

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
SERAMİK VE CAM TASARIMI ANASANAT DALI
Yüksek Lisans Tezi

FOSFOR ETKİLİ SIR ARAŞTIRMALARI VE UYGULAMALAR

Hazırlayan
Yunus Emre AKKALAN

Danışman
Doç. Pınar ÇALIŞKAN GÜNEŞ

İzmir / 2025

YEMİN METNİ

“Yüksek Lisans Tezi” olarak sunduğum **“Forfor Etkili Sır Araştırmaları ve Uygulamalar”** adlı çalışmanın tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

...../...../2025

Yunus Emre AKKALAN

imza

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü'nün/...../...../ tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin maddesine göre Seramik ve Cam Tasarımı Anasanat Dalı öğrencisi Yunus Emre AKKALAN'nın "Forfor Etkili Sır Araştırmaları ve Uygulamalar" konulu tezi incelenmiş ve aday/...../..... tarihinde, saat 'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anasanat dallarından jüri üyeleri tarafından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin olduğuna oy ile karar verilmiştir.

BAŞKAN**ÜYE****ÜYE**

ÖZET

Bu tez, fosfor etkili sırların tarihsel, teknik ve estetik boyutlarını inceleyerek seramik ve cam sanatındaki potansiyel kullanım alanlarını araştırmayı amaçlamaktadır. Fosforesans etkili malzemelerin ışık depolama ve yayma özellikleri, çağdaş sanat uygulamalarında yeni ifade olanakları sunarken, aynı zamanda bilim ve teknolojiyi sanatsal bir bağlamda yeniden yorumlama fırsatı sağlamaktadır.

Araştırma kapsamında, fosforun keşfi ve tarihsel gelişiminden başlanarak fosforesans pigmentlerin kimyasal yapıları ve özellikleri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Özellikle stronsiyum alüminat gibi modern fosforesans pigmentlerin estetik ve teknik üstünlükleri vurgulanmış, bu malzemelerin seramik sırlarında nasıl işlev gördüğüne dair deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında hem ham sır hem de firitli sır reaksiyonları incelenmiş; farklı bünye ve pişirim sıcaklıkları üzerinde kapsamlı testler yapılmıştır. Ayrıca bakır, kobalt ve demir gibi renk verici oksitlerin fosforesans etkisi üzerindeki katkıları analiz edilmiştir. Bu süreçte, sır formülasyonları, pişirim atmosferleri ve malzeme etkileşimlerinin fosforesans özellikleri nasıl optimize ettiği detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Sanatsal uygulamalar bölümü, fosforesans sırların yaratıcı süreçteki rolüne odaklanmaktadır. Bu malzemelerin ışık ve karanlık arasındaki dinamik ilişkiyi güçlendiren görsel etkileri, izleyicinin eserle olan etkileşimini artırmaktadır. Fosfor etkili sırların seramik yüzeylere uygulanmasıyla elde edilen estetik sonuçlar, hem geleneksel hem de modern yaklaşımların bir birleşimini temsil etmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma fosforesans sırların sanatsal ve teknik boyutlarını bir araya getirerek, gelecekteki uygulamalar için bir rehber niteliği taşımaktadır. Fosforun bilimsel temellerinden sanatsal yaratıcılığa uzanan bu araştırma, sanatın sınırlarını genişletmek adına önemli bir katkı sağlamaktadır.

ABSTRACT

This thesis aims to explore the historical, technical, and aesthetic dimensions of phosphorescent glazes, investigating their potential applications in ceramic and glass art. The light storage and emission properties of phosphorescent materials provide new avenues for expression in contemporary art while offering an opportunity to reinterpret science and technology in an artistic context.

The research begins with an overview of the discovery and historical development of phosphorus, followed by a detailed examination of the chemical structures and properties of phosphorescent pigments. The study highlights the aesthetic and technical advantages of modern phosphorescent pigments, such as strontium aluminate, and presents experimental studies on their use in ceramic glazes. Both raw glaze and fritted glaze reactions were analyzed, and comprehensive tests were conducted on various clay bodies and firing temperatures. The effects of colorant oxides, including copper, cobalt, and iron, on phosphorescence were also evaluated. The research thoroughly investigates how glaze formulations, firing atmospheres, and material interactions optimize phosphorescent properties.

The artistic applications section focuses on the role of phosphorescent glazes in creative processes. These materials enhance the dynamic interplay between light and darkness, enriching the viewer's interaction with the artwork. The aesthetic outcomes achieved by applying phosphorescent glazes to ceramic surfaces represent a fusion of traditional and modern approaches.

In conclusion, this study integrates the artistic and technical aspects of phosphorescent glazes, providing a guide for future applications. Spanning the scientific foundations of phosphorus to artistic innovation, this research makes a significant contribution to expanding the boundaries of art.

ÖNSÖZ

Fosfor Etkili Sır Araştırmaları ve Uygulamalar” başlıklı bu tezin hazırlanma sürecinde, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bana hem teknik hem de sanatsal anlamda yol gösteren, sanat anlayışımın şekillenmesinde ve gelişmesinde büyük katkıları olan değerli tez danışmanım Sayın Doç. Pınar ÇALIŞKAN GÜNEŞ’e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca, süreç boyunca bilgeliğini ve tecrübelerini cömertçe benimle paylaşan, her zaman yanımda olduğunu hissettiren kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Sencer SARI’ya teşekkür ederim.

Bu zorlu ve bir o kadar da heyecan verici yolculukta, sevgilerini, sabırlarını ve desteklerini hiç eksik etmeyen canım aileme ve sevgili İlayda OĞUR’a minnettarım. Onların varlığı, bu çalışmayı daha anlamlı ve değerli kıldı.

Laboratuvar ve atölye çalışmalarımda bana büyük olanaklar sunarak işimi kolaylaştıran Gorbon Mimarlık Seramik şirketinin sahibi Sayın Orhan GORBON’a ve birlikte çalıştığım ekip arkadaşlarıma gönülden teşekkür ederim. Onların sağladığı imkanlar ve iş birliği bu tezin önemli bir parçası oldu.

YUNUS EMRE AKKALAN

İÇİNDEKİLER

YEMİN METNİ.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
FOTOĞRAF LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xviii
GİRİŞ	1

1.BÖLÜM

FOSFORUN TANIMI, TARİHİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

1.1. Fosforun Tanımı.....	4
1.2. Fosforun Özellikleri ve Reaksiyonları	4
1.2.1. Fosforun Tarihi	6
1.2.2. Fosforun Ticari Üretimi ve Kullanımları.....	7
1.3. Fosforesans Pigmentler ve Tarihsel Süreçleri	8
1.3.1. Luminisans.....	10
1.3.2. Flüoresans ve Fosforesans Özellikleri	12
1.4. Fosfor Etkisi Veren Bazı Maddeler.....	13
1.4.1. Nadir Toprak Elementleri	14
1.4.2. Geçiş Metalleri ve Oksitler	14
1.4.3. Alüminat Bileşikleri.....	15
1.4.3.1. Stronsiyum Alüminat ($\text{SrAl}_2\text{O}_4\text{:Eu}^{2+},\text{Dy}^{3+}$) Tozları ve Hammaddeleri...15	
1.4.3.2. Alüminyum Oksit (Al_2O_3)	16
1.4.3.3. Europiyum Oksit (Eu_2O_3)	17
1.4.3.4. Disprozyum (Dy)	18
1.4.4. Sülfür ve Selenid Bileşikleri	18
1.4.5. Fosfatlar ve Silikatlar.....	18
1.4.6. Uranyum ve Radyasyon Kaynaklı Fosforlar	19
1.5. Fosforesans Pigmentli Seramik Sırları Ve Kullanılan Oksitler.....	20
1.5.1. Borik Asit.....	21
1.5.2. Sodyum Oksit	22

1.5.3. Kalay Oksit	23
1.5.4. Titan dioksit	23
1.5.5. Renk Veren Oksitler	24
1.5.5.1. Bakır Oksit ve Bileşikleri (CuO-CuCO ₃)	24
1.5.5.2. Demir Oksit (Fe ₂ O ₃)	25
1.5.5.3. Kobalt Oksit (CoO)	25
1.5.5.4. Krom Oksit (Cr ₂ O ₃)	26
1.5.5.5. Mangan Dioksit (MnO ₂)	26
1.5.5.6. Nikel Oksit (NiO)	27
1.6. Fosforesans Pigmenlerinin Kullanım Alanları	27

2.BÖLÜM

FOSFORESANS ETKİSİNİ ESERLERİNDE KULLANAN SANATÇILARDAN ÖRNEKLER

2.2. Fosforesans Etkisini Eserlerinde Kullanan Sanatçılardan Örnekler.....	35
2.2.1. Ken & Julia Yonetani'nin Uranyum Sanatı	36
2.2.2. Mara G. Haseltine	37
2.2.3. Prof. Dr. Sencer SARI	38
2.2.4. Rui Sasaki	39
2.2.5. Teresa Almeida	44

3.BÖLÜM

FOSFORESANS ETKİLİ SİR ARAŞTIRMALARI VE UYGULAMALAR

3.1. Fosforesan Etkili Sırların Pişirilmesi ve Deneme Süreçleri.....	47
3.1.2. Elektrikli Fırın Denemeleri.....	47
3.1.3. Gazlı Fırın Denemeleri	47
3.1.4. Kademeli Süre Kısaltmaları.....	45
3.1.5. Farklı Fırın Programları ve Deneme Süreçleri	48
3.1.6. Stronsiyum Alüminatın Oksidasyonu ve Fosfor Etkisi	49
3.1.7. Argon Gazı ile Nötr Ortam Pişirimi ve Deneysel Aşamalar	50
3.4.1. Argon Gazının Seçimi ve Atmosfer Kontrolü	50
3.5. Stronsiyum Alüminat İlaveli Firitli Sır Denemesi	52
3.5.1. Hazırlık Süreci	53
3.6. Renk Veren Oksit İlaveli Firitli Sır Denemeleri	57

3.6.1. Bakır Sülfat İlaveli Sır Denemeleri	58
3.6.2. Bakır Karbonat İlaveli Sır Denemeleri	67
3.6.3. Bakır Oksit İlaveli Sır Denemeleri	67
3.6.4. Kobalt Oksit İlaveli Sır Denemeleri.....	71
3.6.5. Krom Oksit İlaveli Sır Denemeleri	75
3.6.6. Mangan Oksit İlaveli Sır Denemeleri	76
3.6.7. Kalay Oksit İlaveli Sır Denemeleri.....	83
3.6.8. Boyutlu Numuneler Üzerinde Sır Denemeleri.....	87
3.7. Sanatsal Uygulamalar.....	94
3.7.1. Yuvasız.....	94
3.7.2. Yuva	96
3.7.3. Sepia	97
3.7.4. Doku	99
3.7.5. Uyum	101
SONUÇ.....	103
KAYNAKÇA	104
ÖZGEÇMİŞ	

FOTOĞRAF LİSTESİ

- Fotoğraf 1:** Vaseline Glass (<https://www.oraui.org/health-physics-museum/collection/consumer/glass/vaseline-uranium-glass.html>)..... 19
- Fotoğraf 2:** Işık depolayan seramik (Karasu, ve Özkara,1999:31). 21
- Fotoğraf 3:** Ken+Julia Yoneta,Kuşların Bildikleri (2012) Malzemeler: Uranyum cam, tel, UV ışıkları Boyutlar: 5,2 metre x 3 metre x 3 metre (<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>).....32
- Fotoğraf 4:** Ken+Julia Yoneta,Kuşların Bildikleri (2012) Malzemeler: Uranyum cam, tel, UV ışıkları Boyutlar: 5,2 metre x 3 metre x 3 metre (<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>).....32
- Fotoğraf 5:** Ken+Julia Yoneta,Kristal Saray: Nükleer Milletlerin Sanayi Eserlerinin Büyük Sergisi (2013) Malzemeler: Uranyum cam, antika şamdan çerçeveleri ve elektrik bileşenleri,UV ışıkları Boyutlar:değişken 31 parça.....33
- Fotoğraf 6:** Ken+Julia Yoneta,Kristal Saray: Nükleer Milletlerin Sanayi Eserlerinin Büyük Sergisi (2013) Malzemeler: Uranyum cam, antika şamdan çerçeveleri ve elektrik bileşenleri,UV ışıkları Boyutlar:değişken 31 parça 33
- Fotoğraf 7:** Ken+Julia Yoneta, Kuşların Bildikleri (2012) Malzemeler: Uranyum cam, tel, UV ışıkları Boyutlar: 5,2 metre x 3 metre x 3 metre (<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>).....34
- Fotoğraf 8:** Tintinnid şampanya bardakları 2012 El yapımı cam. UV ışığına maruz kaldı (<https://www.calamara.com/artwork/new-plankton/>). 35
- Fotoğraf 9:** La Bohème: Tehlike Altındaki Okyanuslarımızın Portresi, Seri I-uranyum aşılانmış camdan yapılmıştır. (<https://www.calamara.com/artwork/new-plankton/>)....35
- Fotoğraf 10:** Sencer Sarı,Işıklı Periler 27 cm X21cm.....36
- Fotoğraf 11:** Başlıksız IV 18cm / 25cm 2012 / Sofya – Bulgaristan U/V Fosforik Uranyum Sır Selenyum Kırmızı Sır Yarı Mat – Zirkonyum Beyaz Sır (http://sencersari.com/wrd/?page_id=6.....37

Fotoğraf 12: Başlıklı II 17cm / 28cm 2012 / Sofya – Bulgaristan U/V fosforik uranyum sır (http://sencersari.com/wrd/?page_id=672).	38
Fotoğraf 13: Sencer Sarı, Çöküş Şimdi (Ahıska / Gürcistan) 2018.....	36
Fotoğraf 14: Sencer Sarı, Çöküş Şimdi (Ahıska / Gürcistan) 2018 (http://sencersari.com/wrd/?page_id=672	39
Fotoğraf 15: Rui Sasaki, Sıvı Güneş Işığı Fosforesan kristal karışımı, cam, solaryum ışığı, hareket dedektörü 2300 x 5800 x 3100 mm 2016, (https://rui-sasaki.com/artwork/4131943-Liquid%20Sunshine.html).....	40
Fotoğraf 16: Rui Sasaki, Sıvı Güneş Işığı Fosforesan kristal karışımı, cam, solaryum ışığı, hareket dedektörü 2300 x 5800 x 3100 mm 2016, (https://rui-sasaki.com/artwork/4131943-Liquid%20Sunshine.html).....	41
Fotoğraf 17: Teresa Almeida 2013 (https://projections13.wordpress.com/2013/03/24/teresa-almeida/).	45
Fotoğraf 18: Pişirim sonrası kullanılan,Argon gazı ve düdüklü tencere.	51
Fotoğraf 19: Kod 45:Saydam firitin kimyasal bileşimi (Firma arşivinden alınmıştır).	52
Fotoğraf 20: Juliang photoluminescent pigment co.,ltd firmasından alınan fosfor pigmentinin kimyasal bileşimi (https://us-icbuim-file.).....	52
Fotoğraf 21: Sır hazırlık işlemleri.....	53
Fotoğraf 22: Pistole ile sır uygulama işlemi.	54
Fotoğraf 23: Pişirimlerin gerçekleştirildiği elektrikli fırın.	55
Fotoğraf 24: Denemelerin fırından çıkarılma işlemi.	56
Fotoğraf 25: Denemelerin düdüklü tencere içerisinde vakumlama işlemi.....	57

Fotoğraf 26: %2,%5,%8, Stronsiyum Alüminat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması-Akçini -750 C	57
Fotoğraf 27: % 0.5 Bakır Sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-750°C).....	58
Fotoğraf 28: % 0.5 Bakır Sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C).....	59
Fotoğraf 29: % 0.5 Bakır Sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini Çamuru - 850°C).....	60
Fotoğraf 30: % 0.5 Bakır sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C).....	61
Fotoğraf 31: % 0.5 Bakır sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-900°C).....	62
Fotoğraf 32: % 0.5 Bakır sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C).....	62
Fotoğraf 33: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-750°C).....	63
Fotoğraf 34: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -750°C).....	64
Fotoğraf 35: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-850°C).....	65
Fotoğraf 36: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -850°C).....	66
Fotoğraf 37: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-900°C).....	66
Fotoğraf 38: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -900°C).....	67
Fotoğraf 39: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C).....	67
Fotoğraf 40: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C).....	68
Fotoğraf 41: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C).....	68
Fotoğraf 42: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C).....	69

Fotoğraf 43: : % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°).....	70
Fotoğraf 44: : % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -900°C).....	70
Fotoğraf 45: % 0.5 Kobalt Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C).....	71
Fotoğraf 46: % 0.5 Kobalt oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C).....	72
Fotoğraf 47: % 0.5 Kobalt Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C).....	73
Fotoğraf 48: % 0.5 Kobalt Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C).....	74
Fotoğraf 49: : % 0.5 Kobalt Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C).....	74
Fotoğraf 50: % 0.5 Kobalt Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru 900°C).....	74
Fotoğraf 51: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C).....	75
Fotoğraf 52: : % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C).....	75
Fotoğraf 53: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C).....	76
Fotoğraf 54: % % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -850°C).....	76
Fotoğraf 55: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C).....	77
Fotoğraf 56: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C).....	77
Fotoğraf 57: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C)....	79
Fotoğraf 58: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -750°C).....	79

Fotoğraf 59: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C)...	80
Fotoğraf 60: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -850°C).....	80
Fotoğraf 61: : % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C)...	81
Fotoğraf 62: : % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -900°C).....	81
Fotoğraf 63: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C).....	83
Fotoğraf 64: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru 750°C).....	83
Fotoğraf 65: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C).....	84
Fotoğraf 66: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C).....	84
Fotoğraf 67: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C)	82
Fotoğraf 68: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C).....	85
Fotoğraf 69: Stronsiyum Alüminat Pigmenti Katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Şamot Çamuru -800 C.....	85
Fotoğraf 70: Stronsiyum Alüminat Pigmenti Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Siyah Stoneware Çamuru -800 C.....	86
Fotoğraf 71: Stronsiyum Alüminat Pigmenti Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Çömlekçi Çamuru -800 C.....	87
Fotoğraf 72: % 0.5 Turuncu Pigment Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C.....	87
Fotoğraf 73: : % 0.5 Kalay oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C.....	88

Fotoğraf 74: :% 0.5 Krom Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C	89
Fotoğraf 75: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C	89
Fotoğraf 76: % 0.5 Nikel Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C	90
Fotoğraf 77: % 1.5 Demir Oksit (Sarı)Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C	90
Fotoğraf 78: Stronsiyum Alüminat Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini- 800 C	91
Fotoğraf 79: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C	91
Fotoğraf 80: % 1.5 Bakır oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C	92
Fotoğraf 81: % 0.5 Kobalt oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C	92
Fotoğraf 82: YUVASIZ, El ile şekillendirme.15x14x13, Stronsiyum Alüminat Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini- 800 C,2025 (Gün ışığı Etkisi).....	94
Fotoğraf 83: YUVASIZ,(UV ışık etkisi)	95
Fotoğraf 84: YUVASIZ,(Karanlık etkisi).....	95
Fotoğraf 85: YUVA, El ve torna ile şekillendirme.17x15x10, sır altı boya ve stronsiyum alüminat katkılı kod 45 nolu frit sır uygulaması- akçini- 900 C,2025 (Gün ışığı etkisi)..	96
Fotoğraf 86: YUVA,(UV ışık etkisi).....	96
Fotoğraf 87: YUVA,(Karanlık etkisi).....	97

Fotoğraf 88: SEPİA, El ve torna ile şekillendirme.17x15x10, % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -850 C,2025 (Gün ışığı etkisi)	97
Fotoğraf 89: SEPİA,(UV ışık etkisi)	98
Fotoğraf 90: SEPİA,(Karanlık etkisi)	98
Fotoğraf 91: DOKU, El ile şekillendirme.17x15x15, sır altı boya ve stronsiyum alüminat katkılı kod 45 nolu frit sır uygulaması- akçini- 850 C,2025 (Gün ışığı etkisi)	99
Fotoğraf 92: DOKU,(UV ışık etkisi)	99
Fotoğraf 93: DOKU,(Karanlık etkisi)	100
Fotoğraf 94: UYUM, Tuval üzerine seramik uygulama karışık teknik.35x50x10,sır altı boya ve stronsiyum alüminat katkılı kod 45 nolu frit sır uygulaması- akçini- 750 C,2025 (Gün ışığı etkisi)	101
Fotoğraf 95: UYUM,(UV ışık etkisi)	102
Fotoğraf 96: UYUM,(Karanlık etkisi)	102

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Lüminesans çeşitli türleri (Özkara,2002:23).....	12
Tablo 2: % 0.5 Bakır sülfat katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.	58
Tablo 3: % 0.5 Bakır karbonat katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.	63
Tablo 4: % 0.5 Bakır oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.	67
Tablo 5: % 0.5 Kobalt oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.	71
Tablo 6: % 0.5 Krom oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.	75
Tablo 7: % 0.5 Mangan oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.	79
Tablo 8: % 0.5 Kalay oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.	83

GİRİŞ

Sanat, tarihin her döneminde yenilik arayışları ve estetik anlayışların bir yansıması olarak farklı malzeme ve tekniklerle şekillenmiştir. Seramik uygulamalarında kullanılan sırlar, bu sürecin temel unsurlarından biri olmuş; eserlerin hem dayanıklılığını hem de görselliğini zenginleştiren bir araç işlevi görmüştür. Günümüz sanat dünyasında fosforesans etkili sırlar, bu geleneği modern bilim ve teknolojiyle buluşturan özgün bir ifade biçimi sunmaktadır. Işığı emerek karanlıkta yayma özellikleri ile bu sırlar, yalnızca estetik bir etki yaratmakla kalmayıp, aynı zamanda işlevsel tasarımlar için yeni olanaklar sunmaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı fosforesans etkili sırların hem tarihsel kökenlerini hem de çağdaş sanatsal ve teknik kullanım alanlarını kapsamlı bir şekilde incelemektir.

İlk kez 17. yüzyılın simya çalışmalarıyla keşfedilen fosforesans olgusu, başlangıçta bir merak unsuru olarak görülse de, günümüzde sanat, tasarım ve bilim arasında bir köprü görevi görmektedir. Bu tezde, fosforun ve fosforesans etkili pigmentlerin tarihsel gelişimi, malzeme kimyası ve estetik potansiyeli detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Fosforesans sırlar, özellikle ışık ve karanlık arasındaki dinamik ilişkiyi vurgulayarak, izleyicinin eserle olan etkileşimini güçlendirmektedir. Aynı zamanda bu sırların bilimsel temellerini anlaşılması, yaratıcı süreci daha bilinçli bir şekilde geliştirmesi düşünülmektedir.

Bu tez, fosforesans sırların tarihsel ve bilimsel altyapısını anlamanın yanı sıra, bu sırların sanatsal uygulamalarını da keşfetmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle fosforun element olarak kimyasal özelliklerinden başlayarak, stronsiyum alüminat gibi pigmentlerin gelişimine kadar geniş bir perspektif sunulmuş, bu malzemelerin seramik yüzeylerdeki estetik etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma, fosforesans etkili sırların hem geçmişe dayanan bir mirası hem de geleceğe dair yenilikçi potansiyeli temsil ettiğini ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, sanatın ve

bilimin kesiştiği noktada yer alan bu sırlar, yaratıcı düşünce­nin sınırlarını genişletmek için eşsiz bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.





FOSFORUN TANIMI, TARİHİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

1.BÖLÜM

FOSFORUN TANIMI, TARİHİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

1.1.Fosforun Tanımı

Fosfor, periyodik tablonun 3. periyodunun 15. grubunda yer alan bir elementtir. Fosforun atom numarası 15'tir. Fosfor, P sembolü ile gösterilir ve ametaldir. Oda sıcaklığında renksiz, yarı saydam, yumuşak, mumsu bir katı olup karanlıkta parlayan bir elementtir (Sanderson,2014:2).

1.2 Fosforun Özellikleri ve Reaksiyonları

Fosfor, canlı yaşamı için temel yapı taşlarından biri olan, hem biyolojik hem de kimyasal açıdan önemli bir elementtir. Beyaz ve kırmızı fosfor olarak iki ana formda bulunur, ancak reaktif özellikleri nedeniyle dünya üzerinde serbest halde karşılaşılmaz. Doğada fosfor, genellikle minerallerin yapısında fosfat bileşikler (PO_4^{3-}) şeklinde bulunur. Özellikle DNA, RNA, ATP ve hücre zarının yapısal bileşenlerinden olan fosfolipitlerdeki varlığı, fosforun biyolojik sistemler için vazgeçilmez olduğunu ortaya koyar. Beyaz fosforun oksijenle temas ettiğinde yaydığı parlaltı, onun yüksek reaktivitesini ve kolay oksidasyonunu gösterir. Bu özellik, tarihsel süreçte fosforun keşfinde de etkili olmuştur. İlk olarak insan idrarından izole edilen saf fosfor, daha sonra hayvan kemiklerinin işlenmesiyle elde edilen "kemik tozu" aracılığıyla yaygın bir fosfat kaynağı haline gelmiştir. Fosfat yatakları, fosilleşmiş hayvan kalıntıları ve dışkılarından zenginleşmiş birikintiler içerir ve bu nedenle fosfor madenleri, hem tarihsel hem de modern gübre üretiminde kritik bir rol oynar. Bu yataklardan elde edilen fosfatların büyük bir kısmı, tarımsal üretimde verimliliği artırmak için gübre olarak kullanılır. Fosfor, ekolojik döngülerdeki bu merkezi rolü nedeniyle hem biyolojik çeşitlilik hem de tarım sektörü açısından hayati bir elementtir (Anlayan,2021:3).

Fosfor atomu, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ elektronik konfigürasyonuna sahiptir. Bu düzen, dış enerji seviyesinde üç yarı dolu orbital ve bir yalnız elektron çifti barındırır. Bu özellik, fosforun kimyasal davranışında azotla benzerlik gösterir. Fosfor, bağ yaptığı elementlerin

elektronegatifliğine bağlı olarak +3 ya da -3 oksidasyon durumlarını alabilir. Ancak, azot ile fosfor arasındaki önemli farklar, fosforun daha düşük elektronegatifliğe sahip olması, daha büyük bir atom yarıçapına sahip olması ve d orbitallerini kullanabilmesidir. Fosforun d orbitallerinin varlığı, oktet kuralını genişletmesine ve +5 oksidasyon durumunda beş gerçek kovalent bağ oluşturmaya olanak tanır. Bu durum, azot için mümkün değildir ve fosforun kimyasal davranışında önemli bir farklılık yaratır. Azot ile fosfor arasındaki benzerlikler yüzeysel olup, temel kimyasal farklılıkları maskeleyen eğilimindedir. Fosfor, elementel formda allotropik çeşitlilik sergiler ve normal koşullarda en az on farklı allotrop formunda bulunabilir. Bu formlar genellikle üç ana kategoriye ayrılır: beyaz, kırmızı ve siyah fosfor. Beyaz fosfor, oda sıcaklığında stabildir ve kübik yapıya sahip bir alfa formuna sahiptir. Daha düşük sıcaklıklarda (-78°C 'nin altında), altıgen yapıya sahip beta formu stabilleşir. Fosforun P_2 molekülleri (N_2 'ye benzer şekilde) yalnızca yüksek sıcaklıklarda stabildir ve bu moleküller soğuduklarında, her atomun diğer üç atomla bağlandığı tetrahedral P_4 yapısına dönüşür. Bu özellik, fosforun termodinamik olarak üçlü bağlardan ziyade tekli bağları tercih etmesinden kaynaklanır. Fosforun bu allotropik çeşitliliği ve kimyasal özellikleri, onu hem biyolojik süreçlerde hem de endüstriyel uygulamalarda benzersiz bir element haline getirir. Beyaz fosfor, P_4 molekül yapısından kaynaklanan zayıf moleküller arası van der Waals kuvvetleri nedeniyle oldukça düşük bir erime noktası sergileyerek $44,1^{\circ}\text{C}$ 'de erir ve yaklaşık 280°C 'de kaynar. Tetrahedral yapısındaki 60° 'lik bağ açıları, termodinamik açıdan ideal olmayan bir gerilim yaratır; bu durum, beyaz fosforun kararsız veya yarı kararlı bir allotropik form olarak nitelendirilmesine yol açar. Yaklaşık 200°C gibi sıcaklıklarda, beyaz fosfor, kendiliğinden ancak yavaş bir şekilde, daha kararlı bir polimerik yapı olan kırmızı fosfora dönüşür. Daha düşük sıcaklıklarda amorf bir özellik gösteren kırmızı fosfor, yaklaşık 590°C 'de kristal hale gelir. Daha yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında veya katalizör yardımıyla fosfor, siyah fosfor adı verilen, yapısal olarak grafit benzeyen bir forma dönüşebilir. Bu allotrop, fosforun en kararlı hali olarak değerlendirilebilir. Siyah fosfor, kristalimsi ve tabakalı yapısıyla elektrik iletkenliği sergiler ve kimyasal olarak oldukça inerttir. Beyaz fosfor, son derece reaktif bir yapıya sahiptir; 35°C 'de havayla temas ettiğinde kolaylıkla alev alabilir. Bu nedenle, genellikle su veya inert sıvılar altında saklanır. Karbon disülfür gibi çözücülerde çözünür ve tarihsel olarak askeri

uygulamalarda, duman kaynağı olarak ve yangın çıkarıcı mühimmat yapımında kullanılmıştır. Buna karşılık, kırmızı fosfor çözünmez ve kimyasal olarak daha inert bir yapıya sahiptir. Ancak ticari formda bulunan kırmızı fosfor, havada belirli koşullarda tutuşabilir ve su ile tepkimeye girerek fosfin (PH_3) ve fosfor oksiasitleri oluşturabilir. Günümüzde kırmızı fosfor, özellikle emniyet kibritlerinin sürtünme yüzeylerinde kullanılmaktadır. Fosfor allotroplarının farklı kimyasal ve fiziksel özellikleri, onları hem endüstriyel hem de bilimsel uygulamalarda geniş bir yelpazede kullanışlı hale getirir. Beyaz fosforun reaktivitesi, savaş mühimmatı ve kimya endüstrisinde tercih edilirken, kırmızı ve siyah fosforun inertliği, daha güvenli ve uzun ömürlü uygulamalar için avantaj sağlar (Sanderson, 2014:4).

1.2.1 Fosforun Tarihi

Fosforun keşfi, 17. yüzyıl Avrupa simya çalışmalarıyla yakından ilişkilidir. Bazı kayıtlar, 12. yüzyılda Arap simyacıların fosforu izole etmiş olabileceğini ileri sürse de bu konuda somut bir kanıt bulunmamaktadır. Daha belirgin bir tarihsel iz, 1669 yılında Alman simyacı ve tüccar Hennig Brand'a aittir. Brand, 50 kova idrarı bir süre bekleterek fermente etmiş, ardından bu karışımı bir macun kıvamına getirip kumla ısıtarak elementel fosforu damıtmayı başarmıştır. Brand, bu keşfini Gottfried Wilhelm Leibniz'e yazdığı bir mektupta bildirmiştir. Fosforun kendiliğinden karanlıkta parlayan, yani fosforesans gösteren özelliği, halk arasında büyük bir ilgi uyandırmıştır. Fosfor, ilk keşfedildiği dönemde, yalnızca bir kimyasal merak konusu olarak kalmıştır. Ancak, 18. yüzyılda kemiklerin temel bileşenlerinden biri olduğu anlaşılmış ve bu elementin potansiyeli daha geniş bir şekilde fark edilmiştir. Fosfor üretimi, kemiklerin nitrik ya da sülfürik asit ile işlenerek fosforik aside dönüştürülmesi ve bu asidin kömürle ısıtılarak damıtılmasıyla gerçekleştirilmiştir. 19. yüzyılın sonlarında İskoç kimyager James Burgess Readman, fosforu kaya fosfatından üretmek için günümüzde de kullanılan elektrikli fırın yöntemini geliştirmiştir. Bu süreçler, fosforun sanayide ve bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılmasının önünü açmış, bu elementin özelliklerinin anlaşılmasını ve çeşitli uygulamalarda kullanılmasını sağlamıştır (Sanderson, 2014:7).

1.2.2. Fosforun Ticari Üretimi ve Kullanımları

Fosfat kayasının kullanılabilir malzemelere dönüştürülmesi, iki temel teknikle gerçekleştirilir ve her biri farklı endüstriyel ve ticari amaçlara hizmet eder. Birinci yöntem, kırılmış fosfat kayasının sülfürik veya fosforik asitle asitleştirilmesiyle suda çözünebilen, değerli gübre katkı maddeleri olan ham kalsiyum fosfatların üretilmesini içerir. Bu işlem, fosforun tarımsal kullanım için uygun bir forma dönüştürülmesinde büyük bir öneme sahiptir. İkinci yöntem ise fosfat kayasının karbonla indirgenmesiyle elementel fosfor üretimini hedefler. Bu karmaşık işlem, fosfat mineralinin içeriğine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Temel olarak, fosfat kayası, kok ve bir miktar kum, yaklaşık 1.500 °C sıcaklıkta bir elektrikli fırında eritilir. Süreç boyunca kalsiyum ve diğer safsızlıklar, karbon monoksit gazı ve florosilikat cüruf olarak ayrılırken, yaklaşık 300 °C sıcaklıkta damıtılan elementel fosfor buharı, beyaz fosfor formunda yoğunlaştırılır. Bu fosfor, kendiliğinden tutuşmayı önlemek için su altında depolanır. Özellikle ABD'de bu yöntemle her yıl yarım milyon tondan fazla elementel fosfor üretilmektedir. Fosforun büyük bir kısmı, fosforik anhidrit ve fosforik asit üretiminde kullanılarak kimyasal endüstriye hizmet eder (Sanderson,2014:9).

ABD'de her yıl tüketilen yaklaşık 2 milyon ton fosforun yalnızca %5'i elementel formda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanları arasında, piroteknik uygulamalar (izleyici fişekler, havai fişekler, yangın çıkarıcı maddeler ve kibritler), alaşım maddeleri, kemirgen kontrolü ve kimyasal sentez yer alır. Ayrıca, elementel fosforun bir kısmı organik fosfor bileşiklerinin üretimi için halojenürlere veya oksitlere dönüştürülmektedir. Özellikle kibrit, böcek ilacı ve yağ katkı maddesi üretiminde kullanılan fosfor bileşikleri, günlük yaşamın birçok alanında önemli bir rol oynamaktadır. Bu süreçlerin her biri, fosforun sanayi ve tarımdaki vazgeçilmez rolünü ortaya koymaktadır (Sanderson,2014:15).

Fosforun evrende nasıl üretildiği ve dünya üzerindeki dağılımı, bilimsel açıdan oldukça önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. 2013 yılında gökbilimciler, Cassiopeia A süpernovasında fosfor tespit etmiş ve bu keşif, fosforun süpernova nükleosentezi sırasında oluştuğunu doğrulamıştır. Süpernovadan yayılan malzemelerdeki fosfor-demir oranının, genel galaktik seviyelere kıyasla yaklaşık 100 kat daha yüksek

olması, bu yıldız patlamalarının fosfor üretiminde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. 2020 yılında yapılan araştırmalar, fosfor içeren moleküllerin Dünya'ya taşınma süreçlerine odaklanmıştır. Büyük yıldız oluşum bölgesi AFGL 5142 üzerinde ALMA (Atacama Büyük Milimetre/milimetre-altı Dizisi) ve ROSINA (Rosetta Görevi'ndeki İyon ve Nötr Analizörü) verileri kullanılarak, bu moleküllerin kuyruklu yıldızlarla Dünya'ya nasıl ulaştığı incelenmiştir. Bu bulgular, fosforun biyolojik yaşama temel teşkil eden moleküllerin oluşumundaki rolüne dair önemli ipuçları sunmaktadır. Dünya kabuğunda fosfor, genellikle fosfat mineralleri şeklinde bulunur ve kilogram başına yaklaşık bir gramlık bir oranla temsil edilir. Ticari açıdan, apatitten elde edilen inorganik fosfat kayası, fosforun en güvenilir kaynaklarından biridir. Fosfor rezervlerinin küresel dağılımı da dikkat çekicidir: ABD Jeolojik Araştırma Merkezi'ne göre, küresel fosfor rezervlerinin yaklaşık %50'si Arap ülkelerinde bulunmaktadır. Bunun %85 gibi büyük bir kısmı ise Fas'ta yer almaktadır. Ayrıca, Çin, Rusya, Florida, Idaho, Tennessee ve Utah gibi yerlerde de daha küçük ölçekli fosfor yatakları bulunmaktadır. Bu bulgular, fosforun kozmik kökeni, dünya üzerindeki mevcut rezervleri ve insanlık için stratejik önemini ortaya koymaktadır. Özellikle süpernovaların bu elementin evrendeki üretimindeki rolü, bilim insanlarına fosforun yıldızlararası taşınım ve dağılım süreçlerini daha iyi anlama fırsatı sunmaktadır (Anlayan, 2021:3).

1.3.Fosforesans Pigmentler ve Tarihsel Süreçleri

Fosforesans pigmentler, belirli dalga boylarındaki ışığı emerek, ışık kaynağının ortadan kalkmasının ardından belirli bir süre boyunca fosforlu ışık yayabilen özel malzemelerdir. Bu fenomen, fosforesans olarak adlandırılmakta olup, özellikle karanlıkta kendi başına ışık yayabilen maddelerle ilişkilendirilmektedir. Fosfor, bu bağlamda önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır. 17. yüzyılın başlarında keşfedilen "fosfor" terimi, "değişmeden kalan" anlamına gelmekte olup, bu ismin kökeni keşif süreciyle ilişkilidir. İtalya'nın Bolonya kentinde yaşayan simyacı Vincentinus Casciarolo, sönmüş bir yanardağın dibinde kristal yapıda bir taş keşfetmiş ve bu taşı altına dönüştürme amacıyla odun kömürü fırınında pişirmiştir. Ancak Casciarolo altın elde edememiş, bunun yerine taş, gün ışığına maruz kaldıktan sonra karanlıkta kırmızı bir ışık yaymaya başlamıştır. Bu

taş daha sonra "Bolonya Taşı" olarak adlandırılmıştır. Günümüz bilgilerine göre, bu taşın barit (BaSO_4) olduğu ve fırınlama işlemi sonucunda elde edilen ürünün, fosforlar için ana kristal yapı olarak bilinen baryum sülfür (BaS) olduğu düşünülmektedir (Kaya,2011:2).

Casciarolo'nun buluşunun ardından Avrupa'nın birçok bölgesinde benzer keşifler rapor edilmiştir. Bu ışık yayan taşlar genel olarak "fosfor" olarak adlandırılmaya başlanmıştır. "Fosfor" terimi, Yunanca "ışık taşıyıcı" anlamına gelmekte olup, Yunan mitolojisinde sabahyıldızı Venüs ile ilişkilendirilmiştir. Bu tarihten itibaren fosfor, fosforesans pigmentlerin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmiştir ve günümüzde hala çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu keşifler, fosforesansın temel prensiplerinin anlaşılmasına ve ışık yayan malzemelerin gelişimine önemli katkılarda bulunmuştur (Kaya, 2011:1).

Bolonya Taşı'nın 17. yüzyıldaki keşfi, fosforesans malzemelerin tarihçesinde önemli bir kilometre taşı olarak kabul edilmekle birlikte, fosforesansın bilinen en eski uygulamalarına dair bazı bulguların çok daha öncelere dayandığı görülmektedir. Bu bağlamda, Japonya'da deniz kabuklarından fosforesans boya elde edilmesine ilişkin bulgular dikkate değerdir. 10. yüzyıla tarihlenen Çin belgelerinde, Japonların deniz kabuklarından fosforesans özelliklere sahip boyalar hazırladıkları rapor edilmiştir. Bu eski kaynaklar, fosforesans malzemelerin kullanımının yalnızca Batı'da değil, aynı zamanda Asya'da da bilindiğini ve uygulandığını göstermektedir. Deniz kabuklarının doğal yapılarındaki fosforesans özellikler, özellikle geceleri parlayarak kullanıldıkları yüzeylere ışık yayma kapasitesine sahip olmuştur. Bu durum, Japonların bu doğal malzemeleri fosforesans boya olarak kullanmalarını sağlamış ve bu bilgi, zamanla Çin belgelerinde kaydedilmiştir. Bu erken dönem fosforesans malzeme kullanımı, ışık yayan pigmentlerin keşfi ve gelişimi açısından önemli bir tarihsel bilgi sunmaktadır. Dolayısıyla, fosforesansın bilimsel temelleri 17. yüzyılda atılmış gibi görünse de Asya'da bu olgunun çok daha erken dönemlerde fark edilip kullanıldığı anlaşılmaktadır (Akbey,2019:11).

Fosforlar üzerine yapılan bilimsel araştırmalar, 100 yılı aşkın bir geçmişe sahiptir ve bu alan, özellikle teknolojik uygulamalarla birlikte önemli ilerlemeler

kaydetmiştir. Televizyon tüpleri gibi kritik uygulamalar için büyük önem taşıyan ZnS tipi fosforların ilk prototipi, 1866 yılında genç Fransız kimyager Théodore Sidot tarafından, bir tesadüf sonucu sentezlenmiştir. Bu buluş, fosforların bilimsel araştırma ve sentez süreçlerinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

19. yüzyılın sonlarından 20. yüzyılın başlarına kadar, özellikle Almanya'da Lenard ve çalışma arkadaşları, fosforlar üzerinde yoğun ve kapsamlı araştırmalar yürütmüşlerdir. Bu çalışmalar, dönemin koşullarında oldukça etkileyici sonuçlar doğurmuş ve fosfor biliminde bir dönüm noktası olmuştur. Araştırmalarında, alkali toprak kalkojenitleri (özellikle sülfidler ve selenidler) ile çinko sülfür temelli çeşitli fosfor türleri geliştirilmiş ve bu malzemelerin lüminesans özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Bu öncü çalışmalar, fosforların hem temel bilim açısından anlaşılmasına hem de endüstriyel uygulamalar için optimizasyonuna önemli katkılar sağlamıştır. Günümüzde bu tarihsel birikim, fosforların gelişmiş ekran teknolojilerinden enerji tasarruflu aydınlatma sistemlerine kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanılmasının temelini oluşturmaktadır (Turan,vd.2018:24).

Fosforesans pigmentler, gün ışığından veya diğer aydınlatma kaynaklarından aldığı enerjiyi depolayarak, karanlıkta bu enerjiyi ışık olarak geri yayma özelliği gösterir. Ürünlere katıldığında, bu pigmentler işlevlerini uzun süre boyunca sürdürebilir. Türkiye'de, farklı emisyon renklerine sahip fosforesans pigmentlerin üretimi, 2011 yılında bir üniversite tabanlı araştırma ve geliştirme firması olarak kurulan Fosfortek Co. tarafından küçük ölçekli olarak başlatılmıştır. Bu girişim, fosforesans teknolojisinin yerel düzeyde geliştirilmesine yönelik önemli bir adım olmuştur (Turan,vd.2018:25).

1.3.1. Luminisans

Floresans ve fosforesans kavramlarını da kapsayan genel bir terim olarak kullanılan *luminisans*, ilk kez 1888 yılında Alman fizikçi Eilhardt Wiedemann tarafından ortaya atılmıştır. Bu kavram, Latince'de "ışık" anlamına gelen *lumen* sözcüğünden

türetilmiştir. Günümüzde luminisans, bir maddenin harici bir enerji ile uyarılması sonucu meydana gelen ışık yayılımını ifade eder. Bu ışık yalnızca 400-700nm arasındaki görünür dalga boylarını değil, aynı zamanda ultraviyole ve kızılötesi gibi komşu bölgeleri de kapsamaktadır (Kaya,2011:2).

Lüminesans, ısı kaynaklı olmayan bir ışık emisyonu olarak tanımlanır ve bu nedenle soğuk cisim radyasyonu kategorisinde yer alır. Bu fenomen, kimyasal reaksiyonlar, elektrik enerjisi, atom altı hareketler veya bir kristal yapı üzerindeki mekanik stres gibi çeşitli dış etkenlerle ortaya çıkabilir. Sonuçta, bu süreçler kendiliğinden emisyon yoluyla ışık yayılmasına neden olur. Bu özelliği ile lüminesans, bir maddenin ısıtılması sonucu gerçekleşen ışık yayımı, yani akkor ışımadan belirgin şekilde ayrılır. Tarihsel açıdan, radyoaktivite bir *radyo-lüminesans* türü olarak değerlendirilmiş olsa da, günümüzde radyoaktivitenin yalnızca elektromanyetik radyasyonu değil, aynı zamanda başka radyasyon türlerini de içermesi nedeniyle lüminesansın ayrı bir olgu olarak ele alınmaktadır. Lüminesansın temel özelliklerinden biri, enerji transferinin harici bir kaynak tarafından sağlanması ve bu enerjinin madde içinde yeniden düzenlenerek ışık formunda serbest bırakılmasıdır. Bu süreç, modern bilim ve teknolojide pek çok uygulamaya sahiptir ve özellikle enerji verimliliği, güvenlik, biyomedikal görüntüleme ve aydınlatma teknolojileri gibi alanlarda kritik bir rol oynamaktadır (Turan,vd,2018:25).

Tablo 1: Lüminesans çeşitli türleri (Özkara,2002:23).

Lüminesans	Tüm ısı olmayan ışık üretimi
Flüoresans	Hızlı lüminesans
Fosforesans	Sürekli flüoresans
Fotolüminesans	UV yada görünür ışık ile üretilen flüoresans
Rezonans yayılım	Aynı dalga boyunun hemen yeniden yayılımı
Katodolüminesans	Katot ışınları ile üretilen flüoresans
Radyolüminesans	Enerjik yayılım ile üretilen flüoresans
Termolüminesans	Sıcaklık artışı ile üretilen lüminesans
Elektrolüminesans	Elektrik alanı yada akımı ile üretilen lüminesans
Tribolüminesans	Mekanik cihazlar ile üretilen lüminesans
Sonolüminesans	Ses dalgalarının bir sıvıya doğru geçişiyle oluşan lüminesans
Kristalolüminesans	Kristalizasyon sırasında üretilen lüminesans
Kemilüminesans	Kimyasal enerjiden türetilen lüminesans
Biölüminesans	Biyolojik mekanizma tarafından üretilen kemilüminesans

1.3.2.Flüoresans ve Fosforesans Özellikleri

Floresans ile fosforesans arasındaki ayrım, özellikle 19. yüzyılın sonlarında yoğun tartışmalara konu olmuştur. Bu tartışmalar genellikle ışıma süresi ve sıcaklığın ışıma üzerindeki etkisi etrafında dönmüştür. Ancak günümüzde bu fark, modern bilgi ışığında oldukça netleşmiştir (Kaya,2011:1).

Işık kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra, eğer ışıma duruyorsa bu durum “flüoresans”olarak adlandırılır. Işıma devam ediyorsa fosforesans olarak adlandırılır (Karasu ,vd, 2005:1).

Öte yandan, uyarılma sona erdikten sonra bile insan gözüyle algılanabilecek şekilde ışık yayılımı devam ediyorsa, bu durum fosforesans olarak tanımlanır. Geniş bir perspektifte "fosfor" terimi, katı hal luminisans malzemeleri ifade etmek için

kullanılabilir. Önemle belirtilmesi gereken bir husus ise, bu tanımların yalnızca inorganik malzemelere özgü olduğudur (Kaya,2011:1).

Fosforesans, genellikle ultraviyole ışık gibi bir uyarıcı tarafından bir yalıtkanın enerji seviyelerinin harekete geçirilmesiyle meydana gelir. Bu gecikmeli ışık emisyonu, uyarılma sırasında oluşan yük taşıyıcılarının (elektronlar ve boşluklar) belirli fay zonlarında sıkışması ve sonrasında enerjinin serbest kalması ile gerçekleşir. Bu süreç, fotonların emilimiyle başladığından floresans ve fosforesans arasında bir benzerlik bulunur. Ancak, fosforesans, enerji emiliminin ardından gecikmeli bir ışık emisyonu gösterirken, floresans anlık bir ışık yayılımı ile gerçekleşir (Turan,vd,2018:25).

Floresans, bir malzemenin harici bir enerji kaynağı tarafından uyarılması sonucunda meydana gelen ışık emisyonudur. Bu prensip, floresan lambalar, tüpler ve katot ışık tüpleri (CLT) gibi sistemlerde kullanılarak, enerji verimli aydınlatma ve görüntüleme teknolojilerinin temelini oluşturur. Bu tür sistemler, yaydıkları floresan ışığı sayesinde modern yaşamda geniş bir kullanım alanına sahiptir (Kaya,2011:4).

1.4.Fosfor Etkisi Veren Bazı Maddeler

Fosfor etkisi, belirli malzemelerin ışık yayma kabiliyeti gösterdiği lüminesans özelliğine dayanmaktadır ve bu özellik, malzemelerin çeşitli teknolojik ve endüstriyel alanlarda kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Fosforlu malzemelerin temel bileşenleri, genellikle nadir toprak elementleri, geçiş metalleri, alüminat bileşikleri ve silikatlar gibi gruplarda toplanmaktadır. Bu malzemeler, yayılım özellikleriyle optoelektronik cihazlar, aydınlatma sistemleri ve görüntüleme teknolojileri gibi pek çok uygulama alanına katkı sağlar.

1.4.1.Nadir Toprak Elementleri

Europium (Eu); Hem Eu^{2+} hem de Eu^{3+} iyonları, kırmızı ve mavi ışık yayan fosforlarda kullanılmaktadır. CRT ve LED ekranlar gibi teknolojilerde yaygın olarak tercih edilir (Minakova,vd,2019:3).

Terbium (Tb); Genellikle yeşil fosforlarda etkili olup, Eu^{3+} ile kombinasyon halinde kullanılarak geniş bir renk gamı sunar.

Cerium (Ce); Mavi ve UV ışık yayıcı özellikleriyle dikkat çeker; aydınlatma sistemlerinde önemli bir rol oynar.

Dysprosium (Dy^{3+}); Enerji tuzaklarını artırarak uzun süreli fosforesans sağlar.

1.4.2.Geçiş Metalleri ve Oksitler

1.4.2.1.Çinko Sülfür (ZnS)

Fosfor uygulamalarında temel bileşenlerden biridir ve aktivatörlerle (örneğin Cu^{2+} veya Ag^{+}) desteklenerek ışıltama verimi artırılabilir (Laura.vd.2011.s.185).

Çinko sülfür (ZnS) tabanlı fosforlar, elektro ışıltama teknolojilerinde mavi ışık yayma özellikleriyle dikkat çekmektedir. Ayrıca, yeşil ve kırmızı ışık yayan yüksek kaliteli fosforlar için de ZnS tabanlı sistemler geliştirilmiştir. Örneğin, ZnS fosforlarının yayının tepe noktası yaklaşık 450 nm olup, bu özellik malzemeyi yeşilimsi mavi ışık yayan bir bileşen haline getirmektedir.Sonuç olarak, ZnS ve benzeri tabanlı fosforların gelişimi, hem enerji verimliliği hem de yüksek performanslı ışık yayıcı sistemlerin tasarımında önemli bir rol oynamaktadır (Karasu, ve Özkara,1999:29).

1.4.2.2.Kalay Oksit (SnO_2)

Europium ile aktive edildiğinde ışıltama kapasitesini artırarak optik cihazlarda kullanıma uygun hale gelir.

Europium katkılı kalay oksidin ışıltama özellikleri, bilimsel literatürde ilk kez Grabbtree tarafından ele alınmış ve sonrasında Matsuka, Blasse gibi araştırmacılar tarafından detaylı bir şekilde incelenmiştir. SnO_2 , düşük enerjili elektronlarla ışıltama gerçekleştirebilmesi nedeniyle benzersiz bir ilgi odağı olmuştur. Son dönemlerde Kynev ve ekibi, Sn(II) hidroksit veya oksit kullanarak düşük sıcaklıklarda ($800-1000^\circ\text{C}$) yüksek etkinlikte luminozor üretiminde önemli başarılar elde etmiştir. Bu süreçte, gaz atmosferinin bileşimindeki değişikliklerin dikkatle kontrol edilmesi ve oksidasyon işlemlerinin homojen bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Oksijen varlığının, ışıltama performansı üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu belirlenmiştir. İlginç bir şekilde, oksijenin yokluğunda gerçekleşen SnO 'nun ısıtma işlemi, eşit mol oranında Sn ve SnO_2 oluşumuyla sonuçlanmıştır. Bu bulgular, fosfor etkinliğinin optimize edilmesi açısından gaz atmosferi parametrelerinin kritik bir rol oynadığını göstermektedir (Karasu. ve Özkara.1999:30).

1.4.3.Alüminat Bileşikleri

1.4.3.1.Stronsiyum Alüminat (SrAl_2O_4): Eu^{2+} ve Dy^{3+} ile aktive edildiğinde uzun süreli fosforesans sağlayarak özellikle işaretleme ve güvenlik sistemlerinde kullanılmaktadır.

1.4.3.2.Kalsiyum Alüminat (CaAl_2O_4): Yüksek sıcaklık stabilitesine sahip olup, etkili bir ışıltama sağlar (Karasu. ve Özkara.1999:32).

1.4.3.3.Stronsiyum Alüminat ($\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}+\text{Dy}^{3+}$) Tozları ve Hammaddeleri

Stronsiyum alüminat, özellikle $\text{SrAl}_2\text{O}_4^{2+}$, Dy^{3+} formunda, dikkat çeken fosforesans özellikleri ile ön plana çıkan bir materyaldir. Bu malzeme, ışığı emip depoladıktan sonra karanlık ortamlarda uzun süre boyunca ışık yayma kapasitesine sahiptir. Yeşil ışık yayan bu pigment, Eu^{2+} iyonlarının geniş bantlı mavi-yeşil emisyon özelliği ile parlaklık kazanırken, Dy^{3+} iyonları enerji tuzaklarının stabilitesini artırarak parlaklığın uzun süre devam etmesini sağlar (Karasu, ve Özkara,1999:25).

Bu pigmentlerin en dikkat çekici özelliği, ışık kaynağı ortamdan uzaklaştırıldığında bile 12 saatten fazla ışık yaymaya devam edebilmeleridir. Bu durum,

onları, bilinen çinko sülfür sistemlerine göre yaklaşık on kat daha etkili kılmaktadır. Ayrıca, toprak alkali alüminat sistemleri radyoaktif katkı maddesi içermediğinden, sağlık açısından zararsız ve toksik etkilerden arınmış durumdadır. Çinko sülfat sistemlerinin aksine, bu pigmentler kararlıdır ve atmosferik koşullara karşı direnç gösterirler. Işığı kesintisiz olarak soğurup yayma özelliğini sürdürmektedirler. Mavimsi-yeşil renkli $\text{SrAl}_2\text{O}_4^{2+}$, Dy^{3+} sistemi, yüksek parlaklık ve uzun süreli ışıma sağlayan etkileyici bir fosforesans pigmenti olarak öne çıkmaktadır. Bu sistemde, fosforesans özellikleri boşluk tutma mekanizması sayesinde ortaya çıkmakta, bu da onu daha güvenli ve dayanıklı kılmaktadır. Bu malzeme gündüz mor ötesi ışınları emerek karanlıkta parlama özelliğine sahiptir (Karasu, vd, 2005:751).

Stronsiyum alüminat fosforlar, genellikle yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen katı hâl tepkimeleri ile üretilir. Reaksiyon sırasında atmosfer kontrolü ve kalsinasyon sıcaklığı gibi parametreler, malzemenin lüminesans özellikleri üzerinde doğrudan etkilidir. Optimum reaksiyon sıcaklığının 800°C olduğu belirlenmiştir; bu sıcaklık, malzemenin maksimum parlaklık kapasitesini sağlayan ideal koşullardır. Sıcaklığın 900°C 'ye kadar yükseltilmesi parlaklığı azaltırken, 500°C 'de ise parlaklık yeterince gelişmez. Bu, malzemenin üretim sırasında hassas bir termal kontrol gerektirdiğini göstermektedir (Gao, vd, 2023:4).

1.4.3.3. Alüminyum Oksit (Al_2O_3)

Seramik sırlarının formülasyonunda, alümina (Al_2O_3) genellikle kaolin, kil ve feldspatlardan elde edilir. Tek başına 2050°C gibi yüksek bir ergime sıcaklığına sahip olan alümina, sır içeriğine katıldığında sırnın genel ergime sıcaklığını da önemli ölçüde yükseltir. Ancak, uygun koşullarda silika (SiO_2) ile birleşerek sırnın işlevselliğini ve estetik özelliklerini geliştirir. Bu birleşim, sırnın matlaşmasını önlerken, bor tüllerinin oluşumunu ve kristal ayrışmalarını da engeller. Böylelikle, sır hem kimyasal hem de görsel olarak daha kararlı bir yapı kazanır. Alüminanın sır içeriğine dahil edilmesi, sırnın daha geniş bir ergime aralığına sahip olmasını sağlar. Bu özellik, sırnın daha kontrollü bir şekilde işlenmesine ve yüzeye homojen bir şekilde yayılmasına olanak tanır. Özellikle, kaolin ve killer yoluyla sır içine dahil edilen alümina, sırlanacak olan yüzeye güçlü bir tutunma

sağlar. Bu, hem ham hem de bisküvi pişirimi yapılmış çamur üzerinde sırn fiziksel dayanıklılığını artırır. Kaolin ve killerin sırlarda bir diğer önemli işlevi, sırn çökmesini önlemektir. Bu malzemeler, sırn süspansiyon halinde tutarak kararlılık sağlar ve uygulama sürecini kolaylaştırır. Böylece, sırn daha pürüzsüz bir yüzey oluşturur ve çökme kaynaklı kusurların oluşması engellenir (Arcasoy,1983:170).

Saf alümina (Al_2O_3), doğrudan fosforesans veya flüoresans özelliklere sahip olmamakla birlikte, fosfor kompozisyonlarında önemli bir bileşen olarak kullanılmaktadır. Özellikle alümina-tabanlı sistemler, belirli aktifleştiricilerle modifiye edilerek bu optik özellikleri kazanabilir. Örneğin, alümina, lityum oksit ve demir oksit gibi bileşenlerle birlikte kullanıldığında, kimyasal özelliklerini geliştirir. Ayrıca, alümina fosfat sistemlerinde %12-25 oranında serium oksit (Ce_2O_3) ve %0,2-15 oranında torium oksit (ThO_2) ile aktive edildiğinde fosforesans ve flüoresans etkiler elde edilebilir. Bu aktifleştiriciler, bileşiğin enerji emme ve yayma özelliklerini optimize ederek materyale işlevsellik kazandırır. %0,001'den daha az miktarda krom oksit (Cr_2O_3) ilavesiyle, alümina kararlı bir flüoresans üretme kapasitesine ulaşabilir. Bu düşük konsantrasyonlar, alüminanın atomik düzeyde enerji durumlarını etkileyerek ışık yayma mekanizmalarını düzenler (Özkara,2002:24).

1.4.3.3.4.Europiyum Oksit (Eu_2O_3)

Europiyum oksit (Eu_2O_3), atom numarası 63 olan bir nadir toprak elementi olan europiyumdan türetilen bir bileşiktir. Pembemsi beyaz bir toz olarak bulunur ve suyla reaksiyona girmez, ancak mineral asitlerde çözünür. Bu bileşik havada kolayca oksitlenir ve CO_2 ile nemi absorbe eder. Europiyum oksit, özellikle kırmızı fosfor olarak kullanımı ile bilinir ve üç renkli lambalar ve televizyonlar gibi elektroniklerde yaygın bir bileşiktir. Europiyum oksit, aynı zamanda fosfor aktivatörü olarak işlev görür. Elektronik cihazlar, lazerler ve nükleer teknoloji gibi çeşitli alanlarda da kullanımları mevcuttur. Yüksek saflıkta (genellikle %99,9'un üzerinde) bulunur ve ticari olarak oldukça pahalıdır, kilogram başına yaklaşık 550 Amerikan doları civarındadır (Kumar,vd,2015:249).

1.4.3.3.5. Disprozyum (Dy)

Disprozyum (Dy), nadir toprak elementleri grubundan olup atom numarası 66 ve mol ağırlığı 162,5 g/mol olan bir elementtir. Saflığına göre beyazdan açık sarıya değişen bir toz halinde bulunur. Suda çözünmezken, asitlerde çözünür. Kimyasal yapısı itibarıyla oda sıcaklığında havaya karşı kararlı olan disprozyum, dolu 4f orbitalleriyle dikkate değerdir. Dy_2O_3 , yüksek saflıkta (%99 üzeri) üretilir ve ticari fiyatı son yıllarda düşüş göstermiş olsa da yaklaşık 300 USD/kg civarındadır. Bu bileşik, yüksek teknoloji endüstrilerinde geniş kullanım alanına sahiptir (Özkara,2002:24).

Disprozyum ve bileşikleri, özellikle manyetik ve optik özellikleri nedeniyle ileri malzeme araştırmalarının odak noktası olmaya devam etmektedir. Lazer teknolojisi, nükleer enerji güvenliği ve yeşil enerji çözümleri için potansiyeli büyüktür (Almoussa,2024:2-3).

1.4.4. Sülfür ve Selenid Bileşikleri

Kadmiyum Sülfür (CdS); Yeşil ve sarı ışık yayma özelliğine sahiptir ancak çevresel hassasiyet nedeniyle uygulama alanları sınırlıdır.

Çinko Selenid ($ZnSe$); Optik cihazlarda yüksek verimle kullanılmaktadır.

1.4.5. Fosfatlar ve Silikatlar

Kalsiyum Halofosfat ($Ca_5(PO_4)_3F$); Floresan lambalarda temel bir bileşendir ve mangan gibi aktivatörlerle performansı artırılabilir.

Yttrium Silikat (Y_2SiO_5); Eu^{3+} ile aktive edilmiş formu, kırmızı ışık yayıcı olarak bilinir ve LED teknolojilerinde sıklıkla tercih edilir.

Bu hammaddelerin bir araya getirilmesi, farklı renk ve ışık yayılım özelliklerinin optimize edilmesini sağlar. Bu özellikler, özellikle görüntüleme teknolojilerinde, tıbbi cihazlarda ve enerji verimli aydınlatma sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Alizadeh, Y,2021:24).

1.4.6. Uranyum ve Radyasyon Kaynaklı Fosforlar

Uranyum esaslı sırlar, tarih boyunca hem estetik hem de teknik nedenlerle seramik ve cam işlerinde kullanılmıştır. Bu sırların özünde yer alan uranyum iyonları, kimyasal bileşiklerle etkileşim sonucu belirgin bir görsel ve optik etki sağlar. Uranyum sırları, özellikle ultraviyole (UV) ışık altında gösterdikleri floresan özellikleriyle dikkat çeker. Gün ışığında genellikle krem tonlarında görünen bu sırlar, UV ışık altında parlak, eterik bir ışık yayarak farklı bir görünüm kazanır. Bu özellikler, 19. ve 20. yüzyıl sanatçılarının eserlerinde sıklıkla kullanılmış ve "uranyum vazelin sır" (uranium vaseline glaze) olarak literatüre geçmiştir (Sarı,2023:47).



Fotoğraf 1: Vaseline Glaze (<https://www.ornu.org/health-physics-museum/collection/consumer/glass/vaseline-uranium-glass.html>).

Uranyum sırlarının floresan özelliği, uranyum iyonlarının UV ışığı ile etkileşiminden kaynaklanır. Bu etkileşim sonucunda sır yüzeyinde büyüleyici bir parıltı oluşur. Bu fenomen, hem sırn kimyasal yapısına hem de aydınlatma koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Sanatçılar bu sırları, eserlerinde yalnızca renk değil, aynı zamanda ışık oyunları ile dinamik bir estetik katman yaratmak için tercih etmişlerdir. Özellikle doğal ışık kaynakları ve UV aydınlatma ile sırn karakteristiği daha belirgin hale gelir. Ancak, uranyumun radyoaktif özellikleri nedeniyle bu sırların kullanımı günümüzde sınırlı ve sıkı denetim altındadır. Modern uygulamalarda, uranyum esaslı sırların yerini daha güvenli alternatifler almıştır. Bununla birlikte, uranyum sırları hem sanatsal hem de bilimsel açıdan önemli bir geçmişe sahiptir ve floresan özelliklerinin anlaşılması, lüminesans ve fosforesans alanlarındaki birçok teknolojik gelişmeye katkıda bulunmuştur (Sarı,2023:38).

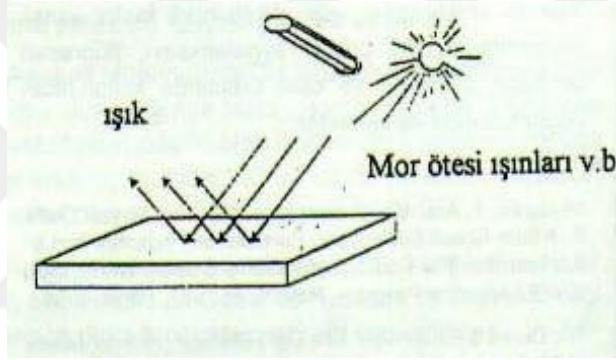
1.5.Fosforesans Pigmentli Seramik Sırları Ve Kullanılan Oksitler

Fosforlu seramik sırlarının yaygınlaşması ve sanayide kullanımı, esasen 20. yüzyılda kimya biliminin gelişmesi ile mümkün olmuştur. Özellikle stronsiyum alüminat ve çinko sülfür gibi fosforlu bileşiklerin seramik sırlarına entegre edilmesi fosforlu sırların yaygın hale gelmesine katkıda bulunmuştur. Bu sırlar, enerji depolayarak karanlıkta parlama yeteneği kazanmış ve hem estetik hem de işlevsel alanlarda tercih edilmektedir. Bilinen uzun süreli ışıltıya etkisine sahip fosforlar; sülfürler ve oksitlerdir. Özellikle çinko sülfür ve bakır oksit, fosfor malzemesinin uzun süreli yeşil ışık yaydığı ancak kullanıldığı uygulamalarda sağladığı parlaklık ve bu parlaklığın sürekliliğinin sınırlı olduğu (sadece birkaç saat) uzun süredir bilinmektedir (Pekkan, vd, 2015:250).

Görünür fosforesans etkisi genellikle birkaç saatten fazla sürmemekte ve parlaklık zamanla kolayca azalmaktadır. Bu nedenle, fosforesans parlaklığını uzun süre koruyabilmek amacıyla, çinko sülfür bakır katkılı fosfor esaslı boyalara bazen radyoaktif elementler eklenmektedir. Bu elementler, boyanın radyoaktif ışınlama yoluyla enerjiyi sürekli olarak yayabilmesini sağlamaktadır. Ancak radyoaktif maddelerin işlenmesi ve bertaraf edilmesi son derece zorlu ve riskli bir süreçtir. Bu nedenle, radyoaktif element içeren fosforlu boyaların kullanımı ciddi kısıtlamalarla karşı karşıya kalmakta ve yaygın

bir çözüm olmaktan uzaktır (Karasu, ve Özkara,1999:28).

Bu dezavantajı aşmak amacıyla, mavi, yeşil, mavi-yeşil, kırmızı ve beyaz fosfor ışığı yayan birçok sistem geliştirilmiştir. Bu sistemler, gün ışığına ya da 365-520 nm dalga boyu aralığındaki mor ötesi ışığa maruz kaldıklarında karanlıkta fosforesans ışık yayabilme özelliği kazanmaktadırlar. Nadir toprak elementleri ile aktive edilen toprak alkali alüminat sistemleri, uzun süreli fosforesans ışıma sağlayan pigmentler arasında yer almaktadır. Bu sistemlerin en büyük avantajı, kristal yapılarının güçlü ışık soğurma, depolama ve yayma yeteneğine sahip olmasıdır. Sonuç olarak, yüksek parlaklıkta ve uzun süreli bir ışıma sunmaktadırlar (Wu, vd, 2017:2).



Fotoğraf 2: Işık depolayan seramik (Karasu, ve Özkara,1999:31).

1.5.1.Borik Asit

Boraks mineralinin sülfürik asitle reaksiyonu sonucunda elde edilen borik asit, suda çözünebilen ve kristal yapıda bir bileşiktir. Ergime noktası 169°C olan bu madde, kimyasal formülü $B_2O_3 \cdot 3H_2O$ ile tanımlanmakta olup özgül ağırlığı 1,44 mol'dür (Özdağ ,2001:138).

Borik asit, sırların erime sıcaklığını düşürmede etkili bir camlaştırıcı ve eritici özelliğe sahiptir. Zeger formülünde asidik bir bileşen olarak yer almakta ve %5-10 oranında kullanımı, sırların genleşme katsayısını düşürerek çatlama riskini azaltmaktadır. Ancak %12'nin üzerindeki kullanımında çatlama eğilimi artış göstermektedir (Mete,2020:228).

Fosfor malzemelerde yayılım şiddetinin artırılması, ana kristal yapısındaki optik merkezlerin yayılım olasılığının yükseltilmesiyle yakından ilişkilidir. Luo ve çalışma arkadaşlarının gözlemlerine göre, malzeme içindeki difüzyon süreçleri özellikle bor camında tane sınırlarında yoğunlaşmaktadır. Bu süreç, SrAl_2O_4 yapı taşıyan fosforlarda, Eu^{2+} ve Dy^{3+} iyonlarının yayılımını tane sınırlarına doğru yönlendirmekte ve bu bölgelerde yoğunlaşmalarına neden olmaktadır. Bu durum, $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+},\text{Dy}^{3+}$ fosforlarında fosforesans şiddetinin belirgin şekilde artmasını sağlamaktadır. Ayrıca, numunelere B_2O_3 ilavesinin fosforesans performansını artırdığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni, bor oksidin kristal yapıdaki optik merkezlerin düzenlenmesine ve homojenleşmesine katkı sağlamasıdır. Özellikle SrAl_2O_4 sistemlerinde, B_2O_3 katkısı tane sınırlarındaki difüzyonu destekleyerek, Eu^{2+} ve Dy^{3+} iyonlarının optik merkezlerdeki etkinliklerini artırmaktadır. Bu da yayılım şiddetinde anlamlı bir artış yaratmaktadır. Sonuç olarak, B_2O_3 katkılı SrAl_2O_4 fosforlarının yüksek performansı, optik merkezlerin yapı içindeki uygun yerleşiminden ve difüzyon süreçlerinin optimize edilmesinden kaynaklanmaktadır (Karasu, vd,2010:29).

1.5.2.Sodyum Oksit

Seramik uygulamalarında yaygın olarak soda olarak adlandırılan sodyum oksit (Na_2O), sır özelliklerini önemli ölçüde etkileyen güçlü bir eriticidir. Bu bileşen, sırn erime noktasını düşürmekte ve yüzey parlaklığını artırmaktadır; bu nedenle birçok sır tarifinde kritik bir rol oynamaktadır. Ancak, yüksek termal genleşme katsayısı, silika (SiO_2) veya alümina (Al_2O_3) gibi dengeleyici oksitlerle düzgün bir şekilde dengelenmezse genellikle çatlama riskine yol açabilmektedir. Sodyum oksit ayrıca, bor oksit (B_2O_3) ile iyi reaksiyona girerek parlak yüzeyler elde edilmesini sağlamaktadır. Böylece kurşunlu sırlar yerine kullanılabilir. Bu sayede, hem çevresel hem de işlevsel açılardan avantajlar sunarak seramik sırlarının performansını artırmaktadır (Arcasoy,1983:167).

1.5.3.Kalay Oksit

Seramik teknolojisinde örtücülük alanında en yaygın kullanılan malzeme olan SnO₂ (kalay oksit), aynı zamanda birçok seramik boyasının temel bileşenlerinden biridir. Şeffaf sırları tamamen beyaz örtücü hale getirmek için sır türüne bağlı olarak %5-10 oranında SnO₂ ilavesi yeterli olmaktadır. Bu beyaz örtücü sırlar, renk veren oksitlerle renklendirilerek farklı renklerde örtücü sırların elde edilmesine olanak tanımaktadır. Kalay oksitin bu çok yönlü yapısı, hem estetik hem de teknik açıdan seramik üretiminde önemli bir rol oynamaktadır (Arcasoy,1983:196).

Kalay oksit (SnO₂), Europium ile aktive edildiğinde fosforlu seramik sırlarının ışıltama kapasitesini önemli ölçüde artırabilmekte ve bu özellik, özellikle optik cihazlarda kullanım için büyük potansiyel taşımaktadır. Europium dopingi, kalay oksidin ışık Emilimi ve yansıması üzerindeki etkilerini değiştirerek sırların UV ışığı altında daha etkin bir performans sergilemesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede, fotodetektörle ve diğer optoelektronik uygulamalarda kullanıma uygun malzemeler elde edilmektedir. Ayrıca, bu tür yapılar dayanıklı ve sürdürülebilir malzeme seçenekleri sunarak enerji tasarrufu sağlayan teknolojilere katkıda bulunmaktadır. Elde edilen bu teknolojiler, ışıltama sürelerinin ve parlaklıklarının optimize edilmesine olanak tanıyan nanoyapısal düzenlemelerle daha da geliştirilebilmektedir. Böylece, yüksek performanslı ve çevre dostu optik cihazlar için yeni tasarımlar mümkün hale gelmektedir (Karasu, ve Özkara,1999:28).

1.5.4.Titan dioksit

Titan dioksit (TiO₂), seramik sırlarında önemli işlevler üstlenen bir bileşiktir. Silisyum dioksit gibi asidik özelliklere sahip olup, sır yüzeyinde kristal oluşumunu teşvik ederek mat bir görünüm kazandırmaktadır. Bu özellik, hem estetik hem de fonksiyonel seramik üretiminde değerli bir katkı sunmaktadır. Mat sırlar, ışığın yüzeyde dağılımını artırarak sırların yüzeyine derinlik ve farklı dokusal özellikler kazandırmaktadır. Bunun yanı sıra, titan dioksit renk veren oksitlerle birlikte kullanıldığında, artistik sırlar elde

edilmesine olanak sağlamaktadır. Titan di oksit seramik yüzeylerde yaratıcı ve özgün tasarımlar geliştirilmesini desteklemekte, aynı zamanda seramik endüstrisinde dekoratif uygulamalar için geniş bir kullanım alanı yaratmaktadır (Arcasoy,1983:198).

1.5.5. Renk Veren Oksitler

Doğal kaynaklı metal oksitlerin sır içeriğinde çözünmesiyle oluşan renkler, sırın yapısına, uygulanan bünye özelliklerine, pişirim atmosferine ve maruz kaldığı sıcaklığa bağlı olarak farklılık göstermektedir. Araştırma kapsamında, renk verici oksitlerin fosforesans etkisi üzerindeki etkileri araştırılmış. Bu bulgular, farklı oksitlerin yalnızca estetik sonuçları değil, aynı zamanda fosforesans özelliklerin performansını da çeşitlendirdiğini ve sır formülasyonlarına yönelik kapsamlı bir anlayış gerektirdiğini göstermektedir.

1.5.5.1. Bakır Oksit ve Bileşikleri (CuO-CuCO₃)

Bakır oksit ve bakır karbonat, seramik sırlarında farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip iki önemli bileşendir. Ergime dereceleri, kullanım alanlarını ve sırlardaki etkilerini belirleyen temel farklardan biridir. Bakır oksit, 1478°C gibi yüksek bir ergime noktasına sahipken, bakır karbonat bu değerden çok daha düşük bir sıcaklıkta, yaklaşık 500°C'de erir bu fark, seramik sırlarının formülasyonunda her iki bileşiğin farklı roller oynamasını sağlamaktadır (Taçyıldız, 2018: 32).

Bakır oksit, sır formülasyonuna eklendiğinde sadece renk değil, aynı zamanda ergitici bir etki de gösterir. Bu özelliği sayesinde sırın yüzey parlaklığını artırmakta ve doygunluk kazandırmaktadır. Ayrıca, pişirim atmosferi ve sır bazının içeriğiyle etkileşime girerek geniş bir renk yelpazesi sunar. Örneğin, oksitlenmiş atmosferde genellikle mavi ve yeşil tonlar elde edilirken, indirgenmiş atmosferde kırmızıya yakın tonlar gözlemlenmektedir. Kullanım oranlarının %8 ila %25 arasında değişmesi, sırların doygunluk seviyesini etkilerken, metalik ve aventürin görünimleri ortaya çıkarabilmektedir. İlginç bir şekilde, kırmızı bünyelerde bakır karbonat, yeşile eğilimli

sarımtırak tonlar yaratır. Bu durum, bakır bileşiklerinin kimyasal yapıları ve pişirim atmosferine bağlı olarak seramik sırlarına olan etkisinin karmaşıklığını ve estetik potansiyelini gösterir. Bu özellikler, bakır bazlı bileşiklerin seramik sanatında hem teknik hem de estetik açıdan vazgeçilmez sonuçlar ortaya koyar (Arcasoy,1983:190).

1.5.5.2.Demir Oksit (Fe₂O₃)

Demir oksit, seramik sırlarında renk oluşturunca ve estetik bir bileşen olarak geniş bir uygulama alanına sahiptir. Hem oksitleyici hem de indirgeme atmosferlerinde pişirim koşullarına bağlı olarak oldukça farklı renk tonları sunmaktadır. Bu özellik, demir oksidi seramik sanatında vazgeçilmez kılar.

Oksitleyici pişirimlerde demir oksit, sır yüzeyinde sarı, kahverengi, kırmızı kahverengi ve şarap kırmızısı gibi renk tonları oluşturur. Bu renk paleti, demir oksidin pişirim sıcaklığı, sırdaki konsantrasyonu ve sırnın baz bileşimiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle alkalili ve bor içerikli sırlar kullanıldığında, şarap kırmızısı etkisi daha belirgin hale gelmektedir. Bu durum, demir oksidin kimyasal etkileşimleri sonucu ortaya çıkan zengin tonları estetik olarak öne çıkarır.

İndirgen ortamda demir oksit, tamamen farklı bir renk skalası sunar. Gri, mavi, koyu gri gibi soğuk tonlar, demir iyonlarının indirgenmiş formlarının (Fe²⁺) sırla etkileşimi sonucunda oluşur. Ayrıca, bu atmosferde seladon yeşili gibi özel ve zarif renkler elde edilebilir. Seladon yeşili, genellikle indirgenmiş demir oksidin sır içindeki özgün dağılımından kaynaklanan bir etkidir ve geleneksel seramik sanatında oldukça değerlidir (Arcasoy,1983:190).

1.5.5.3. Kobalt Oksit (CoO)

Kobalt oksit, sır formülasyonlarında genellikle mavi ve mor tonlarının baskınlığıyla bilinir. Özellikle arsenat ve fosfat bileşikleriyle bir araya geldiğinde, bu tonlar daha koyu mordan açık maviye kadar geniş bir skalada çeşitlenebilir. Ayrıca, sırda MgO (magnezyum oksit) varlığı, renk yelpazesini genişleterek mavi-mordan koyu mora

kadar farklı tonlar elde edilmesine olanak tanımaktadır. Kalay oksit ile opaklaştırılmış sırlarda, kobalt oksidin etkisiyle mor tonlarının ortaya çıktığı gözlemlenir.

Kobalt oksidin güçlü renklendirici etkisi, sadece mavi tonlarının elde edilmesiyle sınırlı kalmaz; aynı zamanda sırın opaklık, parlaklık ve doku gibi fiziksel özelliklerine de katkıda bulunur. Güçlü bir kimyasal karaktere sahip olan bu bileşik, hem geleneksel hem de çağdaş seramik sanatında çok yönlü kullanım olanakları sunmaktadır (Arcasoy,1983:191).

1.5.5.4. Krom Oksit (C2O3)

Krom oksit, seramik sırlarında güçlü bir renklendirici olarak öne çıkan bileşiklerden biridir. Normal koşullarda, krom oksit içeren sırlar genellikle yüksek sıcaklıklarda yeşil tonları verir. Bu etki, özellikle alkali sırlarla bir araya geldiğinde belirginleşir ve yeşilin zengin tonları elde edilir. Bunun yanı sıra, bol kurşunlu sır formülasyonlarında yaklaşık 900°C'lik pişirim sıcaklığında, krom oksit miktarına bağlı olarak kırmızı renk tonlarının oluşumu gözlemlenir (%1-%3 oranlarında) (Arcasoy,1983:191).

Krom oksidin renk potansiyeli, düşük oranlarda diğer bileşenlerle etkileşim kurduğunda geniş bir yelpazeye yayılabilir. Örneğin, sır formülasyonuna %0.05–%0.1 oranında kalay oksit ve titanyum dioksit eklendiğinde, sır yüzeyinde pembe tonlar elde edilir. Bu durum, krom oksidin farklı formülasyonlar ve pişirim koşullarında çok yönlü bir renklendirici olduğunu ortaya koymaktadır.

1.5.5.5. Mangan Dioksit (MnO2)

Mangan bileşikleri, seramik sırlarında ve seramik boyalarının hazırlanmasında kahverengi, mor ve siyah tonların elde edilmesinde en sık kullanılan katkı maddelerindendir. Sır bazlarının içeriği manganın oluşturduğu renk skalasını etkiler. Bol kurşunlu sırlarda kahverengi, borlu sırlarda kahverengi-mor, alkali sırlarda ise saf mor renk tonları ön plana çıkar. Özellikle manganla doymun hale getirilmiş sırların, yüzeyde

metalik parlaklık oluşturduğu bilinmektedir ve bu efekt seramik tasarımlarında özgün bir ifade kazandırmaktadır (Arcasoy,1983:198).

1.5.5.6. Nikel Oksit (NiO)

Nikel oksit, seramik sırlarında güçlü bir renklendirici olarak dikkat çeker. Ancak bu malzeme, %5'i aşan oranlarda kullanıldığında sırn yüzeyini matlaştırma etkisi gösterebilir. Bu özelliği, tasarımlarda mat ve doğal bir estetik arzulandığında avantaja dönüşebilir. Nikel oksit, kurşunlu ve bol çinko oksit içeren sırlarda geniş bir renk yelpazesi sunar; pembe, yosun yeşili, mavi ve kahverengi-mor gibi tonlar elde edilebilir. Nikel oksitin etkili bir şekilde renk vermesi, özellikle yüksek pişirim sıcaklıklarında (1250°C - 1300°C) ortaya çıkar. Bu sıcaklık aralığında, nikel oksit içeren sırlar daha canlı ve doygun renk tonlarına ulaşır (Arcasoy,1983:195).

1.6. Fosforesans Pigmenlerinin Kullanım Alanları

Fosfor tozları, ışığı emme ve sonrasında karanlıkta yayma özellikleri nedeniyle birçok endüstri, bilimsel araştırma ve sanatsal uygulamada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu tozlar, enerji verimliliği, güvenlik ve görsel estetik gibi alanlarda önemli avantajlar sunmaktadır. Fosfor tozları, modern aydınlatma ve ekran teknolojilerinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle floresan lambalar ve LED aydınlatmalar, fosfor tozları sayesinde etkili bir şekilde çalışmaktadır. Bu teknolojilerde fosfor tozları, yayılan ultraviyole (UV) ışığı görünür ışığa dönüştürerek ortamın aydınlanmasını sağlamaktadır. Floresan ve led aydınlatmalar önemli fosfor kaynakları arasında yer almaktadır. Beyaz led'lerin üretiminde fosfor tozları kullanılarak mavi ışığı sarıya dönüştürülmekte ve bu sayede beyaz ışık elde edilmektedir. Bu teknolojiler, enerji verimliliği sağlayarak hem ev hem de endüstriyel aydınlatmada yaygın olarak tercih edilmektedir. Bir diğer fosfor kaynağı ise televizyon ve bilgisayar ekranlarıdır. Fosfor tozları, eski tip CRT (katot ışınlı tüp) ekranlar ve plazma gibi görüntüleme cihazlarında kullanılmaktadır. Elektronların fosforla kaplı ekrana çarpması sonucu ışık yayılımı gerçekleşmekte ve ekrandaki görüntü oluşmaktadır (Gündüz ve Kalkan,2023:129).

Tıbbi görüntüleme cihazlarında fosforlu malzemeler, röntgen ışınlarını görünür ışığa dönüştürmektedir. Bu sayede radyolojik görüntüler daha net bir şekilde elde edilir

ve analiz edilebilmektedir. Fosfor tozları, acil durumlar ve güvenlik uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Elektrik kesintileri veya karanlık ortamlarda fosforun ışık yayma özelliği, güvenlik açısından hayati önem taşır. Fosforlu işaretler, karanlıkta parlayarak acil çıkış noktalarını göstermekte ve bu uygulamalar, özellikle bina ve tünel güvenliği için kritik bir rol oynamaktadır. Fosforlu boyalar, özellikle trafik işaretleri ve yol güvenlik işaretlerinde kullanılmaktadır. Gece görüşünü artıran bu uygulamalar, sürücülerin ve yayaların güvenliğini sağlamaktadır. Fosforlu tozlar, gece çalışan işçilerin giysilerine ve güvenlik ekipmanlarına uygulanmaktadır. Parlayan malzemeler, çalışanların karanlıkta görünür olmasını sağlayarak iş güvenliğini artırmaktadır.

İç mekan tasarımlarında fosforlu kaplamalar estetik bir etki yaratmaktadır. Tiyatro prodüksiyonlarında ve film setlerinde fosfor tozları, özel efektler için kullanılmaktadır. Karanlık sahnelerde fosforlu malzemelerle dekore edilen setler ve kostümler izleyicilere farklı bir deneyim sunmaktadır.

Fosfor tozları, bilimsel araştırmalarda ve yüksek teknoloji uygulamalarında önemli bir yer tutar. Işık yayma özellikleri, çeşitli alanlarda işlevsel çözümler sunmaktadır. Fosforlu malzemeler, radyasyon tespitinde kullanılmaktadır. Özellikle x-ışınlarını ve gama ışınlarını görünür ışığa dönüştüren fosfor tozları, tıbbi cihazlardan nükleer santrallere kadar birçok alanda kullanılmaktadır (Nikl,2006:1).

Fosforlu tozlar, gizli mürekkep olarak da kullanılabilir. Normal ışıkta görünmeyen bu mürekkepler, UV ışığı altında parlayarak okunabilir hale gelmektedir. Bu teknoloji, güvenlik ve şifreleme sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Nikl,2006:1).

Askeri teknolojilerde ve taktik ekipmanlarda fosfor tozları kritik bir rol oynamaktadır. Gece görüş, kamuflaj ve hedef belirleme gibi uygulamalarda fosforun ışık yayma özelliği etkin bir şekilde kullanılır. Bu malzemeler, askerlerin karanlıkta hedefleri daha kolay görmesini sağlamakta ve kamuflaj amaçlı olarak kullanılmaktadır. Fosfor tozları, gece kullanımı için silah dürbünlerinde ve nişangahlarda da yer almaktadır. Bu sayede, karanlık ortamlarda daha net bir hedefleme gerçekleştirilmektedir (Wu, vd., 2017:1).

Fosforlu tozlar, eğlence ve oyuncak sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Karanlıkta parlayan oyuncaklar ve aksesuarlar, özellikle çocuklar arasında popülerdir. Çocuk oyuncaklarında fosfor tozları, ışığı emip karanlıkta parlama özelliğiyle kullanılmaktadır. Bu oyuncaklar hem eğlenceli hem de estetik bir deneyim sunmaktadır. Fosforlu tozlar, parti malzemeleri ve dekoratif aksesuarların üretiminde de yer almaktadır. Bu aksesuarlar, gece etkinliklerinde görsel açıdan ilgi çekici bir unsuru oluşturmaktadır. Fosfor tozları, özellikle karanlık ortamlarda görünürlüğü artıran uygulamalar için kullanılmaktadır. Saat kadrantları ve bazı elektronik cihazlarda fosforun ışık yayma özelliği önemli avantajlar sunmaktadır. Fosforlu malzemeler, saat kadrantları ve ibrelerinde kullanılarak karanlıkta saatin rahatça okunmasını sağlamaktadır. Bu uygulama özellikle dalgıç saatlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Fosforlu malzemeler, eski tip saatler, hesap makineleri ve bazı telefon ekranlarında düşük ışıklı ortamlarda daha iyi görünürlük sağlamak ve kullanıcı deneyimini artırmaktadır (Zesen,2020:).

2.BÖLÜM

FOSFORESANS ETKİSİNİ ESERLERİNDE KULLANAN SANATÇILARDAN ÖRNEKLER

2.BÖLÜM

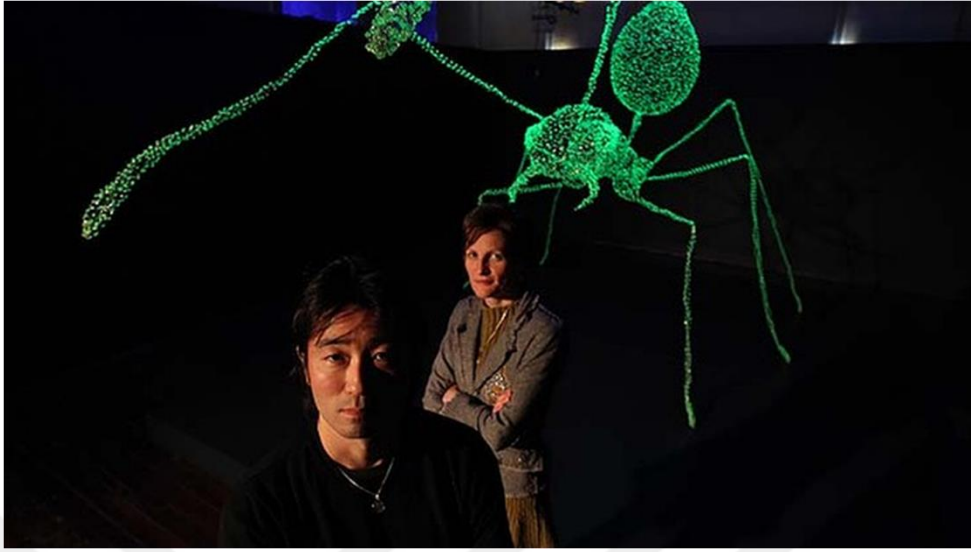
FOSFORESANS ETKİSİNİ ESERLERİNDE KULLANAN SANATÇILARDAN ÖRNEKLER

2.2. Fosforesans Etkisini Eserlerinde Kullanan Sanatçılardan Örnekler

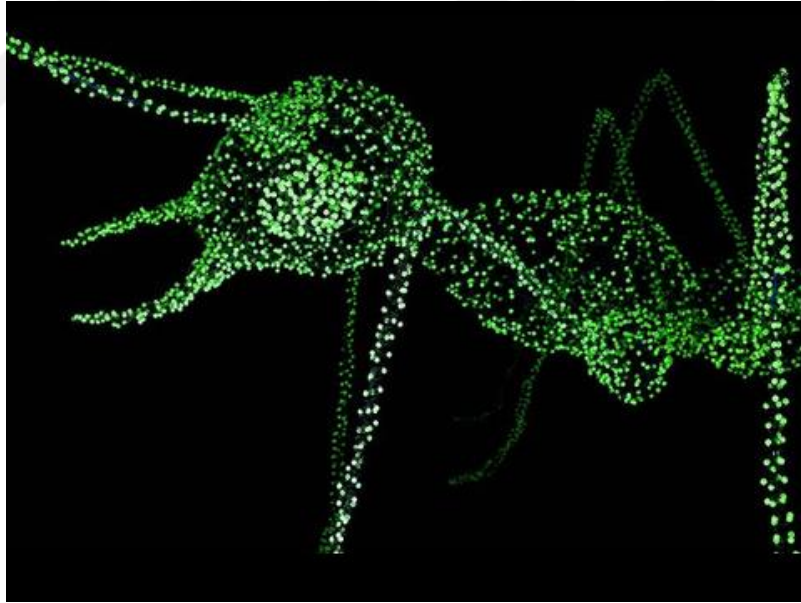
Fosfor tozları, sanatçılar ve tasarımcılar tarafından etkileyici eserler yaratmak amacıyla kullanılmaktadır. Fosforun karanlıkta parlama özelliği, özellikle dekoratif sanat ve tasarım alanında sıkça tercih edilmektedir. Fosforlu boyalar, duvar resimleri, seramik heykeller ve diğer sanat eserlerinde kullanılarak karanlıkta parlayan etkileyici tasarımlar oluşturulmaktadır.

2.2.1.Ken & Julia Yonetani'nin Uranyum Sanatı

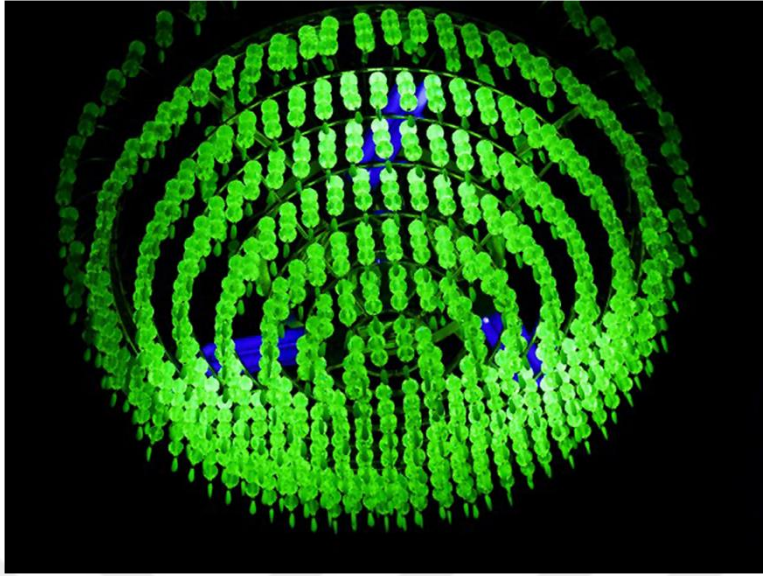
Ken ve Julia Yonetani, çevresel ve toplumsal sorunları ele alan sanat eserleriyle tanınan, Japonya doğumlu bir sanatçı çiftidir. Sanatlarında toplumsal eleştiri ile estetik anlayışı harmanlayarak, ekolojik ve politik meselelere dikkat çekerler. Ken Yonetani, ekonomi eğitiminin ardından Avustralya Ulusal Üniversitesi'nde görsel sanatlar üzerine yüksek lisans ve doktora yapmış, Julia Yonetani ise aynı üniversitede tarih doktorasını tamamlamıştır. Sanatsal iş birlikleri, 2009 yılında Venedik Bienali'nde başlamıştır. Eserlerinde uranyum ve tuz gibi materyalleri kullanarak, geleneksel Japon estetiği ile modern bilimsel konseptleri bir araya getirirler. En bilinen çalışmaları arasında, iklim değişikliği ve nükleer enerji gibi konulara vurgu yapan Tatlı Bariyer Resifi" Kristal Saray Büyük Sergi Tüm Nükleer Ülkelerin Sanayi Çalışmaları yer alır. Yonetani çifti, küresel sergi ve bienallerde geniş çapta ilgi görmüştür ve eserleri, hem Japon hem de Avustralya kültürel mirasını yansıtan bir sanatsal yaklaşım sergiler.



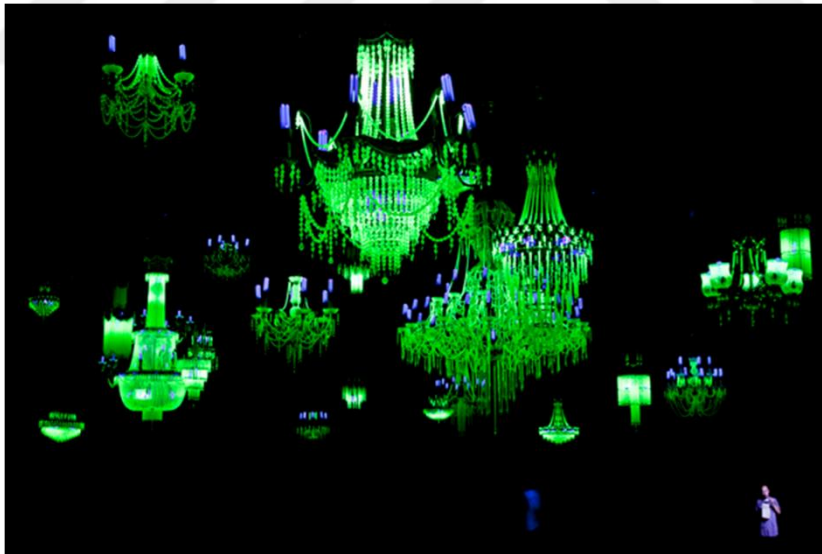
Fotoğraf 3: Ken+Julia Yoneta, Kuşların Bildikleri (2012) Malzemeler: Uranyum cam, tel, UV ışıkları Boyutlar: 5,2 metre x 3 metre x 3 metre
(<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>)



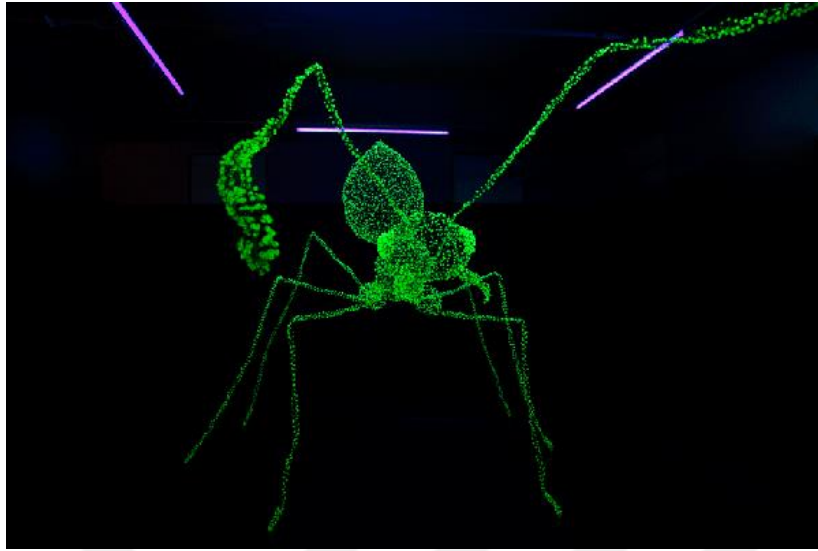
Fotoğraf 4: Ken+Julia Yoneta Kuşların Bildikleri (2012) Malzemeler: Uranyum cam, tel, UV ışıkları Boyutlar: 5,2 metre x 3 metre x 3 metre
(<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>)



Fotoğraf 5: Ken+Julia Yoneta, Kristal Saray: Nükleer Milletlerin Sanayi Eserlerinin Büyük Sergisi (2013) Malzemeler: Uranyum cam, antika şamdan çerçeveleri ve elektrik bileşenleri,UV ışıkları Boyutlar:değişken 31 parça
(<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>).



Fotoğraf 6: Ken+Julia Yoneta, Kristal Saray: Nükleer Milletlerin Sanayi Eserlerinin Büyük Sergisi (2013) Malzemeler: Uranyum cam, antika şamdan çerçeveleri ve elektrik bileşenleri,UV ışıkları Boyutlar:değişken 31 parça
(<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>).



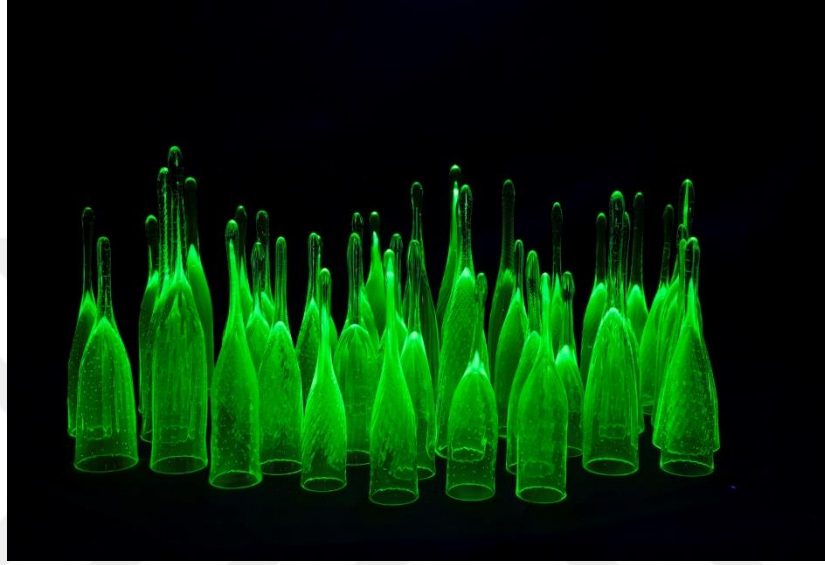
Fotoğraf 7: Ken+Julia Yoneta, Kuşların Bildikleri (2012) Malzemeler: Uranyum cam, tel, UV ışıkları Boyutlar: 5,2 metre x 3 metre x 3 metre
(<https://kenandjuliayonetani.com/en/works/whatthebirdsknew/>).

2.2.2.Mara G. Haseltine

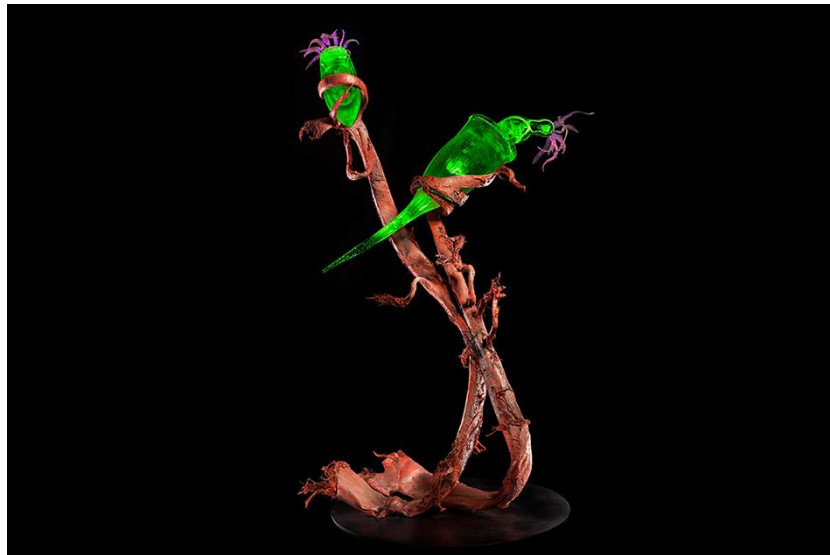
Mara G. Haseltine, bilim, sanat ve çevre bilincini birleştiren çalışmalarıyla tanınan disiplinler arası bir sanatçı, çevreci ve eğitimcidir. Bilim-Sanat (SciArt) hareketinin öncülerinden biri olarak kabul edilen Haseltine, karmaşık bilimsel ve çevresel verileri görsel olarak çarpıcı ve etkileyici heykellere dönüştürme konusunda uzmanlaşmıştır. Sanatsal pratiğinde, fosforesans ve parlak malzemelerden faydalanarak, mikroskobik yaşam formlarını ve çevresel sorunları vurgular.

Sanatçının en dikkat çekici eserlerinden bazıları, plankton ve mercanlardan ilham alınarak yapılan büyük ölçekli heykellerdir. Örneğin, "The Coral-Like Embrace" adlı eseri, deniz ekosistemlerinin güzelliğini ve kırılganlığını inceleyen önemli bir çalışmadır. Haseltine, çevresel sorunlara yönelik çözümler geliştirme amacıyla da projeler üretmektedir. Bu bağlamda, güneş enerjisiyle çalışan istiridye resifleri, deniz ekosistemlerinin restorasyonu için geliştirdiği yenilikçi yaklaşımlardan biridir. Eserlerinin birçoğu etkileşimli olarak tasarlanmış olup, fosforesans özelliklerini güçlendirmek için belirli aydınlatma koşulları altında sergilenir. Bu durum, hem görsel çekicilik hem de derin tematik bir mesaj sunar. Haseltine'in eserleri, uluslararası

sergilerde ve kamusal sanat projelerinde geniş bir izleyici kitlesiyle buluşmuş; bilimsel organizasyonlarla işbirlikleri ve okyanus koruma ile sürdürülebilirlik konularına dikkat çeken girişimlerle desteklenmiştir. Sanatı, estetik duyarlılığı çevresel farkındalıkla birleştiren benzersiz bir perspektif sunmaktadır.



Fotoğraf 8: Tintinnid şampanya bardakları 2012 El yapımı cam. UV ışığına maruz kaldı (<https://www.calamara.com/artwork/new-plankton/>).



Fotoğraf 9: La Bohème: Tehlike Altındaki Okyanuslarımızın Portresi, Seri I-uranyum aşılannmış camdan yapılmıştır. (<https://www.calamara.com/artwork/new-plankton/>).

2.2.3. Sencer SARI

Sencer Sarı, 15 Şubat 1982 tarihinde İstanbul'da doğmuş, seramik ve cam sanatı alanında uzmanlaşmış bir akademisyen, araştırmacı ve sanatçıdır. Akademik kariyerine, 2011 yılında Sofya Ulusal Sanat Akademisi Seramik ve Cam Bölümü'nde başladığı doktora eğitimi sırasında adım atmış, aynı dönemde Sofya Teknik Üniversitesi'nden gelen araştırma görevlisi teklifini kabul ederek çalışmalarını uluslararası bir düzeye taşımıştır.

Sarı, Avusturya'daki Viyana Sanat Akademisi ve Prag Teknik Üniversitesi'nde misafir öğretim üyesi olarak görev almış, seramik ve cam alanında dersler vermiş ve araştırmalarda yer almıştır. 2006 yılında, KPM ve Haldenwanger'in teknoloji uzmanı Osman Nuri Civelek ile çalışarak yüksek sıcaklık seramik bünyeler üzerine derinlemesine uzmanlaşmıştır. 2007'den itibaren ise, Civelek Porselen'de nadir elementler ve uranyum gibi materyallerin toprak alkali seramik bünyelerle ilişkisini araştırmaya başlamıştır.

Sofya Ulusal Sanat Akademisi Seramik Laboratuvarı'nda uranyum tuzlarıyla sır üzerine yaptığı deneysel çalışmalar, bu alandaki yenilikçi katkılarından biridir. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi'nde 2013-2014 yılları arasında Seramik ve Cam Teknolojisi dersleri vermiştir. 2014 yılında, İngilizceden Türkçeye çevrilen ilk terminolojik cam terimleri sözlüğünü hazırlayarak literatüre katkıda bulunmuştur.

Sarı, akademik kariyerinde iki uluslararası patent sahibi olmanın yanı sıra yurt dışında dört kişisel sergi açmıştır. Akademik çalışmalarını İstanbul'daki kişisel laboratuvarında ve davetli öğretim üyesi olarak kabul edildiği Tiflis Sanat Akademisi'nde sürdürmüş, 2018 yılında Tiflis Devlet Sanat Akademisi Tasarım Fakültesi Seramik Bölümü'nde profesörlük unvanı almıştır.

Çalışmaları, seramik ve cam teknolojisi alanında geleneksel yaklaşımları yenilikçi bilimsel araştırmalarla birleştiren, sanatsal ve bilimsel bağlamda özgün bir perspektif sunmaktadır.



Fotoğraf 10: Sencer Sarı, Işıklı Periler 27 cm X 21 cm
 (http://sencersari.com/wrd/?page_id=2101).



İŞIK YOK



UV İŞIK

Fotoğraf 11: Sencer Sarı, Başlıksız IV 18cm / 25cm 2012 / Sofya – Bulgaristan U/V
 Fosforik Uranyum Sır Selenyum Kırmızı Sır Yarı Mat – Zirkonyum Beyaz Sır
 (http://sencersari.com/wrd/?page_id=6)

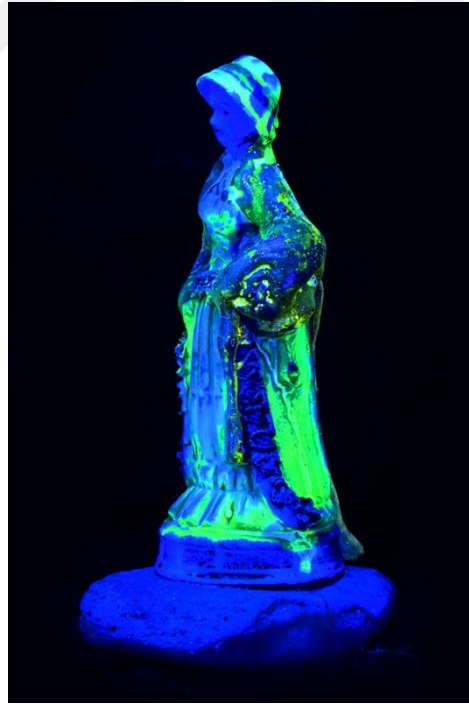


IŞIK YOK



UV IŞIK

Fotoğraf 12: Sencer Sarı, Başlıklı II 17cm / 28cm 2012 / Sofya – Bulgaristan
U/V fosforik uranyum sır (http://sencersari.com/wrd/?page_id=672).



Fotoğraf 13: Sencer Sarı, Çöküş Şimdi (Ahıska / Gürcistan) 2018
(http://sencersari.com/wrd/?page_id=672).

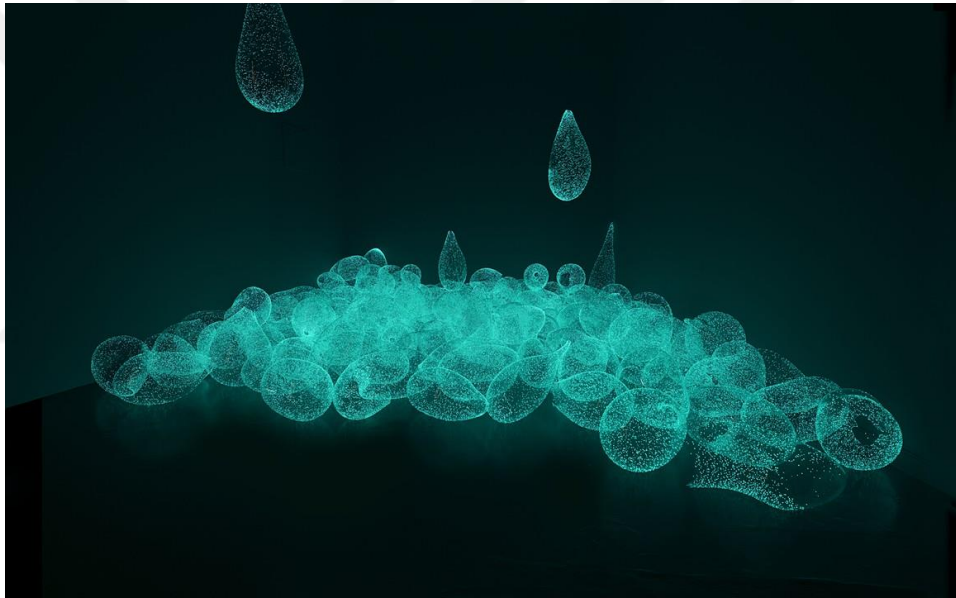


Fotoğraf 14: Sencer Sarı, Çöküş Şimdi (Ahıska / Gürcistan) 2018
http://sencersari.com/wrd/?page_id=672.

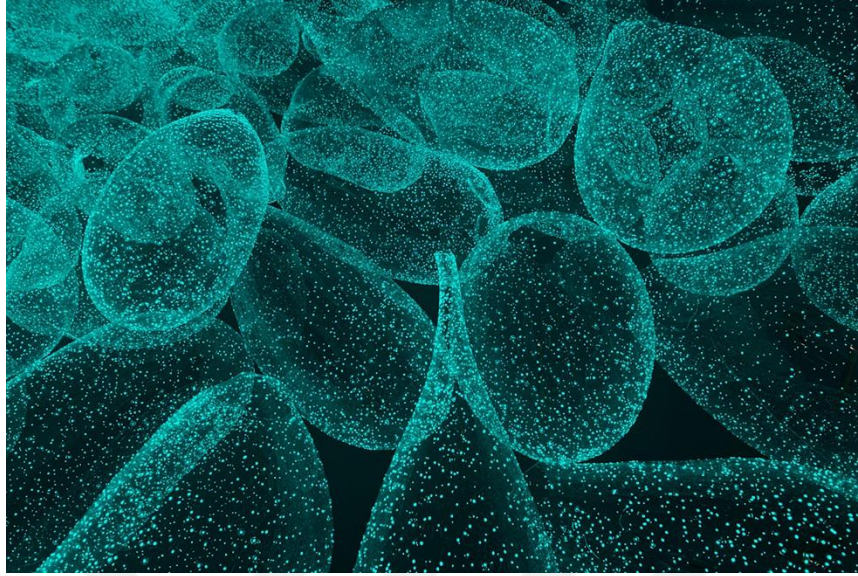
2.2.4. Rui Sasaki

Rui Sasaki, camın transparan ve büyüleyici doğasını sanatsal bir araç olarak kullanarak çevresel ve kişisel deneyimleri keşfeden çağdaş bir Japon sanatçıdır. 2006 yılında Musashino Sanat Üniversitesi'nden lisans derecesi ve 2010 yılında Rhode Island Tasarım Okulu'ndan yüksek lisans derecesi alan Sasaki, eğitimi sırasında ve sonrasında camın fiziksel, optik ve sembolik özelliklerini derinlemesine araştırmıştır. Rhode Island Tasarım Okulu, Pilchuck Cam Okulu, Worcester Devlet Üniversitesi ve Kyoto Sanat ve Tasarım Üniversitesi gibi prestijli kurumlarda camın teknik ve sanatsal yönlerini öğrenmiş ve öğretmiştir. Sasaki'nin çalışmaları, fosforesan camın gündelik yaşam ve çevresel farkındalık üzerindeki etkilerini incelemeye odaklanır. Toyama'da güneş ışığının sınırlı olduğu bir bölgede yaşamış olmasının, sanatçının güneş ışığını görselleştirme ve içirme arayışını şekillendirdiği açıktır. Güneş ışığının fiziksel ve zihinsel sağlığı üzerindeki etkilerinden ilham alarak, fosforesan cam türleriyle yarattığı eserler, yalnızca bir ışık kaynağı olarak değil, aynı zamanda izleyiciyi doğa ve çevreyle olan bağlarını sorgulamaya yönlendiren bir metafor olarak işlev görür. Sanatçının Norveç'in Bergen

kentindeki Galeri S12’de sergilenen çalışması, bu yaratıcı sürecin çarpıcı bir örneğidir. İnce fosforlu cam balonlar, solaryum ışığıyla şarj edildikten sonra, ziyaretçilerin alanı deneyimleme süresine bağlı olarak ışıklarını kademeli olarak kaybederek bir karanlık döngüsüne girer. Bu süreç, Sasaki’nin çevre, zaman ve izleyici arasındaki dinamik etkileşimleri nasıl fiziksel bir forma dönüştürdüğünü gösterir. Her eser, izleyicinin varlığıyla değişen ve adeta çevresiyle yaşayan bir enstalasyon yaratır. Sasaki’nin bu çalışmaları, çağdaş sanatın, doğa ve birey arasındaki ilişkiye dair derin düşüncelere nasıl ilham verebileceğini ortaya koyarken, camın hem malzeme hem de kavramsal bir araç olarak sanatçının vizyonunu nasıl güçlendirdiğini gözler önüne serer.



Fotoğraf 15: Rui Sasaki, Sıvı Güneş Işığı Fosforesan kristal karışımı, cam, solaryum ışığı, hareket dedektörü 2300 x 5800 x 3100 mm 2016, (<https://rui-sasaki.com/artwork/4131943-Liquid%20Sunshine.html>)



Fotoğraf 16: Rui Sasaki , Sıvı Güneş Işığı Fosforesan kristal karışımı, cam, solaryum ışığı, hareket dedektörü 2300 x 5800 x 3100 mm 2016, (<https://rui-sasaki.com/artwork/4131943-Liquid%20Sunshine.html>)

2.2.5 Teresa Almeida

Teresa Almeida, Lisbon ve Porto'da yaşayan bir cam sanatçısıdır. Sanatta doktora derecesini Aveiro Üniversitesi'nde "Camın Plastik Malzeme Olarak Kullanımı: Şeffaflık, Işık, Renk ve İfade" başlıklı teziyle tamamlamıştır. Halen Porto Güzel Sanatlar Fakültesi'nde profesör olarak görev yapmakta ve cam ile mozaik üzerine dersler vermektedir. Sanatsal çalışmaları, ışıldayan cam kullanımıyla sanatsal ifadenin sınırlarını keşfetmeye odaklanmaktadır. Özellikle camın çevresel yıkımla estetik arasında bağlantılar kurma potansiyelini araştırmaktadır. Eserlerinde, UV ışığı altında, ışıldayan camın monokrom ve çok renkli yüzeyler arasında oluşturduğu ilgi çekici bir ikilik temel bir özellik olarak öne çıkmaktadır (Vicarte, n.d.).



Fotoğraf 17: Teresa Almeida 2013
(<https://projections13.wordpress.com/2013/03/24/teresa-almeida/>).

3.BÖLÜM

FOSFORESANS ETKİLİ SİR ARAŞTIRMALARI VE UYGULAMALAR

3.BÖLÜM

FOSFOR ETKİLİ SIR ARAŞTIRMALARI VE UYGULAMALAR

3.1.Fosforesan Etkili Sırların Pişirilmesi ve Deneme Süreçleri

Fosforesan etkili sırların pişirilmesi, geleneksel seramik pişirim yöntemlerinden farklı bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu çalışmada, fosfor etkisinin korunması amacıyla farklı fırın programları kullanılarak yapılan deneysel süreçler detaylandırılmıştır. Denemeler hem elektrikli hem de gazlı fırınlarda gerçekleştirilmiş ve bu süreç boyunca çeşitli pişirim programları uygulanmıştır.

3.1.2.Elektrikli Fırın Denemeleri

Deneyler öncelikle elektrikli fırında gerçekleştirilmiştir. İlk deneme, standart bir sır pişirim programında, 10 saat boyunca 1050°C'ye ulaşılarak tamamlanmıştır. Pişirimin ardından, fırının sıcaklığı 100°C'nin altına düştüğünde ürünler fırından çıkarılmıştır. Bu deneme sonucunda, fosfor etkisinin tamamen kaybolduğu gözlemlenmiştir.

İkinci deneme, 9 saatlik bir bisküvi pişirim programında gerçekleştirilmiştir. Bu programda fırın sıcaklığı 1000°C'ye kadar çıkarılmış ve pişirim tamamlandıktan sonra fırının sıcaklığı 100°C'nin altına düştüğünde ürünler çıkarılmıştır. Ancak, bu denemede de fosfor etkisinin tamamen kaybolduğu görülmüştür.

Üçüncü denemede, standart bir sırlı pişirim programı uygulanmıştır. 10 saatlik bu programın sonunda, fırın 950°C'ye ulaştığında ürünler çıkarılmış ve dış ortamda soğumaya bırakılmıştır. Ancak bu deneme de fosfor etkisinin kaybolmasıyla sonuçlanmıştır.

3.1.3.Gazlı Fırın Denemeleri

Elektrikli fırında elde edilen olumsuz sonuçların ardından, denemeler gazlı fırında sürdürülmüştür. Gazlı fırınlarda, fosfor etkisinin korunmasını sağlamak için çeşitli

atmosfer kontrolü yöntemleri denenmiştir. Ancak, fırın içerisine üflenene bütan, LNG veya propan gazları nedeniyle redüksiyon ortamı oluşmuş ve bu durum fosforesans etkisinin tamamen kaybolmasına yol açmıştır.

3.1.4.Kademeli Süre Kısaltmaları

Gazlı fırında alınan olumsuz sonuçların ardından, denemeler yeniden elektrikli fırında yapılmaya başlanmıştır. Bu süreçte, pişirim süreleri kademeli olarak kısaltılmıştır. İlk denemelerde 10 saatlik pişirim süreleri uygulanırken, sonraki denemelerde süre 2 saate kadar düşürülmüştür. Ancak, 2 saatin üzerinde uygulanan tüm pişirim programlarında fosfor etkisinin kaybolduğu gözlemlenmiştir.

3.1.5.Farklı Fırın Programları ve Deneme Süreçleri

Denemeler boyunca fosforesan etkisinin korunmasını sağlayacak ideal fırın programını belirlemek amacıyla çeşitli sıcaklık ve süre kombinasyonları denenmiştir. Fırın sıcaklığının daha düşük tutulduğu ve pişirim süresinin kısaltıldığı programlar üzerinde çalışılmıştır. Ancak, başlangıçta istenilen sonuçlara ulaşamamıştır. Denemelerde fosfor etkisinin kaybolmasının temel nedeninin, fosforlu bileşenlerin oksidasyona maruz kalması olduğu düşünülmektedir. Denemelerin sonunda, fırının mevcut kapasitesine dayalı olarak en hızlı şekilde hedeflenen sıcaklıklara ulaşılması ve pişirim süresince oksijenin etkisinin minimuma indirilmesinin, fosforesans etkisini korumada kritik bir faktör olduğu anlaşılmıştır.

Pişirime başlamadan önce, fırının gözetleme delikleri tamamen kapatılmış ve oksijen girişinin önlenmesine yönelik önlemler alınmıştır. Denemelerde, elektrikli fırının 750°C'ye 50 dakika, 850°C'ye 1 saat 25 dakika, ve 900°C'ye 1 saat 35 dakikada ulaşmasını sağlayan bir program kullanılmıştır. 950°C' 1 saat 45 dakikalık program da fosforesans etkisinin tamamen kaybolduğu görülmüştür. Bu programlarda, fosforesans etkisinin farklı sıcaklık ve sürelerde değişim gösterdiği gözlemlenmiştir.

750°C’de gerçekleştirilen deneylerde, pişirim tamamlandıktan sonra ürünler hızla fırından çıkarılarak, stronsiyumun narin kristal yapısı oksidasyona karşı yüksek bir eğilim gösterdiğinden dolayı stronsiyum, oksijenle temas ettiğinde hızla stronsiyum oksit (SrO) oluşturur. Bu sebepten kaynaklı olarak fırından çıkarılan ürünün oksidasyon olmasını engellemek amacıyla hızlıca 748°C’de alınarak bir düdüklü tencereye aktarılmıştır. Bu yöntem, diğer dereceler için de aynı şekilde uygulanmıştır. Bu süreç, fosforlu sırların oksijenle temasını en aza indirerek stronsiyum bazlı bileşiklerin ışık yayma özelliklerinin korunmasına katkı sağlamıştır.

3.1.6. Stronsiyum Alüminatın Oksidasyonu ve Fosfor Etkisi

Stronsiyum alüminat, fosforesans etkisi ve uzun süreli parlaklık özellikleri sayesinde, özellikle seramik sırları ve fosforlu pigmentlerde yaygın olarak kullanılan yenilikçi bir malzemedir. Bununla birlikte, bu bileşiğin performansı, büyük ölçüde pişirme süreci ve çevresel koşullara bağlıdır. Deneylerde kullanılan stronsiyum (Sr), alkali toprak metaller grubuna ait bir element olup, oksidasyona karşı yüksek bir eğilim gösterir. Stronsiyum, oksijenle temas ettiğinde hızla stronsiyum oksit (SrO) oluşturur. Bu süreç, genellikle 500°C ile 600°C arasındaki sıcaklıklar gerektirse de oksijenle temas süresi de önemli bir rol oynamaktadır.

Stronsiyum alüminatın fosfor etkisi, bileşiğe eklenen Eu^{2+} gibi nadir toprak elementlerinin ışık yayma mekanizmalarına dayanır. Bu elementler, stronsiyum alüminatın yapısında ışık enerjisini emerek ve daha sonra bu enerjiyi yavaşça serbest bırakarak fosforesans etkisini gerçekleştirir. Ancak oksijenle temas, bu mekanizmayı bozarak fosforesans etkisinin azalmasına veya tamamen kaybolmasına neden olabilir (Dutczakavd,2015,s.4).

Özellikle 300°C ile 500°C arasındaki sıcaklıklarda fosfor etkisi yavaşça azalırken, 600°C üzerindeki sıcaklıklarda bu özellikler neredeyse tamamen kaybolmaktadır. Bu kayıpların temel nedeni yalnızca sıcaklık değil, oksidasyon süresidir. Stronsiyum alüminatın oksijenle temas ettiği süre uzadıkça, bileşik içerisindeki Eu^{2+} iyonları oksitlenir ve fosforesans etkisini sürdüren mekanizma zarar görür. Bu nedenle,

stronsiyum alüminatın uzun süreli parlaklık özelliklerini koruyabilmesi için oksidasyonun önlenmesi kritik bir gerekliliktir.

Oksidasyonu minimize etmek için, inert gazlarla atmosfer kontrolü sağlanması yaygın bir endüstriyel uygulamadır. Azot veya argon gibi gazlar kullanılarak oksijenin ortamdan uzak tutulması, stronsiyum alüminatın fosfor etkisinin oksitlenmesini engellemeye yardımcı olur. Bu yöntem, özellikle fosforlu pigmentlerin üretimi sırasında sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca, pişirim sırasında fırın ortamındaki oksijen girişini en aza indirmek amacıyla gözetleme deliklerinin kapatılması gibi basit önlemler de stronsiyum alüminatın performansını olumlu yönde etkileyebilir.

Araştırmalar, stronsiyum alüminatın termal dayanıklılığı ve parlaklık özellikleri üzerinde yapılan çalışmalarda, oksidasyonun kontrol altına alınmasının fosforlu malzemelerin kalitesini artırmada kritik bir rol oynadığını göstermiştir. Bu süreç yalnızca malzemenin estetik ve işlevsel özelliklerini korumakla kalmaz, aynı zamanda fosforesans etkisinin sürekliliğini sağlayarak yenilikçi tasarımlar için daha geniş bir kullanım alanı yaratır.

3.1.7.Argon Gazı ile Nötr Ortam Pişirimi ve Deneysel Aşamalar

Fosfor etkili seramik sırlarının uzun süreli parlaklık özelliklerini koruyabilmesi için oksidasyonun önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, atmosfer kontrollü pişirim yöntemleri, özellikle argon gazı ile nötr bir ortam oluşturularak yapılan pişirimler, fosforlu malzemelerin korunmasında etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu tür atmosfer kontrollü fırınlara erişimin sınırlı olduğu durumlarda alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gereklidir. Bu çalışmada, argon gazı ile nötr bir ortam sağlamak amacıyla, yenilikçi bir çözüm olarak vakumlu düdüklü tencere kullanılmıştır.

Deneysel süreç, fosfor etkisinin korunmasını sağlamak için yaratıcı ve uygulaması kolay bir yaklaşım sunmuştur. Ürünler, öncelikle elektrikli fırında 750°C'ye 50 dakika da ulaştırılmış, ardından fırın sıcaklığı 748°C'ye düştüğünde hızla çıkarılarak, içerisine argon gazı doldurulmuş bir düdüklü tencereye aktarılmıştır. Bu işlem, malzemenin oksijenle temasını en aza indirerek fosfor etkisinin korunmasını hedeflemiştir (fotoğraf 18).



Fotoğraf 18: Pişirim sonrası kullanılan argon gazı ve düdüklü tencere.

3.4.1.Argon Gazının Seçimi ve Atmosfer Kontrolü

Argon gazı, inert yapısı sayesinde oksijenle reaksiyona girmeyerek malzemenin oksidasyonunu önler ve stabil bir ortam sağlar. Moleküler yapısı gereği, bulunduğu ortamda oksijenin yerini alarak, seramiğin yüzeyine oksijenin nüfuz etmesini engeller. Düdüklü tencereye doldurulan argon gazı, malzemenin soğuma sürecinde oksidasyona maruz kalmasını önleyerek fosfor etkisinin uzun süre korunmasına olanak tanımıştır. Deney sonuçları, argon gazı ile oluşturulan nötr ortamın fosfor etkisinin korunmasında son derece etkili olduğunu ortaya koymuştur. Stronsiyum alüminat tabanlı fosforlu sırların parlaklık özellikleri, oksidasyona maruz kalmadığı için ışık yayma kabiliyeti korunmuş ve deneysel süreç başarılı bir şekilde tamamlanmıştır. Bu yöntemle elde edilen veriler, oksidasyonun fosfor etkisi üzerindeki olumsuz etkilerinin argon gazı kullanımıyla büyük ölçüde giderilebileceğini göstermektedir.

Özellikle fosforesans etkisi, oksidasyona bağlı kayıplara karşı hassas bir mekanizma olup, Eu^{2+} iyonlarının oksitlenmesi durumunda ışık yayma özelliğini kaybetmektedir. Argon gazının ortam kontrolü üzerindeki başarısı, bu tür kayıpların önlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Yaratıcı bir çözüm olan vakumlu düdüklü

tencere tekniği, bu tür endüstriyel uygulamaların laboratuvar ölçeğinde de mümkün olabileceğini göstermektedir.

3.5. Stronsiyum Aluminat İlaveli Fritli Sır Denemesi

Bu tez çalışmasında düşük derecelerde gelişebilen ve her uygulamada aynı etkiyi verebilecek sonuçlar elde edebilmek amacıyla frit kullanımına karar verilmiştir. Frit seçiminde yerel hammadde kullanımına özen gösterilmiştir. Bu kapsamda, saydam frit Sakarya/Türkiye'deki Gizem Frit fabrikasından GZF -4030 Flux kodlu frit satın alınmıştır.

Fosfor pigmenti ise ülkemizden temin edilemediği için, Çin merkezli Juliang Photoluminescent Pigment Co.,Ltd'den satın alınmıştır. Saydam fritin kimyasal bileşimi görsel 19'da, fosfor pigmentinin kimyasal bileşimi ise fotoğraf 20'de sunulmaktadır.

KİMYASAL BİLEŞİM
<u>KOD:</u> GZF -4030 Flux

Kalsiyum oksit Magnezyum oksit	Sodyum oksit Potasyum oksit	Bor oksit	Alüminyum oksit	Silisyum dioksit
5-8	17-20	11-14	5-8	54- 59

Fotoğraf 19: Kod 45:Saydam fritin kimyasal bileşimi (Firma arşivinden alınmıştır.)

Ürün Adı	Parıltı Tozu
Kimyasal Adı	Stronsiyum Alüminat
Kimyasal Bileşim	$\text{SrAl}_2\text{O}_4^{2+}$, Dy^{3+}

Malzeme	İçerik %
Alüminyum Oksit	20-50
Stronsiyum Karbonat	30-60
Borik Asit	1-6
disprosyum trioksit	0-1
Evropiyum trioksit	0.02-1

Fotoğraf 20 : Juliang photoluminescent pigment co.,ltd firmasından alınan fosfor pigmentinin kimyasal bileşimi (<https://us-icbuim-file.>)

3.5.1.Hazırlık Süreci

Seramik sırlarının hazırlanmasında öncelikle temel reçete oluşturulmuştur. Bu reçeteye göre, 45 kodlu fritin içerisine sır gelişim sıcaklığını düşürmek amacıyla %2 oranında borik asit ve %2 oranında sodyum karbonat ilave edilmiştir karışım, hassas terazide 100 gram olarak ölçülüp titizlikle hazırlanmış ve içerisine 80 ml su eklenmiştir. Ardından, bu bileşim sarsak değirmende 20 dakika boyunca öğütülerek homojen bir kıvamda getirilmiştir (fotoğraf 21).



Fotoğraf 21: Sır hazırlık işlemleri.

Stronsiyum alüminat pigmentinin fosforesans etkilerini incelemek amacıyla hazırlanan temel sır reçetesi, farklı pigment oranlarıyla test edilmiştir. Bu doğrultuda, stronsiyum alüminat pigmenti sır içerisine sırasıyla %2, %5 ve %8 oranlarında eklenmiş ve homojen bir karışım elde edilmiştir. Hazırlanan bu karışımlar, bisküvi pişirimi yapılmış numuneler üzerine püskürtme yöntemi (pistole) kullanılarak kalın bir tabaka halinde uygulanmıştır. Pistole yöntemi, sırn yüzeye eşit bir şekilde dağılmasını sağlamış, bu da fosforesans etkinliğin homojen bir şekilde gözlemlenmesine olanak tanımıştır.



Fotoğraf 22: Pistole ile sır uygulama işlemi.

Hazırlanan sırlı denemeler elektrikli fırında 750°C 'de 50 dakika boyunca pişirildikten sonra, 748°C 'de fırından alınmış ve hızlı bir şekilde düdüklü tencereye aktarılmıştır (fotoğraf 25). Farklı oranlardaki stronsiyum alüminat pigmentleri üzerinde yapılan gözlemler, fosforesans etkisinin pigment miktarıyla ilişkili olarak değiştiğini ortaya koymuştur (fotoğraf 26).

Hem fosforesans performansı hem de ekonomik maliyetler göz önünde bulundurularak, tez kapsamında yapılan deneysel çalışmaların tamamında %5 pigment oranıyla devam edilmesine karar verilmiştir. Bu oran, fosforesans etkisini optimize ederken, pigment kullanım maliyetlerini minimize etmeyi mümkün kılmıştır.



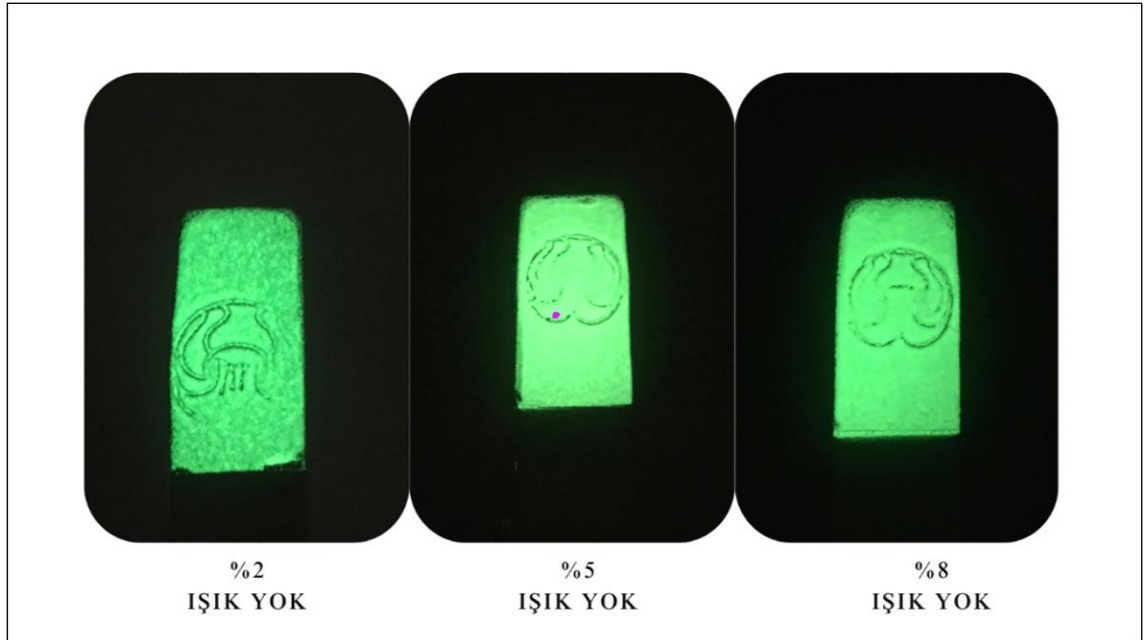
Fotoğraf 23: Pişirimlerin gerçekleştirildiği elektrikli fırın.



Fotoğraf 24: Denemelerin fırından çıkarılma işlemi.



Fotoğraf 25: Denemelerin düdüklü tencere içerisinde vakumlama işlemi.



Fotoğraf 26: %2,%5,%8, Stronsiyum Alüminat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -750 C

3.6. Renk Veren Oksit İlaveli Fritli Sır Denemeleri

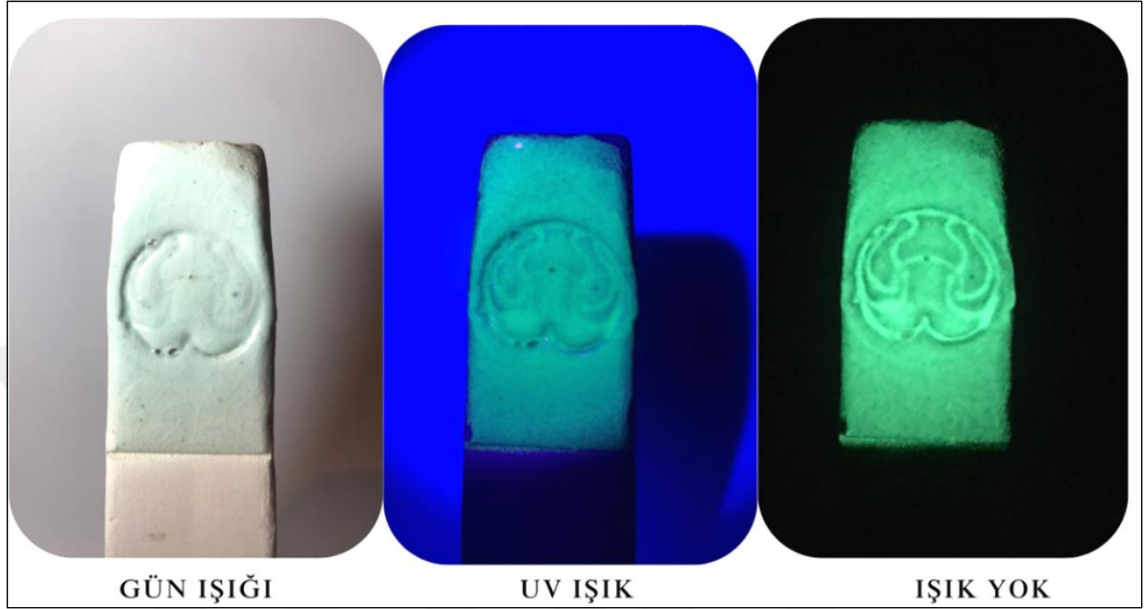
Bu çalışma, seramik sırlarının renklendirilmesinde kullanılan oksitlerin fosforesans üzerindeki etkilerini sistematik bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın odak noktası, sır içerisine eklenen bakır karbonat, bakır sülfat, bakır oksit, krom oksit, mangan dioksit, demir oksit, nikel oksit, kobalt oksit gibi yaygın renklendirici oksitlerin, estetik ve işlevsel özelliklere katkılarını değerlendirmektir. Oksitlerin temel sır formülasyonlarına %0.5 oranında eklenmesiyle, stronsiyum alüminat pigmenti ile etkileşimleri ve fosforesans özelliklerine olan etkileri analiz edilmiştir.

Çalışma, oksitlerin sırların ısıldama özellikleri, renk geçişleri ve yüzey dokularına olan etkilerini anlamayı hedeflemiştir. Bu amaçla, hazırlanan temel sırın içerisine belirlenen oksitler eklenmiş ve numuneler, elektrikli fırında üç farklı sıcaklıkta (750°C, 850°C ve 900°C) pişirilmiştir. Ayrıca denemeler, farklı çamur bünyelerinde çömlekçi (kırmızı) ve akçini (beyaz) bünyelerde gerçekleştirilmiştir. Böylece, oksitlerin yalnızca sırn kimyasal ve fiziksel özelliklerine değil, aynı zamanda çamur bünyesi ile olan uyumuna da etkisi değerlendirilmiştir.

Denemeler sırasında oksitlerin stronsiyum alüminat pigmenti ile etkileşimleri incelenmiş ve fosforesans etkilerinin oksit türüne ve oranına bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Her bir oksit, yüzeydeki fosfor etkilerini ve renk performansını değiştirmiş, bu da sırn ışık emme ve yansıtma kapasitelerinde belirgin değişimlere yol açmıştır. Ayrıca, sıcaklık ve çamur bünyesi gibi faktörlerin de oksitlerin performansını doğrudan etkilediği gözlemlenmiştir.

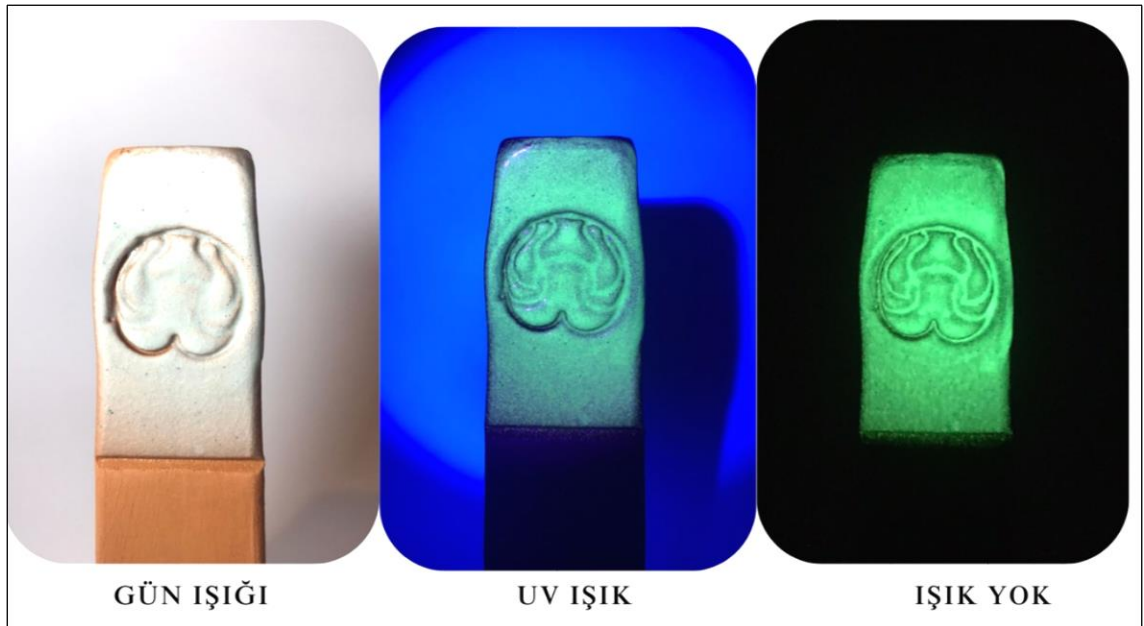
3.6.1.Bakır Sülfat İlaveli Sır Denemeleri

Deneme 1 - % 0.5 Bakır Sülfat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması-Akçini-750°



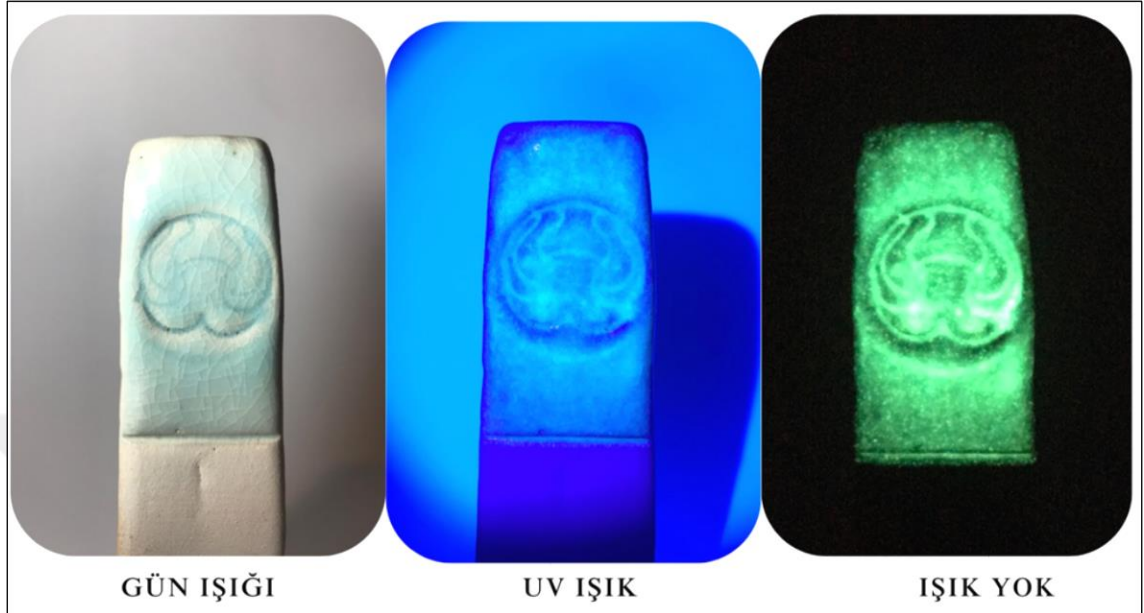
Fotoğraf 27: % 0.5 Bakır Sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-750°C)

Deneme 1a - % 0.5 Bakır Sülfat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -750 C



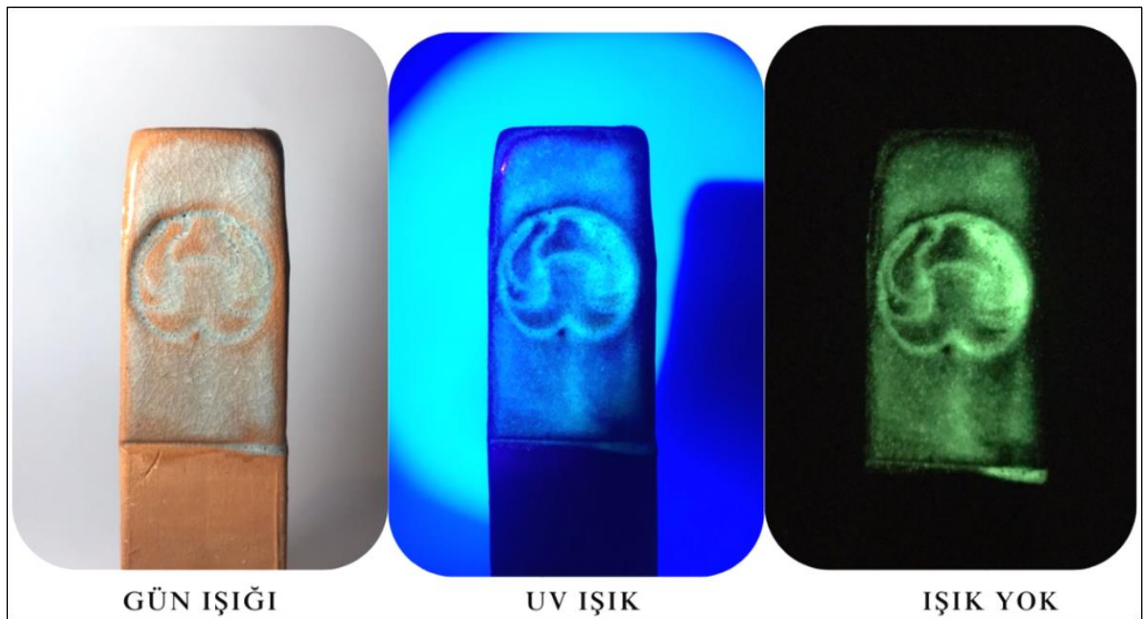
Fotoğraf 28: % 0.5 Bakır Sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C)

Deneme 1b -% 0.5 Bakır Sülfat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini - 850 C



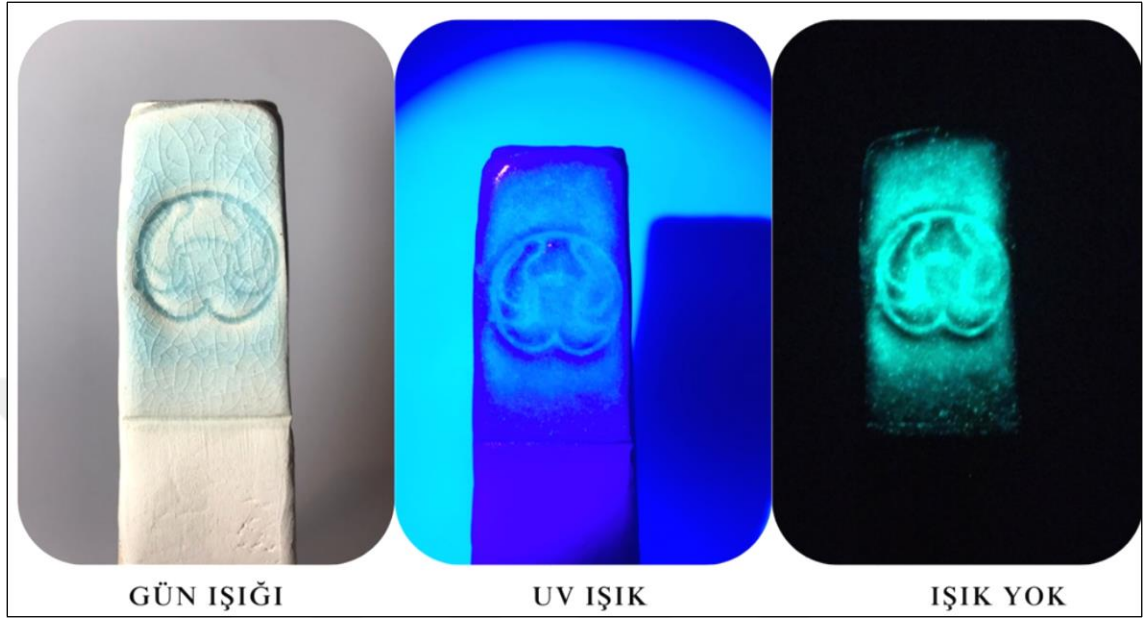
Fotoğraf 28: % 0.5 Bakır Sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini Çamuru - 850°C)

Deneme 1c - % 0.5 Bakır Sülfat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -850 C



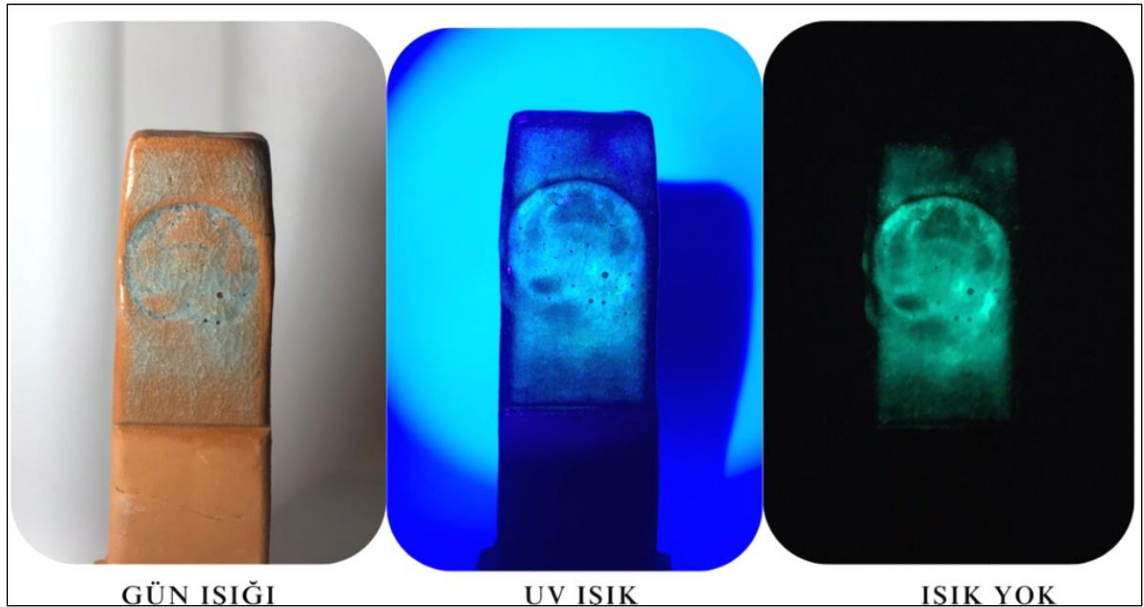
Fotoğraf 29: % 0.5 Bakır sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C)

Deneme 1d - % 0.5 Bakır Sülfat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini - 900 C



Fotoğraf 30: % 0.5 Bakır sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-900°C.

Deneme 1e - % 0.5 Bakır Sülfat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -900 C



Fotoğraf 31: % 0.5 Bakır sülfat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C)

Tablo 2: % 0.5 Bakır sülfat katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.

Bünye	Piştirim Zamanı	(C°)	UV Işık’da Işıma	Işıksız Ortamda Işıma	Matlık	Parlaklık	Akışkanlık
Beyaz	50 dk	750	+	+	+	-	-
Kırmızı	50 dk	750	+	+	+	-	-
Beyaz	1:25 dk	850	±	+	+	-	-
Kırmızı	1:25 dk	850	±	±	-	+	-
Kırmızı	1:35 dk	900	±	±	-	+	+
Beyaz	1:35 dk	900	±	±	-	+	+

Tez kapsamında oluşturulan tablolarda, yapılan deneyler sonucunda elde edilen verileri ifade etmek amacıyla üç farklı sembol kullanılmıştır:

- **(+) Pozitif Sonuç:** Denemelerde olumlu sonuçlar elde edilmiş, fosforesans etkisi başarılı bir şekilde korunmuş ve uygulanan sır istenilen performansı göstermiştir.
- **(-) Negatif Sonuç:** Denemelerde olumsuz sonuçlar elde edilmiş, fosforesans etkisi kaybolmuş veya istenilen performans sağlanamamıştır.
- **(±) Kısmen Pozitif Sonuç:** Denemelerde kısmen olumlu sonuçlar gözlemlenmiş, ancak fosforesans etkisinin tam anlamıyla korunamadığı ya da beklenen performansın tam olarak sağlanamadığı durumları ifade etmektedir.

Bu semboller, kullanılan çamur türlerine bağlı olarak elde edilen sonuçları daha sistematik bir şekilde değerlendirmek ve araştırmanın akademik bir kaynak olarak kullanılmasına katkı sağlamak amacıyla belirtilmiştir.

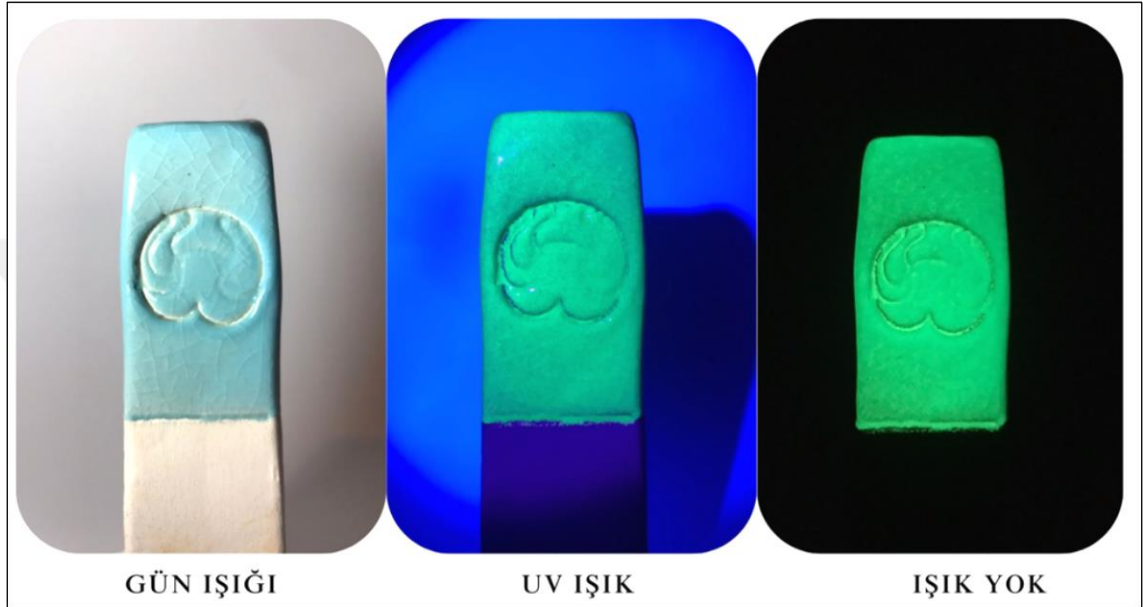
Deneylerde kullanılan bakır sülfat katkılı sır formülasyonlarında, en olumlu sonuçlar 750°C’de elde edilmiştir. Bu sıcaklıkta fosforesans etkisi başarılı bir şekilde korunmuş ve ısıldama etkisi beklenen düzeyde gerçekleşmiştir.

850°C ve 900°C’de yapılan denemelerde ise kısmen olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu sıcaklıklarda fosforesans etkisi belirli ölçüde devam etmekle birlikte, istenilen ısıldama yoğunluğu tam anlamıyla sağlanamamıştır. Bununla birlikte, 900°C’de parlaklık ve sır akışkanlığı, diğer sıcaklıklara kıyasla daha olumlu şekilde gözlemlenmiştir. Bu durum, sırn camsı yapısının gelişimi açısından avantaj sağlarken, fosforesans etkinin azalmasına neden olmuştur.

Sonuç olarak, bakır sülfat katkılı sırların fosforesans etkisinin en iyi şekilde korunabilmesi için 750°C’nin ideal pişirim sıcaklığı olduğu belirlenmiş, daha yüksek sıcaklıklarda ise parlaklık ve akışkanlığın arttığı ancak fosforesans performansının kısmen azaldığı tespit edilmiştir.

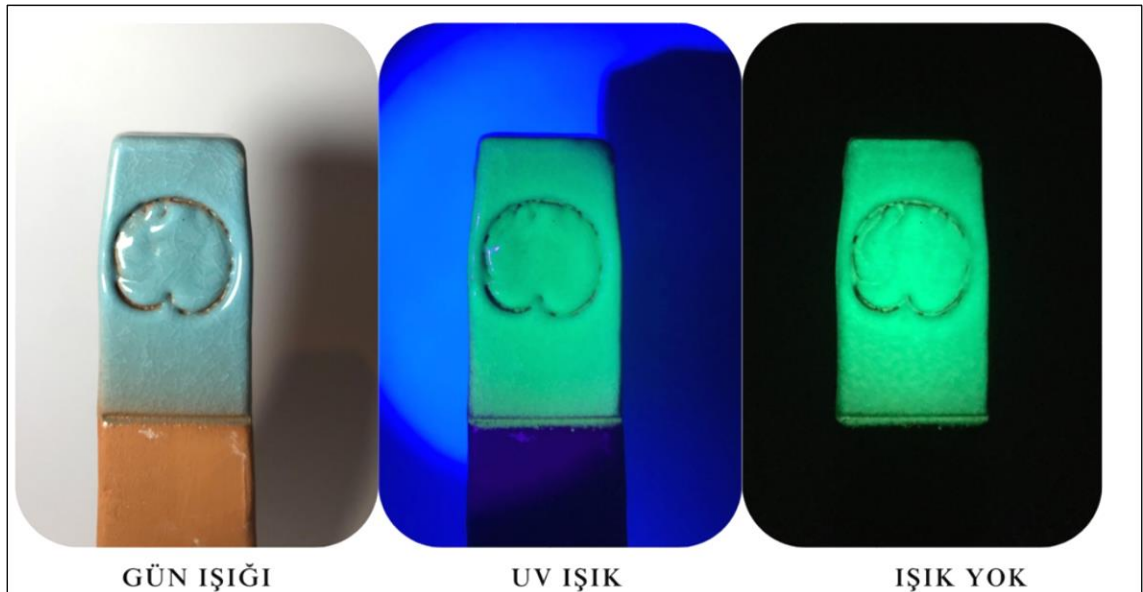
3.6.2. Bakır Karbonat İlaveli Sır Denemeleri

Deneme 2 - % 0.5 Bakır karbonat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini - 750 C



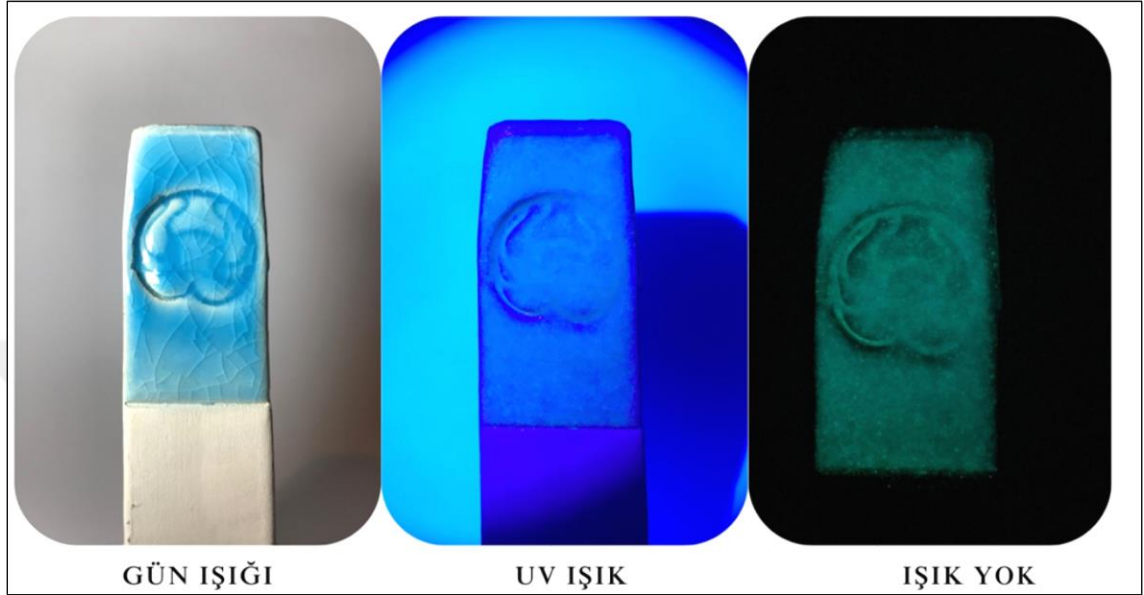
Fotoğraf 32: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-750°C)

Deneme 2a - % 0.5 Bakır karbonat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -750 C



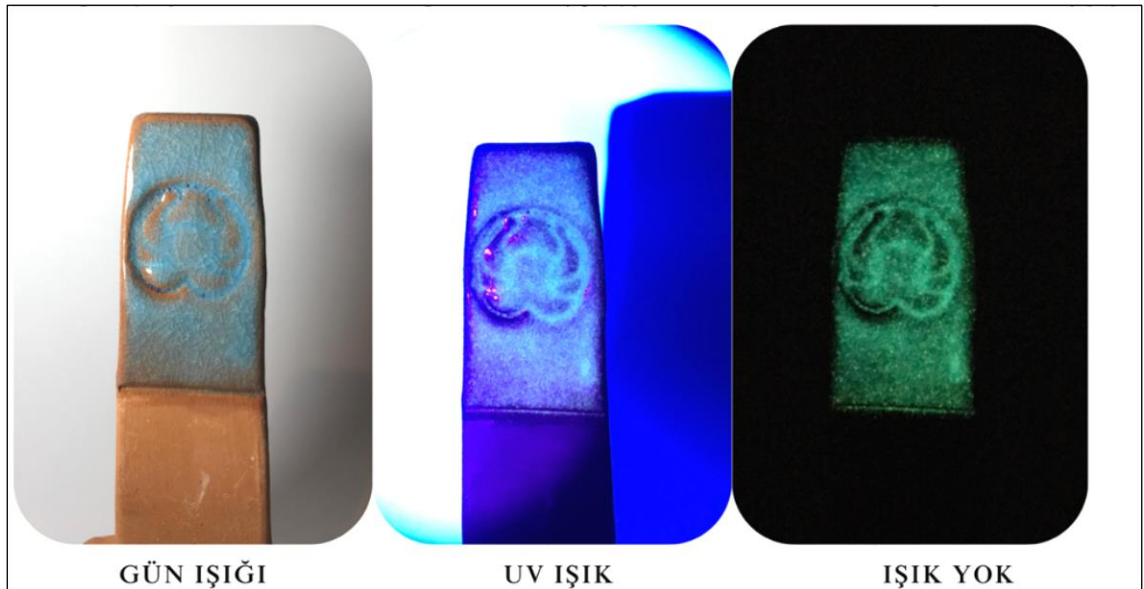
Fotoğraf 33: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -750°C)

Deneme 2b - % 0.5 Bakır karbonat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -850 C



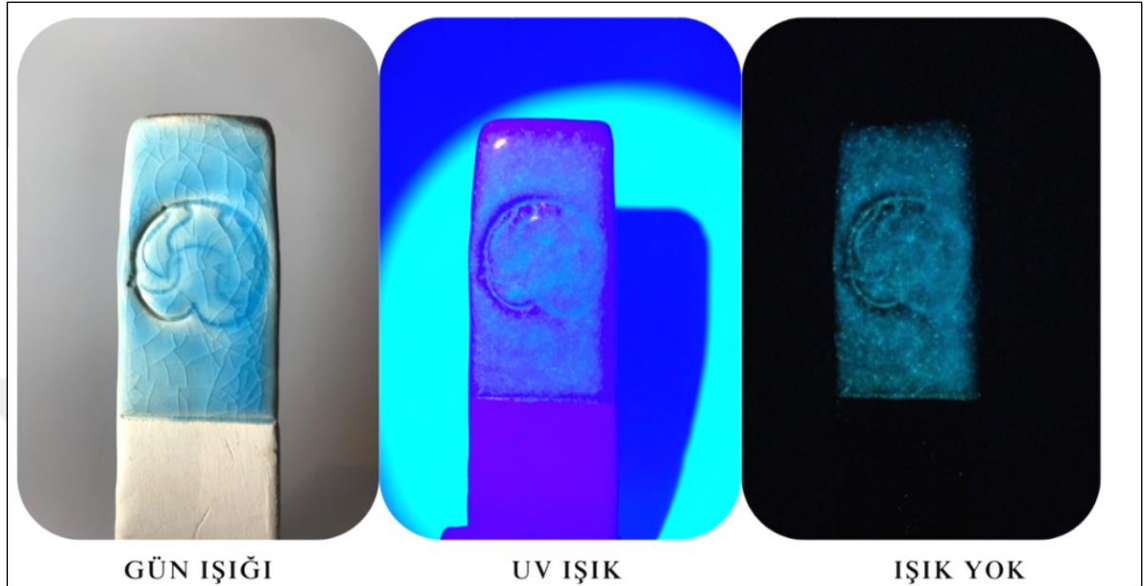
Fotoğraf 34: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-850°C.

Deneme 2c -% 0.5 Bakır karbonat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -850 C



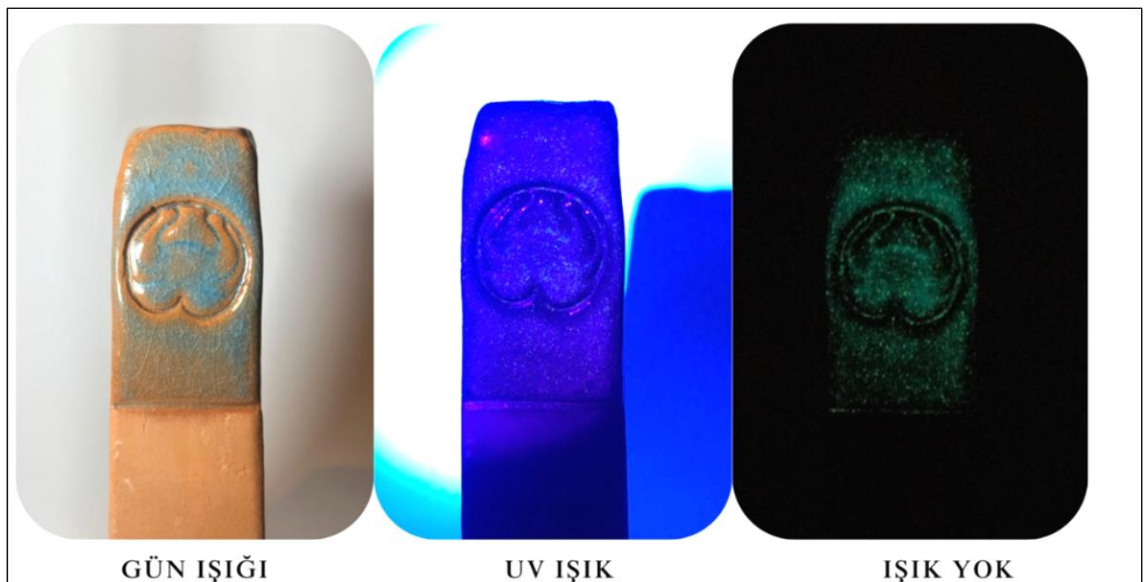
Fotoğraf 35: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -850°C)

Deneme 2d -% 0.5 Bakır karbonat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -900 C



Fotoğraf 36: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini-900°C)

Deneme 2e -% 0.5 Bakır karbonat katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -900 C



Fotoğraf 37: % 0.5 Bakır karbonat Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -900°C)

Tablo 3: % 0.5 Bakır karbonat katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.

Bünye	Piştirim Zamanı	(C°)	UV Işık’da Işıma	Işıksız Ortamda Işıma	Matlık	Parlaklık	Akışkanlık
Beyaz	50 dk	750	+	+	+	-	-
Kırmızı	50 dk	750	+	+	+	-	-
Beyaz	1:25 dk	850	-	±	+	+	-
Kırmızı	1:25 dk	850	-	±	-	+	-
Kırmızı	1:35 dk	900	-	±	-	+	-
Beyaz	1:35 dk	900	-	±	-	+	-

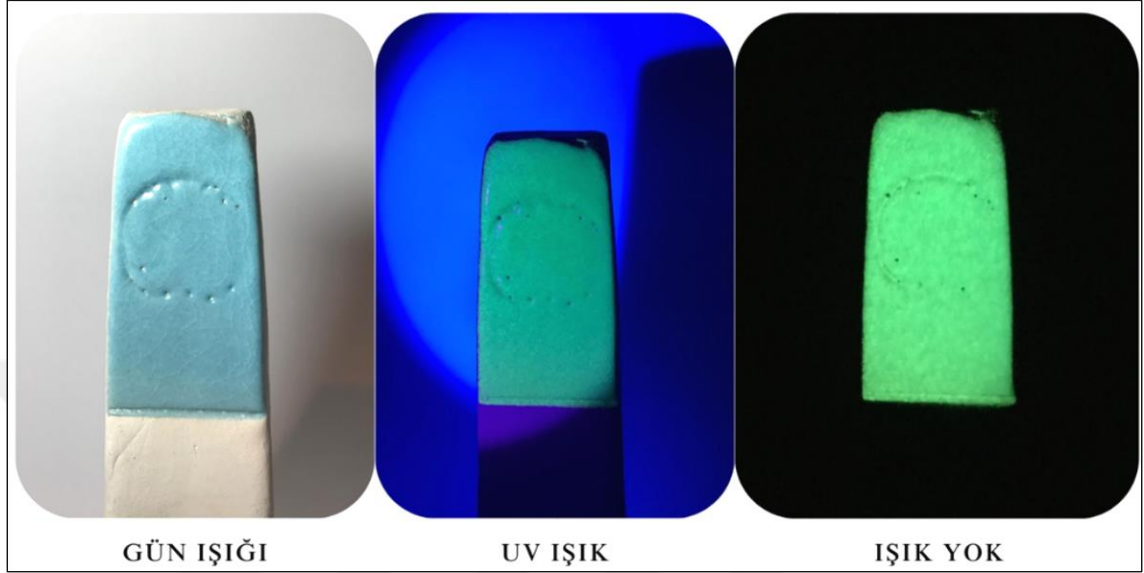
Bakır karbonat katkılı sır formülasyonlarında, Akçini ve çömlekçi çamurlarında gerçekleştirilen denemelerde en olumlu sonuçlar 750°C’de elde edilmiştir. Bu sıcaklıkta fosforesans etkisi başarılı bir şekilde korunmuş ve istenilen ışıldama etkisi gözlemlenmiştir.

850°C ve 900°C’de yapılan denemelerde ise UV ışık altında herhangi bir ışıma tespit edilmezken, tamamen karanlık ortamda kısmen de olsa fosforesans etkisinin devam ettiği belirlenmiştir. Bu durum, yüksek sıcaklıklarda fosforlu pigmentlerin oksidasyona daha fazla maruz kalmasıyla ilişkili olabilir.

Sonuç olarak, bakır karbonat katkılı sırların fosforesans etkisinin korunmasında 750°C’nin ideal piştirim sıcaklığı olduğu, daha yüksek sıcaklıklarda ise ışık emme ve yayma performansında belirgin bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

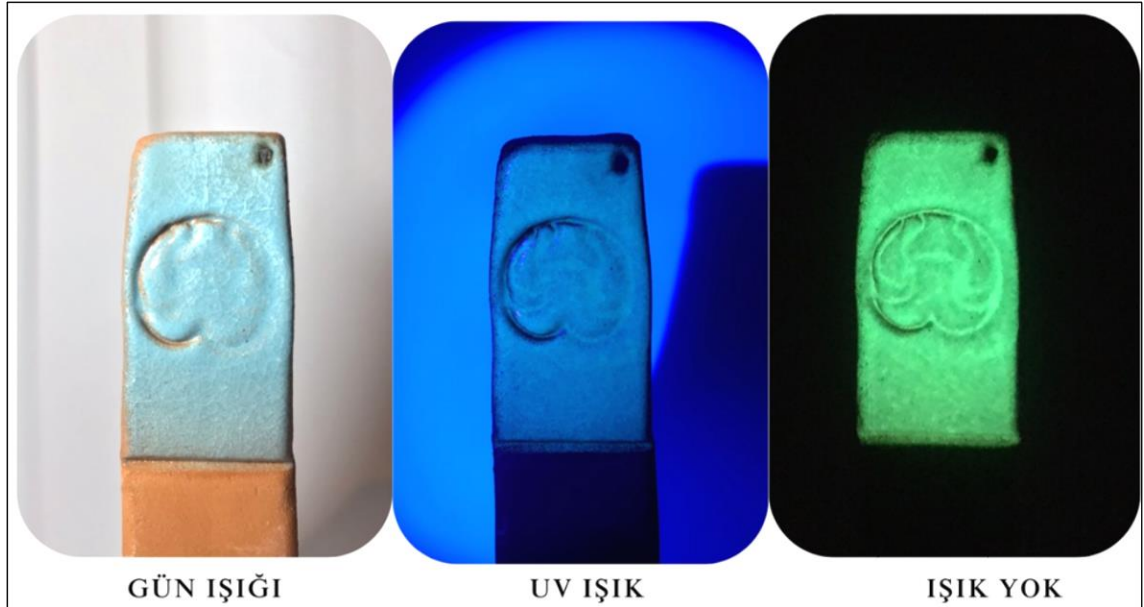
3.6.3. Bakır Oksit İlaveli Sır Denemeleri

Deneme 3 -% 0.5 Bakır oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -750 C



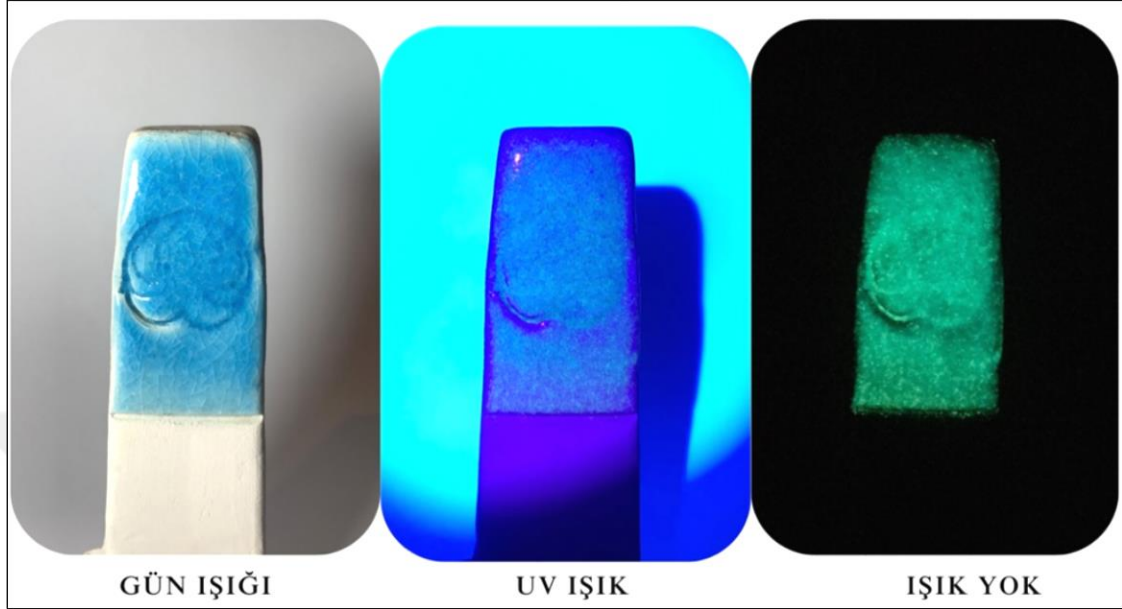
Fotoğraf 38: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C)

Deneme 3a -% 0.5 Bakır oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -750 C



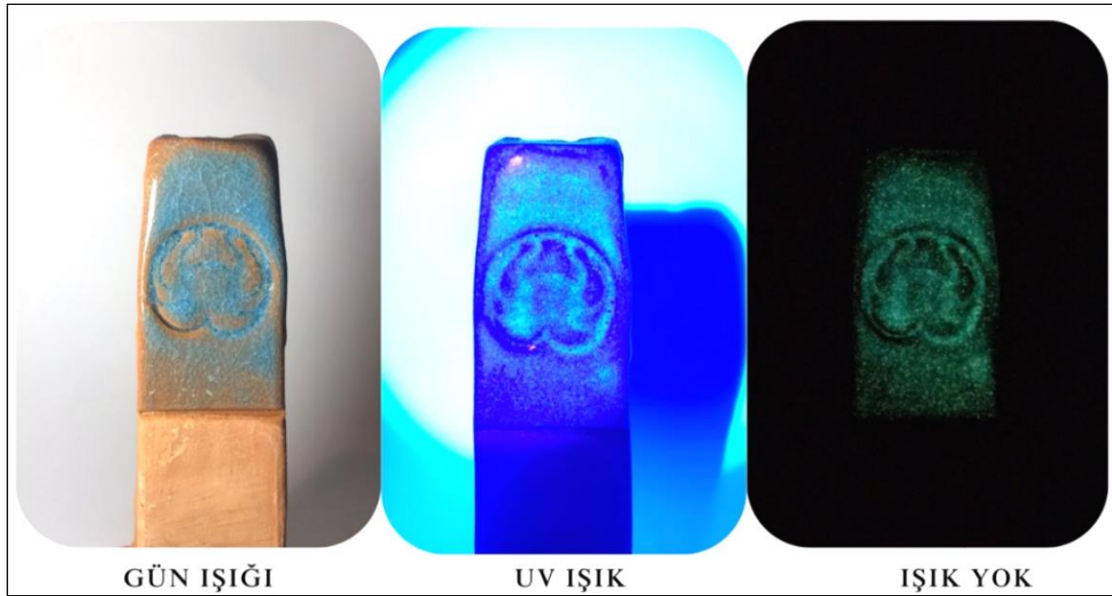
Fotoğraf 39: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C)

Deneme 3b -% 0.5 Bakır oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -850 C



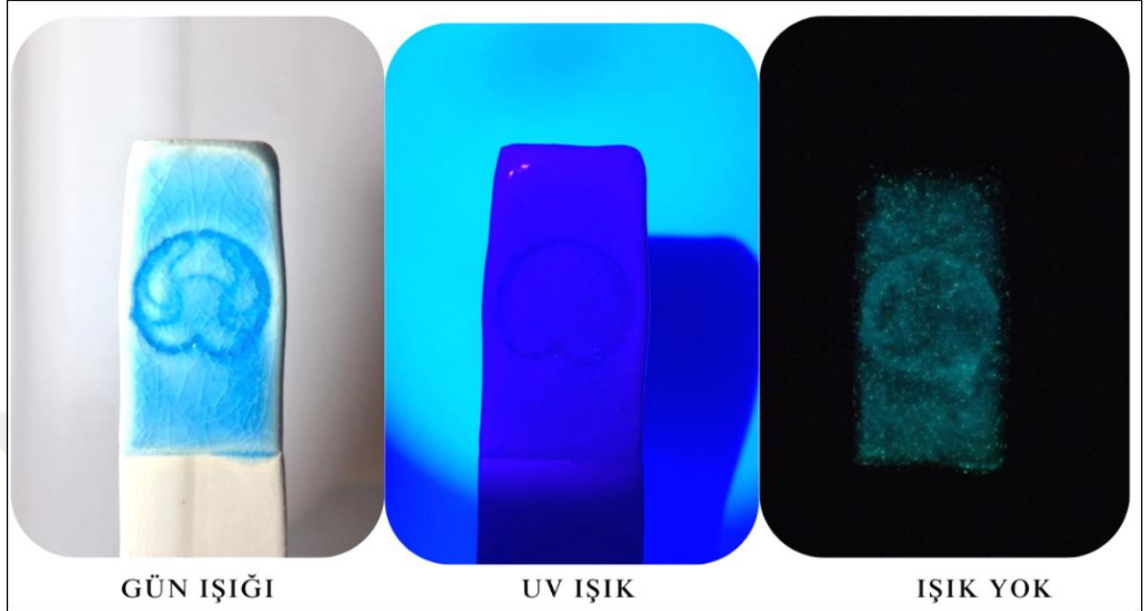
Fotoğraf 40: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C)

Deneme 3c -% 0.5 Bakır oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru -850 C



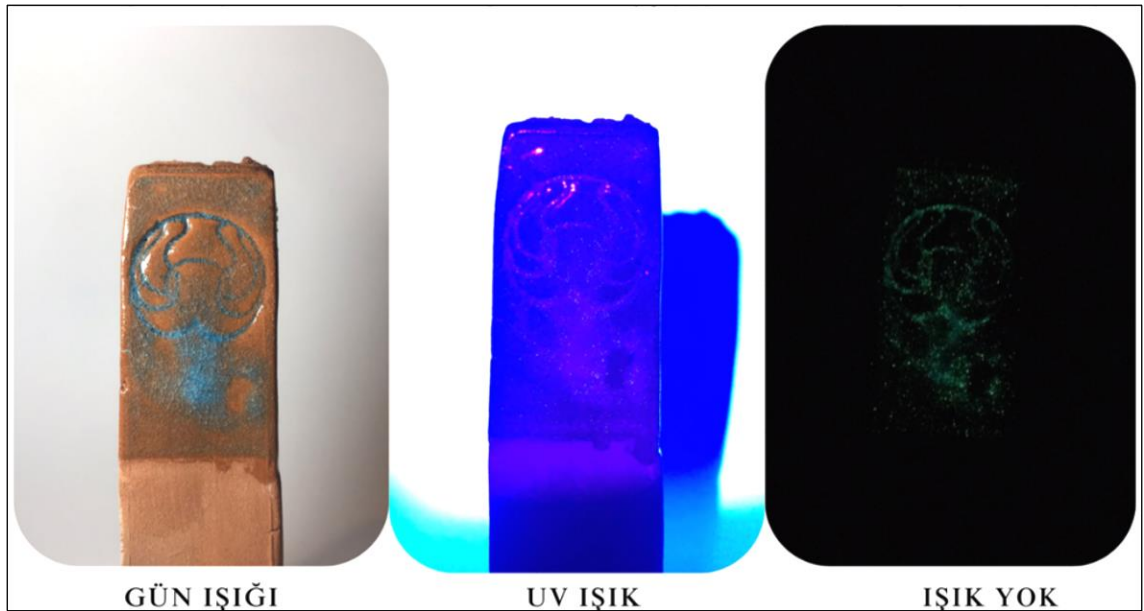
Fotoğraf 41: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C)

Deneme 3d -% 0.5 Bakır oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -900 C



Fotoğraf 42: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°)

Deneme 3e -% 0.5 Bakır oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-900 C



Fotoğraf 43: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C)

Tablo 4: % 0.5 Bakır oksit katkılı temel sıırın 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.

Bünye	Piştirim Zamanı	(C°)	UV Işık’da Işıma	Işıksız Ortamda Işıma	Matlık	Parlaklık	Akışkanlık
Beyaz	50 dk	750	+	+	+	-	-
Kırmızı	50 dk	750	-	+	+	-	-
Beyaz	1:25 dk	850	-	+	-	+	-
Kırmızı	1:25 dk	850	+	+	-	+	-
Beyaz	1:35 dk	900	-	+	-	+	+
Kırmızı	1:35 dk	900	-	+	-	+	+

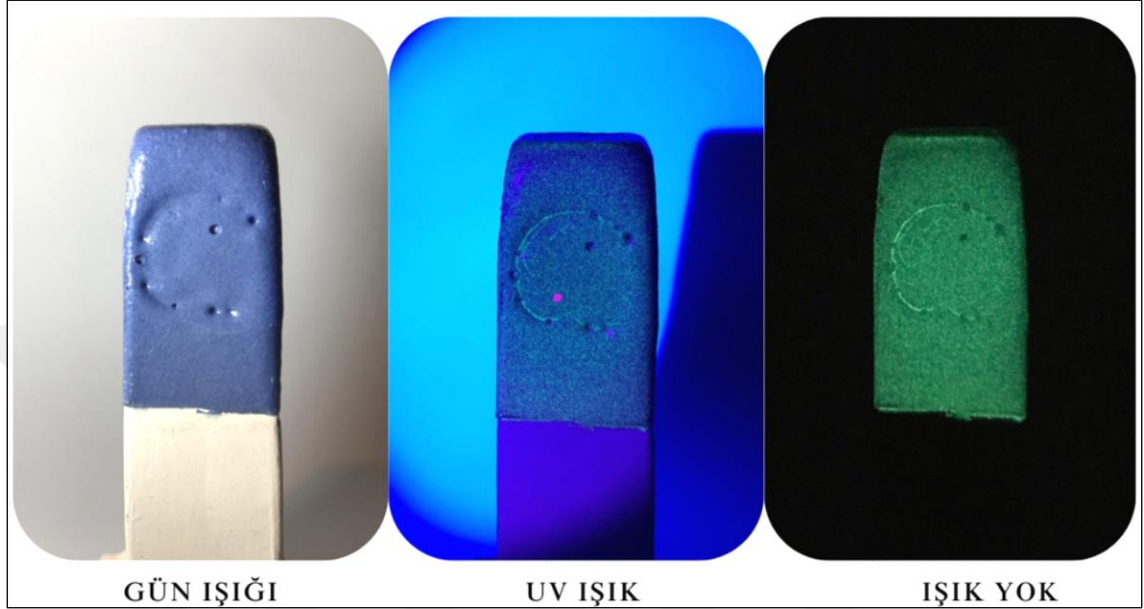
Tez kapsamında, bakır metalinin üç farklı yapısı ile gerçekleştirilen deneyler sonucunda, bakırın önemli bir fosforesans kaynağı olduğu belirlenmiştir. Ancak, elde edilen ışıldamanın kısa sürede etkisini yitirdiği gözlemlenmiştir.

Akçini ve çömlekçi çamurlarında yapılan denemelerde, en olumlu sonuçlar 750°C’de elde edilmiştir. Bu sıcaklıkta, tamamen karanlık ortamda belirgin bir fosforesans etkisi gözlemlenirken, UV ışık altında ise yalnızca kısmi bir ışıma tespit edilmiştir. 850°C ve 900°C’de gerçekleştirilen deneylerde ise UV ışık altında herhangi bir ışıma tespit edilmemiş, ancak tamamen karanlık ortamda sınırlı da olsa bir fosforesans etkisinin devam ettiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bakır katkılı sırların fosforesans etkisinin korunabilmesi için 750°C’nin en uygun piştirim sıcaklığı olduğu, ancak ışıldamanın süresinin sınırlı olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda fosforesans etkisinin belirgin şekilde azaldığı ve UV ışık altında ışımanın tamamen kaybolduğu görülmüş

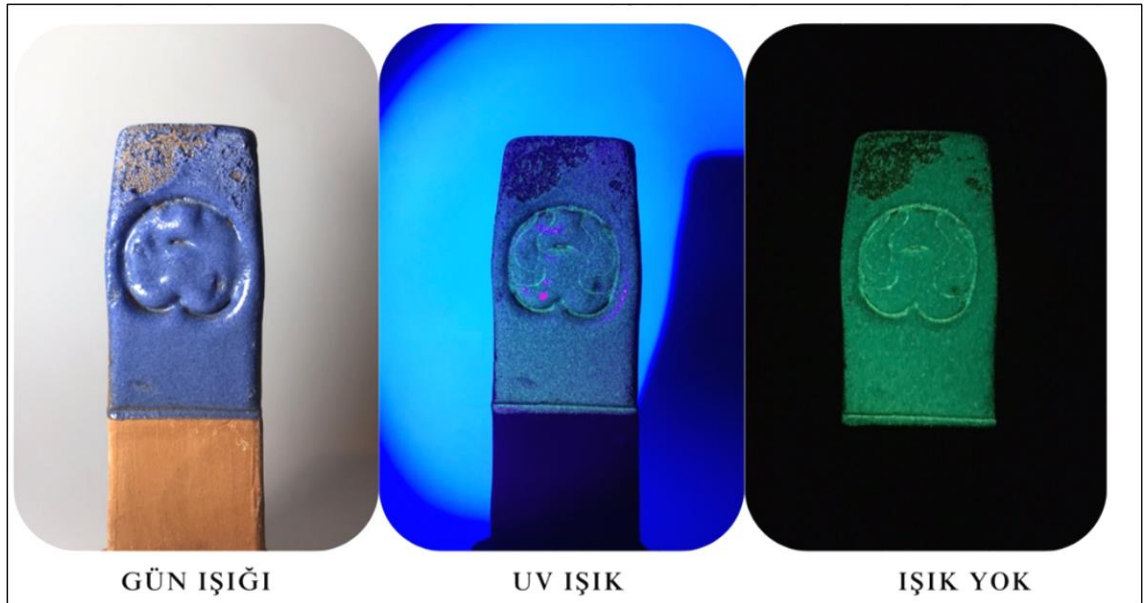
3.6.4.Kobalt Oksit İlaveli Sır Denemeleri

Deneme 4 -% 0.5 Kobalt oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini - 750C



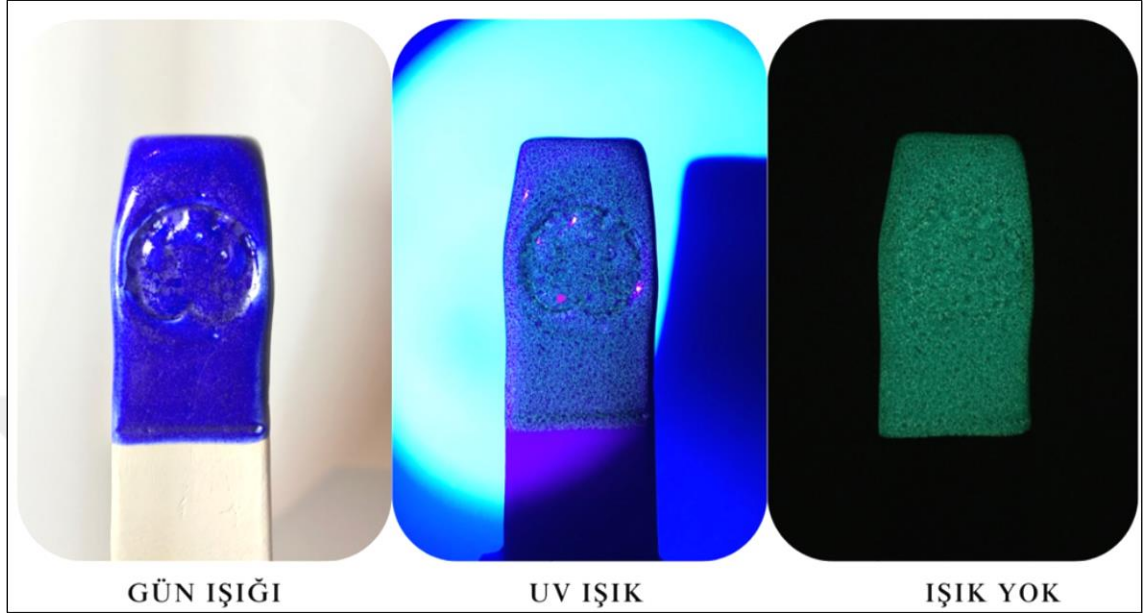
Fotoğraf 44: % 0.5 Kobalt Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C)

Deneme 4a -% 0.5 Kobalt oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-750 C



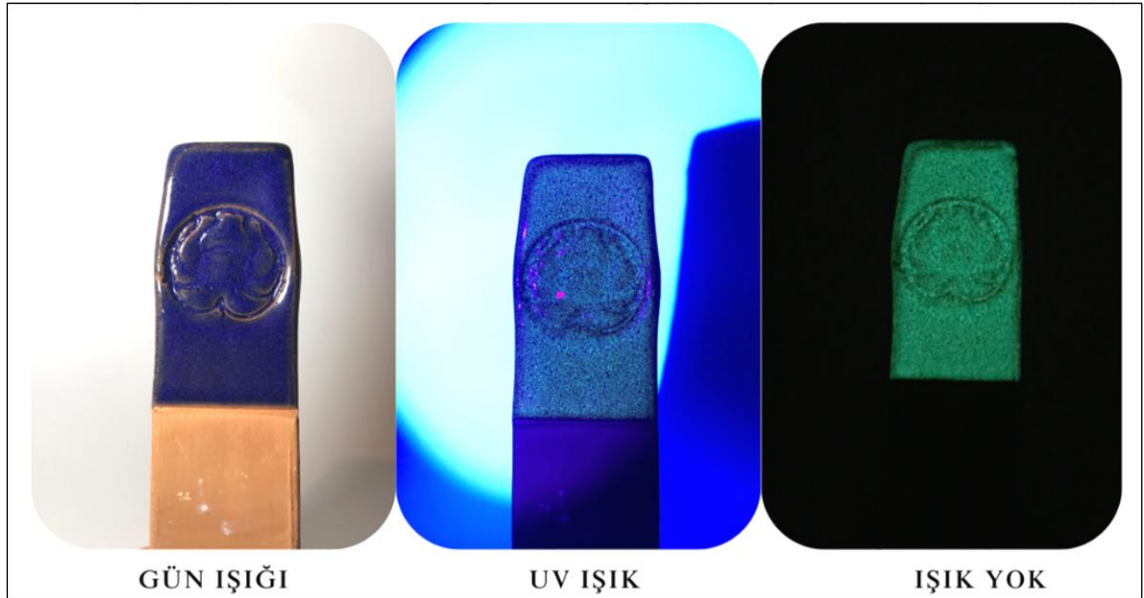
Fotoğraf 45: % 0.5 Kobalt oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C)

Deneme 4b- % 0.5 Kobalt oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -850



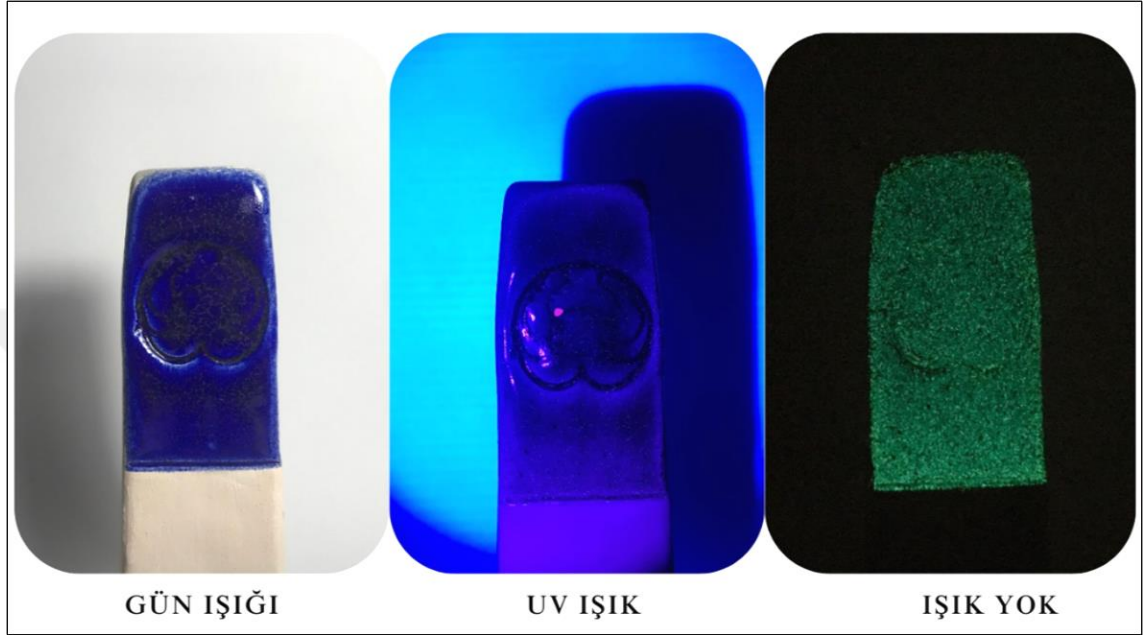
Fotoğraf 46: % 0.5 Kobalt Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C)

Deneme 4c -% 0.5 Kobalt oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-850



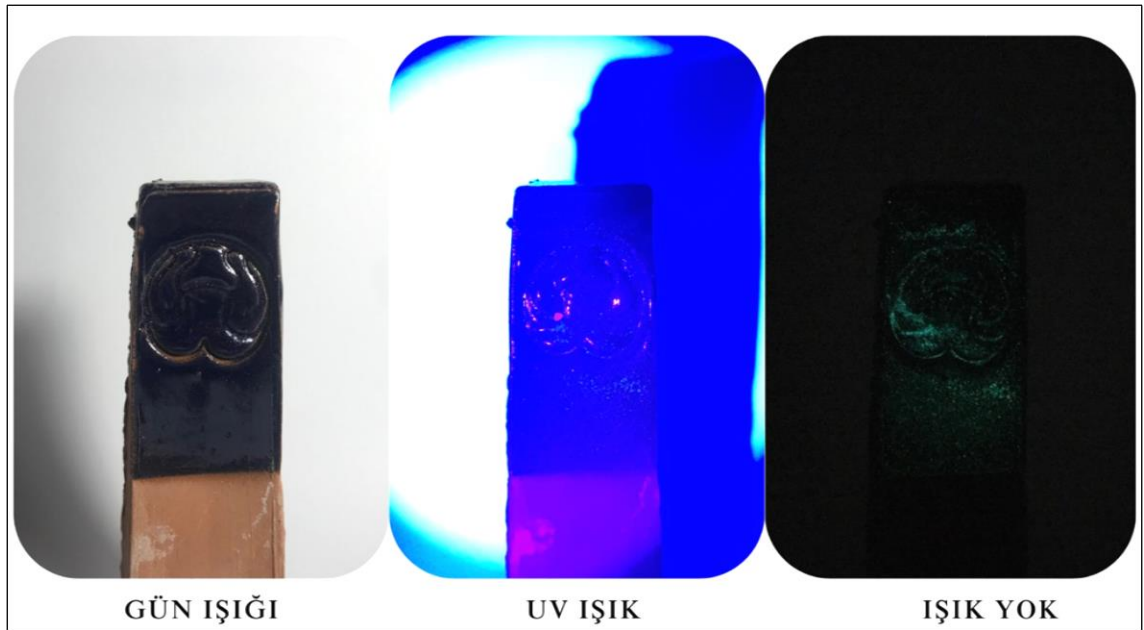
Fotoğraf 47: % 0.5 Kobalt Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C)

Deneme 4d- % 0.5 Kobalt oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini - 900C



Fotoğraf 48: % 0.5 Kobalt Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C)

Deneme 4e -% 0.5 Kobalt oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-900 C



Fotoğraf 49: % 0.5 Kobalt Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C)

Tablo 5: % 0.5 Kobalt oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.

Bünye	Piştirim Zamanı	(C°)	UV Işık’da Işıma	Işıksız Ortamda Işıma	Mathk	Parlaklık	Akışkanlık
Beyaz	50 dk	750	-	±	+	-	-
Kırmızı	50 dk	750	-	±	+	-	-
Beyaz	1:25 dk	850	-	±	-	+	-
Kırmızı	1:25 dk	850	-	±	-	+	-
Beyaz	1:35 dk	900	-	±	-	+	+
Kırmızı	1:35 dk	900	-	±	-	+	+

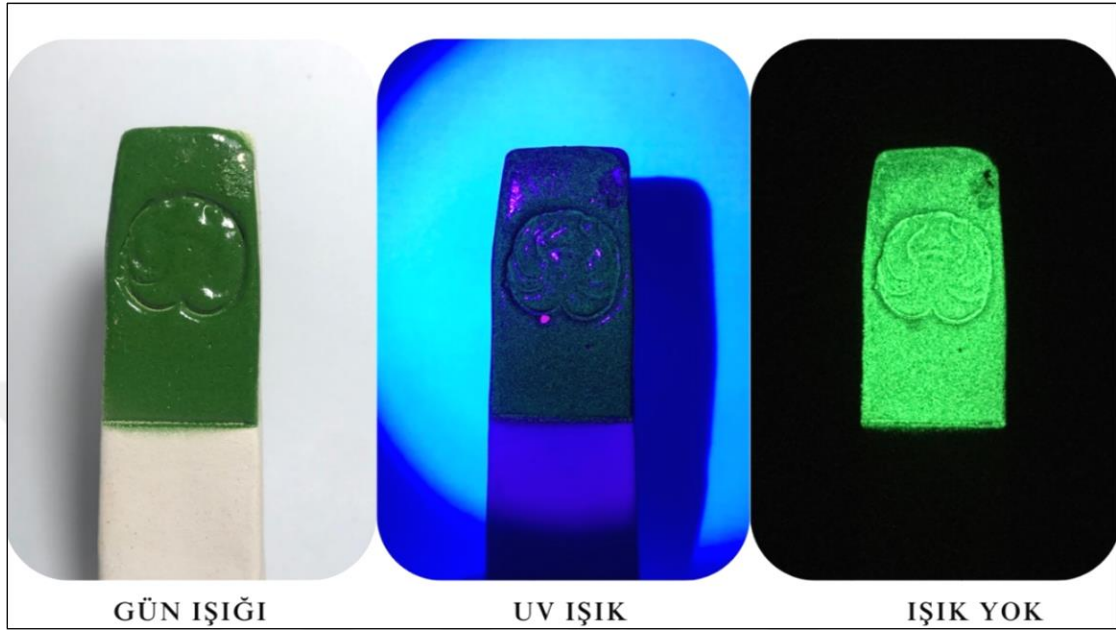
Tez kapsamında gerçekleştirilen kobalt oksit katkılı fosforlu sır denemelerinde, kobaltın fosforesans etkisini baskıladığı belirlenmiştir. Bu durum, fosforesans süresinin kısalmasına neden olmuş ve özellikle UV ışığı altında fosfor etkisinin zayıflamasına sebep olarak değerlendirilmiştir.

Deneyler sonucunda, hiçbir sıcaklıkta UV ışık altında herhangi bir ışıma gözlemlenmemiştir. Ancak, tamamen karanlık ortamda en verimli sonuçların 750°C’de elde edildiği belirlenmiştir. 850°C ve 900°C’de ise fosforesans etkisinin daha da azaldığı veya tamamen kaybolduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, kobalt oksit katkısının fosforesans üzerinde baskılayıcı bir etkisi olduğu, fosfor etkisinin sürekliliğini ve yoğunluğunu olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. En uygun piştirim sıcaklığı 750°C olarak belirlenmiş olsa da, kobalt oksit varlığında fosforesans etkinin oldukça sınırlı olduğu anlaşılmıştır.

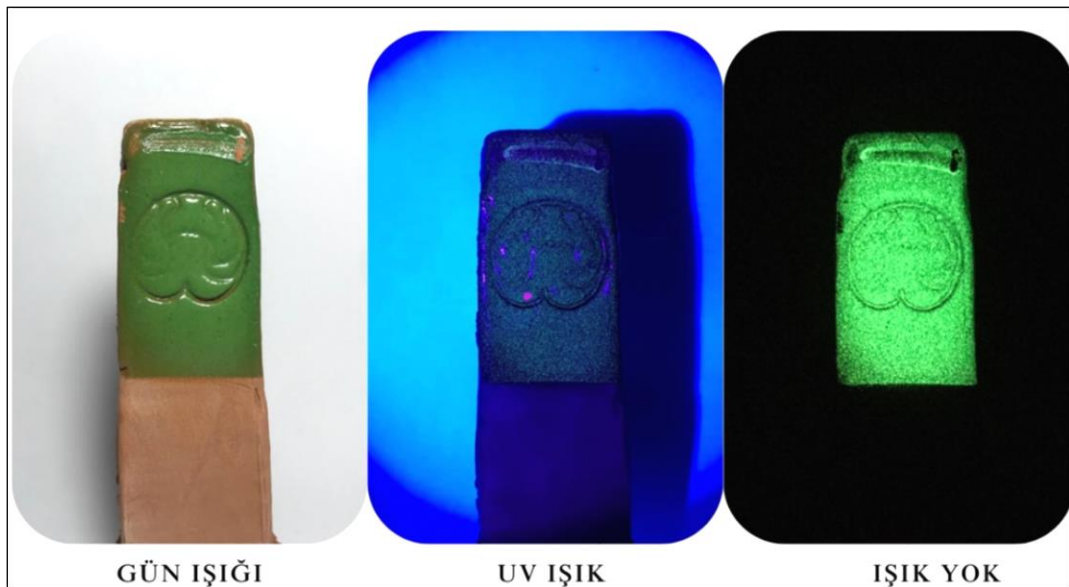
3.6.5.Krom Oksit İlaveli Sır Denemeleri

Deneme 5- % 0.5 Krom oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -750C



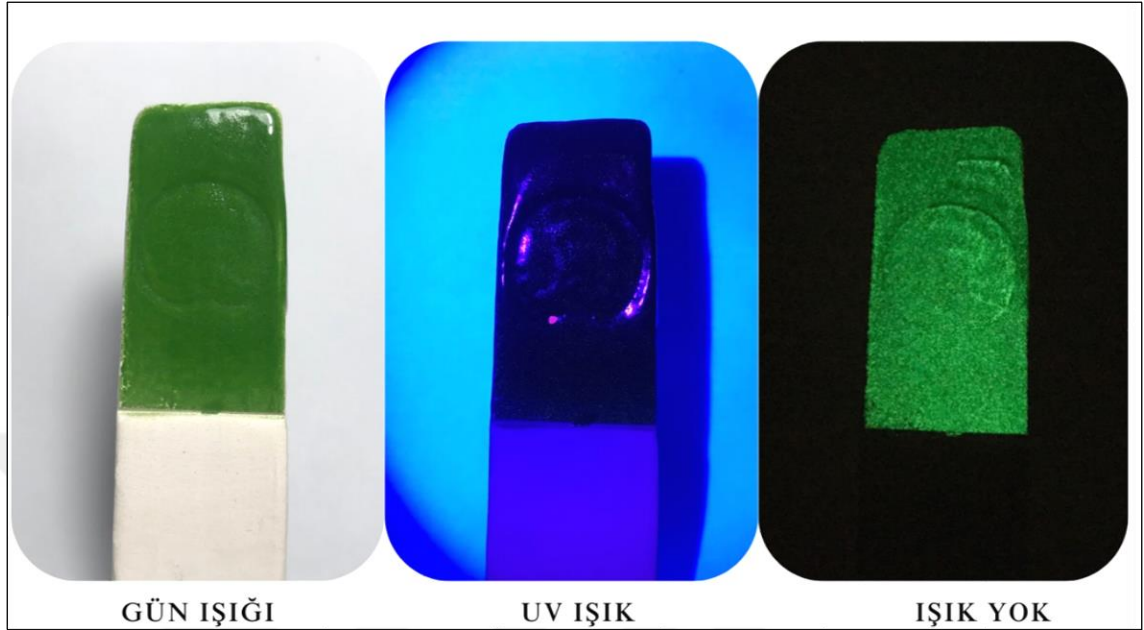
Fotoğraf 50: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C)

Deneme 5a - % 0.5 Krom oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-750



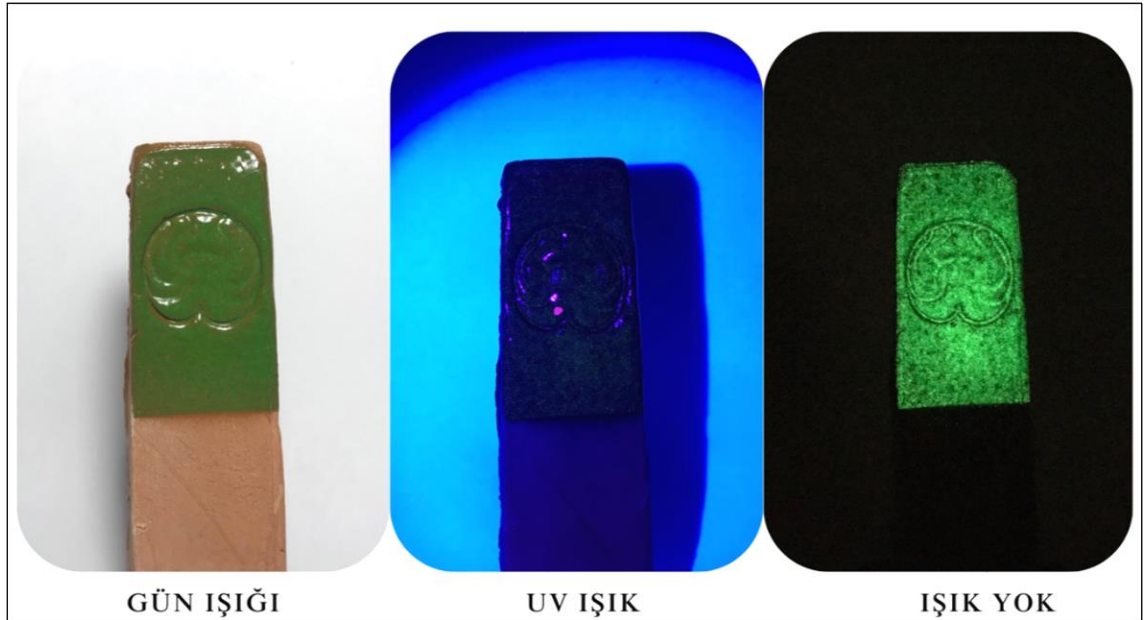
Fotoğraf 51: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C)

Deneme 5b- % 0.5 Krom oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -850C



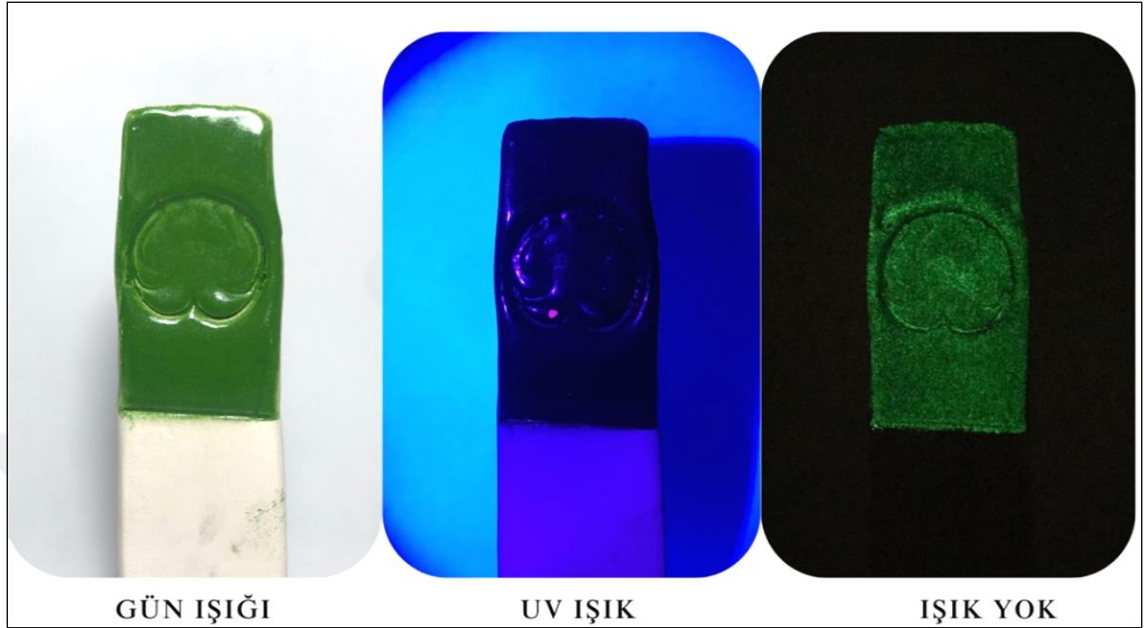
Fotoğraf 52: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C)

Deneme 5c - % 0.5 Krom oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-850



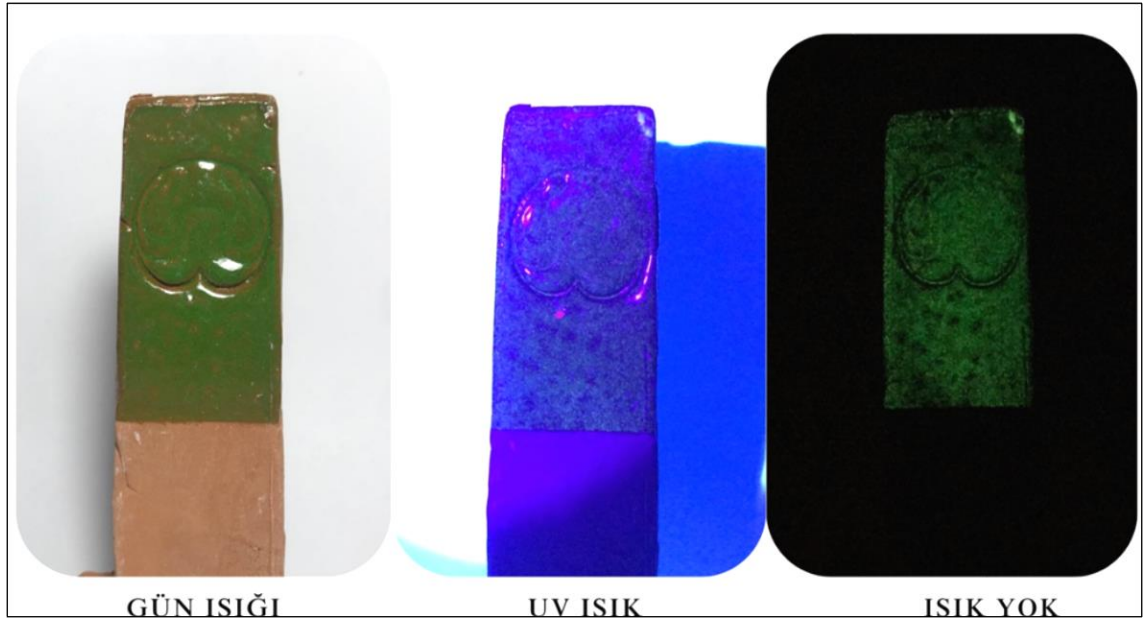
Fotoğraf 53: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C)

Deneme 5d- % 0.5 Krom oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -900C



Fotoğraf 54: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C)

Deneme 5e- % 0.5 Krom oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-900C



Fotoğraf 55: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C)

Tablo 6:% 0.5 Krom oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.

Bünye	Piştirim Zamanı	(C°)	UV Işık’da Işıma	Işıksız Ortamda Işıma	Matlık	Parlaklık	Akışkanlık
Beyaz	50 dk	750	+	+	+	-	-
Kırmızı	50 dk	750	+	+	+	-	-
Beyaz	1:25 dk	850	-	+	-	+	-
Kırmızı	1:25 dk	850	-	+	-	+	-
Beyaz	1:35 dk	900	-	+	-	+	-
Kırmızı	1:35 dk	900	-	+	-	+	-

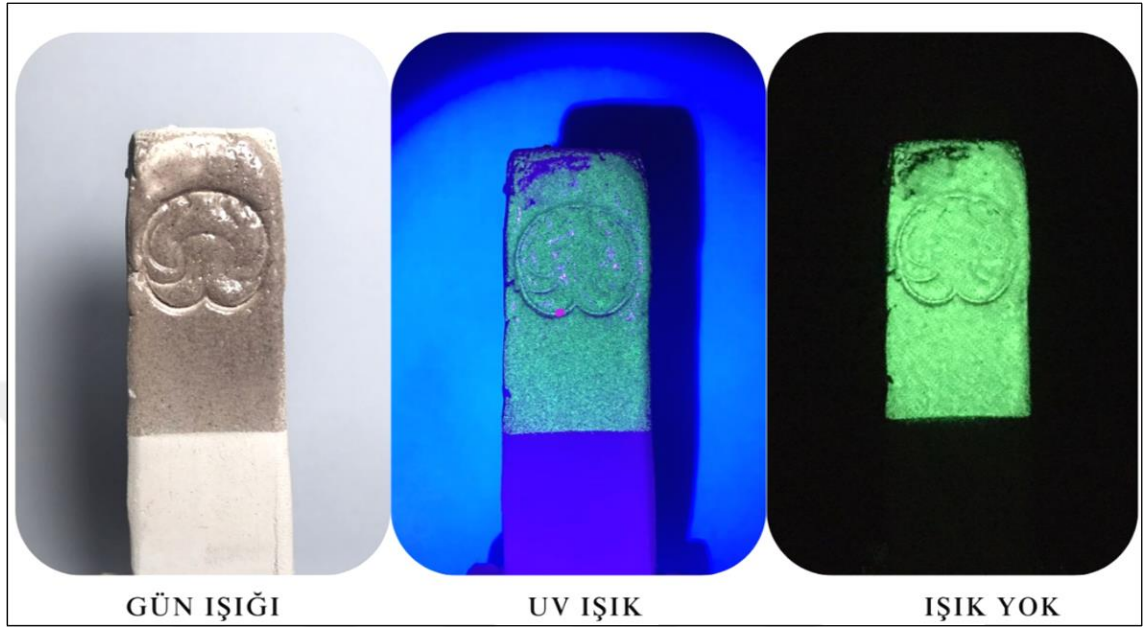
Kobalt oksitte olduğu gibi, baskın bir renklendirici metal oksit olan krom oksit de sırn fosforesans etkisini ve dolayısıyla UV ışığı altındaki davranışlarını doğrudan etkilemiştir. Krom oksit katkılı denemelerde, krom oksitin baskın yapısının UV ışığı altında fosforesans etkisini büyük ölçüde azalttığı belirlenmiştir.

Deneyler sonucunda, 750°C’de UV ışığı altında kısmen olumlu bir sonuç elde edilirken, 850°C ve 900°C’de herhangi bir ışıma gözlemlenmemiştir. Karanlık ortamda ise, 750°C ve 850°C’de fosforesans etkisinin korunabildiği belirlenmiş, ancak 900°C’de bu etkinin kaybolduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, krom oksit katkısının fosforesans üzerinde baskılayıcı bir etkisi olduğu, özellikle UV ışığı altındaki ışıldama kapasitesini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. En uygun fosforesans verimi, 750°C ve 850°C’de tamamen karanlık ortamda elde edilmiştir.

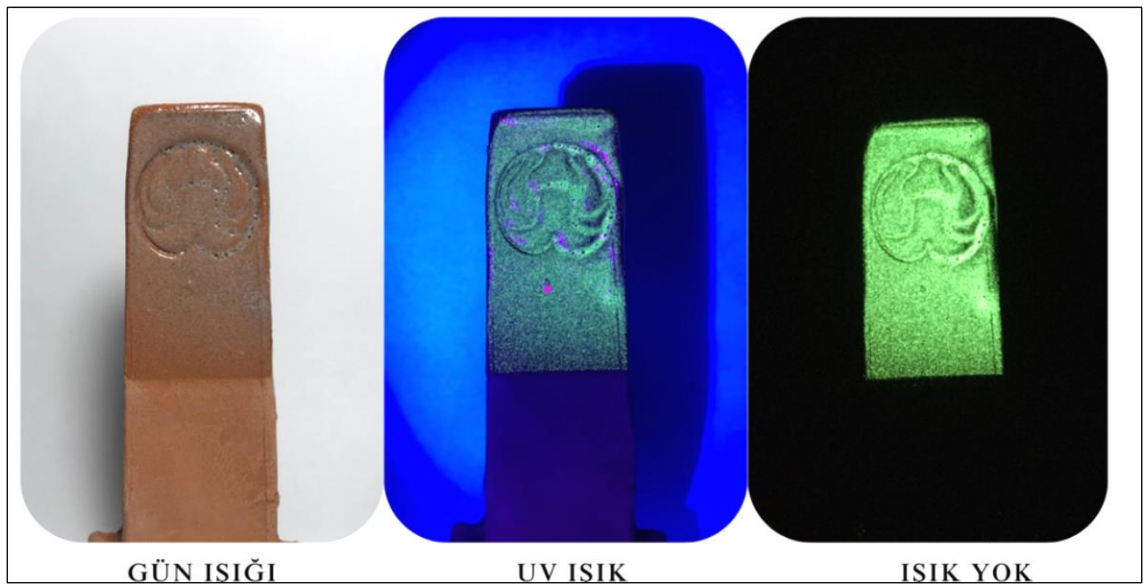
3.6.6.Mangan Oksit İlaveli Sır Denemeleri

Deneme 6-% 0.5 Mangan oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -750



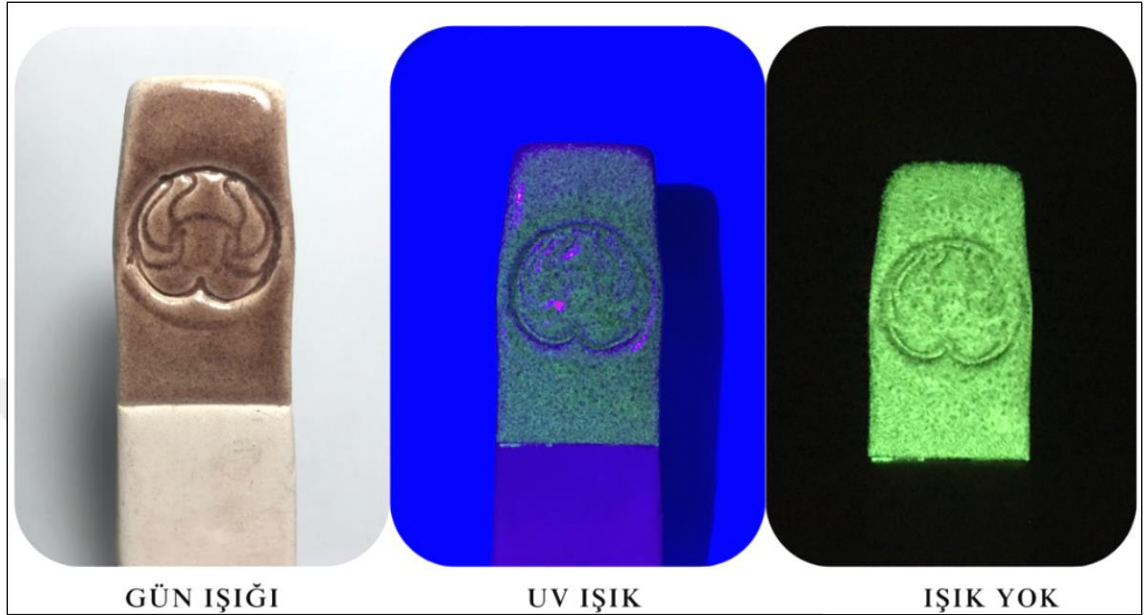
Fotoğraf 56: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C)

Deneme 6a-% 0.5 Mangan oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-750C



Fotoğraf 57: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -750°C)

Deneme 6b-% 0.5 Mangan oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini - 850C



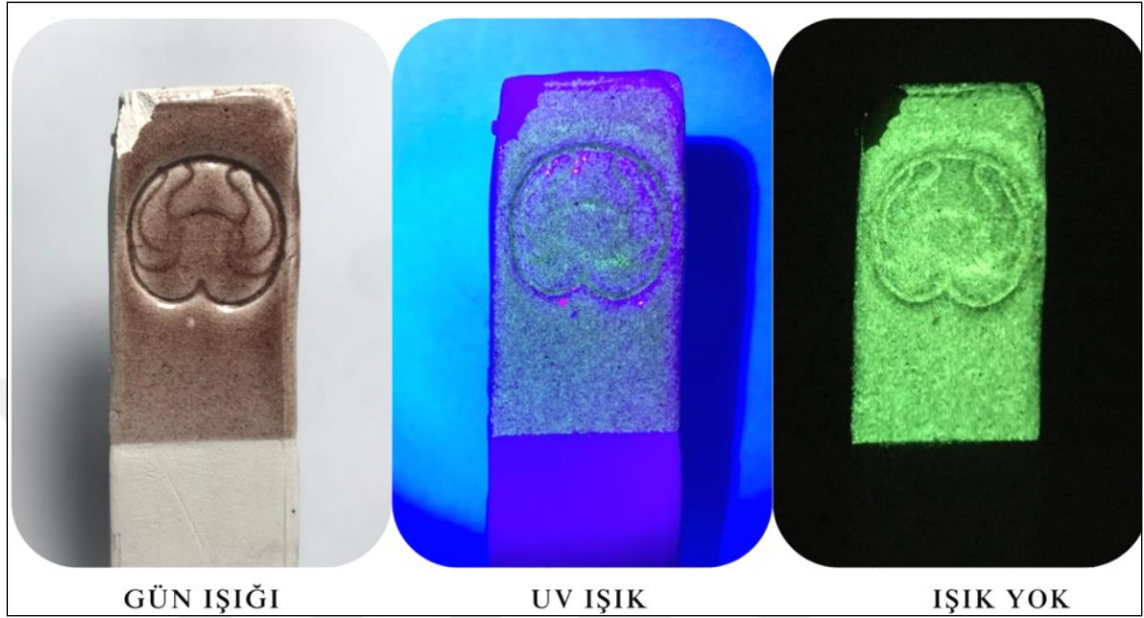
Fotoğraf 58: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C)

Deneme 6c- % 0.5 Mangan oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-850C



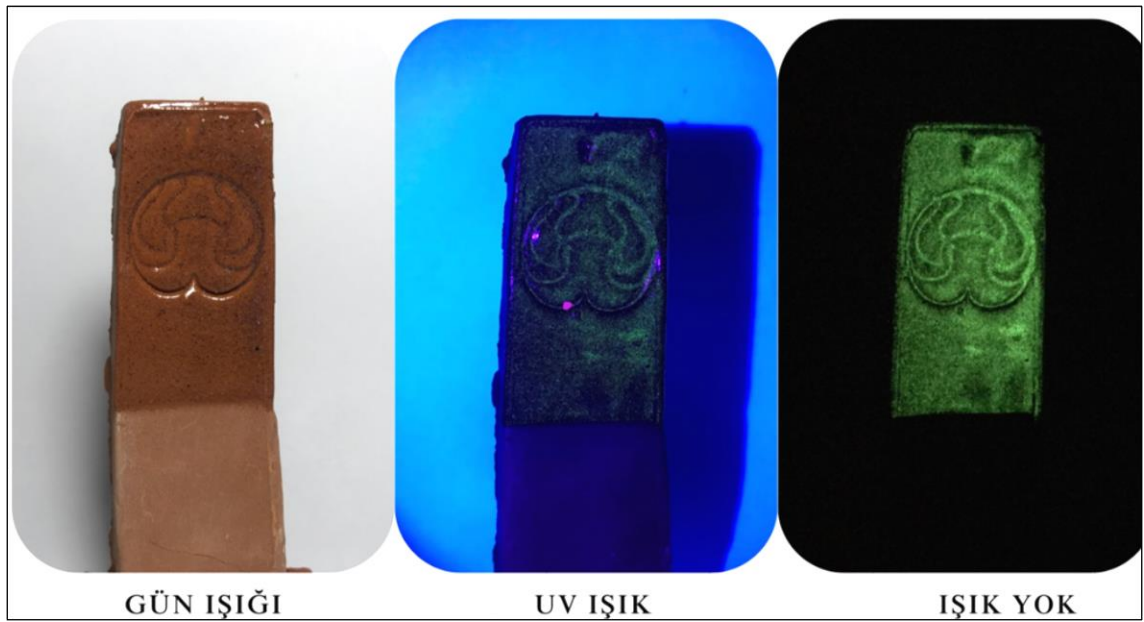
Fotoğraf 59: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -850°C)

Deneme 6d-% 0.5 Mangan oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini - 900C



Fotoğraf 60: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C)

Deneme 6e-% 0.5 Mangan oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-900C



Fotoğraf 61: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru -900°C)

Tablo 7: % 0.5 Mangan oksit katkılı temel sırnın 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.

Bünye	Piştirim Zamanı	(C°)	UV Işık’da Işıma	Işıksız Ortamda Işıma	Matlık	Parlaklık	Akışkanlık
Beyaz	50 dk	750	+	+	+	-	-
Kırmızı	50 dk	750	+	+	+	-	-
Beyaz	1:25 dk	850	+	+	-	+	-
Kırmızı	1:25 dk	850	+	+	-	+	-
Beyaz	1:35 dk	900	+	+	-	+	+
Kırmızı	1:35 dk	900	+	+	-	+	+

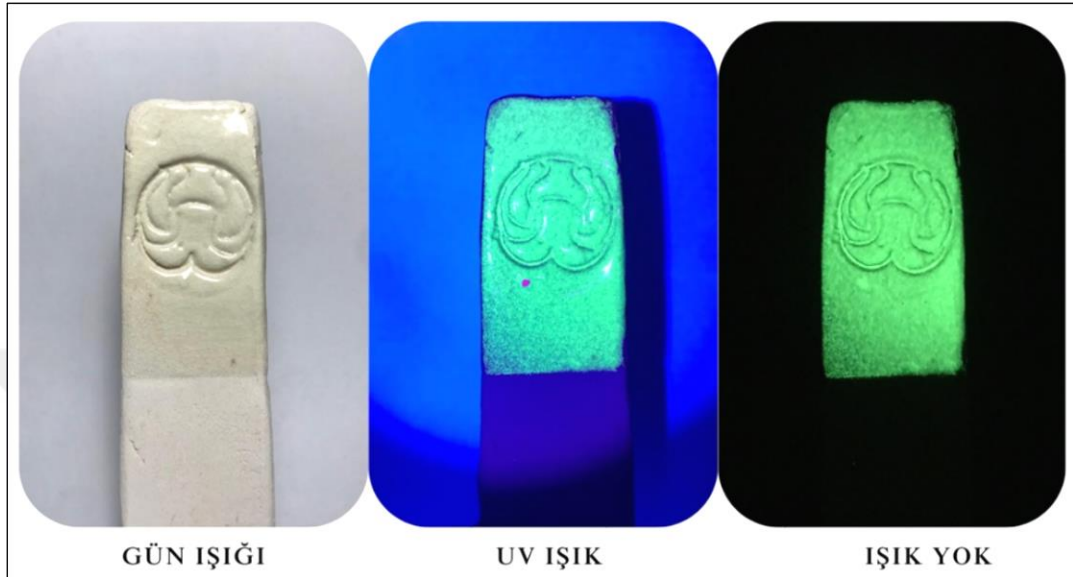
Tez kapsamında gerçekleştirilen mangan oksit katkılı sır denemelerinde, mangan oksitin fosforesans özellikler üzerinde belirgin olumlu etkiler gösterdiği gözlemlenmiştir. Mangan oksit, fosforesans süresini ve ışık yayılımını artırarak sır yüzeyinde artistik etkiler oluşturmuş, bu da mangan bileşiklerinin yalnızca renk verici bir bileşen olmanın ötesinde, sırların optik özelliklerini zenginleştiren estetik bir araç olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Deneyler sonucunda, mangan oksit katkılı sırların 750°C, 850°C ve 900°C’de fosforesans etkisini koruduğu belirlenmiştir. UV ışığı altında ise yalnızca 900°C’de kısmen olumlu bir ışımaya gözlemlenmiş, diğer sıcaklıklarda fosforesans etkisinin karanlık ortamda güçlü bir şekilde devam ettiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, mangan oksit katkısının fosforesans sırların ışık yayma süresini ve yoğunluğunu artırarak, hem estetik hem de teknik açıdan olumlu katkılar sağladığı belirlenmiştir. En verimli fosforesans etkisi, karanlık ortamda 750°C, 850°C ve 900°C’de gözlemlenirken, UV ışığı altında ise yalnızca 900°C’de kısmi bir ışımaya elde edilmiştir.

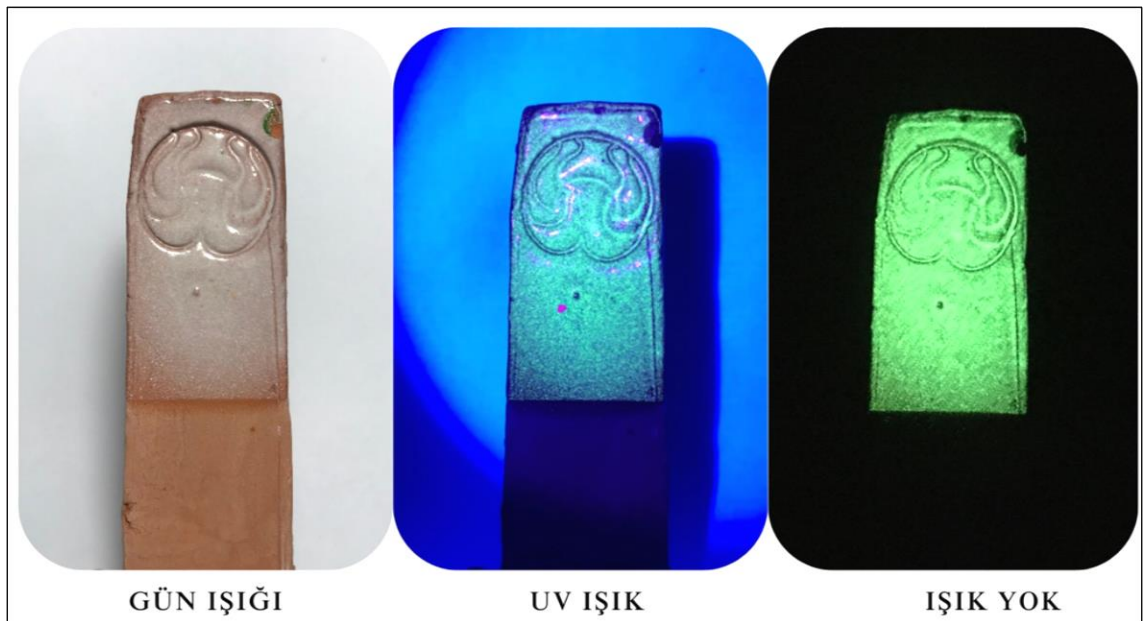
3.6.7.Kalay Oksit İlaveli Sır Denemeleri

Deneme 7-% 0.5 Kalay oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -750C



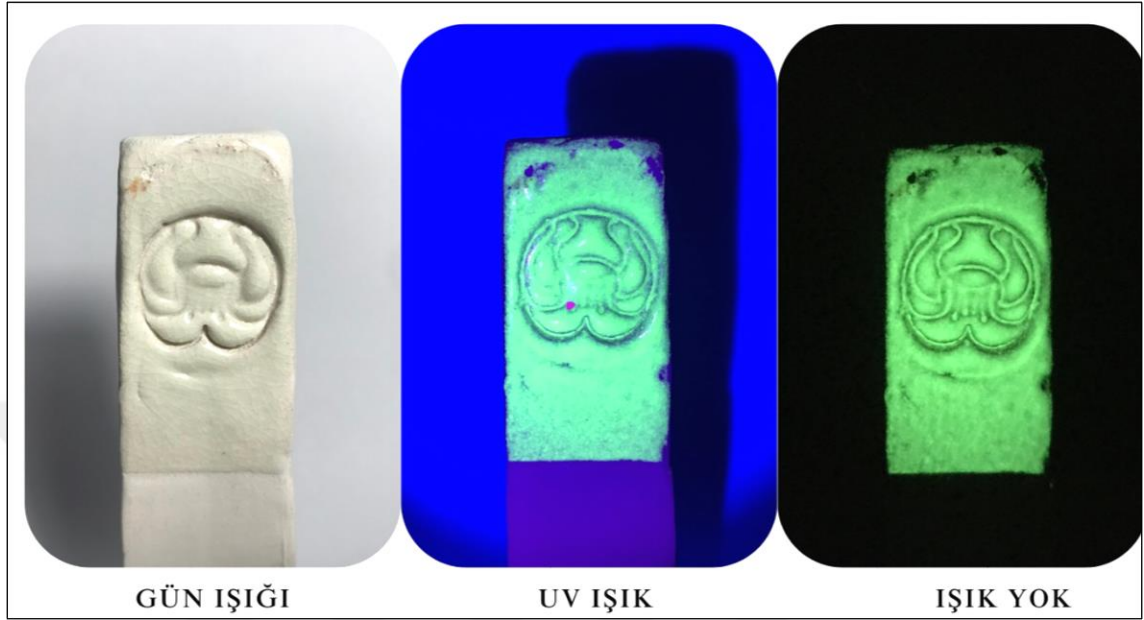
Fotoğraf 62: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 750°C)

Deneme 7a-% 0.5 Kalay oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-750C



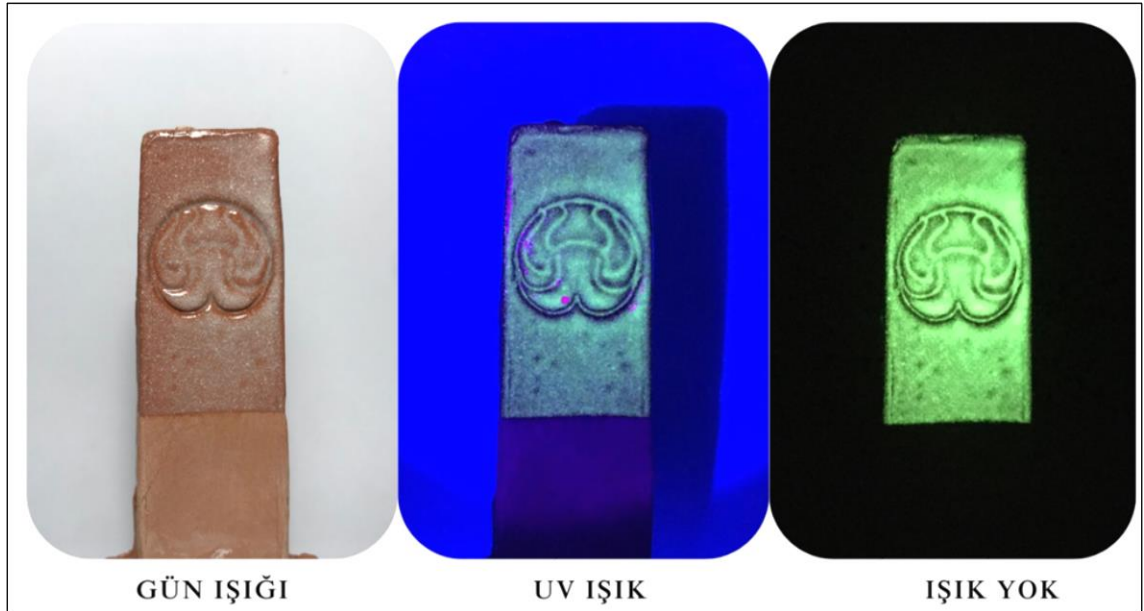
Fotoğraf 63: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 750°C)

Deneme 7b- % 0.5 Kalay oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -850C



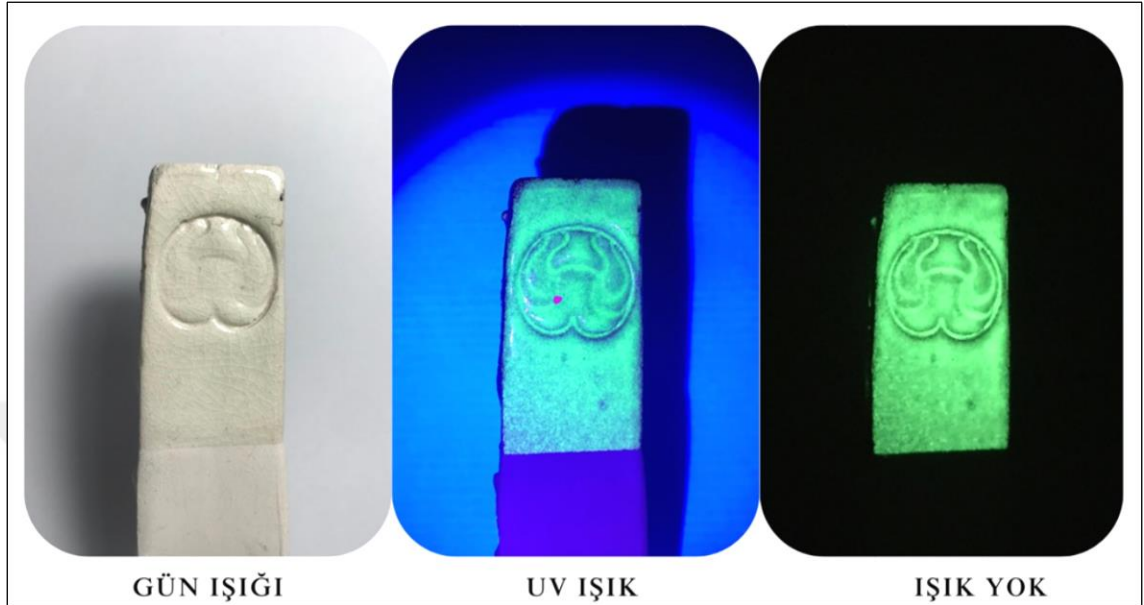
Fotoğraf 64: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 850°C)

Deneme 7c- % 0.5 Kalay oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-850C



Fotoğraf 65: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 850°C)

Deneme 7d- % 0.5 Kalay oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Akçini -900C



Fotoğraf 67: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Akçini 900°C)

Deneme 7 0.5 Kalay oksit katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması- Çömlekçi Çamuru-900C



Fotoğraf 66: % 0.5 Kalay Oksit Katkılı Temel Sırın Yüzey Etkisi (Çömlekçi Çamuru - 900°C)

Tablo 8: % 0.5 Kalay oksit katkılı temel sırn 750°C- 850°C-900°C’de gelişimleri.

Bünye	Piştirim Zamanı	(C°)	UV Işık’da Işıma	Işıksız Ortamda Işıma	Mathk	Parlaklık	Akışkanlık
Beyaz	50 dk	750	+	+	-	±	-
Kırmızı	50 dk	750	+	+	-	±	-
Beyaz	1:25 dk	850	+	+	-	+	-
Kırmızı	1:25 dk	850	+	+	-	+	-
Beyaz	1:35 dk	900	+	+	-	+	+
Kırmızı	1:35 dk	900	+	+	-	+	+

Tez kapsamında gerçekleştirilen denemeler içerisinde, en başarılı sonuçlar kalay oksit katkılı sır uygulamalarında elde edilmiştir. Kalay oksit, her çamur türü üzerinde ve tüm test edilen sıcaklıklarda (750°C, 850°C ve 900°C) fosforesans etkisini en uzun süre ve en parlak şekilde koruyan bileşen olmuştur.

Deneyler sonucunda, kalay oksit katkılı sırların fosforesans etkisinin hem parlaklık hem de süre açısından en yüksek performansı gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, kalay oksitin fosforesans pigmentlerle güçlü bir uyum sergilediğini ve ışık yayma sürecini desteklediğini ortaya koymaktadır.

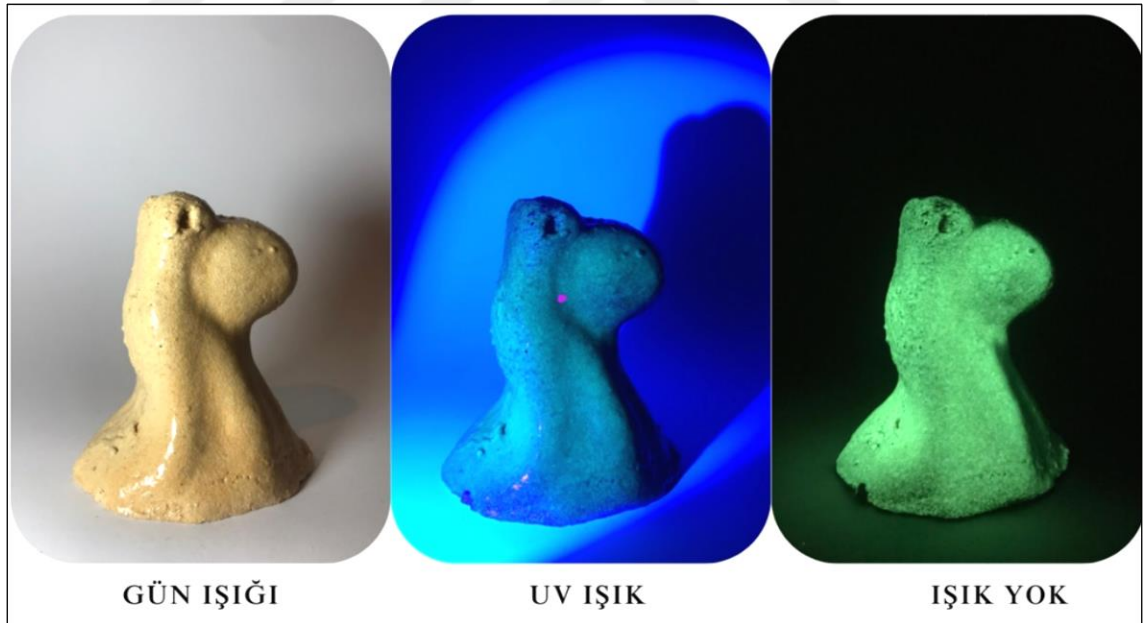
Sonuç olarak, kalay oksit katkısı, fosforesans sırların stabilitesini artırarak hem teknik hem de estetik açıdan en iyi sonucu vermiştir. Her çamur türünde ve tüm test sıcaklıklarında fosforesans etkisinin başarılı bir şekilde sürdüğü tespit edilmiştir.

3.6.8. Boyutlu Form Üzerinde Sır Denemeleri

Bu çalışmada, fosforesans etkili seramik sırların farklı çamur bünyeleri üzerindeki performansını değerlendirmek amacıyla çeşitli denemeler gerçekleştirilmiştir. Denemelerde, Akçini çamuru, çömlekçi çamuru, şamotlu çamur ve stoneware çamuru kullanılmış, numuneler 800°C’de pişirilmiştir.

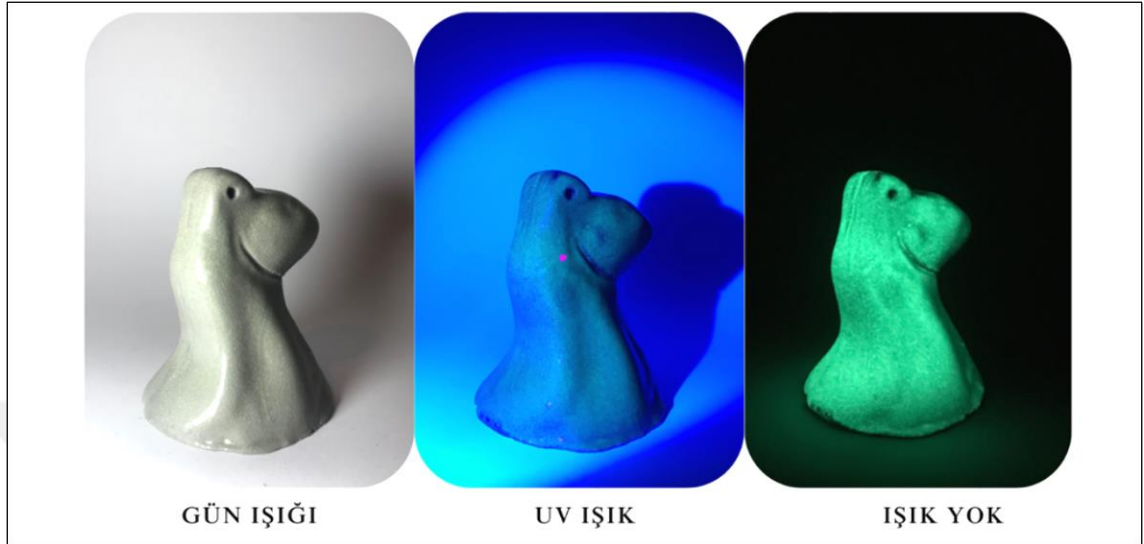
Sır uygulamalarında, Stronsiyum Alüminat Pigmenti ile katkılandırılmış Kod 45 nolu frit bazlı sır kullanılmış olup, sırnın ışık yayma kapasitesi ve renk değişimlerini gözlemlemek amacıyla turuncu pigment ile bakır, demir, kalay, kobalt, krom ve mangan oksitleri ilave edilmiştir. Üç boyutlu formlar üzerinde yapılan bu deneyler, fosforesans sırların yüzeydeki dağılımını, ışık yayma performansını ve farklı çamur bünyeleriyle etkileşimini analiz etmeye yönelik kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır.

Deneme 1



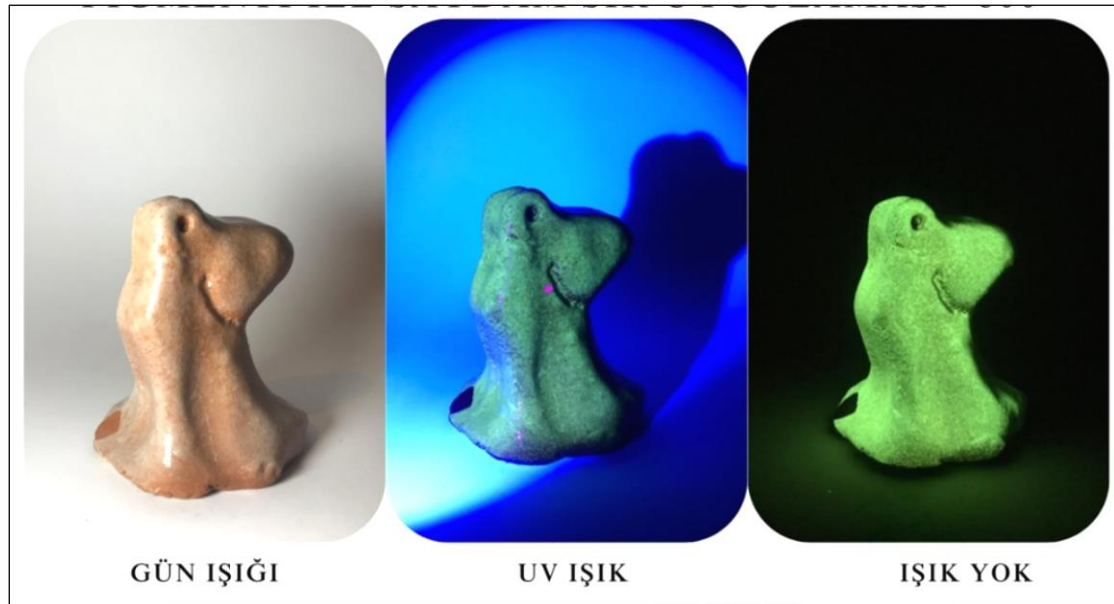
Fotoğraf 67: Stronsiyum Alüminat Pigmenti Katkılı Kod 45 nolu Frit sır uygulaması-
Şamot Çamuru -800 C

Deneme 2



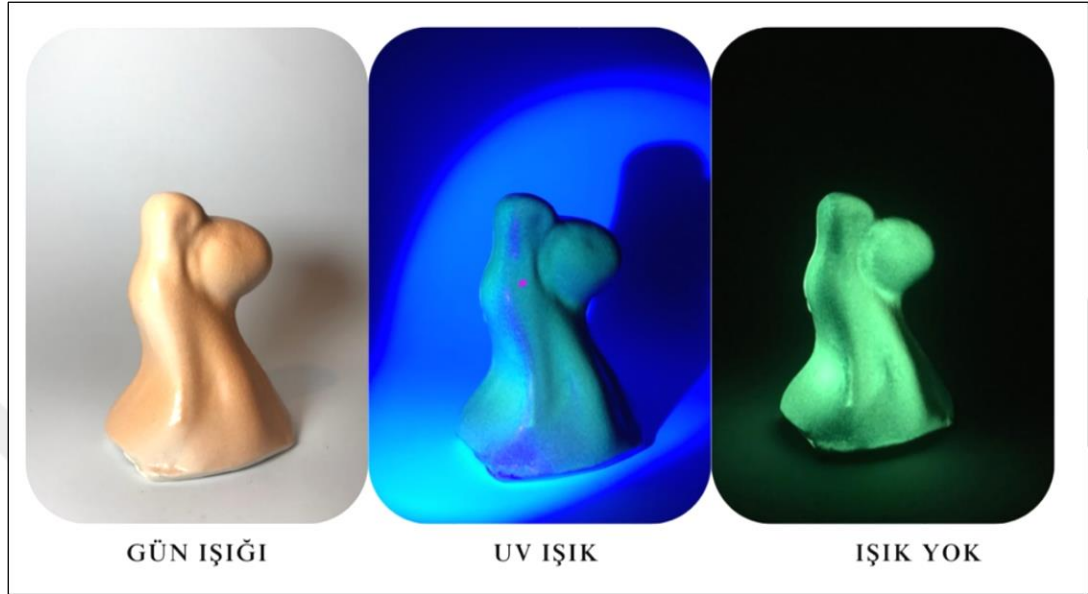
Fotoğraf 68: Stronsiyum Alüminat Pigmenti Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması-
Siyah Stoneware Çamuru -800 C

Deneme 3



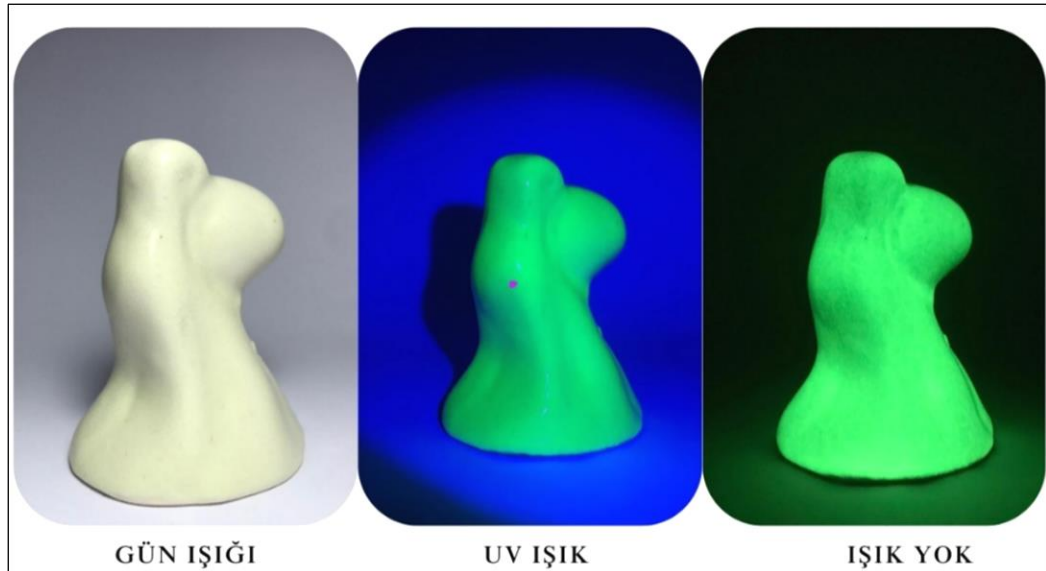
Fotoğraf 69: Stronsiyum Alüminat Pigmenti Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması-
Çömlekçi Çamuru -800 C

Deneme 4



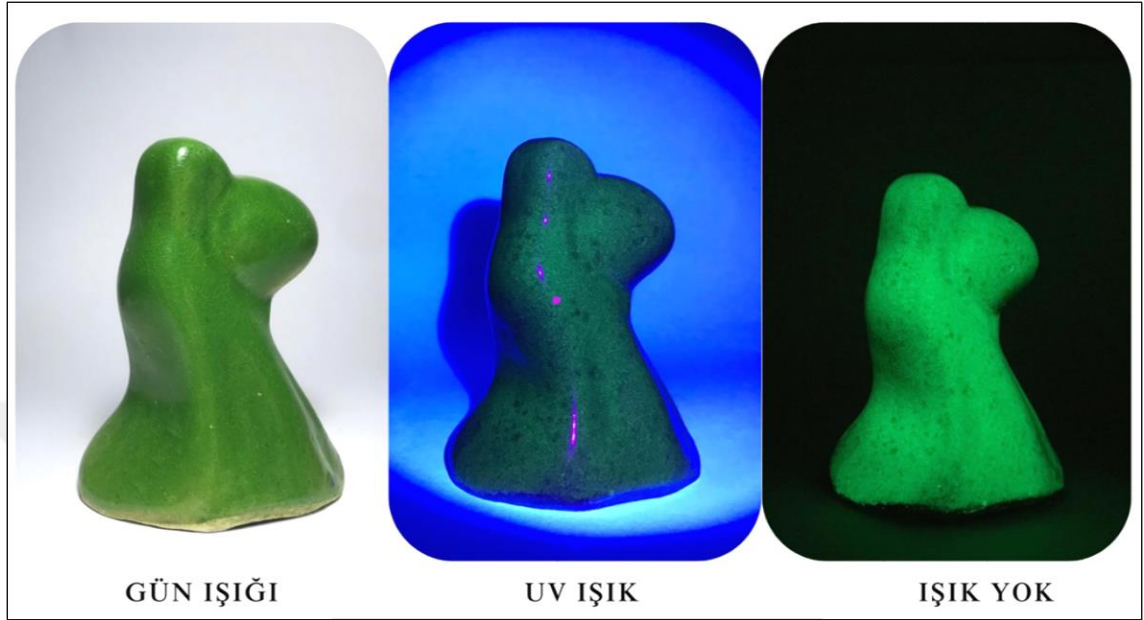
Fotoğraf 70: % 0.5 Turuncu Pigment Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C

Deneme 5



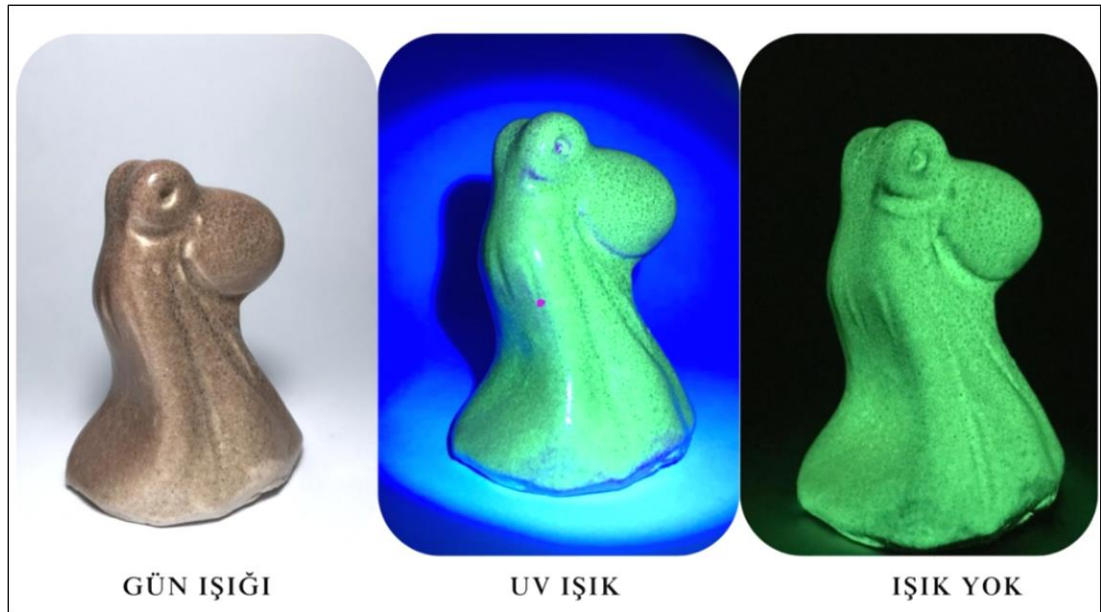
Fotoğraf 71: % 0.5 Kalay oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C

Deneme 6



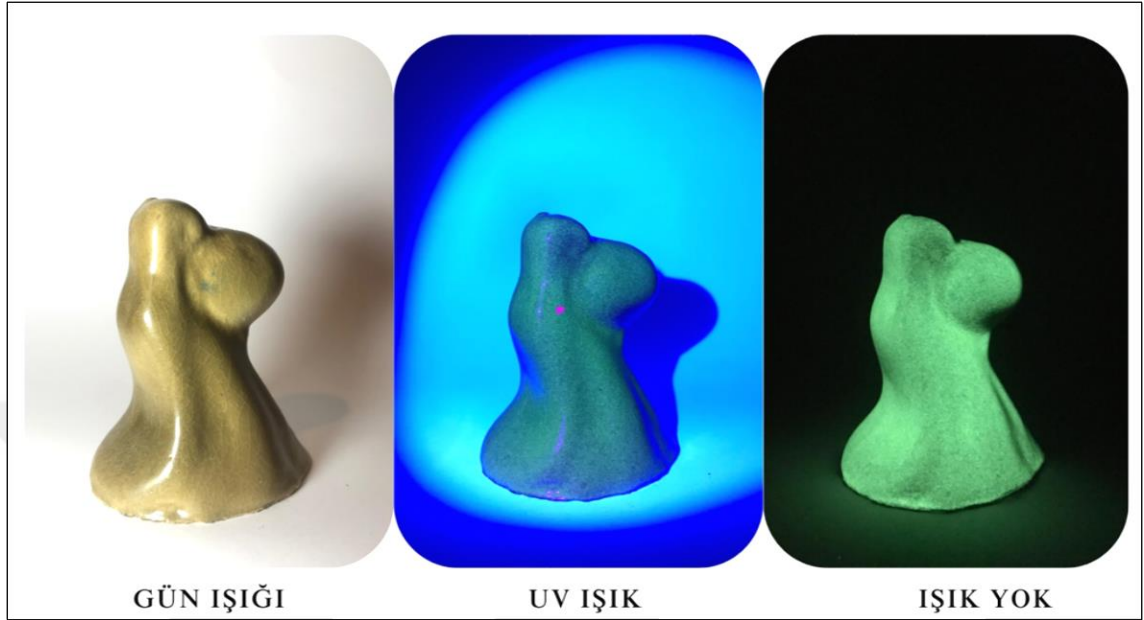
Fotoğraf 72: % 0.5 Krom Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini
Çamuru -800

Deneme 7



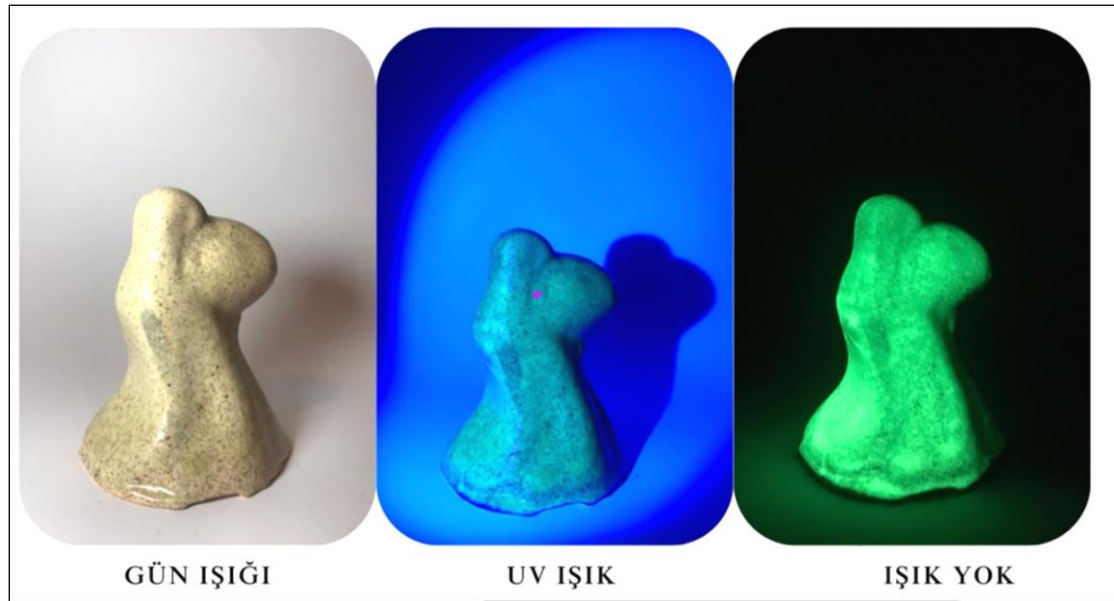
Fotoğraf 73: % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini
Çamuru -800 C

Deneme 8



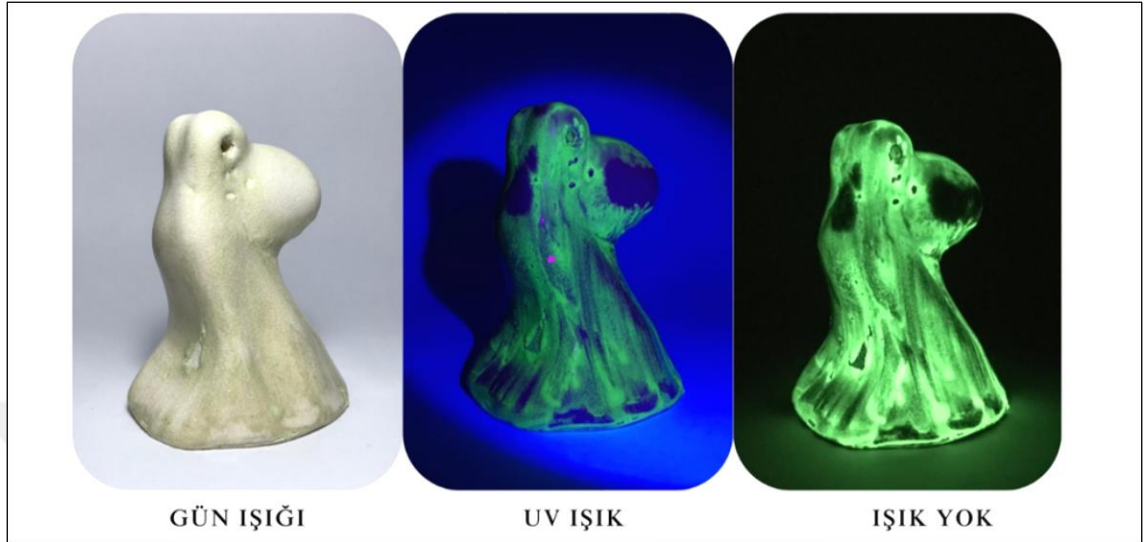
Fotoğraf 74: % 0.5 Nikel Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini
Çamuru -800 C

Deneme 9



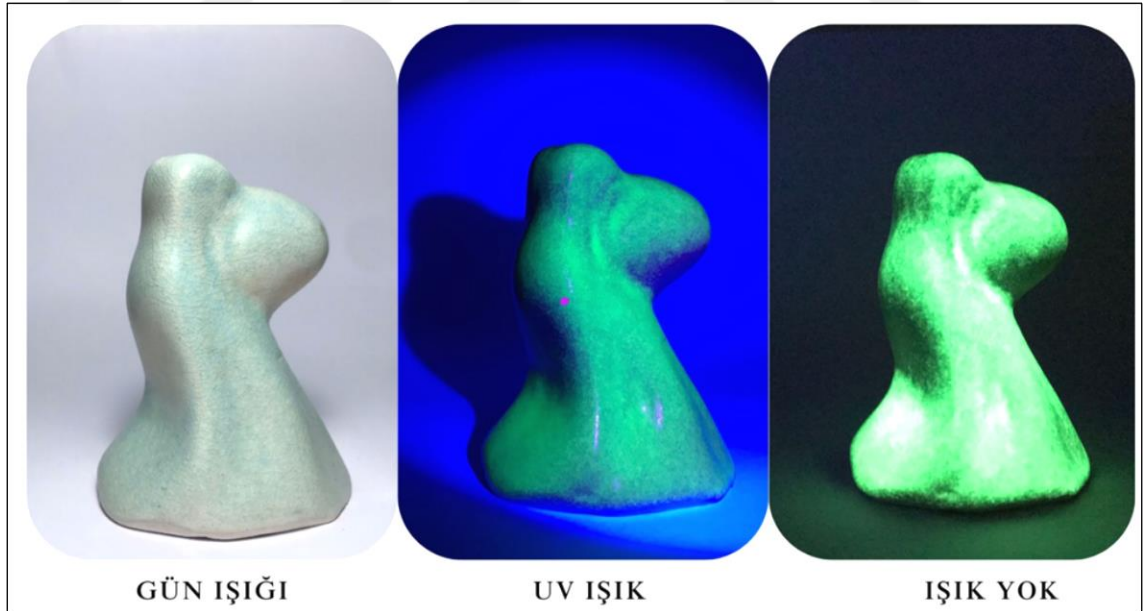
Fotoğraf 75: % 1.5 Demir Oksit (Sarı)Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini
Çamuru -800 C

Deneme 10



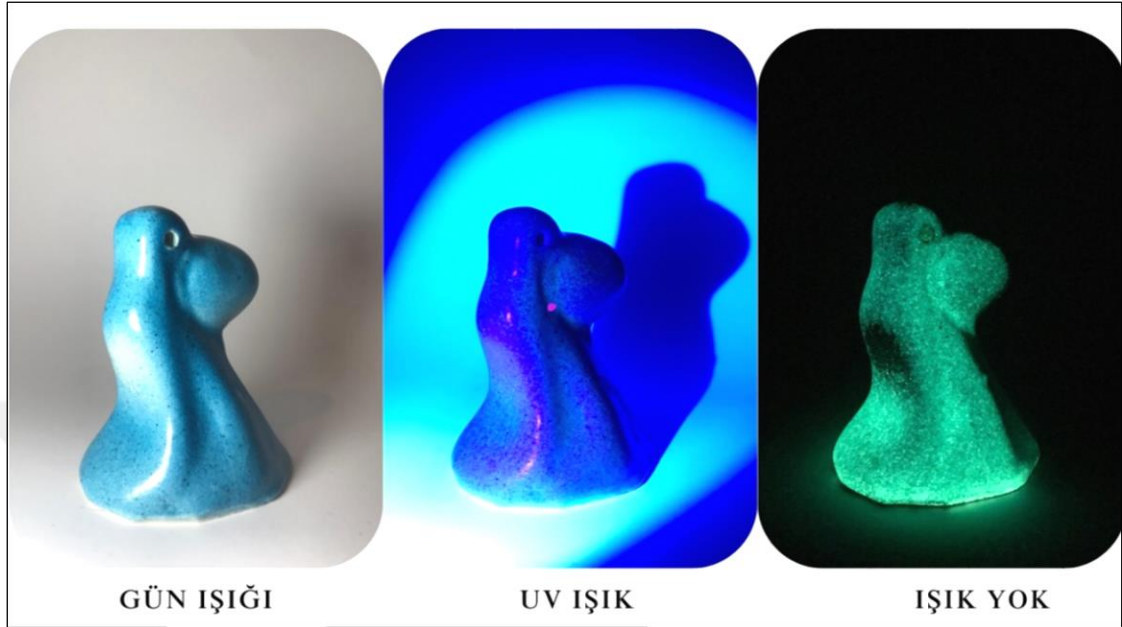
Fotoğraf 76: Stronsiyum Alüminat Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini-800 c

Deneme 11



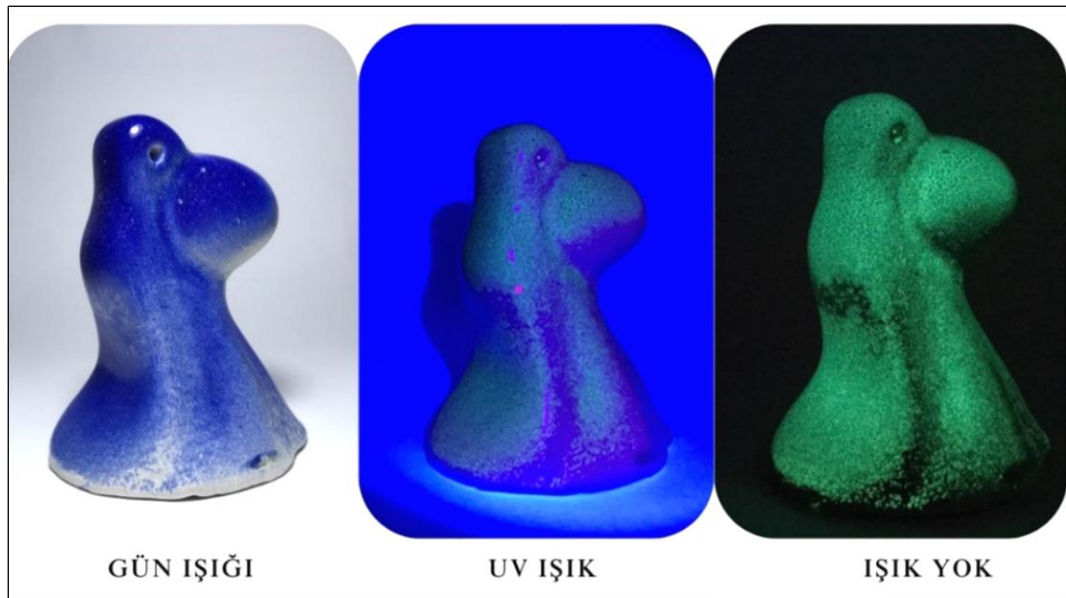
Fotoğraf 77: % 0.5 Bakır Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C

Deneme 12



Fotoğraf 78: % 1.5 Bakır oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C

Deneme 13



Fotoğraf 79: % 0.5 Kobalt oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -800 C

3.7. Sanatsal Uygulamalar

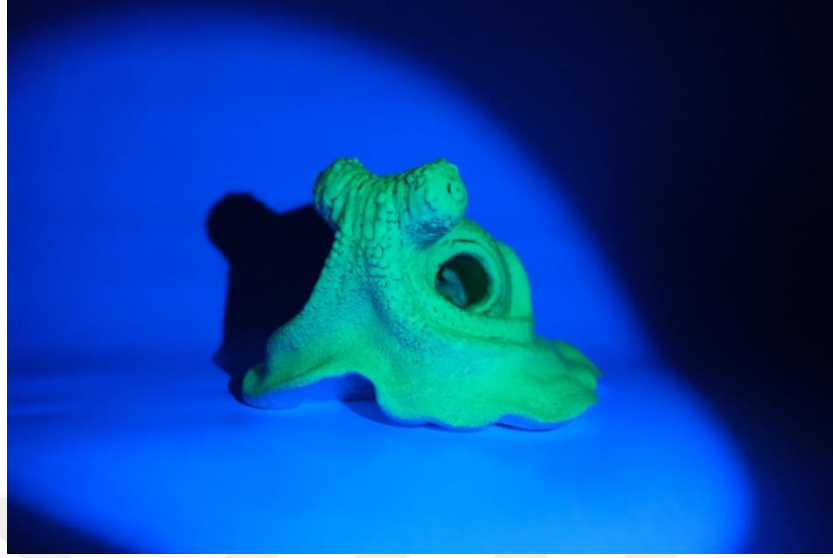
Tez kapsamında gerçekleştirilen sanatsal çalışmalarda özellikle ahtapot figürü ve deniz canlılarının tercih edilmesi, hem kişisel sanatsal arayışlar hem de fosforesans sırların doğası ile kurulan kavramsal bağ ile yakından ilişkilidir.

Öncelikle, ahtapot ve deniz canlıları, doğanın gizemli ve sonsuz döngüsünü temsil etmektedir. Derin denizlerin karanlık ortamında yaşayan bu canlılar, tıpkı fosforesans sırların ışıkla buluştuğunda ortaya çıkan etkileyici parıltısı gibi, gizemlerini ve varlıklarını çoğunlukla gözlerden uzak sürdürürler. Fosfor etkili sırların ışığı depolayıp karanlıkta yayması gibi, bu deniz canlıları da bazen biyoluminesans özellikleriyle kendi ışıklarını üretirler. Bu doğrudan benzerlik, sanatsal çalışmalarda bu iki kavram bir araya getirilmesi için ilham kaynağı olmuştur.

3.7.1.YUVASIZ



Fotoğraf 80: YUVASIZ, El ile şekillendirme.15x14x13, Stronsiyum Alüminat Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini- 800 C,2025 (Gün ışığı Etkisi)



Fotoğraf 81: YUVASIZ,(UV ışık etkisi)

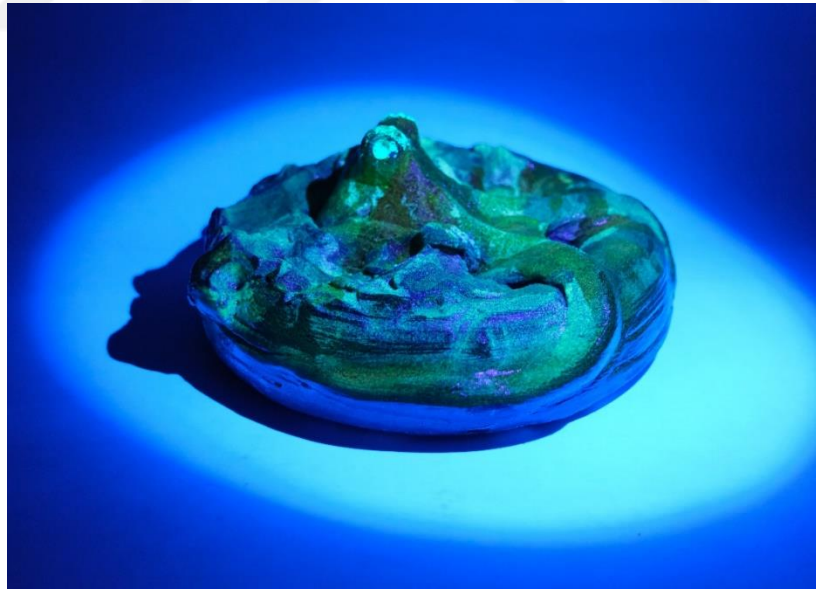


Fotoğraf 82: YUVASIZ,(Karanlık etkisi)

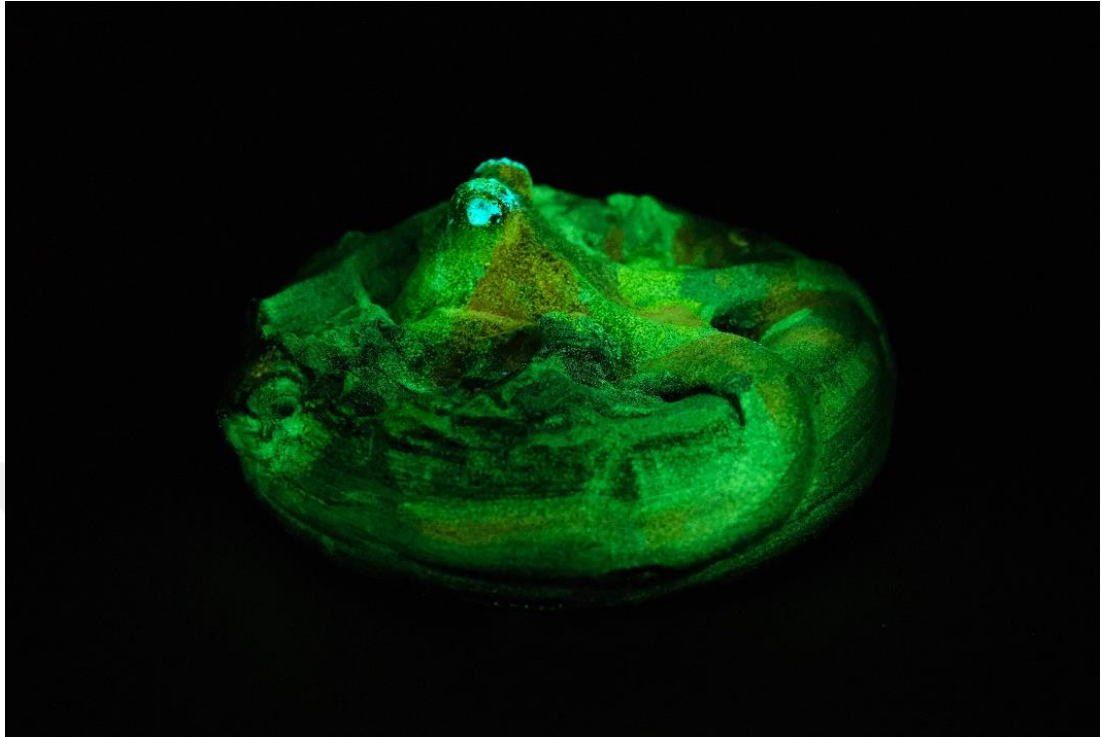
3.10.2.YUVA



Fotoğraf 83:- YUVA, El ve torna ile şekillendirme.17x15x10, sır altı boya ve stronsiyum alüminat katkılı kod 45 nolu frit sır uygulaması- akçini- 900 C,2025 (Gün ışığı etkisi)



Fotoğraf 84:- YUVA,(UV ışık etkisi)



Fotoğraf 85:- YUVA,(Karanlık etkisi)

3.10.3. SEPİA



Fotoğraf 86: SEPİA, El ve torna ile şekillendirme.17x15x10, % 0.5 Mangan Oksit Katkılı Kod 45 nolu Frit Sır Uygulaması- Akçini Çamuru -850 C,2025 (Gün ışığı etkisi)



Fotoğraf 87: SEPİA,(UV ışık etkisi)



Fotoğraf 88: SEPİA,(Karanlık etkisi)

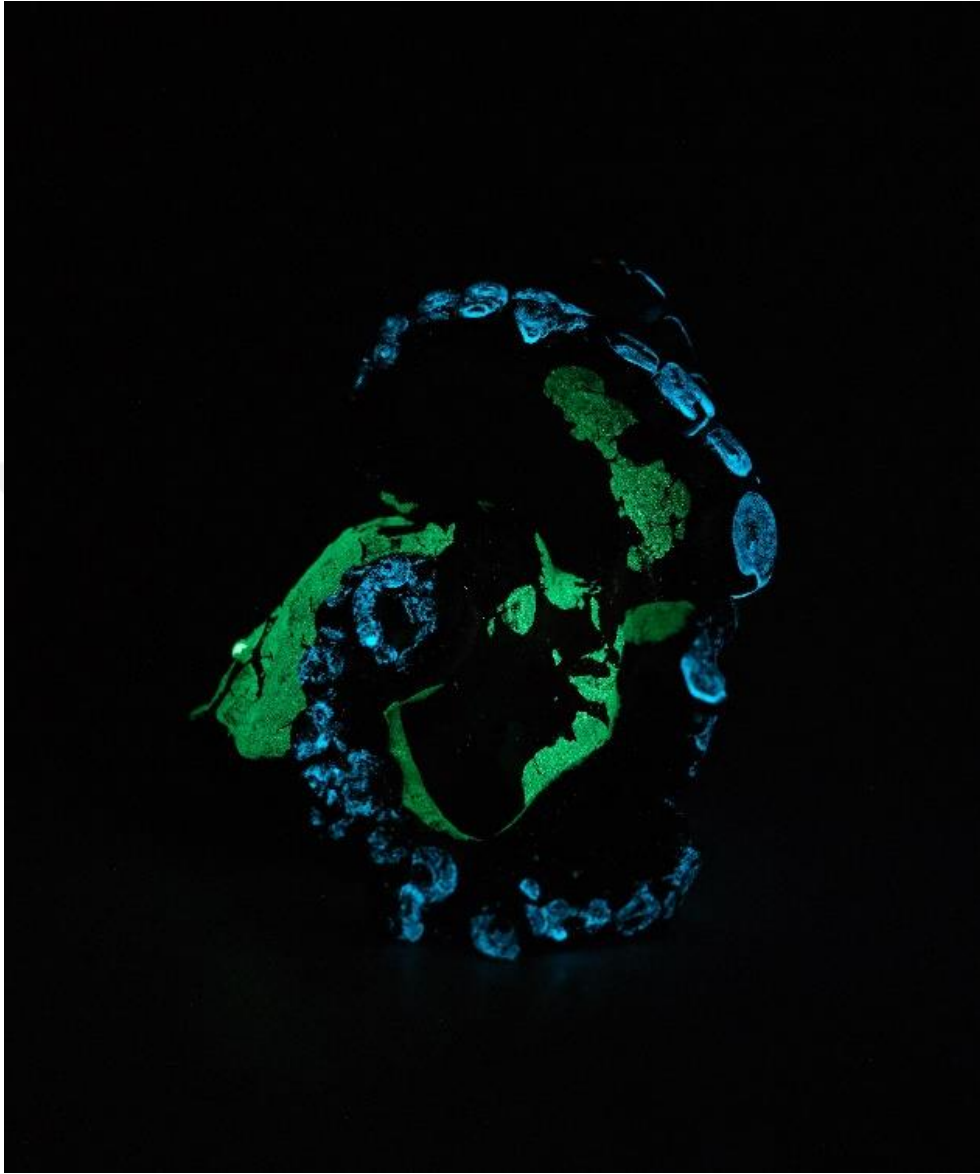
3.7.2.DOKU



Fotoğraf 89:DOKU, El ile şekillendirme.17x15x15, sır altı boya ve stronsiyum alüminat katkılı kod 45 nolu frit sır uygulaması- akçini- 850 C,2025 (Gün ışığı etkisi)



Fotoğraf 90: DOKU,(UV ışık etkisi)



Fotoğraf 91: DOKU,(Karanlık etkisi)

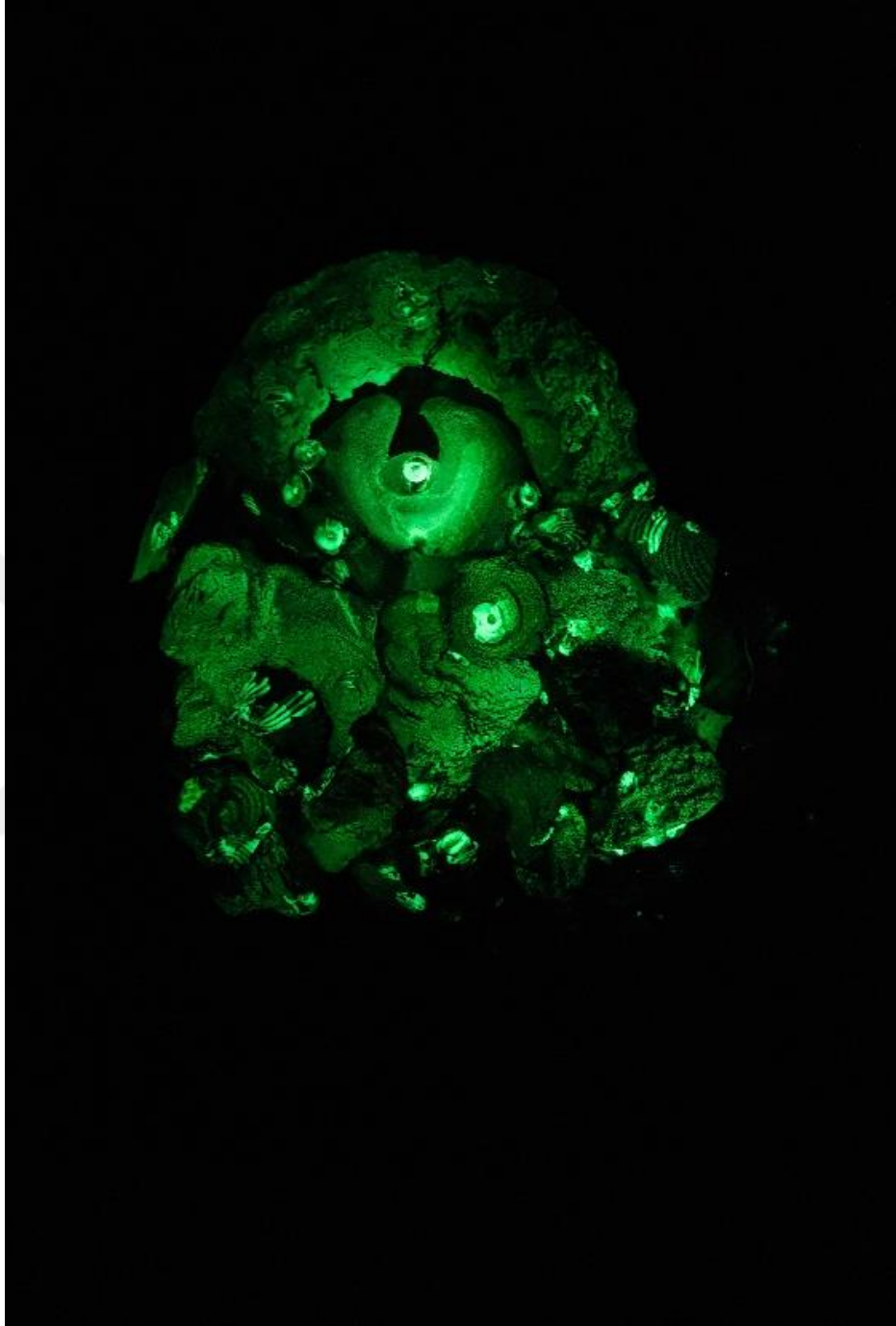
3.7.3.UYUM



Fotoğraf 92: UYUM, Tuval üzerine seramik uygulama karışık teknik.35x50x10,sır altı boya ve stronsiyum alüminat katkı kod 45 nolu frit sır uygulaması- akçini- 750 C,2025 (Gün ışığı etkisi)



Fotoğraf 93:UYUM,(UV ışık etkisi)



Fotoğraf 94: UYUM,(Karanlık etkisi)

SONUÇ

Bu tez, fosforesans etkili sırların tarihsel, teknik ve estetik boyutlarını kapsamlı bir şekilde ele alarak, seramik ve cam sanatındaki potansiyel kullanım alanlarını araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma sürecinde fosforesans pigmentlerin kimyasal yapıları, seramik sırlarıyla olan etkileşimleri ve farklı bünye, pişirim atmosferi ve sıcaklık koşulları altında nasıl bir performans sergiledikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Deneysel çalışmalar, stronsiyum alüminat bazlı fosforesans pigmentlerin, seramik sırlarında ışık depolama ve yayma kapasitesini doğrudan etkileyen kritik bileşenler olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, çalışmada kullanılan bakır, kobalt, krom, mangan, demir, nikel ve kalay oksit gibi renk verici oksitlerin fosforesans etkisi üzerindeki farklı rollerine dair önemli bulgular elde edilmiştir. Kalay oksit katkılı sırların en başarılı sonuçları verdiği tespit edilirken, kobalt ve krom oksit gibi baskın renklendiricilerin fosforesans etkisini baskıladığı gözlemlenmiştir. Mangan oksit ise fosforesans süresini uzatarak estetik ve teknik açıdan olumlu katkılar sağlamıştır.

Çalışma, fosforesans etkisinin korunmasının yalnızca malzeme seçimi ile değil, aynı zamanda pişirim atmosferinin ve sürecinin doğru yönetilmesiyle mümkün olduğunu göstermiştir. Elektrikli ve gazlı fırınlarda gerçekleştirilen testler, fosfor etkisinin redüksiyon ya da oksidasyon ortamlarına karşı yüksek duyarlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle argon gazı kullanılarak nötr atmosfer sağlanması, fosforesans etkisinin korunmasında etkili bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

Sanatsal açıdan ele alındığında, fosforesans sırların ışık ve karanlık arasındaki dinamik ilişkiyi güçlendiren estetik bir unsur olması amaçlanmıştır. Renk verici oksitlerin fosforesans pigmentlerle kombinasyonu, seramik yüzeylerde farklı renk geçişleri ve ışık efektleri oluşturarak eserlerin izleyiciyle olan etkileşimini derinleştirmeyi amaçlamıştır.

KAYNAKÇA

Arcasoy, A. (1983). Seramik teknolojisi. Marmara Üniv., Güzel Sanatlar Fak..

Kaya, S. Y., & Karasu, B. (2010). Mavimsi-yeşil ve sarımsı-yeşil fosforesans pigmentlerin üretimi, duvar karosu vetroza uygulamalarında kullanımı. Seramik Türkiye, 2-8.

Pekkan, K., Gün, Y., Taşçı, E., & Karasu, B. (2015). Mavimsi-yeşil ve sarımsı-yeşil fosforesans pigmentlerin çini sırında değerlendirilmesi, IX. Uluslararası Eskişehir Pişmiş Toprak Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 249-259.

Sarı, S. (2023). 1. Menemen SeramiK Teknolojisi Semineri Sunumları. SeramiK Teknolojisi SemineR S

Makaleler

Dutczak, D., Jüstel, T., Ronda, C., & Meijerink, A. (2015). Eu 2+ luminescence in strontium aluminates. Physical Chemistry Chemical Physics, 17(23), 15236-15249.

Karasu, B., Kaya, G., & Kısacık, Y. (2005). Uzun ışıma süreli fosforesans özelliğe sahip SrAl₂O₄: Eu²⁺, Dy³⁺ sisteminde pigment üretimi, III. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri (SERES 2005) Bildiriler Kitabı, Eskişehir, 750-756.

KARASU, B., & ÖZKARA, Ö. (1999). Cam ve seramik sanayiinde kullanılan fosfor esaslı malzemeler. Metalurji, 23(121), 28-32.

Kunduracı, N., Öztürk, Z. B., & Binal, G. (2020). Fosforesans pigmentli vitrifiye sırları ile enerji tasarruflu yüzeyler. International Journal of Engineering Research and Development, 12(1), 118-124.

Mokhtar, O. M., Attia, Y., Abdelrahman, M., & Khattab, T. A. (2022). An overview of strontium aluminate photochromism for anticounterfeiting applications. Egyptian Journal of Chemistry, 65(131), 1175-1186.

Nikl M. (2006) X-ışınları için sintilasyon dedektörleri. Çek Cumhuriyeti Bilimler Akademisi, Fizik Enstitüsü. İnceleme Makalesi.

Zesen Lin. (2020) Organik Uzun Süreli Lüminesans Malzemeleri için Uyarılmış Durum Dinamikleri Üzerine Çalışmalar. Kimya ve Biyokimya Bölümü, Mühendislik Lisansüstü Okulu, Kyushu Üniversitesi.

Wu, S., Pan, Z., Chen, R. ve Liu, X. (2017). Uzun süreli son ışıklı fosforesan malzemeler. Cham, İsviçre: Springer International Publishing.

Basılmamış kaynaklar (Tezler)

Akbey, U. R. Fosforesans pigmentlerin sanatsal cam çalışmalarında kullanımı (Master's thesis, Güzel Sanatlar Enstitüsü).

Du, Q. (2024). Praseodymium-doped Garnet Ceramic Phosphors for Long Persistent Luminescence.

Kaya, S. Y. (2011). İnorganik Esaslı Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Geleneksel Cam Ve sır Sistemlerinde Kullanımı (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).

Özkara, Ö. (2002). Fosfor Esaslı Boyaların Çeşitli Seramik Sırlarında Kullanımı (Master's thesis, Anadolu University (Turkey)).

ÖZGEÇMİŞ

Eğitim Durumu

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam Tasarım

2016-2021| Lisans

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Seramik ve Cam Tasarımı Ana Sanat Dalı

2021-Devam Ediyor | Yüksek Lisans

Ümran Baradan Güzel Sanatlar Lisesi Resim bölümü 2010-2014 Lise

İş Tecrübesi veya Stajlar Bölümü

2021

2022-Devam Ediyor

hiç urla seramik

Kalıp ve Döküm bölümünde çalışmalar gerçekleştirdim.

2022-Devam Ediyor

Gorbon mimarlık seramik

Bu firmada üretim sorumlusu olarak çalışmaktayım

Kalıp ve Döküm bölümünde çalışmalar gerçekleştirdim.

Sertifikalar

Dokuz Eylül Üniversitesi Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü yıl sonu öğrenci sergisi-2017

Dokuz Eylül Üniversitesi Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü “4. Seramik Sanatı Eğitimi Konferansı-2017”

6.Uluslararası Seramik Pişirim Çalıştayı ANAGAMA-2018

Anadolu Üniversitesi “7. Uluslararası Sanat Sempozyumu-2019”

7. Bodrum Engelliler Sağlık Vakfı Sanat Çalıştayı-2019

Dokuz Eylül Üniversitesi Seramik ve Cam Tasarımı Bölümü “Seramik ile Mekan Oluşturma Yer Edinme-2019 “

8.Uluslararası Egeart Sanata Günleri Koştorla Seramik Pişirimi Çalıştayı-2019

Anadolu Üniveristesi “Uluslararası Çaydanlık Sergisi-2019”

Clay Art Platform Devinim Online Uluslararası Seramik Sergisi 2020

Deniz Kirliliği Üzerine Seramik Uygulamalar Tez Projesi Su Altı Sergisi-DAVETSİZ MİSAFİR 2021

8.Uluslararası Sanat Sempozyumu iartss Anagama Sergisi.2021

8.Bodrum Engelliler Sağlık Vakfı Çalıştayı-2021

Anadolu Üniversitesi “8 Uluslararası Sanat Sempozyumu-2021”

Anagama Sergisi-Online”-2022 (Anadolu Üniversitesi)

V-OGLJE Enstitüsü Uluslararası Pişirim Çalıştayı -2023

Ardağan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakütlesi ULUSAL JURİLİ KARMA SERGİ -2023

İZARTİST Sanat Günleri -2024

Cumhuriyetin 100. Yılında 100 Sanatçı- SANATIN SOLUĞU CUMHURİYET -
2024Uluslararası Sanatçılar Birliği YÜZÜN YÜZLERİ SERGİSİ -2024 Seramiğin Genç
İzleri -2024

Muammer akı 2024 12.Uluslararası Seramik Yarışması Sergisi.

Seramiğın Genç İzleri -2024

Muammer akı 2024 12.Uluslararası Seramik Yarışması Sergisi.

