Seramiklerini genellikle torna veya elle şekillendirmektedir. Genellikle indirgen ortam ve yüksek sıcaklıkta pişirim yapmaktadır (Bknz. Resim: 12) (<http://www.andrewmatheson.co.uk/biography>).



Resim 12: Andrew MATHESON Kase

<http://www.andrewmatheson.co.uk/biography>

2.3. CHRISTINE LAPCHIN

Bobigny Üniversitesi Tıp Fakültesinin Bitkisel Tıp, Aroma Terapi Oligo Terapi diplomasına sahiptir. Kendini geliştirerek Chiron tarafından yayınlanan ‘Uçucu Yağlar Ve Spor’ adında kitap yazmıştır. Gerçek tutkusunu bulduğunu düşünerek 2016 yılında Saint- les Nemours’ta Seine- et- Marne’de profesyonel bir eğitim alarak seramik atölyesi kurmuştur. Genellikle elle veya tornada seramiklerini şekillendirmektedir. Sır reçetelerini kendisi hazırlamaktadır. Seramiklerinde kabartma veya sır üstü bitkisel motifler çalışmaktadır (Bknz. Resim: 13) (<https://www.empreintes-paris.com/en/christine-lapchin-spiriterre/>).



Resim 13: Christine Lapchin, Vazo

<https://www.etsy.com/fr/shop/Spiriterr>

2.4. HEATHER ROSENMAN

Los Angeles'ta yaşayan sanatçı İsviçre'de Basel Tasarım Okulu'nda yüksek lisans eğitimi almıştır. Biçim ve doku açısından zengin, seramik kap ve heykeller yapmaktadır. Minimalist bir tavır sergileyen sanatçı, antik formlardan, endüstriyel tasarımlardan, Brütalizm ve jeolojiden esinlenmiştir. Formlarını tornada şekillendirmekte ve sır reçetelerini kendi hazırlamaktadır (Bknz. Resim: 14). (<https://www.heatherrosenmanceramics.com/about>).



Resim 14: Heather Rosenman, Vazolar

<https://www.heatherrosenmanceramics.com>

2.5. KEİ WAKAO

1967'de Japonya Mino kentinde doğan seramik sanatçısı üniversitede fotoğrafçılık bölümünden mezun olduktan sonra, seramik bölümüne geçiş yaptı. 1995'te Tajimi Şehri Seramik Tasarım ve Teknik Merkezi'nden mezun oldu. 1998'de Japonya'daki 5. Uluslararası Seramik Yarışması Mino'da Bronz Ödül kazandı. 2010 yılında “PARAMITA Seramik Ödülleri” nde Büyük Ödül kazandı. Seramiklerini elle şekillendirmekte, genellikle kase ve fincan formları çalışmaktadır. Sırlarını kendisi hazırlayan sanatçı büyük beğeni kazanmıştır (Bknz. Resim: 15). (<https://garlandmag.com/article/the-shape-of-wan/>).



Resim 15: Kei Wakao, Kaseler

<https://www.kurodatoen.co.jp/exhibition/201811231127/>

2.6. LUWEİ- SUN

Lu Wei- Sun, 1962’de Zhejiang eyaletinin Longquan şehrinde doğmuştur. Seramik kariyerine 1983 yılında Longquan Seladon Araştırma Enstitüsü’nde başlamıştır. Çin Sanat Akademisi Seramik Bölümü’nde eğitimine devam etmiştir.1997’de Longquan Enstitüsündeki kariyerinden sonra kendi atölyesini kurmuştur. Lu Wei- Sun, gerçek bir Selodon sanatçısıdır. Sanatçı basit olanın güzel olduğuna inanır. Sanatçı çalışmalarında parlak krakle sırlar kullanmıştır. Oluşan çatlakları belirginleştirmek için sır çatlaklarına mürekkep ya da renk verici oksitler oksitleri kullandığı görülmüştür (Bknz.Resim:16) <https://tr.pinterest.com/pin/116741815314581333/> (24.05.2021;01:30).



Resim 16: LuWei- Sun, Çin Longquan seladon krakle sırlı kase

<https://tr.pinterest.com/pin/116741815314581333/>

2.7. MARY FOX

Kırk yılı aşkın süredir profesyonel bir çömlekçi olan Mary Fox'un, seramik ile ilk tanışması 13 yaşında oldu. Yenilikçi katmanlı sırları ve zarif bir şekilde dengelenmiş kapları, ulusal ve uluslararası beğeni topladı. Çalışmaları çok sayıda sergi, kitap, dergi ve tasarım dergisinde yer aldı ve dünya çapında kurumsal, kurumsal ve özel koleksiyonlarda yer aldı. Fox ayrıca seramik teknikleri ve yaratıcı süreç üzerine sanatçı konuşmaları da yer aldı. Fox, öğrenimini Banff Güzel Sanatlar Okulu'nda 1988'de bir yaz atölyesine katılarak ve eğitimini tamamladı. Kanada'daki seramik sergi grubu olan Fired Up'ın çekirdek üyesidir ve onlarla 1997'den beri düzenli olarak sergiler açmıştır. Fox, son yıllarda cam sanatçılarıyla işbirliği yaparak camdan heykelsi formların çarpıcı bir gövdesini oluşturmak için işbirliği yapmıştır (Bknz. Resim: 17) (<https://www.maryfoxpottery.ca/about/>).



Resim 17: Mary Fox, Vazolar

https://www.maryfoxpottery.ca/2016/06/fun-pots/img_2517/

2. 8. Soner GENÇ

Kırkırelı'nde 1964 yılında doğan sanatçı Marmara Üniversitesi Seramik Bölümünden 1986'da mezun oldu. Yüksek Lisansını 1990 yılında, Sanatta Yeterlik eğitimini 1993 yılında tamamladı. JICA bursu kazanarak 1995 yılında Japonya'da Seramik Eğitimi Kursuna katılmaya hak kazandı. 1999 yılında Çin'de ve Amerika'da ise 2002 yılında Uluslararası Seramik Sempozyumuna yer aldı. Birçok sergiye bulunan Genç ' Artistik Seramik Sırları' adında bir kitap yazdı. Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesinden 2021 yılında emekli oldu (Bknz. Resim: 18).(<http://www.guraymuze.com/icerik/156/soner-genc>).



Resim 18: Soner GENÇ, Tabaklar

GENÇ, Soner. "Artistik Seramik Sırları", Boyut Yayınları, İstanbul, 2013.

2. 9. Ünal CİMİT

Karadeniz Ereğli’de 1934 yılında doğan Ünal CİMİT, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Halil Dikmen ve Bedri Rahmi Eyüboğlu Atölyelerinde Resim Bölümü’nde okudu. Almanya’da Offenbach/ Main Tatbiki Güzel Sanatlar Okulunda öğretimine devam eden sanatçı, Höhr- Grenzhausenn Staatliche Keramische Schule kurumuna geçiş yaparak, üstün başarı diploması almayı hak kazandı. Heykeltıraş Schmit Reuter’in asistanlığını yaparak Çalışmalarını seramik tekniği üzerinde geliştirdi. Seramik objeleri çevresel düzenlemelerde, çakıl taşları ve kum eşliğinde sergilemiş, heykel formları yaparak birçok sanat etkinliklerine katılmıştır. Sanat dallarının biribiri ile iletişim halinde olmasına önem göstermiştir. “Kısır döngüleri içinde yoz beğeniler değildir seramik olgusu. Bir tutku ki, yaşatan, seven, sevdiren; sesler, ışıklar, sözcükler, gönüller dolusu bir tutkudur seramik.” Seramiği bu şekilde tanımlayan sanatçı, artistik sırları kullanarak tabaklar ve pano çalışmaları yapmıştır. 1993 yılında İstanbul’da vefat etmiştir (Bknz. Resim: 19) (https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cnal_Cimit)).



Resim 19: Ünal CİMİT, Duvar tabak çalışması.

<https://www.flickr.com/photos/teocimit/sets/72157627500288>

3. BÖLÜM

KRAKLE SIR UYGULAMALARI

3. BÖLÜM

KRAKLE SIR UYGULAMALARI

Bu çalışmada 1050°C-1080°C’de gelişen renkli krakle sırlar araştırılmıştır. Çalışmanın uygulama kısmının ilk aşamasında ESC-1 çamurundan deney plakaları şekillendirilmiş, 1000°C’de bisküvi pişirimleri yapılarak 1050 °C’de eriyebilen saydam alkali borlu bir sır geliştirilmiştir. İkinci aşamada, sıra ilave edilecek hammaddeler belirlenmiş ve artan oranlardaki katkıları ile parlak, mat, opak, toplanmalı sır, deri kraklesi gibi farklı özellikte çatlaklara ve dokuya sahip krakle sırları elde edilmeye çalışılmıştır. Üçüncü aşamada, renklendirici oksitlerin krakle sırlardaki etkisini gözlemlemek amacıyla tüm elde edilen krakle sırlara artan oranlarda renklendirici oksitler (MnO_2 , Fe_2O_3 , V_2O_5 , CuO , Cr_2O_3 , CoO) ilave edilerek 1050 °C’de pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Dördüncü aşamada, tüm sır karışımları arasından seçilen bir grup sır 1080 °C’de sır pişirimleri gerçekleştirilerek sıcaklığın bir miktar arttırılması durumunda çatlaklı sırların dokusunda oluşabilecek değişimler gözlenmiştir. Beşinci ve son aşamada ise tüm yapılan krakle sır denemeleri sonucunda elde edilen dokular ve renkler, birbirleriyle kıyaslanarak literatürdeki bilgiler ışığında yorumlamaları gerçekleştirilmiştir.

3.1. Krakle Sır Uygulamalarında Kullanılan Malzemeler

Krakle sır uygulamalarında ESC-1 döküm çamuru kullanılmıştır. Deney plakaları alçı kalıpta döküm yoluyla 2x3x0,5 cm. boyutlarında hazırlandıktan sonra kurumaları beklenmiş, ardından 1000 °C’de bisküvi pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Kullanılan ESC- 1 toz döküm çamurunun kimyasal analizi ve diğer temel özellikleri Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1: ESC- 1 toz döküm çamurunun kimyasal analizi ve diğer temel özellikleri

Kimyasal Analiz (%)								
SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	TiO₂	CaO	MgO	Na₂O	K₂O	A.K.*
50,4	20,6	1,0	0,7	10,7	0,4	0,5	1,1	14,4
Döküm Hızı				0, 35mm ² / dak				
Isıl Genleşme Katsayısı				70 x10 ⁻⁷ 1/K (20- 400°C arasında)				
Bisküvi Pişirim Sıcaklığı				1040 – 1060°C				
Sırlı Pişirim Sıcaklığı				1040 – 1060°C				

*A.K.: Ateş Kaybı

<https://www.refsan.com.tr/seramik-camuru-toz>

Krakle sır uygulamalarında kullanılan hammaddeler ve renklendirici oksitler çeşitli seramik firmalarından kimyasal içerikleri ile birlikte temin edilmiştir. Karışıklık olmaması için kullanılan tüm sır hammaddelerinin kimyasal içerikleri oksitlerin mineral formülündeki mol oranları tablo 2’de, bu hammaddelerin bu oranlara göre belirlenen mineral formülleri ve hesaplanan molekül ağırlıkları ise tablo 3’te görülmektedir.

Tablo 2: Krakle sır uygulamalarında kullanılan hammaddeler ve kimyasal içerikleri

Ham Madde	Mineral Formüle Göre Hammaddedeki Oksitlerin Mol Oranları												
	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	BaO	PbO	ZnO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	A.K.*
K -Feldspat			1,00						1,42		9,97		
Albit		1,00							1,08		6,78		
Kaolin									1,00		2,27		2,52
Kuvars											1,00		
Üleksit		1,00			2,00					5,00			16,00
Alümina									1,00				
Dolomit				0,73	1,00								
Soda		1,00											
Baryum Karbonat						1,00							
Lityum Karbonat	1,00												
ZnO								1,00					
Potas			1,00										
TiO ₂												1,00	
Volastonit					1,00						1,05		
Boraks		1,00								1,85			5,00
Sülyen							1,00						
Kalsit					1,00								

*A.K.: Ateş Kaybı

(Tablo 2’de yer alan mol oranları isminin belirtilmesini istemeyen ancak paylaşıma izin veren x firmasından alınmıştır.)

Tablo 3: Uygulamalarda kullanılan hammaddelerin mineral formülleri ve molekül ağırlıkları

Ham Madde	Mineral Formülü	Molekül Ağırlığı (g/mol)
K -Feldspat	$K_2O \cdot 1,43Al_2O_3 \cdot 9,914SiO_2$	837,04
Albit	$Na_2O \cdot 1,85 \cdot B_2O_3 \cdot 5H_2O$	579,98
Kaolin	$Al_2O_3 \cdot 2,27SiO_2 \cdot 2,52H_2O$	283,56
Kuvars	SiO_2	60,00
Üleksit	$Na_2O \cdot 2CaO \cdot 5B_2O_3 \cdot 16H_2O$	810,00
Alümina	Al_2O_3	102,00
Dolomit	$CaCO_3 \cdot 0,73MgCO_3$	161,30
Soda	Na_2CO_3	106,00
Baryum karbonat	$BaCO_3$	197,00
Lityum karbonat	Li_2CO_3	74,00
ZnO	ZnO	81,00
Potas	KCO_3	138,00
TiO ₂	TiO_2	80,00
Volastonit	$CaO \cdot SiO_2$	119,00
Boraks	$Na_2O \cdot 1,85B_2O_3 \cdot 5H_2O$	282,22
Sülyen	Pb_3O_4	228,50
Kalsit	$CaCO_3$	100,00

(Tablo: 3'te belirtilen molekül ağırlıkları tablo:2'de belirtilen verilere göre tarafımda hesaplanmış ve seger formülleri bu molekül ağırlıklarına göre hesaplanmıştır.)

Krakle sır çalışmalarında kullanılan hammaddelerin içerdiği oksitlerin ve renklendirici olarak kullanılan oksitlerin molekül ağırlığı, ısı genleşme katsayısı, yüzey gerilim katsayısı, erime sıcaklığı gibi genel özellikleri tablo 4'te verilmektedir.

Tablo 4:Hammaddelerde yer alan oksitlerin ısı genleşme ve yüzey gerilim özellikleri

Oksit	Molekül Ağırlığı (g/mol)	Isıl Genleşme Katsayısı [x 10 ⁻⁷ (°C ⁻¹)]	Yüzey Gerilim Katsayısı	Erime Sıcaklığı (°C)
PbO	223,2	3,0	1,2	880
B ₂ O ₃	69,6	0,1	0,8	750
Li ₂ O	29,8	2,0	4,6	1700
Na ₂ O	62,0	10,0	1,5	1132
K ₂ O	94,1	8,50	0,1	740
MgO	40,3	0,1	6,6	2800
CaO	56,1	5,0	4,8	2572
BaO	153,4	3,0	3,7	1920
ZnO	81,4	1,8	4,7	1975
Al ₂ O ₃	102,2	5,0	6,2	2050
SiO ₂	60,3	0,8	3,4	1700
ZrO ₂	123,2	2,1	4,1	2900
SnO ₂	150,7	2,00		1630
TiO ₂	80,0	4,10	3,0	1830
Cr ₂ O ₃	152,2	5,10		2265
Mn ₂ O ₃	157,9	2,20	4,5	1650
Fe ₂ O ₃	159,7	4,00	4,5	1580
CoO	165,9	4,40	4,5	1805
Ni ₂ O ₃	165,4	4,00	4,5	1990
CuO	79,6	7,30		1230

(Arcasoy- Başkırkan, 2020; 353- 369)

3. 2. Saydam Çatlaksız Baz Sırın Belirlenmesi İçin Ön Çalışmalar

Krakle sır uygulamalarında farklı oksitlerin krakle sır oluşumuna etkilerini gözlemleyebilmek amacıyla öncelikle bünye olarak kullanılan ESC -1 çamurunun üzerinde düzgün yayılan çatlaksız saydam sırlar elde edilmeye çalışılmıştır. Bunun için kurşunlu, alkali-borlu ve kurşunlu-borlu 1050°C’de gelişebilecek seger formülleri oluşturularak birçok deneme yapılmıştır. Bu denemeler sonunda elde edilen saydam ve çatlaksız sırlardan içeriği alkali borlu ve yüzey görüntüsü açısından en iyi özelliklere sahip bir örnek seçilmiştir. (Bkz Resim 20). Tüm çalışma boyunca baz sır olarak alınan bu sıra “AS” kodu verilmiştir.



Resim 20:Şeffaf sırın (AS) görünümü

Şeffaf Sır (AS) Reçetesi

Boraks:	%40
Kaolen:	%16,25
Lityum Karbonat:	%15
Kuvars:	%28,75

3.3. İnce Krakle Sır Uygulamaları

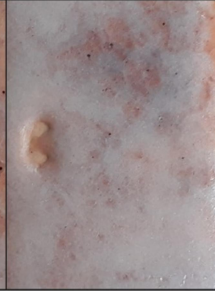
Yapılan araştırmalara göre krakle sır elde etmenin farklı yöntemleri olsa da bu çalışmanın amacı renklendirici oksitler dâhil farklı oksitlerin sabit pişirim sıcaklığında pişirilen sırlarda fırın tamamen soğuduktan sonra oluşan etkilerinin gözlemlenmesidir. Bu nedenle ilk olarak yukarıdaki belirlenen saydam sırın seger formülüne eklenen Li_2O , Na_2O , K_2O ve BaO ’in çatlak oluşturma etkilerini görmek için AS sırına % 5, 10, 20,...70, 80, 90 artan oranlarında Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 hammaddeleri ilave edilmiştir. Sır karışımları 1000°C’de bisküvi pişirimi gerçekleştirilmiş ESC-1 bünyeler üzerine fırça ile iki kat olarak ince bir tabaka şeklinde uygulanmıştır.

1050°C’de sır pişirimleri gerçekleşen sır karışımlarına ait sonuçlar tablo 5’te görülmektedir.

Tablo 5: %5, 10, 20 ve 30 oranlarında Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı AS
sırının 1050°C pişirim sonuçları

	Katkısız	%5	%10	%20	%30
Li_2CO_3					
Na_2CO_3					
K_2CO_3					
BaCO_3					

Tablo 6: %40, 50, 60, 70 ve 80 oranlarında Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı AS sırnın 1050°C 'de pişirim sonuçları

	%40	%50	%60	%70	%80
Li_2CO_3					
Na_2CO_3					
K_2CO_3					
BaCO_3					

Tablo 5 ve 6'daki 1050°C'deki sır pişirimleri sonuçlarına göre öncelikle %5 oranında yapılan tüm katkılarda sırlarda çatlamlar oluşmuştur. Na_2CO_3 , K_2CO_3 , BaCO_3 , Li_2CO_3 katkıları arttıkça sırlardaki çatlakların yoğunluklarının arttığı bir başka deyişle aynı alanda daha fazla çatlağın oluştuğu görülmektedir. Aynı zamanda oluşan çatlakların bazılarının daha derin yarıklı (birincil çatlak) bazılarının ise daha ince yarıklı (ikincil çatlak) olduğu görülmektedir. Katkı oranlarıyla ilişkilendirdiğimizde ise katkı oranlarının artmasıyla ikincil çatlakların oranı artmaktadır. Bu durum tablo 5 ve tablo 6'daki gibi mürekkeple sır yüzeylerinin ovulması sonucu rahatlıkla görülebilmektedir.

Tablo 5 ve tablo 6'daki sonuçlar katkı türüne göre değerlendirilirse, çatlakların oluşum sıklığı sır yapısına giren Li_2O , BaO , K_2O ve Na_2O sırasına göre artmaktadır. Tablo 7'deki gibi bu oksitlerin ısı genleşme katsayıları sıralandığında oluşturdukları çatlak yoğunluk sırasıyla aynı olduğu görülecektir.

Tablo 7: Li_2O , BaO , K_2O , Na_2O 'nun ısı genleşme katsayıları ve sırda oluşturdukları çatlak yoğunluğu sıralaması

Sıra Eklenen hammadde	Sır yapısına giren oksit	Oksidin ısı genleşme katsayısı	Sırda oluşan çatlak yoğunluğunun sıralaması
Na_2CO_3	Na_2O	10,0	1 (en çok)
K_2CO_3	K_2O	8,5	2
BaCO_3	BaO	3,0	3
Li_2CO_3	Li_2O	2,0	4 (en az)

Li_2O ilaveli sırlarda %5 Li_2CO_3 ilavesiyle köpürme ve toplanma olduğu görülmüştür. %30 ve üstü katkı oranlarında ise toplanma ve köpürmelerde bir miktar daha artış olduğu gözlemlenmiştir. Oluşan köpürmelerin Lityum oksidin sıra diğer alkali oksitlerle dengeli miktarda girmemesi nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. Sır parlaklığı incelendiğinde, %40'a kadar parlaklığın artış sıralaması Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , BaCO_3 , K_2CO_3 şeklinde iken %40 ve sonrasında Na_2CO_3 , BaCO_3 , K_2CO_3 , Li_2CO_3 sırasınca arttığı görülmüştür. Ayrıca Lityumlu sırlarda %60 ve üzeri katkı oranlarında sır yapısında opaklık oluştuğu gözlenmekte bunun da Lityum oksitin yüksek kristalleşme eğilimi nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir.

%30'a kadar ilavelerde sırların hiç birinde akma görülmediği için bu çatlaklı sırların hem yatay hem de dikey formlarda kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar sıra ilave edilen hammaddeler üzerinden ayrı ayrı değerlendirildiğinde:

Li₂CO₃; erime derecesi ve yüzey gerilim katsayısı diğer oksitlere oranla daha fazla olduğu için toplanmaya sebep olmuştur. Li₂CO₃ katkılı sırlarda beyaz örtücülüğün sebebinin reçetede ilaveten bulunan boraksın bortülü denilen beyaz örtücülük özelliğinden kaynaklanmıştır.

Na₂CO₃; artan oranlarda kullanıldığında çatlakların sıklığında artış ve renk tonunda hafif koyulaşma görülmüştür. Genel olarak parlak yüzeye sahip olan Na₂CO₃ katkılı sırlar iki kat sürüldüğünde akma gözlenmiyorken kalın uygulandığında akma gösterdiği için özellikle dikey yüzeylerde ince uygulanmasına dikkat edilmesi gerekir.

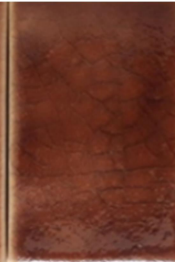
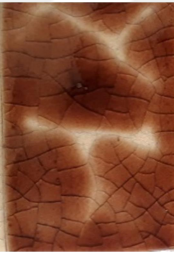
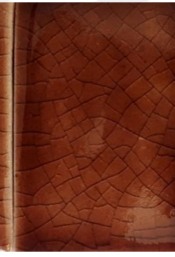
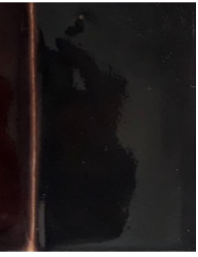
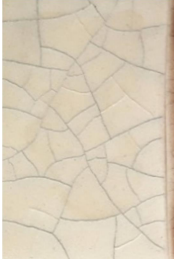
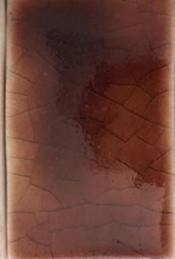
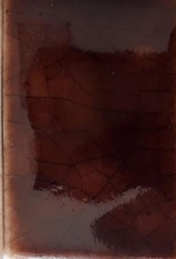
K₂CO₃; artan oranlardaki katkılarında çatlaklar sıklaşmış fakat %5, %10 ve %20 katkılı sırlarda az miktarda matlık oluştuğu görülmektedir. %30 ve %40 K₂CO₃ katkılı denemelerde bor tülü ve matlık net olarak görülmektedir. %50, %60, %70 ve %80 K₂CO₃ katkılı denemelerin daha parlak bir yüzeye sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak olumlu sonuç elde edilmiş olup denemelerde akma oluşmamıştır.

BaCO₃; artan oranda kullanıldığında %5, %10, %20 ve %30 BaCO₃ katkılı denemelerde çatlak sıklığının arttığı ve derin çatlakların oluştuğu görülmüştür. %40 ve %50 BaCO₃ katkılı denemelerde çatlak sıklığının azaldığı , %60, %70 ve %80 Ba₂CO₃ katkılı denemelerde ise çatlak sıklığının tekrar arttığı görülmektedir. BaCO₃ katkılı denemelerin hepsi parlak yüzeylere sahiptir ve akma bulunmamaktadır. BaCO₃ katkılı sırlar seramik bünye üzerine kalın uygulandığında sır pişirimi sonucunda sır, tabaka olarak bünyeden ayrılmaktadır. Bu nedenle sırnın ince uygulanması önerilmektedir.

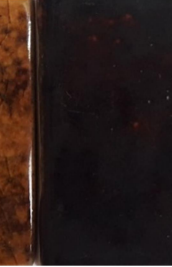
3.4. Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 Katkılı Sırların Renklendirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında baz sıra sabit oranlarda %20 Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve %10 BaCO_3 ilave edilerek oluşturulan sır harmanlarına artan oranlarda renklendirici oksitler ilave edilmiştir. Renklendirici oksitlerin krakle sır üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, zayıf renk verme özelliğine sahip demir oksit, mangan oksit, bakır oksit ve vanadyum penta oksit %1, 2, 4, 6 ve 8 artan oranlarında, kuvvetli renk verme özelliği bulunan krom oksit ve kobalt oksit ise %0,25, 0,50, 1, 1,5 ve 2 artan oranlarında sırlara ilave edilmiştir. Hazırlanan sırlar yine 1000 °C’de bisküvi pişirimi yapılmış ESC-1 bünye üzerine uygulanmış ve 1050 °C’de sır pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo8 - tablo 13’de görülmektedir.

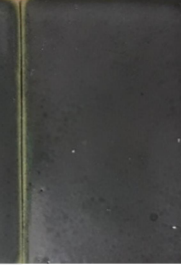
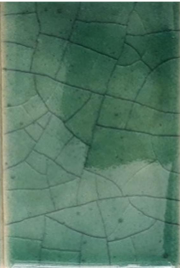
Tablo 8: Mangan oksitle renklendirilmiş krakle sırlar

	%0 MnO	+%1 MnO	+%2 MnO	+%4 MnO	+%6 MnO	+%8MnO
+ %20 Li_2CO_3						
+ %20 K_2CO_3						
+ %20 Na_2CO_3						
+ %10 BaCO_3						

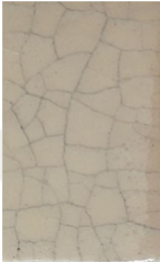
Tablo 9: Demir oksitle renklendirilmiş krakle sırlar

	+%0 Fe_2O_3	+%1 Fe_2O_3	+%2 Fe_2O_3	+%4 Fe_2O_3	+%6 Fe_2O_3	+%8 Fe_2O_3
% 20 Li_2CO_3						
% 20 K_2CO_3						
% 20 Na_2CO_3						
% 10 BaCO_3						

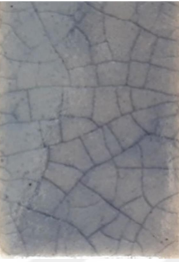
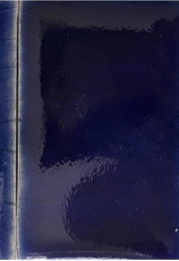
Tablo 10: Bakır oksitle renklendirilmiş krakle sırlar

	+%0 CuO	+%1 CuO	+%2 CuO	+%4 CuO	+%6 CuO	+%8 CuO
% 20 Li₂CO₃						
% 20 K₂CO₃						
% 20 Na₂CO₃						
% 10 BaCO₃						

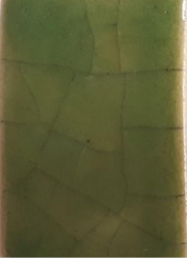
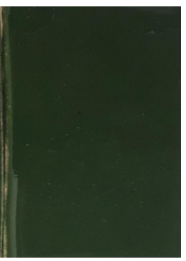
Tablo 11: Vanadyum penta oksitle renklendirilmiş krakle sırlar

	%0 V_2O_5	+%1 V_2O_5	+%2 V_2O_5	+%4 V_2O_5	+%6 V_2O_5	+%8 V_2O_5
+ % 20 Li_2CO_3						
+ % 20 K_2CO_3						
+ % 20 Na_2CO_3						
+ % 10 $BaCO_3$						

Tablo 12:Kobalt oksitle renklendirilmiş krakle sırlar

	+ %0 CoO	+%0,25 CoO	+%0,50 CoO	+%1 CoO	+%1,5 CoO	+%2,00 CoO
% 20 Li_2CO_3						
% 20 K_2CO_3						
% 20 Na_2CO_3						
% 10 BaCO_3						

Tablo 13: Krom oksitle renklendirilmiş krakle sırlar

	+ %0 Cr_2O_3	+ %0,25 Cr_2O_3	+ %0,50 Cr_2O_3	+ %1 Cr_2O_3	+ %1,5 Cr_2O_3	+ %2,0 Cr_2O_3
% 20 Li_2CO_3						
% 20 K_2CO_3						
% 20 Na_2CO_3						
% 10 Ba_2CO_3						

Uygulanan tüm denemelerde K_2CO_3 'ın örtücülük özelliğinden dolayı opak sır oluşturduğu görülmüştür.

Mangan oksitle renklendirilen sırların pişirim sonucuna göre (Bkz.Tablo 8) sırlarda mangan oksit miktarı arttıkça doğal olarak saydam renkli sırdan koyu kahveye ve örtücü sıra doğru değişim görülmektedir. Örnekler çatlak yoğunluğu yönünden incelendiğinde mangan oksit miktarının % 1, 2 ve 4 oranlarındaki ilavelerinde oran arttıkça birim alanda daha fazla çatlak oluşumu görülmektedir. Bu sırlarda birim alandaki çatlak yoğunluğu sırasıyla Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Ba_2CO_3 , Li_2CO_3 katkılı sırlar şeklindedir. Mangan oksidin % 6 ve %8 oranlarında katkı yapılan sırlarda çatlakların yok olduğu görülmüştür. Manganolu sırlarda yüzey parlaklığı Na_2CO_3 , $BaCO_3$, Li_2CO_3 , K_2CO_3 katkı sırasında azalmaktadır. Li_2CO_3 'ın ısı genleşme kat sayısı düşük olsa da eritici özelliğinin olmasından kaynaklı toplanmaları engellediği ve MnO_2 pişirim sırasında gaz kabarcıkları nedeniyle sır yüzeyinde krater görünümlü sır hataları meydana getirdiği düşünülmektedir.

Sır pişirimi yapılmış örneklerin tablo 9'da yer alan görüntülerine bakıldığında demir oksit ilavesinin krakle sırlardaki çatlakların yoğunluğunu arttırdığı görülmektedir. Na_2O ve BaO katkılı sırlarda %8 Fe_2O_3 katkısında çatlaklı yapı hala dururken, Li_2O katkılı sırda %4, K_2O katkılı sırda ise %6 Fe_2O_3 katkılarında örtücü sır oluşmuş ve çatlaklı yapı kaybolmuştur. Genel olarak demir oksit ilaveleri aynı oranlardaki mangan oksit ilavelerine göre sırlarda daha az renklendirme sağlamışlardır. Mangan oksidin renklendirme gücünün demir okside göre daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. Demir oksitli denemeler parlaklık yönünden; Li_2O , Na_2O , BaO , K_2O katkılı sırlar şeklinde sıralanmaktadır.

CuO ile yapılan denemelerde yeşil tonlarını oluşturan renk skalası elde edilmiştir. Tablo 10'da yer alan sır görünümüne göre Na_2O ve BaO katkılı sırlar bakır oksitle %6'lık renklendirmeye kadar parlak yüzeyler oluşturmaya rağmen Li_2O ve K_2O takviyeli sırlarda aynı oranlarda mat yüzeyle sonuç vermektedir. Mat yüzeylerin devamında bakır oksit miktarı sırda arttıkça metalik görünümlü yüzeyler ortaya çıkmıştır. BaO katkılı sırlarda çatlaklık %6 bakır oksit ilavesine kadar görünürken,

diğerlerinde %4 bakır oksit katkısı ile çatlaklı yüzey kaybolmuştur. Bakır oksitle renklendirme sonuçlarına göre çatlak yoğunluğu sırasıyla Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Ba_2CO_3 , Li_2CO_3 katkılı sırlar parlaklık yönünden ise Na_2CO_3 , Ba_2CO_3 , Li_2CO_3 , K_2CO_3 katkılı sırlar şeklinde verilebilir. Li_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı denemelerde metalik renklerin oluştuğu görülmüştür.

Tablo 11’de görüldüğü gibi vanadyum penta oksitle artan oranlardaki renklendirmelerde sarımsı renk tonları elde edilmiş, lityum oksitli sır dışında az oranda V_2O_5 ilave edilse dahi Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 ’lı denemelerde opaklaşmaya sebep olmuştur. Vanadyum penta oksidin yüzey geriliminin yüksekliğinin bu sonuçlara sebep olduğu varsayılmaktadır. Özellikle baryum oksit katkılı sırda söz konusu durum daha da fazla belli olmaktadır. %6 ve %8 vanadyum penta oksit ile renklendirilen baryum katkılı sır örneklerinde yüzeyde iğne deliği hataları oluşmaya başlamıştır. Vanadyum penta oksitle renklendirilen sırların çatlak sıklığı sırasıyla; Na_2CO_3 , K_2CO_3 , BaCO_3 , Li_2CO_3 şeklinde azaldığı gözlemlenmiştir. Parlaklıkları incelediğinde ise Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 , BaCO_3 sırasıyla azaldığı görülmüştür.

CoO_2 ile renklendirilen denemelerde mavi ve tonları elde edilmiştir. MnO_2 , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , CuO ve V_2O_5 ile renklendirilen denemelere göre Li_2CO_3 katkılı denemeler mat, BaCO_3 katkılı denemeler ise parlaktır.

Cr_2O_3 ile renklendirilen denemelerde yeşil tonlarını oluşturan renk geçişleri elde edilmiştir. Kuvvetli bir renklendirici olduğu için reçeteye daha az miktarda eklenmesi ya da tek kat sürülerek tekrar denemesi yapıldığında olumlu sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.

Kıyaslama kolaylığı açısından Li_2CO_3 , K_2CO_3 , Na_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı denemeler sabit tutularak farklı renklendiriciler aynı grupta toplanmıştır ve aşağıda verilen tablolar oluşturulmuştur. Renklendirilmiş sırlardaki çatlaklı yapının sıcaklığın artmasıyla uğradığı değişimi görebilmek için iki farklı deneme tercih edilmiştir. Tercih edilen renklendirilmiş bu denemeler (MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 için %2 ve %4, CoO için %0,25 ve %0,50 oranları, Cr_2O_3 için %1 ve %2 oranları) seçilerek 1080 °C’deki sır

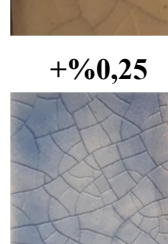
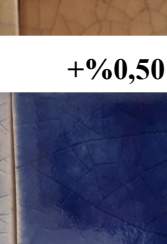
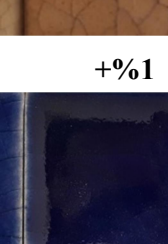
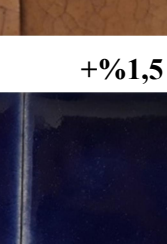
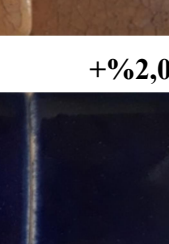
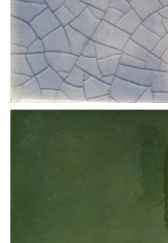
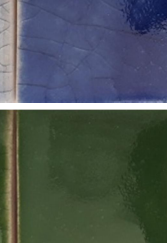
pişirim sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar 1050°C’de pişirimi yapılan örnekleriyle karşılaştırılmıştır.

%20 Li_2CO_3 katkılı krakle sırda MnO_2 , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , CoO_2 ve Cr_2O_3 , renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 14’te görülmektedir.

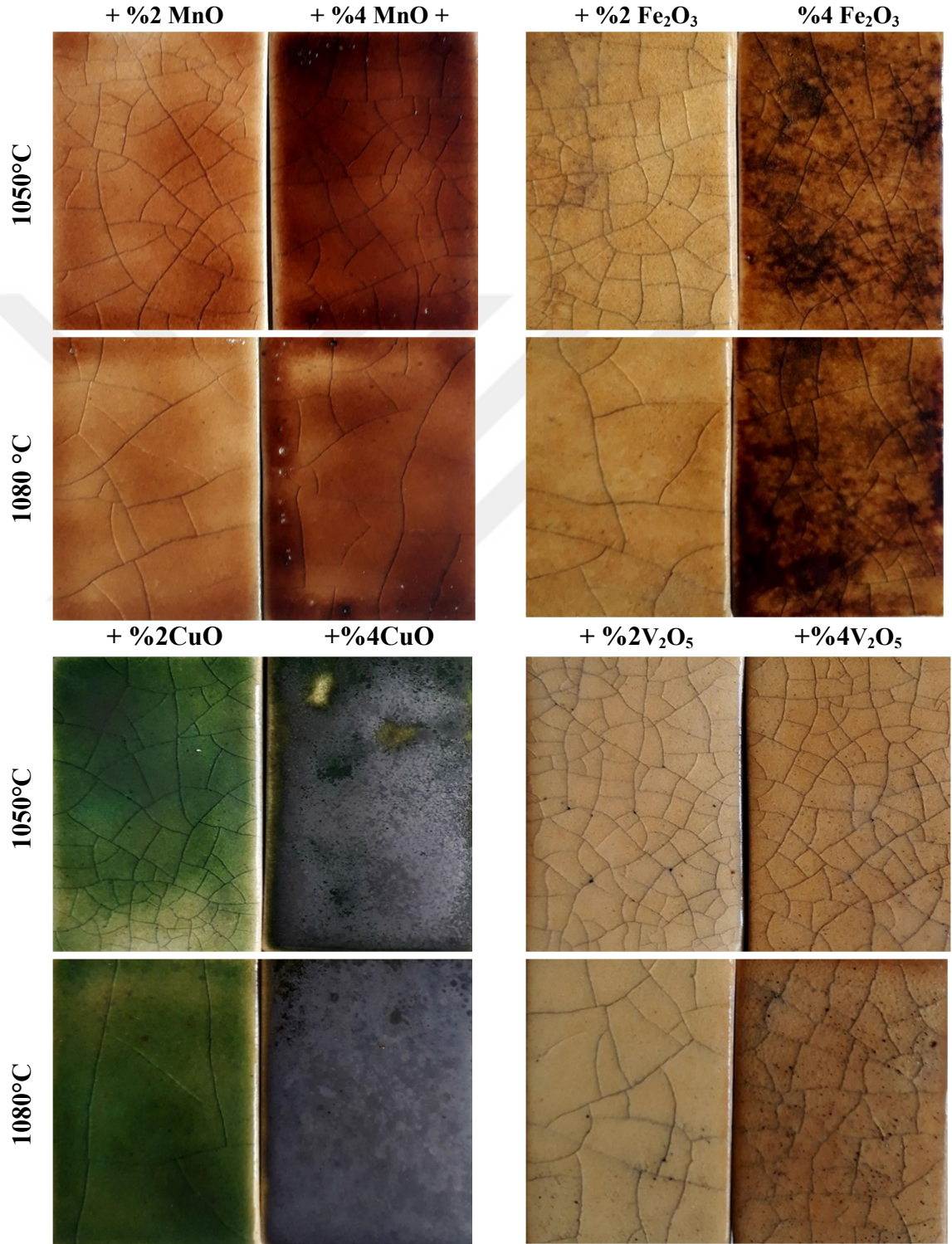
% 20 Li_2CO_3 katkılı krakle sırda %2 ve %4 MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , %0,25, %0,50 CoO , %1 ve %2 Cr_2O_3 içeren sırların 1050 °C ve 1080 °C’deki pişirim sonuçları tablo 15 ve tablo 16’da verilmektedir.



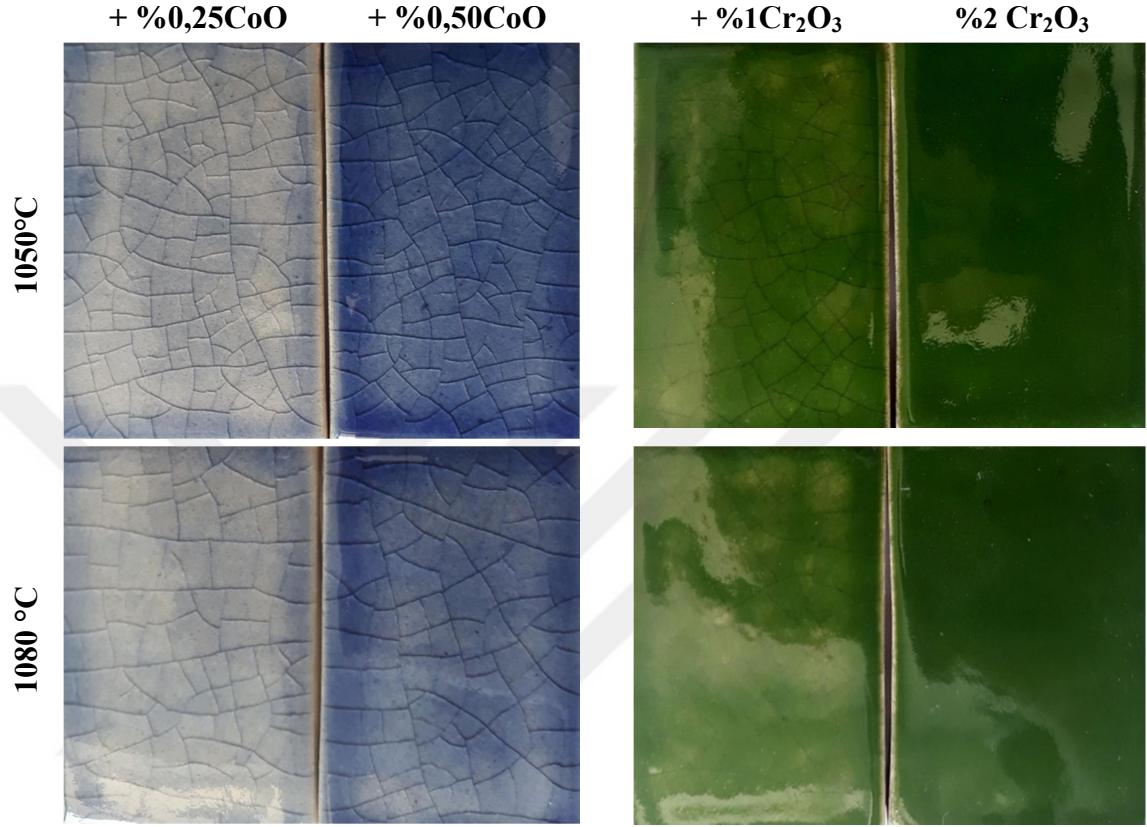
Tablo 14: %20 Li_2CO_3 katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+ %1	+ %2	+ %4	+ %6	+ %8
MnO						
Fe_2O_3						
CuO						
V_2O_5						
		+ %0,25	+ %0,50	+ %1	+ %1,5	+ %2,0
CoO						
Cr_2O_3						

Tablo 15: %20 Li_2CO_3 katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 16: %20 Li_2CO_3 katkılı kırakle sırda CoO ve Cr_2O_3 'in etkisinin artan sıcaklıkla değişimi

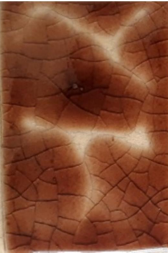
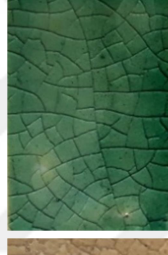
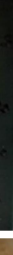
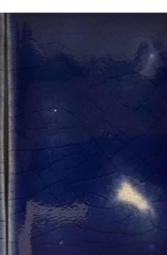


1050 °C’de uygulanan denemelerin 1080 °C’de uygulanan denemelere oranla çatlakların daha sık, yüzeylerinin daha pürüzsüz ve parlak olduğu görülmüştür. Farklı sıcaklıklarda uygulanan aynı denemelerin renk tonlarında fark görülmemiştir.

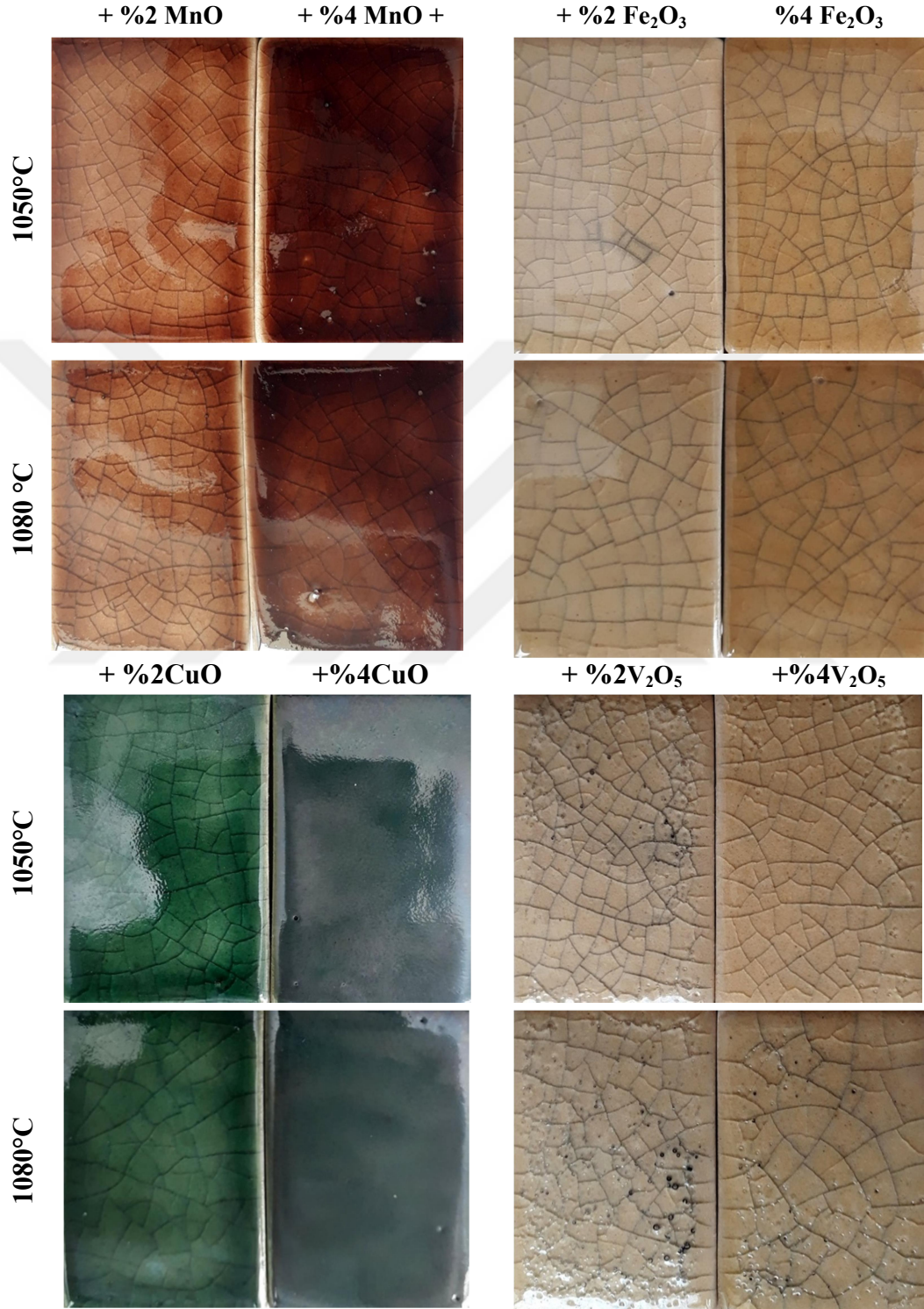
%20 Na_2CO_3 katkılı kırakle sırda MnO_2 , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , CoO_2 ve Cr_2O_3 , renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 17’de görülmektedir.

% 20 Na_2CO_3 katkılı kırakle sırda %2 ve %4 MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , %0,25, %0,50 CoO , %1 ve %2 Cr_2O_3 içeren sırların 1050 °C’de ve 1080 °C’deki pişirim sonuçları tablo 18 ve tablo 19’da verilmektedir.

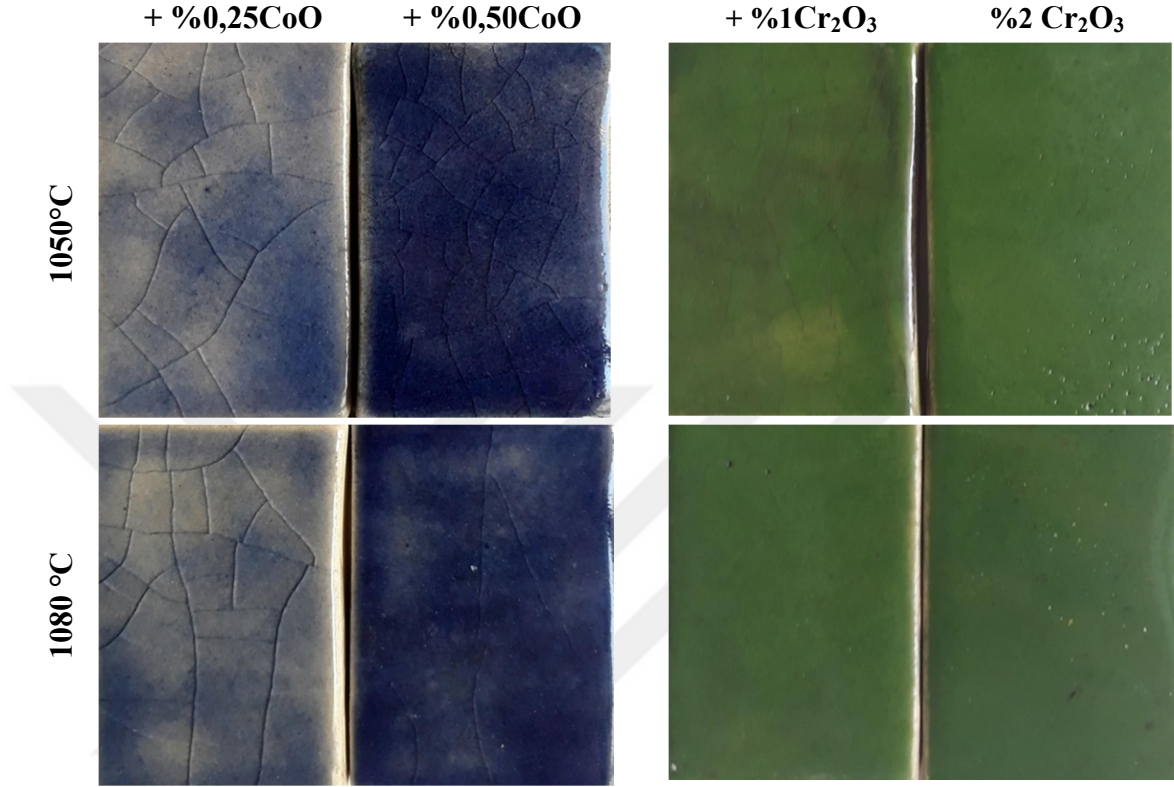
Tablo 17: %20 Na₂CO₃ katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+ %1	+ %2	+ %4	+ %6	+ %8
MnO						
Fe ₂ O ₃						
CuO						
V ₂ O ₅						
	+ %0,25	+ %0,50	+ %1	+ %1,5	+ %2,0	
CoO						
Cr ₂ O ₃						

Tablo 18: %20 Na_2CO_3 katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 19: %20 Na₂CO₃ katkılı kırakle sırda CoO ve Cr₂O₃'in etkisinin artan sıcaklıkla değişimi

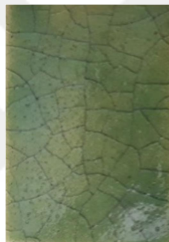
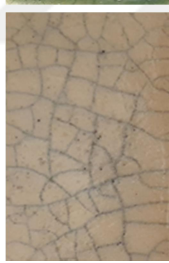
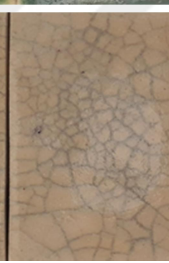
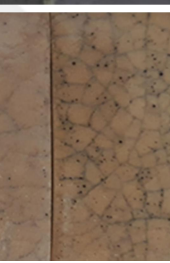
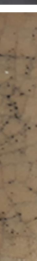
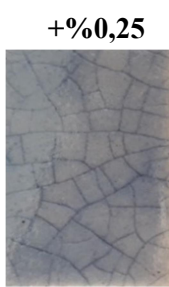
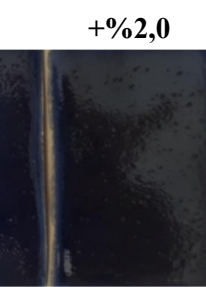
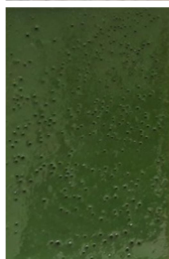


1050°C' de uygulanan denemelerin 1080°C' de uygulanan denemelere oranla çatlakların daha sık, yüzeylerinin daha pürüzsüz ve parlak olduğu görülmüştür. Farklı sıcaklıklarda uygulanan aynı denemelerin renk tonlarında fark gözlemlenmemiştir.

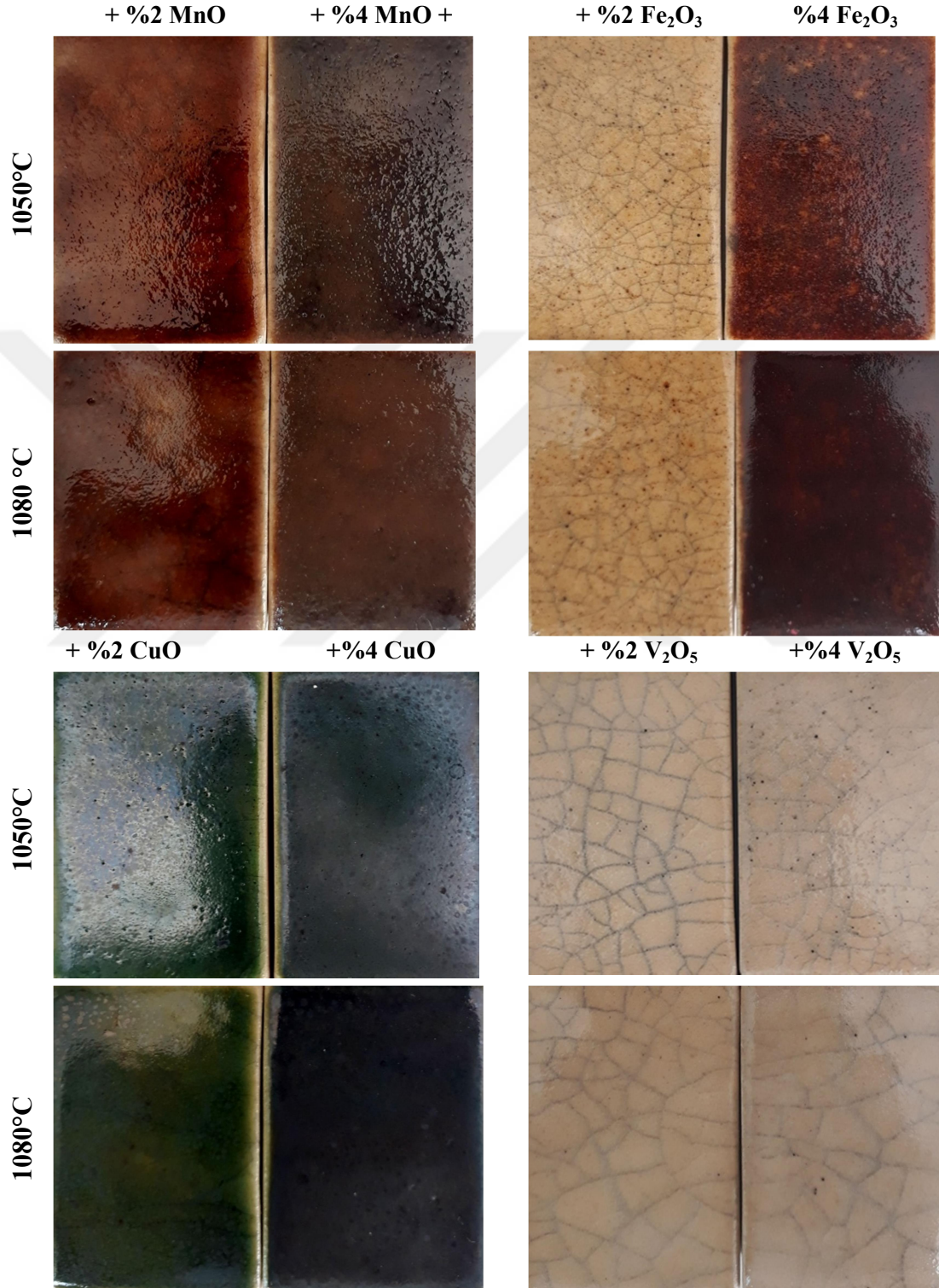
%20 K₂CO₃ katkılı krakle sırda MnO₂, Fe₂O₃, CuO, V₂O₅, CoO₂ ve Cr₂O₃, renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 20'de görülmektedir.

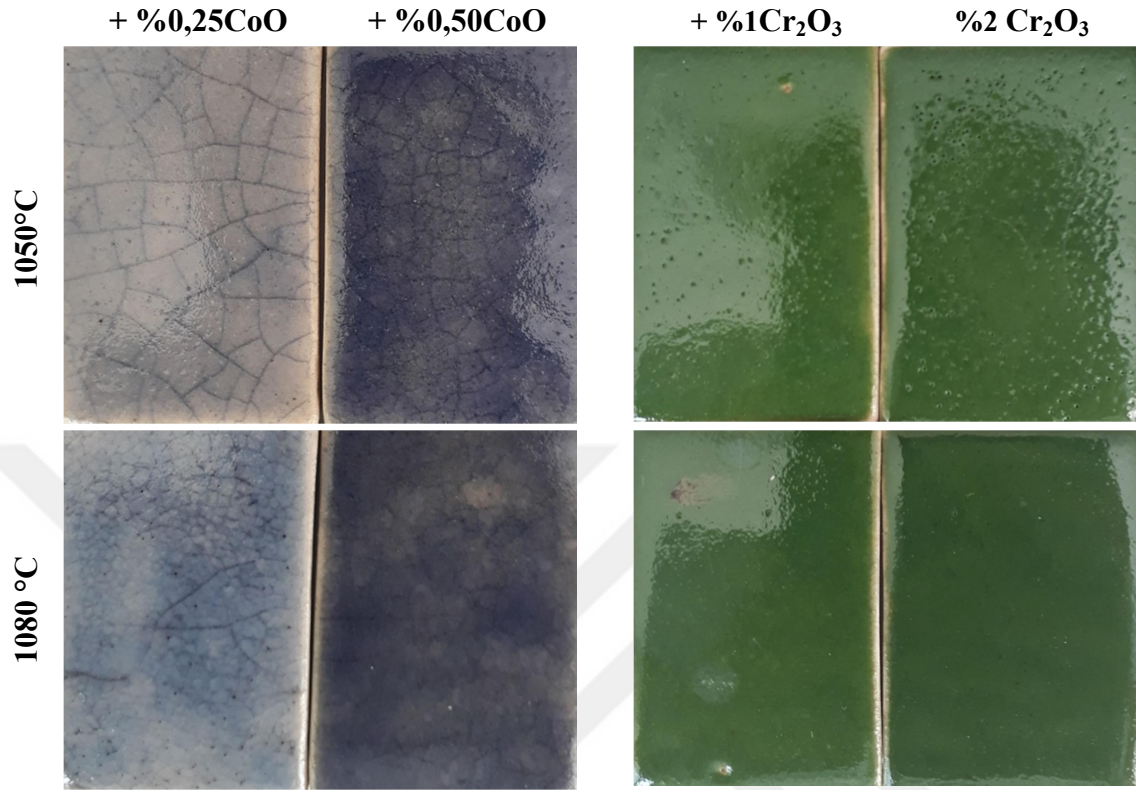
% 20 K₂CO₃ katkılı krakle sırda %2 ve %4 MnO, Fe₂O₃, CuO, V₂O₅, %0,25, %0,50 CoO ve %1, %2 Cr₂O₃ içeren sırların 1050 °C ve 1080 °C'deki pişirim sonuçları tablo 21 ve tablo 22'de verilmektedir.

Tablo 3: %20 K_2CO_3 katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+ %1	+ %2	+ %4	+ %6	+ %8
MnO						
Fe₂O₃						
CuO						
V₂O₅						
	+ %0,25	+ %0,50	+ %1	+ %1,5	+ %2,0	
CoO						
Cr₂O₃						

Tablo 4: %20 K_2CO_3 katkılı sırda MnO, Fe_2O_3 , CuO, V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 5: %20 K_2CO_3 katkılı sırda CoO ve Cr_2O_3 'in etkisinin artan sıcaklıkla değişimi

1050 °C'de uygulanan denemelerin, 1080°C'de uygulanan denemelere göre çatlakların daha sık olduğu, 1080 °C'de uygulanan denemelerin ise yüzeylerinin 1050°C'de uygulanan denmelere göre daha pürüzsüz olduğu görülmüştür. Farklı sıcaklıklarda uygulanan aynı denemelerin renk tonlarında fark gözlemlenmemiştir.

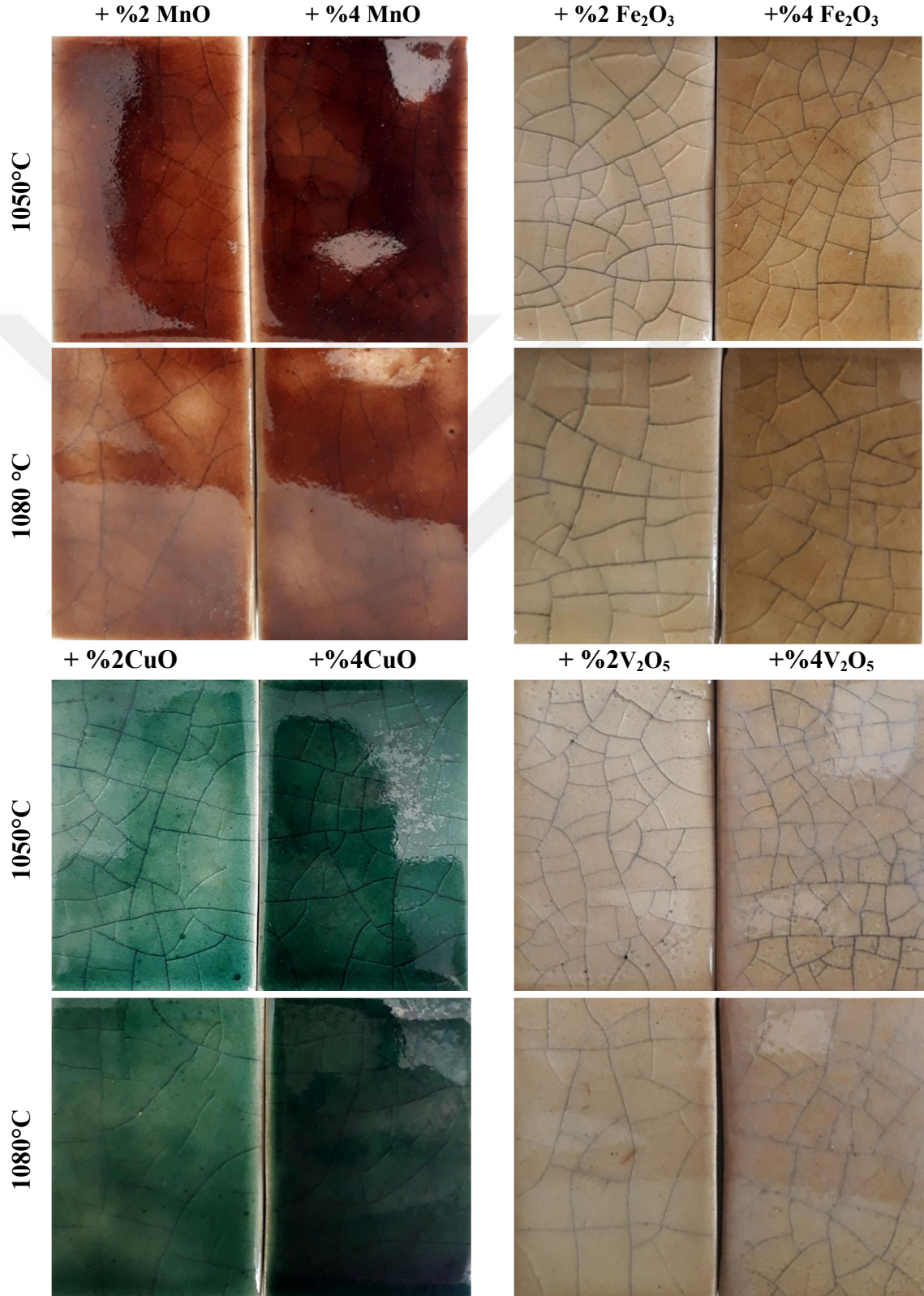
%10 $BaCO_3$ katkılı kırakle sırda MnO_2 , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , CoO_2 ve Cr_2O_3 , renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 20'de görülmektedir.

%10 $BaCO_3$ katkılı kırakle sırda %2 ve %4 MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , %0,25, %0,50 CoO ve %1, %2 Cr_2O_3 içeren sırların 1050 °C ve 1080 °C'deki pişirim sonuçları tablo 21 ve tablo 22'de verilmektedir.

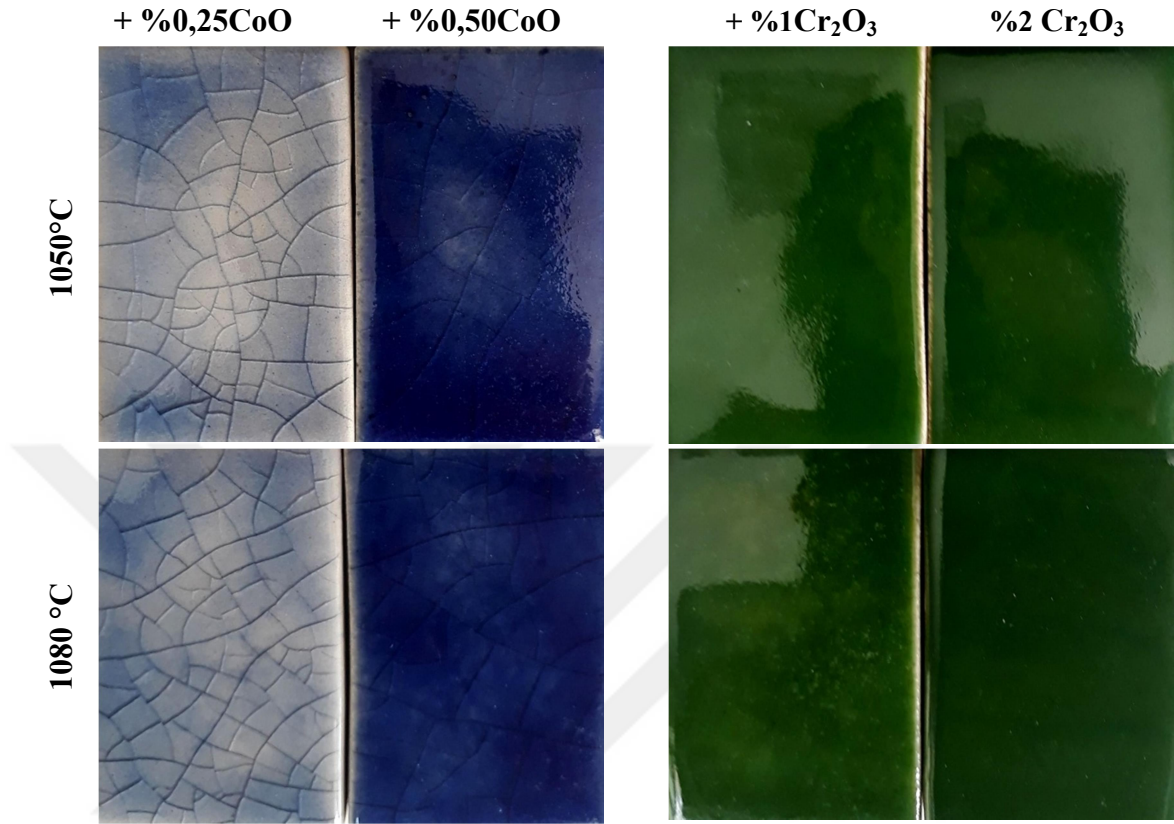
Tablo 6: % 10 BaCO₃ katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+%1	+%2	+%4	+%6	+%8
MnO						
Fe₂O₃						
CuO						
V₂O₅						
		+%0,25	+%0,50	+%1	+%1,5	+%2,0
CoO						
Cr₂O₃						

Tablo 7: %10 BaCO₃ katkılı sırda MnO, Fe₂O₃, CuO, V₂O₅ oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 8: %10 BaCO₃ katkılı sırda CoO ve Cr₂O₃'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



1050°C'de uygulanan denemelerin 1080°C'de uygulanan denemelere göre çatlakların daha sık, yüzeylerinin daha pürüzsüz ve parlak olduğu görülmüştür. Farklı sıcaklıklarda uygulanan aynı denemelerin renk tonlarında fark gözlemlenmemiştir.

Denemelerin genel yorumları;

1050°C- 1080°C’de renklendirilen ve pişirimi yapılan denemelerde genel olarak olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan denemelerin değerlendirmeleri aşağıdaki gibidir.

1050°C pişirimi yapılan Li_2CO_3 ’lı denemeler 1080°C pişirimi yapılan denemelere göre renk tonu olarak bariz fark oluşmamıştır. 1050°C pişirimi yapılan denemelerin yüzeylerinin daha parlak ve çatlaklarının daha sık olduğu görülmektedir.

1050°C’de pişirimi yapılan K_2CO_3 katkılı denemeler 1080°C’de pişirimi yapılan denemelere oranla çatlaklar daha yoğundur. 1050°C de uygulanan sırn daha mat, yüzeyi pürüzlü ve renk tonunun daha açık olduğu gözlemlenmiştir. K_2CO_3 ’ın örtücülük özelliği olduğu için yapılan denemelerin genelinde opaklaşmaya sebep olduğu düşünülmektedir.

1050°C- 1080°C’de pişirimi yapılan Na_2CO_3 katkılı denemelerde sırların renk tonunda çok fazla bir fark oluşmadığı, fakat 1050°C’de pişirilen denemelerin renk tonunun daha canlı ve çatlakların daha sık olduğu görülmüştür.

1050°C’de pişirimi yapılan BaCO_3 katkılı denemeler 1080°C’de pişirimi yapılan denemelere oranla sırn daha parlak , renk tonunun ise daha koyu ve çatlakların daha sık olduğu görülmüştür.

Genel olarak olumlu sonuçlar alınan krakle sır denemelerinde renklendirici olarak kullanılan Cr_2O_3 güçlü bir renklendirici olduğu için daha olumlu sonuçlar elde edilememiştir. Cr_2O_3 ’in reçeteye az miktarda eklenmesi veya sırn tek kat uygulanması daha olumlu sonuçlar verebilir.

3. 5. Toplanmalı Sır Denemeleri

Toplanmalı sırların oluşumunda en önemli sebep yüzey gerilimidir. Denemelerde yüzey gerilimi yüksek ve düşük derecede yüzey gerilimini arttıran oksitler CaCO_3 , MgCO_3 , TiO_2 ve ZnO tercih edilmiştir. Toplanma oluşturma etkilerini görmek için AS sırna % 5, 10, 20,...70, 80, 90 artan oranlarında CaCO_3 , MgCO_3 , TiO_2 ve ZnO hammaddeleri ilave edilmiştir. Sır karışımları 1000°C 'de bisküvi pişirimi gerçekleştirilmiş ESC-1 bünyeler üzerine fırça ile üç kat olarak kalın bir tabaka şeklinde uygulanmıştır.

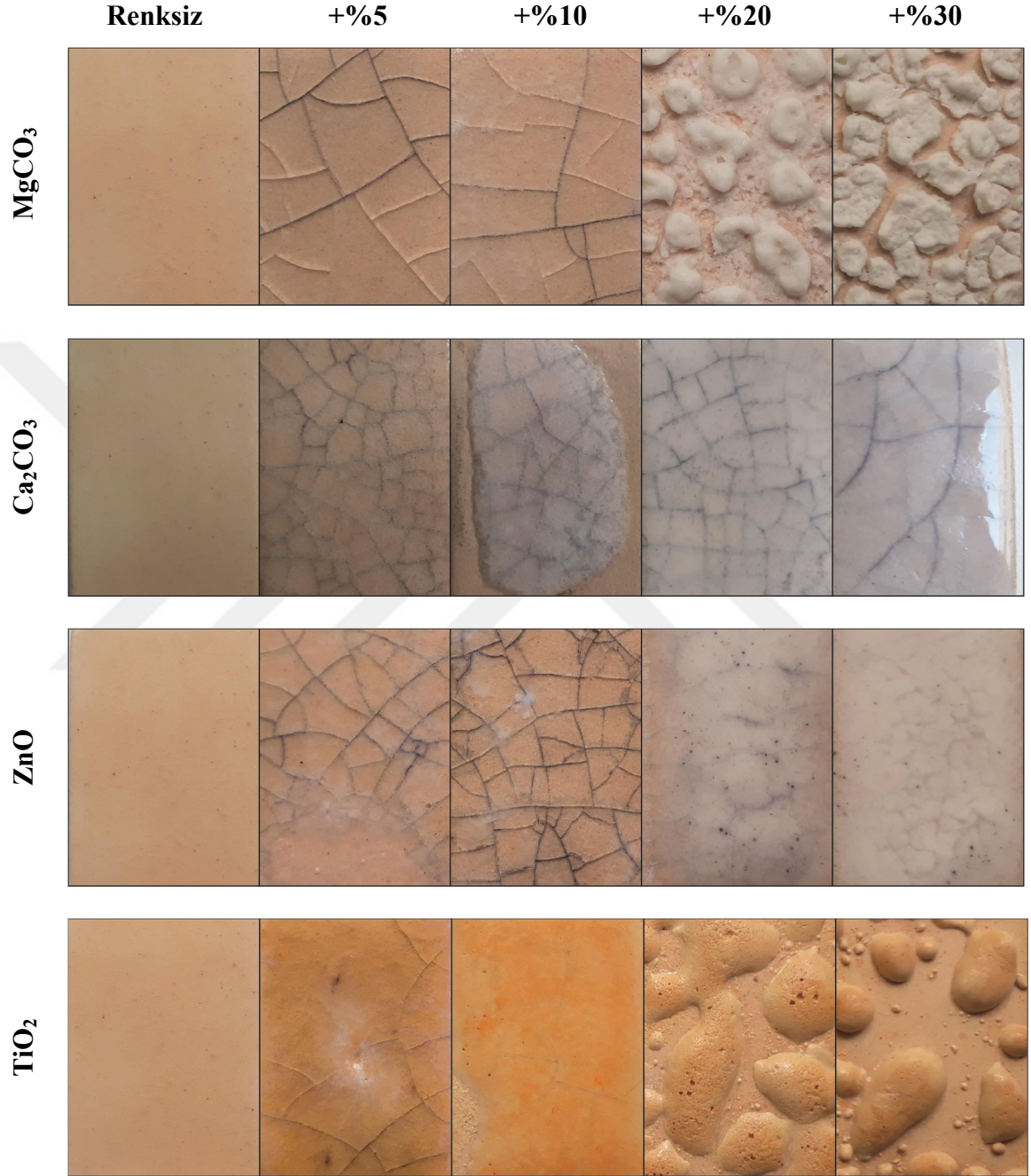
Denemeler kalın uygulandığı için kuruma aşamasında çatlamlar meydana gelmiştir. Bu çatlamlar pişirim sırasında gerilimden kaynaklı birleşmek yerine daha fazla ayrılmaya neden olmuştur (Bknz,Resim 21).



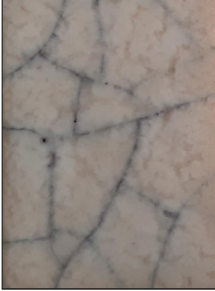
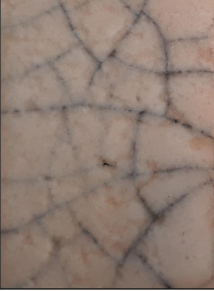
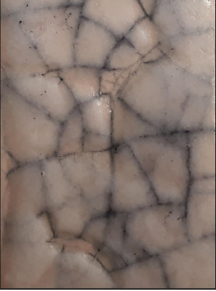
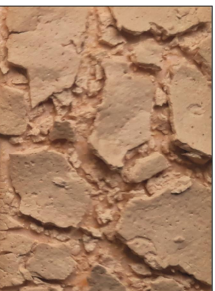
Resim 21: 1050°C Pişirim öncesi toplanmalı sır görünümleri

1050°C 'de sır pişirimleri gerçekleşen toplanmalı sır karışımlarına ait sonuçlar Tablo 30-31'de görülmektedir.

Tablo 26: %5, 10, 20 ve 30 oranlarında MgCO_3 , CaCO_3 , ZnO ve TiO_2 katkılı AS
sırının 1050°C'deki pişirim sonuçları



Tablo 27: %40, 50, 60,70 ve 80 oranlarında MgCO_3 , CaCO_3 , ZnO ve TiO_2 katkı AS
sırının 1050°C'deki pişirim sonuçları

	+%40	+%50	+%60	+%70	+%80
CaCO_3					
MgCO_3					
ZnO					
TiO_2					

MgCO₃; artan oranlarda %5 ve %10 ilavelerinde krakle sır oluştururken %20 katkı yapıldığında toplanma yapmaya başlamıştır. Yüzey gerilimi yüksek olması nedeni ile önce adacıklar şeklinde toplanma daha sonrasında kurumuş balçığın kavlaması şeklinde görünüm elde edilmiştir. %80 oranında MgCO₃ kullanıldığında bünyeden kopmalar meydana gelmiştir.

CaCO₃; artan miktarlarda toplanmaya sebep olmakla birlikte yüzeyin matlaşmasına ve pürüzlü hale gelmesine neden olmuştur. CaCO₃ artan oranlarda katkısının çatlak derinliğini arttırdığı, çatlak yoğunluğunu azalttığı görülmüştür. %40 katkılı sır içinde yarılmalara şeklinde dokuların olduğu fark edilmektedir. Bunun nedeni CaCO₃'ün sır içerisinde kristalleşmesinden kaynakladığı düşünülmektedir. İstenilen toplanmaların oluşmamasının nedeni sıranın ısı genleşme kat sayısına bağlanabilir. Bununla birlikte sır daha kalın uygulanarak tekrar denemeler yapılarak sonuçları değerlendirilebilir.

ZnO; artan oranlarda %20'ye kadar çatlaklı krakle sır oluşturduğu, %20' den sonra çatlak sıklığının azaldığı ve %40 oranında toplanmaların başladığı görülmüştür. %70 ZnO katkısında keskin kenarlı mat yüzeye sahip toplanmalı sırlar elde edilmiştir.

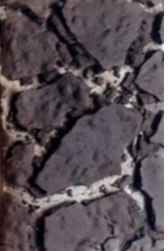
Ti₂O₃; artan oranlarda kullanıldığında %5 oranında krakle çatlaklı sır oluştururken %10'luk katkısında bu çatlaklar kaybolmuş %20 oranında toplanmalar oluşmaya başlamış olup %50 ve sonrasında keskin kenarlı mat toplanmalı sırlara dönüşmüştür.

%20 katkı oranında adacıklı sır oluşturan MgCO₃ ve Ti₂O₃'li sırlarda, MgCO₃'lı sır ve Ti₂O₃'li sıra göre daha sık ve daha fazla adacıklı görünüm oluşturmıştır. MgCO₃'ın yüzey gerilim katsayısının Ti₂O₃'e göre yaklaşık iki kat olması ile alakalı olduğu düşünülmektedir (Bknz tablo:26).

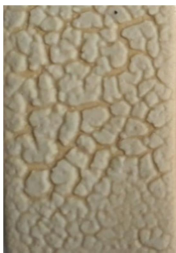
3.6. $MgCO_3$, $CaCO_3$, ZnO ve TiO_2 Katkılı Sırların Renklendirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında AS ana sırina sabit oranlarda %20 $MgCO_3$, %40 $CaCO_3$, %40 ZnO ve %20 TiO_2 ilave edilerek oluşturulan sır harmanlarına artan oranlarda renklendirici oksitler ilave edilerek renklendirici oksitlerin toplanmalı sır üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, zayıf renk verme özelliğine sahip demir oksit, mangan oksit, bakır oksit ve vanadyum penta oksit %1, 2, 4, 6 ve 8 artan oranlarında, kuvvetli renk verme özelliği bulunan krom oksit ve kobalt oksit ise %0,25, 0,50, 1, 1,5 ve 2 artan oranlarında sırlara ilave edilmiştir. Hazırlanan sırlar yine 1000 °C’de bisküvi pişirimi yapılmış ESC-1 bünyesi üzerine uygulanmış ve 1050 °C’de sır pişirimleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo 32- tablo 37’de görülmektedir.

Tablo 28: Mangan oksit katkılı renk skalası

	%0 MnO	+%1 MnO	+%2 MnO	+%4 MnO	+%6 MnO	+%8 MnO
+% 10 CaCO ₃						
+% 60 MgCO ₃						
+% 80 TiO ₂						
+% 70 ZnO						

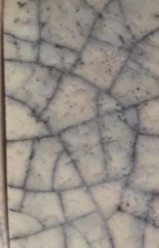
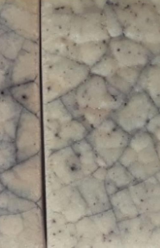
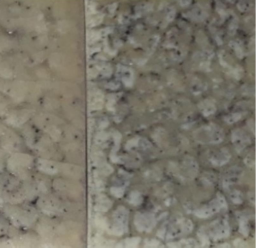
Tablo 29: Demir oksit katkılı renk skalası

	$+ \% 0 \text{ Fe}_2\text{O}_3$	$+ \% 1 \text{ Fe}_2\text{O}_3$	$+ \% 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$	$+ \% 4 \text{ Fe}_2\text{O}_3$	$+ \% 6 \text{ Fe}_2\text{O}_3$	$+ \% 8 \text{ Fe}_2\text{O}_3$
$+ \% 10 \text{ CaCO}_3$						
$+ \% 60 \text{ MgCO}_3$						
$+ \% 80 \text{ TiO}_2$						
$+ \% 70 \text{ ZnO}$						

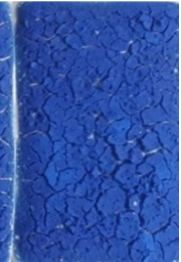
Tablo 30: Bakır oksit katkılı renk skalası

	+%0 CuO	+%1 CuO	+%2 CuO	+%4 CuO	+%6 CuO	+%8 CuO
+% 10 CaCO₃						
+% 60 MgCO₃						
+% 80 TiO₂						
+% 70 ZnO						

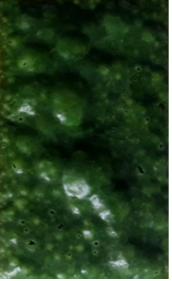
Tablo 31: Vanadyum penta oksit katkılı renk skalası

	%0 V_2O_5	+%1 V_2O_5	+%2 V_2O_5	+%4 V_2O_5	+%6 V_2O_5	+%8 V_2O_5
+% 10 $CaCO_3$						
+% 60 $MgCO_3$						
+% 80 TiO_2						
+% 70 ZnO						

Tablo 32: Kobalt oksit katkılı renk skalası

	+ %0CoO	+ %0,25CoO	+ %0,50CoO	+ %1 CoO	+ %1,5CoO	+ %2,00CoO
+ % 10 CaCO ₃						
+ % 60 MgCO ₃						
+ % 80 TiO ₂						
+ % 70 ZnO						

Tablo 33: Krom oksit katkılı renk skalası

	$\%0\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\%0,25\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\%0,50\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\%1\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\%1,5\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\%2,0\text{Cr}_2\text{O}_3$
$\%10\text{CaCO}_3$						
$\%60\text{MgCO}_3$						
$\%80\text{TiO}_2$						
$\%70\text{ZnO}$						

Renklendirilen toplanmalı sır denemelerin tamamında olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Kullanılan oksitler aynı, renklendiricileri ise farklı olan denemelerin sonuçları değerlendirildiğinde;

Genel olarak artan oranda renklendirici kullanılması sonucu açık tonlardan koyu tonlara doğru renk tonlarının oluştuğu görülmektedir.

Toplanmalı sırların tamamında CaCO_3 ' lı denemelerde toplanmanın meydana geldiği görülmekte fakat bor ile birlikte kullanıldığında yüksek oranda parlaklık özelliği verdiği için krakle çatlaklarına sebep olduğu düşünülmektedir.

Mangan oksit ile renklendirilen denemelerin tamamında kahverengi ve tonları elde edilmiştir. MnO_2 'in pişirim sırasında gaz kabarcıkları nedeniyle sır yüzeyinde krater görünümlü sır hataları meydana getirdiği düşünülmektedir.

Vanadyum penta oksit ile renklendirilen denemelerde CaCO_3 , MgCO_3 ve ZnO birbirine yakın krem tonları verdiği, TiO_2 'in ise kahverengi tonları verdiği görülmüştür.

Kobalt oksit ile renklendirilen denemelerde CaCO_3 ve ZnO ile mavi tonları, TiO_2 ile yeşil ve tonları, MgCO_3 ile lila ve mor tonları oluştuğu görülmüştür.

Krom oksit ile yapılan denemelerde CaCO_3 ve MgCO_3 yeşil ve tonları, ZnO ve TiO_2 kahverengi ve tonları verdiği görülmüştür.

Demir oksit ile renklendirilen denemelerin tamamında sarı tonları ve artan oranda kahverengi tonlarının oluştuğu görülmüştür.

Bakır oksit ile yapılan denemelerin tamamında yeşil tonları oluşurken, CaCO_3 mat koyu yeşil tonları, TiO_2 artan oranda metalik yeşil tonları oluşmuştur.

Toplanma şekilleri ise tablolarda görüldüğü üzere kullanılan oksit ve renklendiricilerin özelliklerine göre değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir.

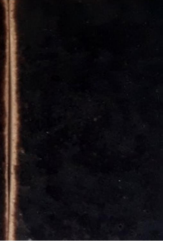
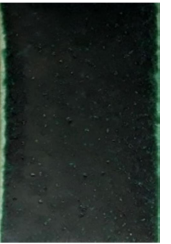
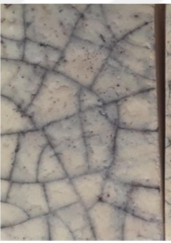
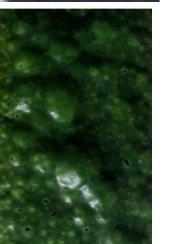
Kıyaslama kolaylığı açısından Li_2CO_3 , K_2CO_3 , Na_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı denemeler sabit tutularak farklı renklendiriciler aynı grupta toplanarak aşağıda verilen tablolar oluşturulmuştur. Renklendirilmiş sırlardaki çatlaklı yapının sıcaklığın artmasıyla uğradığı değişimi görebilmek için iki farklı deneme tercih edilmiştir. Tercih edilen renklendirilmiş bu denemeler (MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 için %2 ve %4, CoO için %0,25 ve %0,50 oranları, Cr_2O_3 için %1 ve %2 oranları) seçilerek $1080\text{ }^\circ\text{C}$ 'deki sır pişirim sonuçları elde edildimiştir. Elde edilen sonuçlar $1050\text{ }^\circ\text{C}$ 'de pişirim yapılan örnekleriyle karşılaştırılmıştır.

Kıyaslama kolaylığı açısından CaCO_3 , MgCO_3 , ZnO ve TiO_2 katkılı denemeler sabit tutularak farklı renklendiriciler aynı grupta toplandı ve aşağıda verilen tablolar oluşturulmuştur. Renklendirilmiş sırlardaki toplanma yapının sıcaklığın bir miktar artmasıyla uğradığı değişimi görebilmek için iki farklı deneme tercih edilmiştir. Tercih edilen bu denemeler (MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 için %2 ve %4, CoO için %0,25 ve %0,50 oranları, Cr_2O_3 için %1 ve %2 oranları) seçilerek $1080\text{ }^\circ\text{C}$ 'deki sır pişirim sonuçlarına ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar $1050\text{ }^\circ\text{C}$ 'de pişirim yapılan örnekleriyle karşılaştırılmıştır.

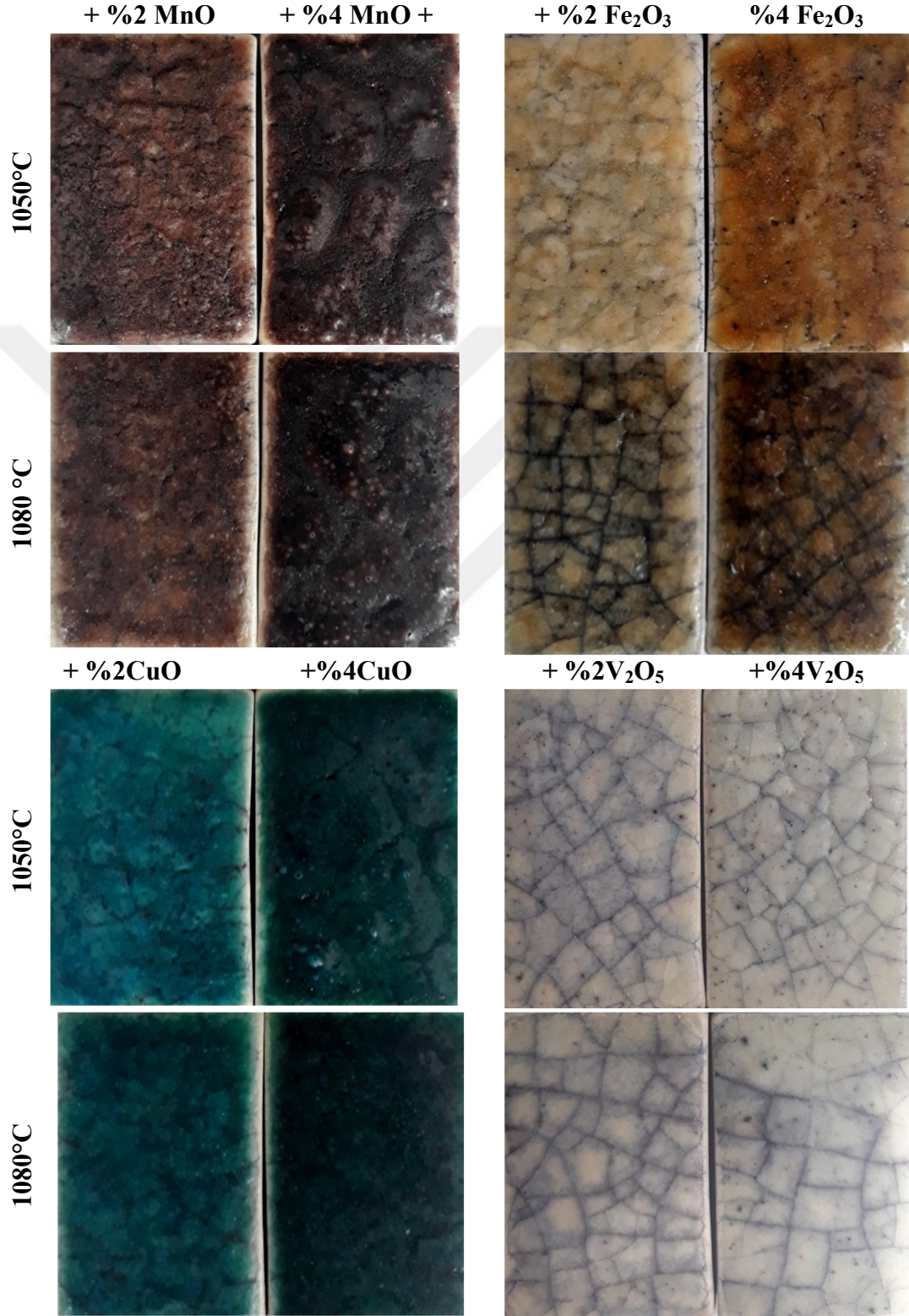
%10 CaCO_3 katkılı toplanmalı sırda MnO_2 , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , CoO_2 ve Cr_2O_3 , renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 38'te görülmektedir.

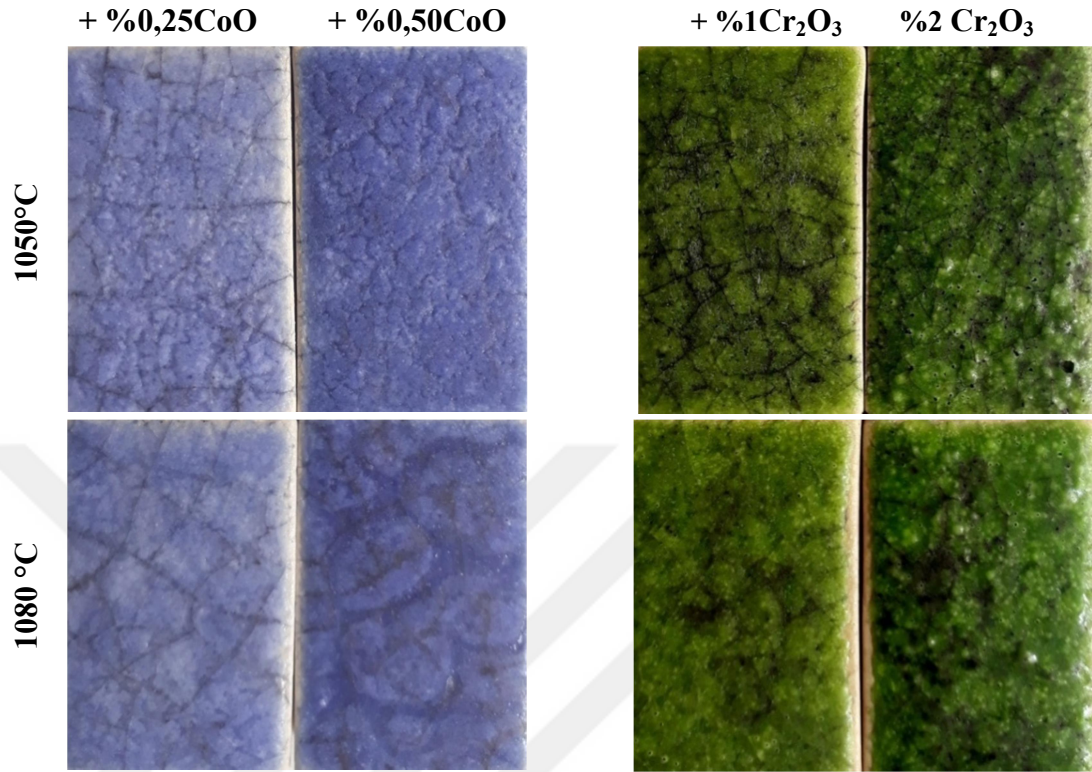
%10 CaCO_3 katkılı toplanmalı sırda %2 ve %4 MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , %0,25, %0,50 CoO ve %1 ve %2 Cr_2O_3 içeren sırların $1050\text{ }^\circ\text{C}$ ve $1080\text{ }^\circ\text{C}$ 'deki pişirim sonuçları tablo 39 ve tablo 40'da verilmektedir.

Tablo 34: + % 10 CaCO₃ katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+%1	+%2	+%4	+%6	+%8
MnO						
Fe₂O₃						
CuO						
V₂O₅						
		+%0,25	+%0,50	+%1	+%1,5	+%2,0
CoO						
Cr₂O₃						

Tablo 35: %10 CaCO_3 katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 36: %10 CaCO₃ katkılı sırda CoO ve Cr₂O₃'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi

1050°C' de uygulanan denemeler Cr₂O₃ hariç 1080°C' de uygulanan denemelere göre yüzeyi pürüzlü ve mattır. Uygulamalarda Fe₂O₃ hariç renk tonlarında bir farklılık yoktur.

1050°C' de uygulanan Fe₂O₃'li denemeler 1080°C'de uygulanan denemelere göre daha açık tonlara sahip iken krakle görünümü oluşmamıştır. 1080°C'de ise hem toplanma hem de krakle görünümü mevcuttur.

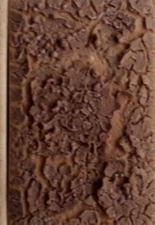
1050°C' de uygulanan V₂O₅'li denemelerde toplanmalar ile birlikte krakle görünümü elde edilmiştir, 1080 °C'de uygulanan denemelerde ise yüzeyi pürüzsüz parlak ve daha sık çatlaklı bir görünüm oluşmuştur.

%10 CaCO₃ katkılı toplanmalı sırda MnO₂, Fe₂O₃, CuO V₂O₅ CoO₂ ve Cr₂O₃, renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 38'de görülmektedir.

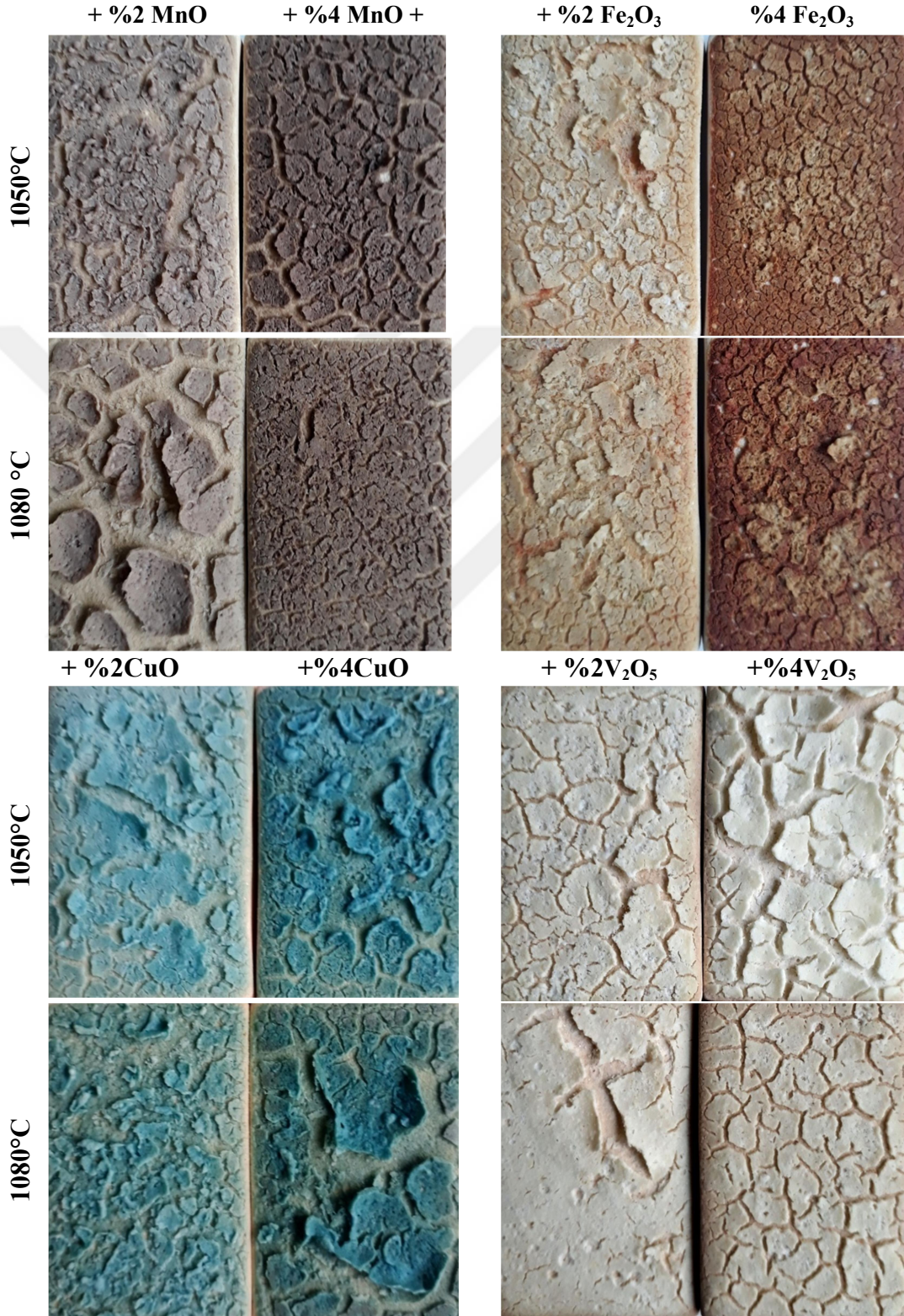
%10 CaCO_3 katkılı toplanmalı sırda %2 ve %4 MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , %0,25, %0,50 CoO ve %1 ve %2 Cr_2O_3 içeren sırların 1050°C ve 1080°C’deki pişirim sonuçları tablo 39 ve tablo 40’de verilmektedir.



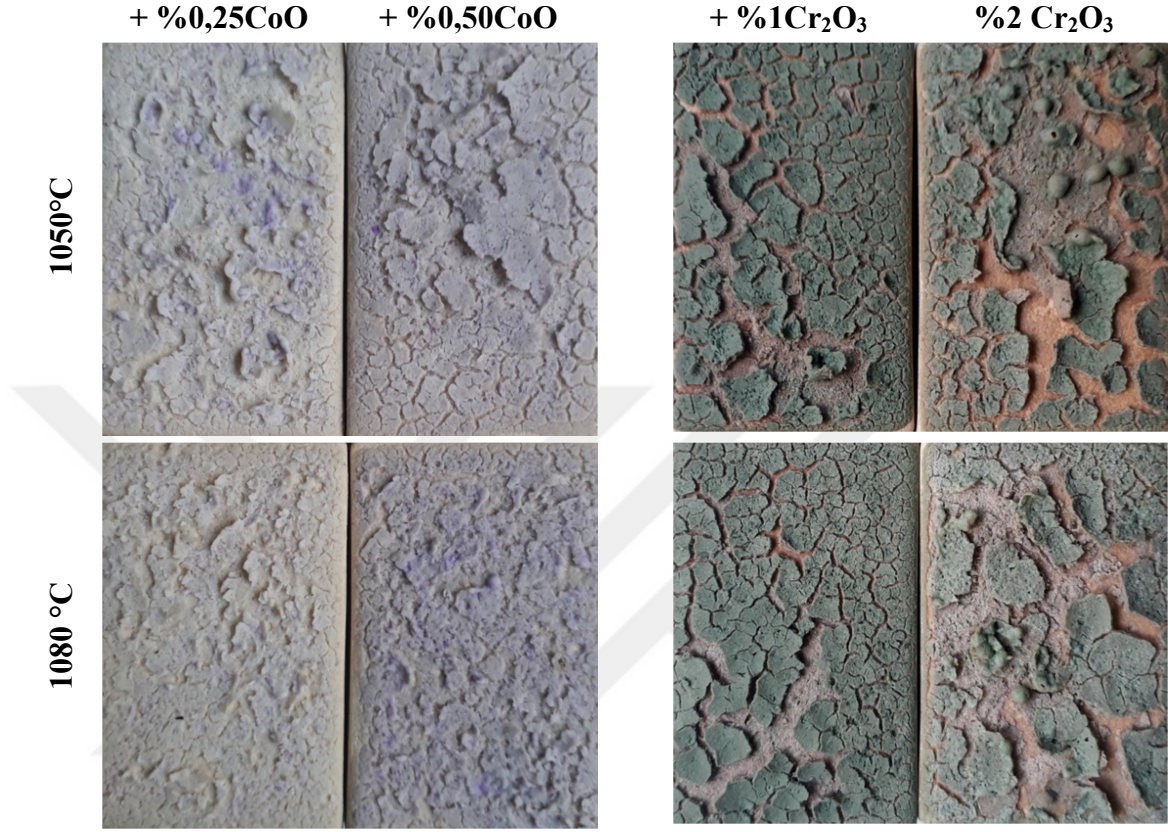
Tablo 37: % 60 MgCO₃ katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+%1	+%2	+%4	+%6	+%8
MnO						
Fe₂O₃						
CuO						
V₂O₅						
		+%0,25	+%0,50	+%1	+%1,5	+%2,0
CoO						
Cr₂O₃						

Tablo 38: % 60 MgCO_3 katkılı sırda MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 39: % 60 MgCO_3 katkılı sırda CoO ve Cr_2O_3 'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi

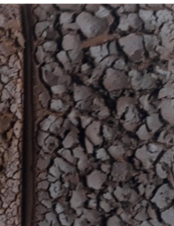


1050°C ve 1080°C'deki uygulamalar değerlendirildiğinde renk tonlarında farklılık olmamıştır. Sırın bünyeye tutunduğu ve kullanılan hammaddelerin özelliklerine göre toplanma biçimlerinin değişken olduğu görülmüştür.

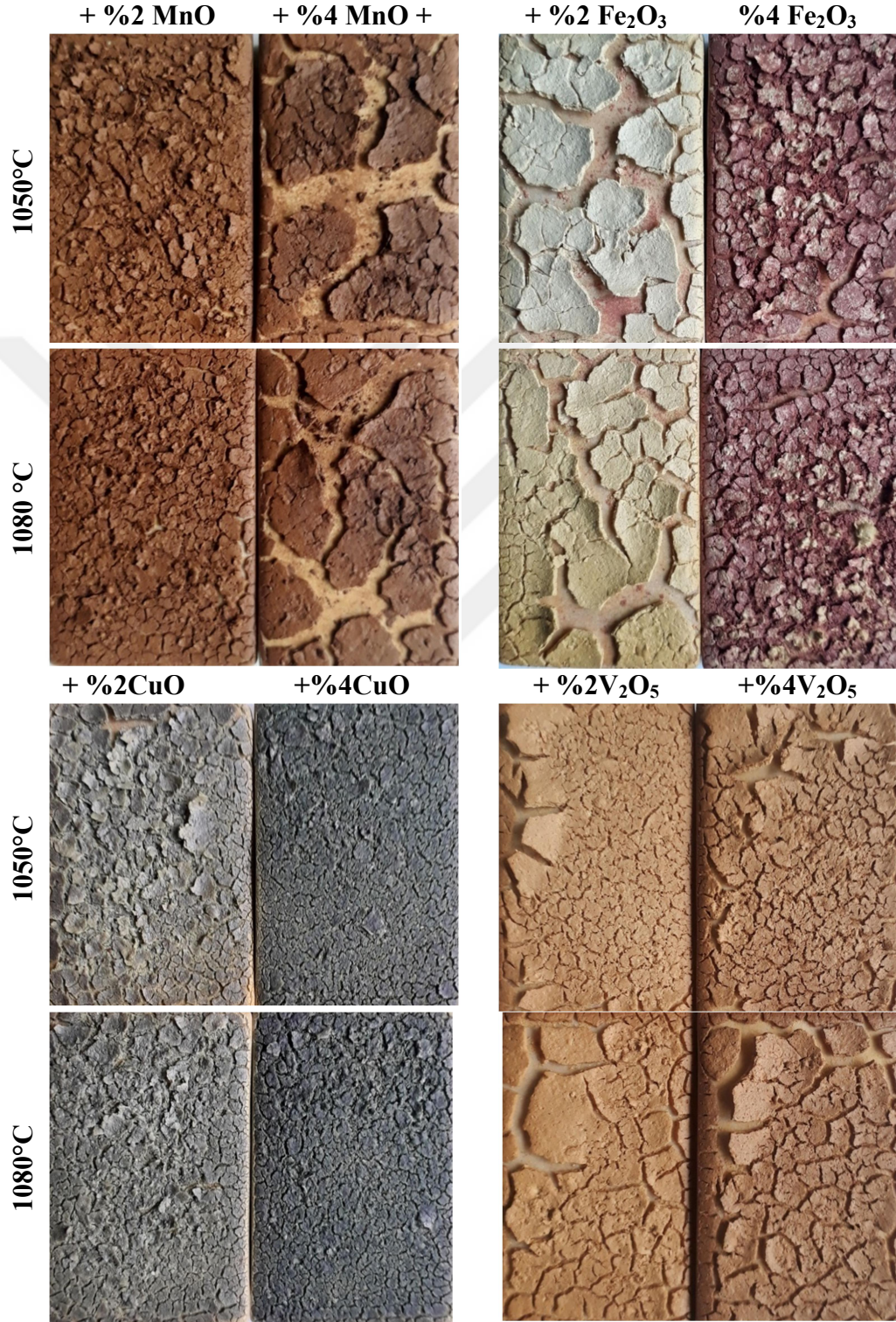
% 60 MgCO_3 katkılı toplanmalı sırda MnO_2 , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , CoO_2 ve Cr_2O_3 , renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 41'de görülmektedir.

% 60 MgCO_3 katkılı toplanmalı sırda %2 ve %4 MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 , %0,25, %0,50 CoO ve %1 ve %2 Cr_2O_3 içeren sırların 1050 °C ve 1080 °C'deki pişirim sonuçları tablo 42 ve tablo 43'de verilmektedir.

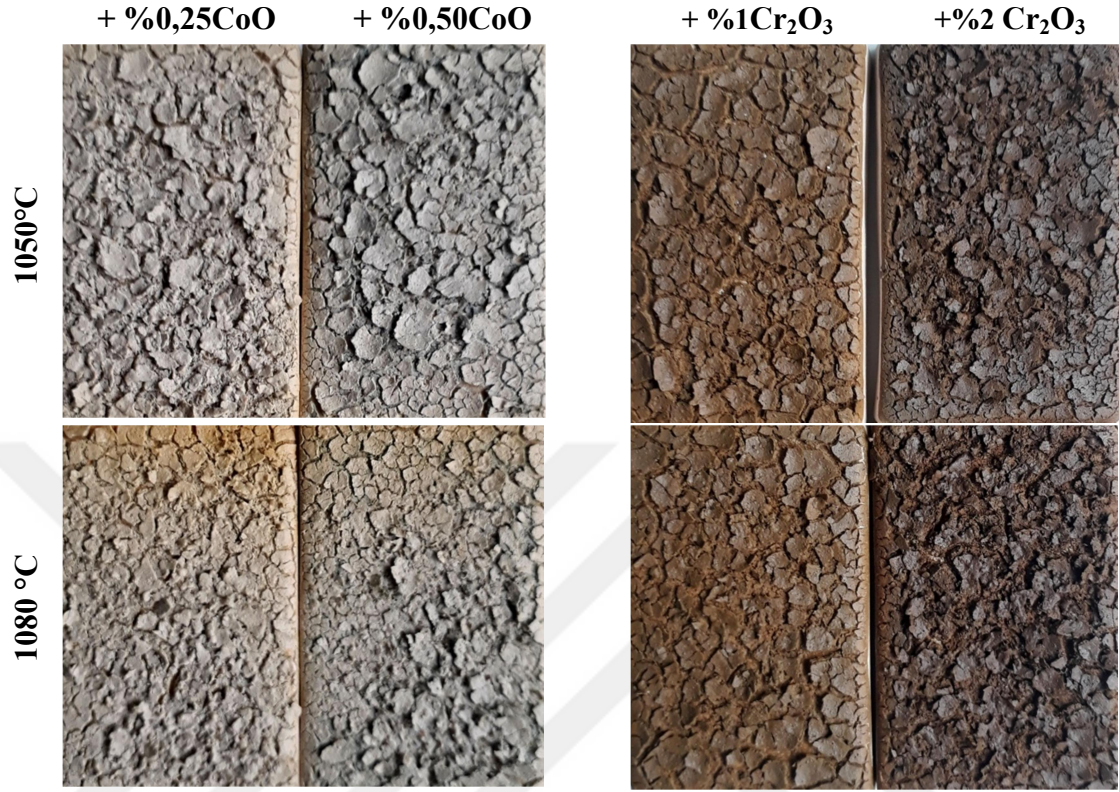
Tablo 40: % 80 Titan oksit katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+%1	+%2	+%4	+%6	+%8
MnO						
Fe₂O₃						
CuO						
V₂O₅						
		+%0,25	+%0,50	+%1	+%1,5	+%2,0
CoO						
Cr₂O₃						

Tablo 41: % 80 Titan katkılı sırda MnO, Fe₂O₃, CuO, V₂O₅ oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 42: % 80 Titan katkılı sırda CoO ve Cr₂O₃'ün etkisinin artan sıcaklıkla değişimi

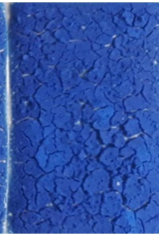


1050°C ve 1080°C'deki uygulamalar değerlendirildiğinde renk tonlarında farklılık olmamıştır. Sırın bünyeye tamamen tutunduğu gözlemlenmiştir. Sırın bünyeye üzerinde toplanma şekilleri ve görünüşleri birbirinden farklıdır. Bunun nedeni ise sırda kullanılan oksitlerin ve renklendiricilerin genel özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

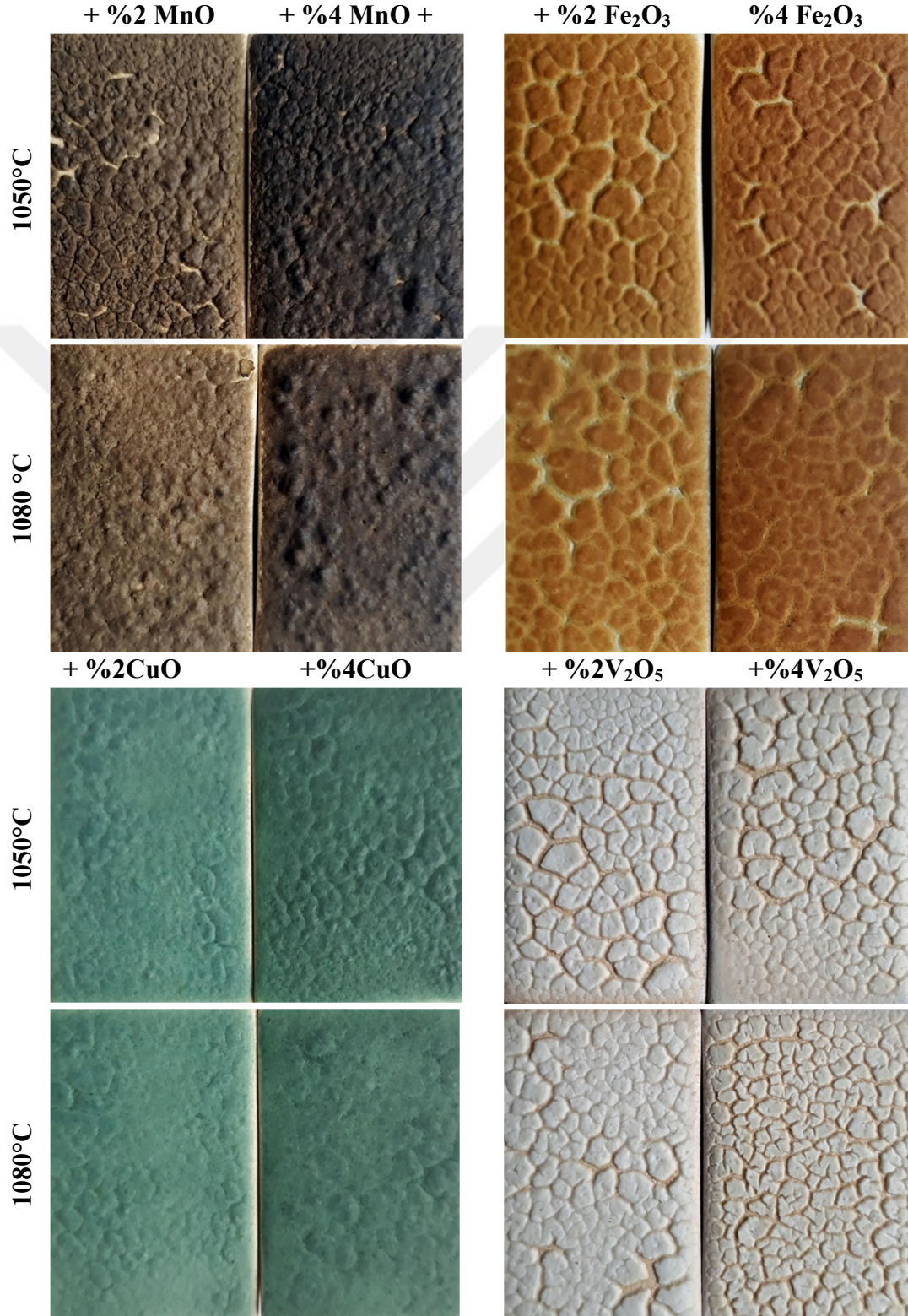
% 80 Titan katkılı toplanmalı sırda MnO₂, Fe₂O₃, CuO V₂O₅ CoO₂ ve Cr₂O₃, renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 44'de görülmektedir.

% 80 Titan katkılı toplanmalı sırda %2 ve %4 MnO, Fe₂O₃, CuO, V₂O₅ , %0,25, %0,50 CoO ve %1 ve %2 Cr₂O₃ içeren sırların 1050 °C ve 1080 °C'deki pişirim sonuçları tablo 45 ve tablo 46'de verilmektedir.

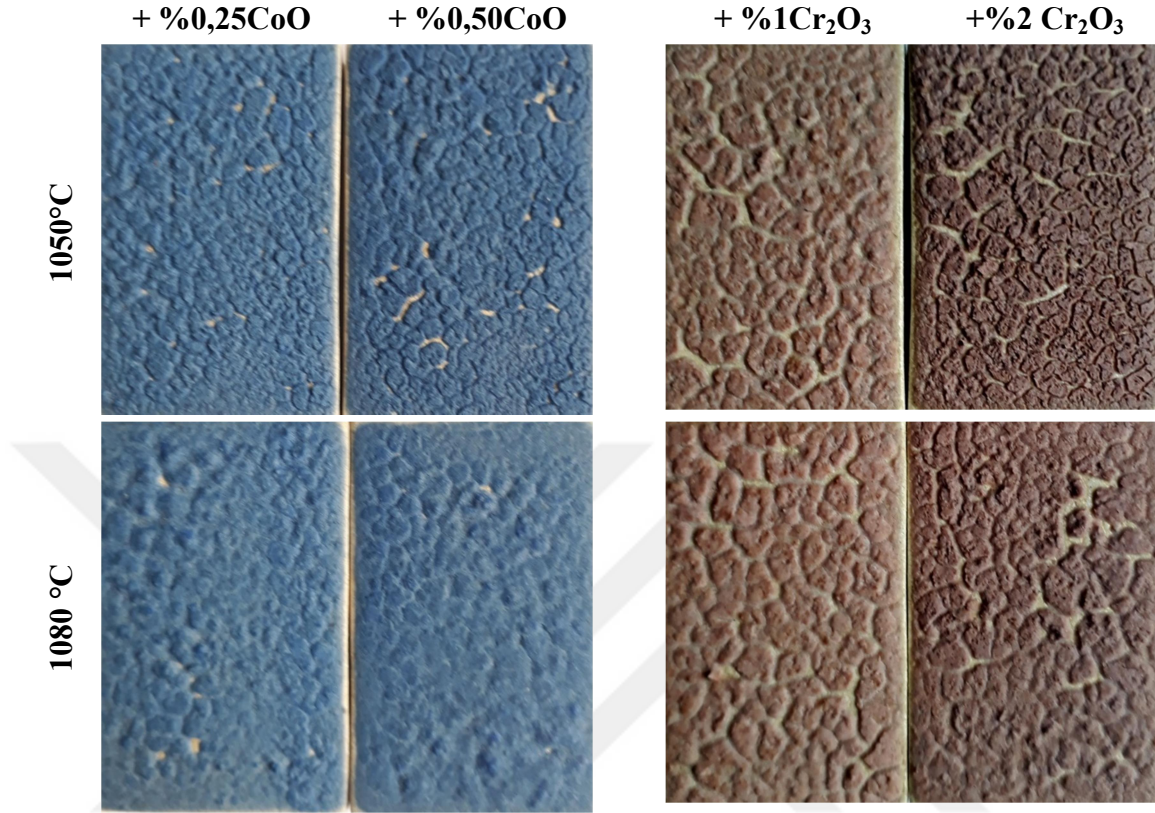
Tablo 43: % 70 ZnO katkılı sırda renklendirici oksitlerin etkisi

	Katkısız	+%1	+%2	+%4	+%6	+%8
MnO						
Fe₂O₃						
CuO						
V₂O₅						
		+%0,25	+%0,50	+%1	+%1,5	+%2,0
CoO						
Cr₂O₃						

Tablo 44: % 70 ZnO katkılı sırda MnO, Fe₂O₃, CuO, V₂O₅ oksitlerin etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



Tablo 45: % 70 Titan katkılı sırda CoO ve Cr₂O₃'in etkisinin artan sıcaklıkla değişimi



1050°C ve 1080°C'deki uygulamalar değerlendirildiğinde renk tonlarında farklılık olmamıştır. Sırın bünyeye tamamen tutunduğu gözlemlenmiştir. CuO'li denemelerde yırtılmaların oluşmadığı görülmüştür.

% 80 Titan katkılı toplanmalı sırda MnO₂, Fe₂O₃, CuO V₂O₅ CoO₂ ve Cr₂O₃, renklendiricilerinin etkilerine ait çalışma sonuçları tablo 47'de görülmektedir.

% 80 Titan katkılı toplanmalı sırda %2 ve %4 MnO, Fe₂O₃, CuO, V₂O₅ , %0,25, %0,50 CoO ve %1 ve %2 Cr₂O₃ içeren sırların 1050 °C ve 1080 °C'deki pişirim sonuçları tablo 48 ve tablo 49'de verilmektedir.

Genel Yorum

1050°C- 1080°C’de renklendirilmiş ve uygulaması yapılan denemelerin değerlendirilmesi aşağıdaki gibidir.

1050°C’de uygulanan CaCO_3 ’lı denemeler 1080°C’de uygulanan denemelere oranla renk tonu daha açık ve mattır. 1080°C’de uygulanan daha parlak bir yüzeye sahip olduğu için krakle çatlakları net bir şekilde görülmektedir. Bünyeden ayrılmayan adacıklar şeklinde toplanmalar oluşmuştur.

1050°C ve 1080°C’de MgCO_3 katkılı uygulamalar değerlendirildiğinde renk tonlarında farklılık olmamıştır. Sırın bünyeye tutunduğu ve kullanılan hammaddelerin özelliklerine göre toplanma biçimlerinin değişken olduğu görülmüştür.

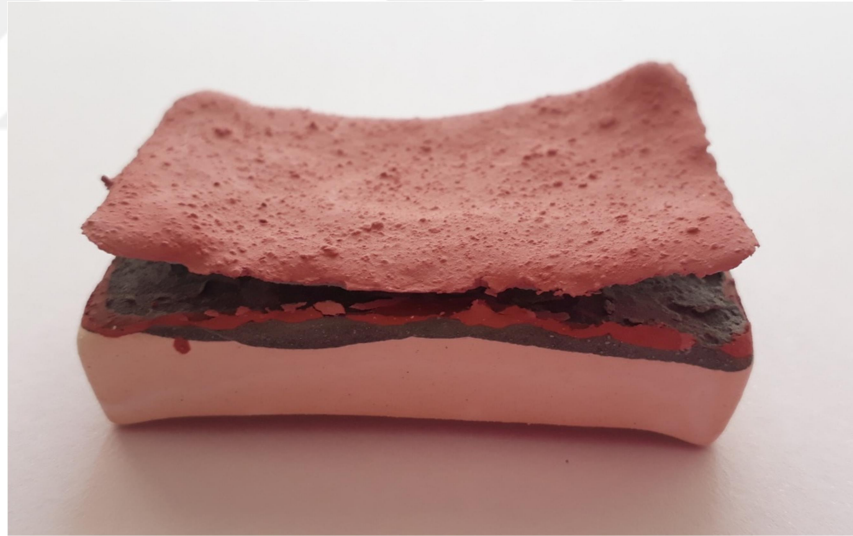
1050°C’de pişirimi yapılan TiO_2 ’li denemelerde renk tonlarında ve toplanma şekillerinde çok büyük bir farklılık gözlenmemiştir.

1050°C ve 1080°C’de pişirimi yapılan ZnO ’li denemelerde renk tonlarında bir farklılık oluşmamıştır. 1080°C’de pişirimi yapılan denemeler, 1050°C’de pişirimi yapılan denemelere oranla parlak ve pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu görülmüştür.

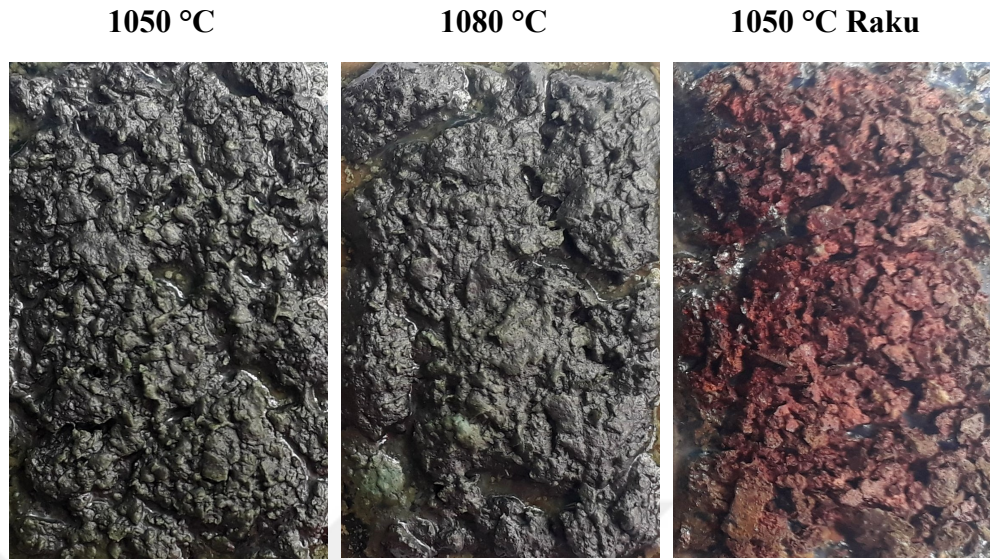
3. 7. Deri Kraklesi Denemeleri

Deri kraklesi denemeleri için, ilk olarak alt sır olarak krakle sırlar içerinden uygun olduğu düşünülen renkli ve opak sırlar arasından tercih edilmiştir. İkinci aşamada 1000°C’de pişirilen ESC-1 bünyeler üzerine üst sır olarak bünyeye tamamen tutunan toplanmalı sırlar belirlenmiştir. 1000°C’de pişirilen ESC-1 bünyeler üzerine alta uygulanan renkli sır 2 kat ince, toplanmalı sır 3 kat kalın uygulanmış olup 1050°C ve 1080 °C’de sır pişirimi yapıldı. Son olarak aynı reçetelere 1050°C’de raku pişirimi uygulanmıştır. Yapılan üç farklı sıcaklıktaki denemelerin sonuçları değerlendirilmiştir.

Yapılan denemelerde pişirim öncesi sır uygulamalarında iki farklı sır üst üste uygulandığı için sırlar arasında ayrılma gözlemlenmiştir. Bu yüzden bu denemelerin dikey yüzeyde uygulanmasının mümkün olmadığı sonucuna varılmıştır.(Bknz, Resim :21)



Resim 21: Pişirim öncesi deri kraklesi denemesi



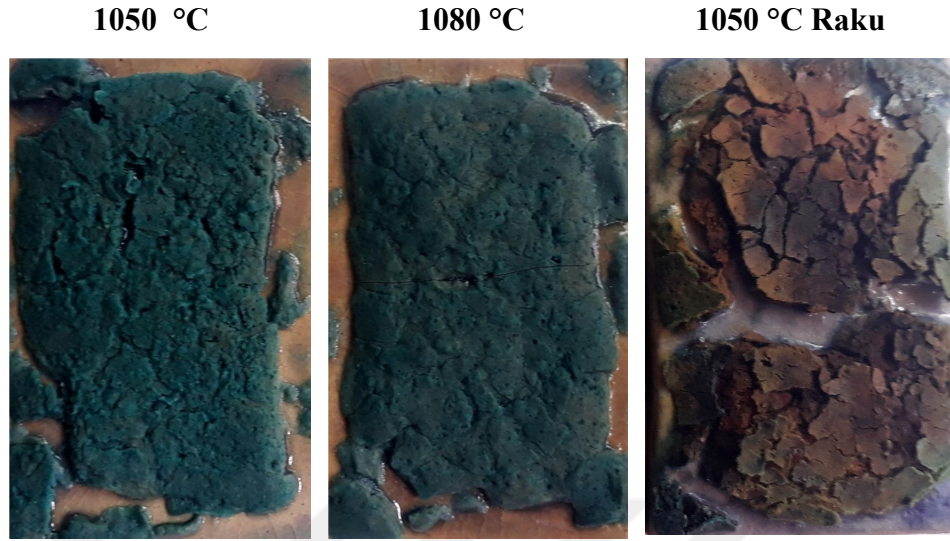
Resim 22: Deri kraklesi denemeleri

Alt sır ;

Boraks :% 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : % 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 + % 20 gr Li_2CO_3
 + % 0, 25 gr CoO

Üst sır;

Boraks :% 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : % 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 + Ti_2O : % 80
 +CoO: % 2



Resim 23: Deri kraklesi denemeleri

Alt sır ;

Boraks : % 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : % 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 + % 20 gr Li_2CO_3
 +% 0, 25 gr Co

Üst sır;

Boraks : % 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : % 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 + Magnezit : % 60
 + CoO: % 2



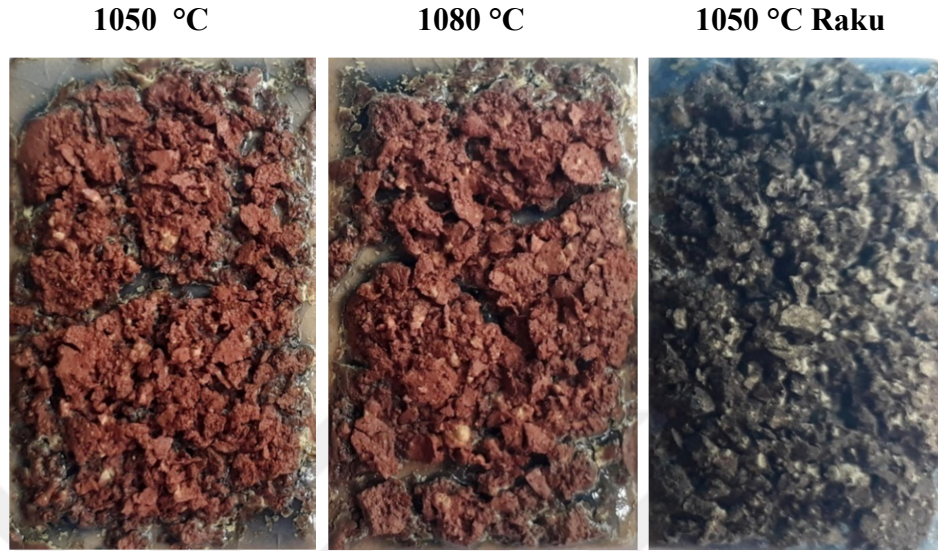
Resim 24: Deri kraklesi denemeleri

Alt sır ;

Boraks : % 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : % 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 + % 20 gr Li_2CO_3
 + % 0, 25 gr CoO

Üst sır:

Boraks : % 40
 Kaolen : % 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 Li_2CO_3 : % 15
 + Magnezit : % 60
 + CuO: % 8



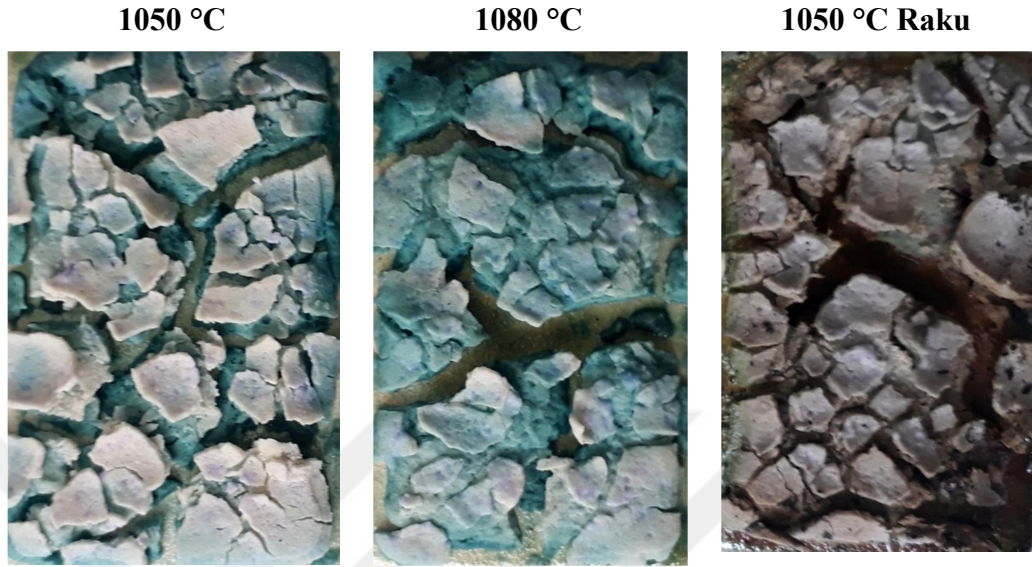
Resim 25: Deri kraklesi denemeleri

Alt sır ;

Boraks :% 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 +% 20 Li_2CO_3
 + % 0, 25 CoO

Üst sır;

Boraks : % 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : % 16, 25
 Kuvars : % 28, 75
 + Ti_2O : % 80
 + FeO : % 6



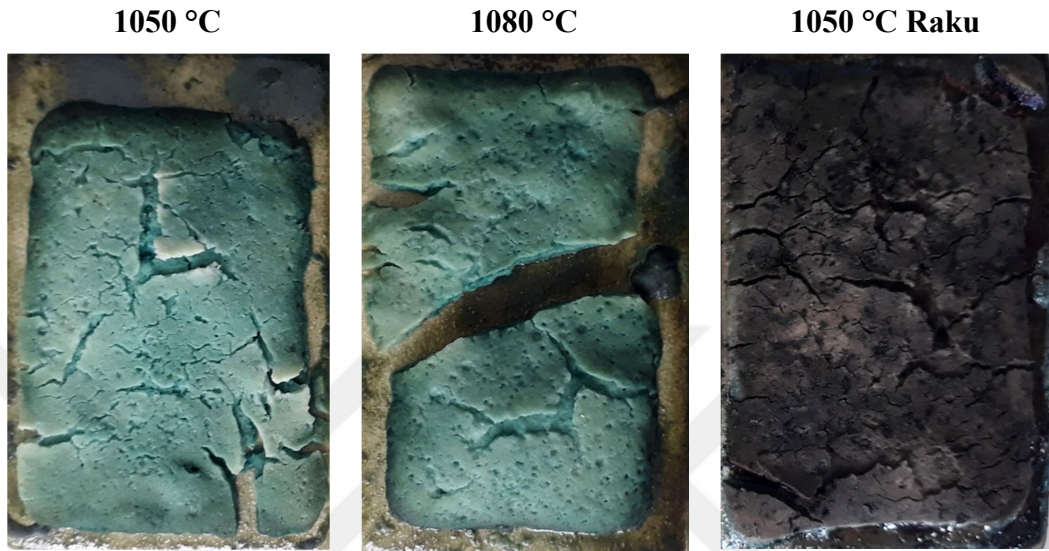
Resim 26: Deri kraklesi denemeleri

Alt sır ;

Boraks: % 40
 Li_2CO_3 : % 15
 Kaolen : %16, 25
 Kuvars : %28, 75
 + Ba_2CO_3 : %40
 + CuO: %8

Üst sır;

Boraks: %40
 Li_2CO_3 : %15
 Kaolen : %16, 25
 Kuvars : %28, 75
 + Magnezit : %60
 +CoO : %2



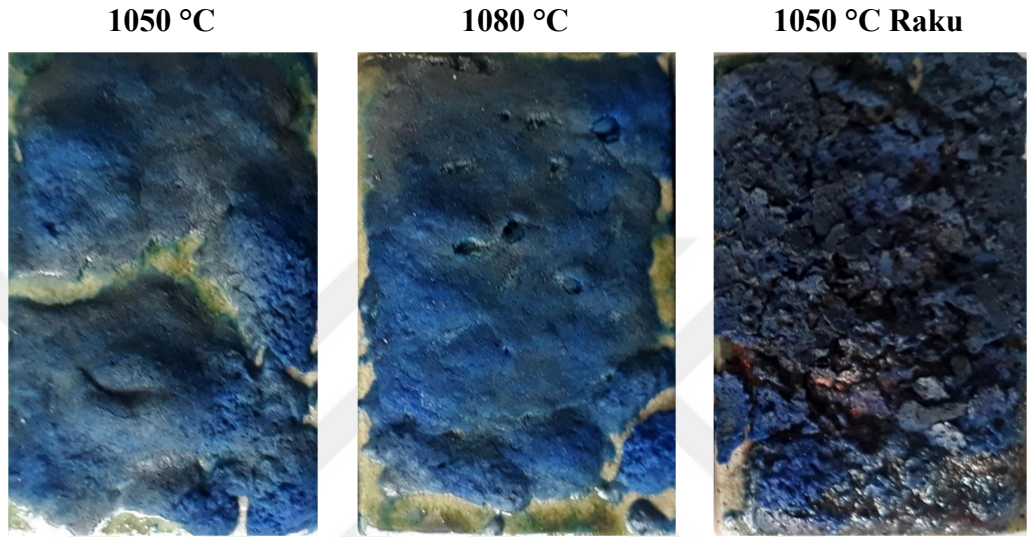
Resim 27: Deri kraklesi denemeleri

Alt sır ;

Boraks: % 40
 Li_2CO_3 : %15
 Kaolen : %16, 25
 Kuvars : %28, 75
 + Ba_2CO_3 : %40
 + CuO: %8

Üst sır;

Boraks : %40
 Li_2CO_3 : %15
 Kaolen : %16, 25
 Kuvars : %28, 75
 + Magnezit : %60
 + V_2O_3 : %4



Resim 28: Deri kraklesi denemeleri

Alt sır ;

Boraks : %40
 Li_2CO_3 : %15
 Kaolen : %16, 25
 Kuvars : %28, 75
 + Ba_2Co_3 : %40
 + CuO: %8

Üst sır;

Boraks : %40
 Li_2CO_3 : %15
 Kaolen : %16, 25
 Kuvars : %28, 75
 + ZnO : %70
 +CoO : %1

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada, belirlenen alkali borlu saydam ve çatlaksız baz bir sıra artan oranlarda Li_2O , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , BaO , ZnO , TiO_2 katkısı ile 1050 ve 1080 °C’de gelişebilen saydam krakle, toplanmalı ve deri kraklesi sırlar oluşturulmuştur. Krakle sır oluşumu için yapılan katkılar sonucu elde edilen sırlara renk veren oksitler ilave edilerek farklı renk seçenekleri oluşturulmaya çalışılmıştır. MnO , Fe_2O_3 , CuO ve V_2O_5 ’in renk verme özelliği zayıf olduğu için %1 den %8’e kadar, Cr_2O_3 ve CoO ’in ise renk verme özelliği kuvvetli olduğu için %0,25’ten %2’ye kadar artan oranlarda sırlara ilave edilerek krakle üzerindeki etkileri gözlenmiştir. Elde edilen tüm sır pişirim sonuçlarının bir arada değerlendirilmesiyle aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Bazik oksitler için kullanılan Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 ’ın tüm katkı oranlarında saydam krakle sırlar elde edilirken, Li_2CO_3 ’ın %50 katkısında, CaCO_3 , MgCO_3 , ZnO ve TiO_2 ’in ise %10’un üzerindeki katkısında opak görünümlü, toplanmalı ve krakle sırlar elde edilmiştir.

- Elde edilen saydam krakle sırlarda çatlak sıklığı Li_2O , BaO , K_2O ve Na_2O katkı sırasına göre azdan çoğa doğru sıralanmaktadır.

- Na_2O ’in artan oranları çatlak sıklığını diğerlerine göre daha fazla arttırmıştır. Bu durumun Na_2O ’in ısı genleşme katsayısının diğer iki alkali oksitten daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

- Li_2CO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 ’ın sabit katkı oranlarıyla hazırlanan saydam krakle sırların MnO , V_2O_5 , Fe_2O_3 , CuO ile renklendirilmeleri sonucu sır çatlağı yoğunluğunun arttığı gözlenmiştir.

- % 20 Li_2CO_3 ve % 20 K_2CO_3 katkılı saydam krakle sırlara renklendirme gücü zayıf olan MnO , Fe_2O_3 , CuO , V_2O_5 oksitlerin herhangi birinden %1 veya %2 ilave edilmesi sırdaki çatlak yoğunluğunu neredeyse % 100 arttırmıştır.

- % 20 Li_2CO_3 katkılı renkli sırların pişirim sıcaklığının 1050 °C’den 1080 °C’ye artırılması ile çatlak yoğunluğu %50 oranında azalmıştır. Na_2CO_3 , K_2CO_3 ve BaCO_3 katkılı saydam krakle sırlarda ise kullanılan renklendirici oksitlerin ve artan sıcaklığın etkisi ile çatlak oluşumunda herhangi bir artış ya da azalma görülmemiştir.

Na_2CO_3 ilavesinin artmasıyla sıranın akışkanlığı artma gösterdiğinden bu sırların dikey yüzeylerde kontrollü kullanılması gerekmektedir.

- % 20 Na_2CO_3 içeren sırlarda V_2O_5 'in artan oranlarda kullanımına paralel olarak sır yüzeyinde artan iğne deliği hataları tespit edilmiştir. V_2O_5 'in, sahip olduğu düşük erime noktası (690 °C) nedeniyle sır erime sıcaklığını düşürerek sırda kaynama oluşturmaya nedeniyse iğne deliği hatasına sebep olabileceği varsayılmaktadır. Bununla beraber daha düşük sır pişirim sıcaklığı kullanılarak bu sır hatasının engellenebileceği düşünülmektedir.

- Li_2CO_3 ve Na_2CO_3 katkılı sırlarda, MnO ve CuO renklendirici oksitlerin %4'ten daha fazla ilavelerinde sır rengi koyulaşarak örtücü hale gelmektedir. Bu sırların yüzeyinde çatlak varsa da gözle fark edilememektedir.

- Li_2CO_3 ve Na_2CO_3 katkılı sırlarda Fe_2O_3 ve V_2O_5 renklendirici oksitlerin %1'den 8'e kadar artan oranlarda ilavesine paralel şekilde çatlak yoğunluğunun arttığı görülmüştür.

- % 20 K_2CO_3 içeren sır bileşiminde renk verici oksitlerle elde edilen tüm krakle sırların yüzeyleri mattır. Bu nedenle K_2CO_3 katkılı sırların mat krakle sırlar için uygun olduğu düşünülmektedir.

- K_2CO_3 katkılı sırlarda V_2O_5 dışındaki tüm renk veren oksit ilavelerinde % 4'ün üzerindeki katkılarda sır rengi koyulaşarak örtücü hale gelmiş ve çatlaklar varsa bile gözle fark edilememiştir.

- Sır pişirim sıcaklığındaki 30 °C artışın (özellikle renk veren oksitlerin %2'nin üzerinde kullanıldığında) çatlak yoğunluğunda belirgin bir azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir.

- BaCO_3 katkılı sırlarda Cr_2O_3 'in bütün katkı oranları örtücü parlak düzgün yüzeyler oluşturmuştur. Çatlaklık bu grup sırlarda hiç oluşmamıştır. Renk verme özelliği kuvvetli olan bu oksidin % 0,25'den çok daha az kullanımlarıyla ilgili sonuçlar araştırmaya açıktır.

- Çatlak yoğunluğunu arttıran en etkin renklendirici oksitler, LiCO_3 katkılı sırlarda %0,25 katkı oranı ile CoO , K_2CO_3 katkılı sırlarda %1 katkı oranı ile Fe_2O_3 , BaCO_3 katkılı çatlaklı sırlarda ise yine %0,25 oranında CoO olduğu görülmüştür.

- Saydam krakle sır genelinde artan oranda CoO ve Cr_2O_3 ilavesinde çatlak yoğunluklarında çoğunlukla değişiklik görülmemiştir. Bu oksitlerin yüksek renk verme özelliklerinden dolayı hızlı şekilde örtücü sır oluşturmaları nedeniyle %0,25'den daha az oranlarda kullanılması tavsiye edilmektedir.

- Saydam çatlaklı krakle sır çalışmalarında renk veren oksitlerin artan miktarına göre açıktan koyuya doğru; MnO 'de parlak kırmızı kahve tonları, Fe_2O_3 'te açık kahverengi tonları, CuO 'de yeşil tonları, CoO ve Cr_2O_3 'de klasik kobalt mavisi ve krom yeşili tonlarında sırlar elde edilmiştir. Mangan oksidin demir okside nazaran renk verme etkisi daha yüksektir. V_2O_5 'in tüm oranlarında ise saydam/yarı saydam renksiz sırlar elde edilmiş olup bu oksidin renk verebilmesi için %8'den daha fazla oranlarda kullanılması gerekmektedir.

- Toplanmalı krakle sır denemelerinde MgCO_3 , CaCO_3 , ZnO ve TiO_2 'nin %5 ve %10 katkı oranlarında saydam/yarı saydam çatlaklı krakle sırlar elde edilmiştir.

- Genel olarak toplanmalı sır denemelerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Reçeteye % 20 MgCO_3 , % 40 CaCO_3 , % 40 ZnO ve % 20 TiO_2 katkı yapıldığında toplanmaların başladığı görülmüştür.

- Reçeteye %50' nin üzerinde MgCO_3 ve %60'ın üzerinde TiO_2 eklendiğinde sırnın bünyeye tam olarak tutunamadığı ve kopmaların meydana geldiği, ZnO 'lu denemelerde ise sırnın tamamen bünyeye tutunduğu gözlemlenmiştir. CaCO_3 ' lı denemelerde toplanmanın meydana geldiği görülmekte fakat bor ile birlikte kullanıldığında yüksek oranda parlaklık özelliği verdiği için krakle oluşumuna sebep olduğu düşünülmektedir.

- Toplanmalı sırlarda TiO_2 'nin düşük miktarlarının damlacık şeklinde adacıklar oluşturduğu, TiO_2 , ZnO ve MgCO_3 'ün yüksek miktarlarının daha köşeli adacıklar oluşturduğu belirlenmiştir.

- Toplanmalı sır denemelerinde oksitlerin genel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda MgCO_3 'ün beyaza yakın krem tonları, CaCO_3 'ün opak beyaz ve ZnO 'ün süt beyazı renk tonunu verdiği görülmektedir.

- Toplanmalı krakle sırlarda renk veren oksitlerin etkisini incelemek için yapılan çalışmalara göre:

- MnO 'in artan oranlarda ilavesi tüm sır karışımlarında gri kahveden koyu kahveye renk tonlarını vermiştir.
- Fe_2O_3 'in artan oranlarda ilavesi genelde bej tonlarından koyu kahveye doğru renk skalası, TiO_2 katkılı sırlarda ise artan oranlarda beyazdan kırmızı kahverengiye kadar değişen renk tonları oluşturmuştur.
- CuO 'in artan oranlarda ilavesi yeşil ve tonlarında renkler oluşturmuş, TiO_2 katkılı sırlarda ise yeşilimsi metalik görünümlü renkler elde edilmiştir.
- V_2O_5 'in artan oranlarda ilavesi kırık beyaz ve tonlarında renk verirken TiO_2 katkısı rengin kahverengiye dönmesine neden olmuştur.
- CoO 'in artan oranlarda sırlara ilavesiyle $CaCO_3$ ve ZnO katkılı sırlarda mavi tonlarında, TiO_2 katkılı sırlarda gri kahveden yeşile doğru değişen renk tonlarında, $MgCO_3$ katkılı sırlarda ise lila tonlarında renklerin oluştuğu görülmüştür.
- Cr_2O_3 'in artan oranlarında sıra ilavesinde $CaCO_3$ 'lı sırlarda çimen yeşili tonlarını, $MgCO_3$ 'lı sırlarda donuk yeşil tonlarını, ZnO 'li sırlarda kahve tonlarını ve TiO_2 'li sırlarda ise kırmızı ve gri-kahve tonlarını görmek mümkündür.
- $CaCO_3$ katkılı sırlarda renklendirici oksitlerin ilavesinin toplanma özelliğini belirgin olarak değiştirmedeği görülmüştür. Pişirim sıcaklığının artırılması renk tonlarını değiştirmemiş fakat sırları daha parlak hale getirmiştir.
- $MgCO_3, TiO_2, ZnO$ katkılı toplanmalı sırlarda renk veren oksidin miktarı ve türünün sıranın toplanma özelliğini şekil, boyut, derinlik bakımından değiştirdiği bununla beraber pişirim sıcaklığının artırılmasının (1050 °C'den 1080 °C'ye) renk tonlarında ve toplanma özelliğinde belirgin bir değişikliğe sebep olmadığı görülmüştür.
- Deri kraklesi denemeleri için, alta uygulanan saydam sır renklendirilmiş krakle sırlar arasından tercih edilmiştir. Üste uygulanan sır renklendirilmiş toplanmalı sırlardan tercih edilerek sonuçları değerlendirilmiştir.
- Deri kraklesi olarak uygulanan sırlarda genellikle üstteki sır tabakasının merkeze doğru toplanma yaptığı görülmüştür. Toplanmanın merkeze doğru gerçekleşmesinde alttaki sıranın akışkan ve üstteki sıranın kalın sürülmesinin veya her iki sıranın yüzey gerilim ve ısı genleşme katsayılarının yakın olmasının sebep olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle iki sıranın yüzey gerilimleri ve ısı genleşme katsayıları

arasındaki farkın arttırılmasının başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlayacağı düşünülmektedir

- Deri kraklesi uygulamalarının raku pişirimi sırasında fırının daha hızlı ısınmasıyla ve ani şoklama sırasında çatlama oluşması daha olumlu sonuçlar elde edilmesine neden olmuştur.

Tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; krakle sırlar üzerine yapılan tüm çalışmalarda krakle sırlarda farklı renk ve doku çeşitliliği elde edilerek olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Deri krakle sırlarında zemin sırnın daha uygun seçilmesiyle daha başarılı sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir.

Uygulamaları yapılan bu çalışmalar renk çeşitliliği ve farklı dokuları ile uygulama yapılacak herhangi bir seramik yüzeye estetik anlamda katkı sağlayacaktır. Bu çalışmadaki sonuçlar bu tür sırları kullanmak isteyenlere ve bu sırlar üzerine çalışma yapmak isteyen araştırmacılara rehber özelliği taşıyabilir. Günümüzde birçok sanatsal uygulamanın endüstriyel uygulamaya dönüştüğü görülmekle birlikte krakle sırların da bu yönde uygulamaları araştırmalara açıktır.

5. KISALTMALAR

M.S.	Milattan sonra
Yy	Yüzyıl
Bknz.	Bakınız
A.S	Asıl Sır
°C	Derece



6.KAYNAKÇA

Kitaplar

Arcasoy, Ateş; Seramik Teknolojisi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Anasanat Dalı Yayınları No: 2, İstanbul, 1983. Sayar, İsmail; Seramik&Teknoloji&Uygulama, Gazi Kitap Evi, Ankara, 2017

Arcasoy, Ateş – Başkırkan, Hasan; Seramik Teknolojisi, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2020

Behrens, Richard; Glaze Projects, Ceramic Monthly Magazine Handbook, U.S. A. , 1971.

Behrens, Richard; Ceramic Glaza making, The Amerikan Ceramic Society, 1976

Cooper, Emmanuel; Cooper's Book of Glaze Recipes, B. T. Batsford Ltd. , London, 1992.

Felix Singer- W. LGerman, CERAMIC GLAZES, Borax Consolidated Limited, London SWI, 1971

Fraser, Harry; Ceramic Faultsand Their Remedies, A & C Black Publications, London, 1995.

Genç, Pınar; Aventürin Oluşturabilen Bakır, Demir ve Krom Oksitlerle Yapılan Sır Araştırmaları, T. C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 1107, Güzel Sanatlar Fakültesi Yayınları No: 23, Eskişehir, 1999.

Genç, Soner; Kristal Sırların Araştırılması ve Sır İçinde Kristal Nüvelerin Geliştirilmesi, T. C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 1109, Güzel SanatlarFakültesi Yayınları No: 24, Eskişehir, 1999.

Hacizade, Fikret; Seramiğin Kimyası, Çizgi Yayın Evi , Konya, 2019

Hopper, Robin; The Ceramic Spectrum, Krause Publications, U. S. A. , 1984.

Kartal, Ali; Sır ve Sırlama Teknikleri, Çizgi Matbaası Limitet Şirket, Ankara, 1998

Kerr, Rose; Song Dynasty Ceramics, V & A Publications, London, 2004.

Kibici, Y; Hammaddeler ve Teknolojik Özellikleri, 1. Basım, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları, No: 41, Afyon, 2002

Rhodes, Daniel; Clayand Glazes forthe Potter, Chilton Book Company, Radnor, Pennsylvania, 1973.

Sümer, G; Seramik Hammaddeleri, Anadolu Üniversitesi Seramik Bölümü, Ak Ofset, Eskişehir, 2005

Tanişan, H. Hüseyin, Zeliha Mete; Seramik Teknolojisi ve Uygulaması, BirlikMatbaası, Söğüt, 1988.

Tichane, Robert; Celadon Blues, Krause Publications, United States of America, 1998.

Wood, Nigel; Chinese Glazes, A & C Black Publishers, London, 1999.

Yoleri, Halil; Pişmiş Kil İle İletişim, Tibyan Yayıncılık, İzmir, 2008

Zakin; Richard, Ceramics Mastering The Graft, KP Since, 1952

Zakin, Richard; Electric Kiln Ceramics, Chilton Book Company, Pennsylvania, 1994.

TEZLER

Akay, Nilay; Krakle Sırların Artistik Formda Kullanılması, ÇANAKKALE, 2013

Aydın, Kübra ; Toplanmalı Sırların Seramik Form ve Yüzeylerde Uygulanması ANKARA, 2013.

Kurt , Uğur; Yapay Sinir Ağları İle Seramik Sır Özelliklerinin Tahmin Edilmesi, KÜTAHYA, 2010.

Savaş, Fatime; Organik Atık Küllerin Seramik Sır Bünyesinde Kullanımı, ISPARTA, 2012.

Sarı, Hasan Sencer, Düşük Dereceli (750°C- 1020°C) Kromatlı Sırlar , ÇANAKKALE , 2010.

Taşkın, Zeynep; Krakle ve Toplanmalı Sırlar Üzerinde Bir Araştırma, İZMİR , 2009.

MAKALE

Selvi Yeşilay/Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2018 4 (1) : 25- 38

The Old Potter's Almanack Volume Eighteen, Nummer One; JUNE 2013, 1555N 0965- 7479

İNTERNET KAYNAKLARI

<https://www.comuseum.com/ceramics/song/>

https://www.britishmuseum.org/collection/object/A_PDF-81

<https://tr.pinterest.com/pin/164874036338555274/>

<https://tr.pinterest.com/pin/164874036338555274/>

<https://ar.pinterest.com/pin/248753579395987085/>

<https://www.christies.com/en/lot/lot-5805446>

http://www.chinatoday.com.cn/ctenglish/2018/cs/201803/t20180308_800120827.html

(Sencersari. com)

<https://docplayer.biz.tr/50823872>

<http://www.friedmanbenda.com/publications/adam-silverman-ceramics>

<http://www.andrewmatheson.co.uk/>

<https://www.etsy.com/fr/shop/Spiriterr>

<https://www.heatherrosenmancerceramics.com/about>

<https://www.heatherrosenmancerceramics.com>

(<https://garlandmag.com/article/the-shape-of-wan/>)

<https://www.kurodatoen.co.jp/exhibition/201811231127/>

<https://tr.pinterest.com/pin/116741815314581333/>

<https://www.maryfoxpottery.ca/about/>

https://www.maryfoxpottery.ca/2016/06/fun-pots/img_2517/

https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cnal_Cimit

<https://www.refsan.com.tr/seramik-camuru-toz>

<https://www.flickr.com/photos/teocimit/sets/72157627500288>

<http://www.guraymuze.com/icerik/156/soner-genc>

ÖZGEÇMİŞ

2011 Selçuk Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü Mezunu

2010-2011 Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü
Farabi Öğrencisi

ÇALIŞTIĞI BİRİMLER

2010-2011 Rehabilitasyon Merkezi Seramik ve Resim Öğretmenliği,
ESKİŞEHİR

2012-2014 GRANİTO-GRARTO Granit Fabrikası Kalite Kontrol Birim Şefliği
ve Müdür Yardımcılığı, Eğitim Birimi ,ÇANKIRI

2014-2016 Erciyes Koleji Görsel Sanatlar Öğretmenliği

SERGİLER

2010 Muammer Çakı Seramik Yarışması Sanatsal Sergileme, ESKİŞEHİR

2011 Anadolu Üniversitesi Mezunlar Sergisi, Pera Müzesi,İSTANBUL

2011 Selçuk Üniversitesi Mezunlar Sergisi, Selçuklu Kongre Merkezi,
KONYA