



**FIRINDA KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME
TEKNİĞİNDE KULLANILAN FARKLI RENKTEKİ
TİCARİ CAMLARDA SICAKLIK ETKİSİYLE OLUŞAN
RENK DEĞİŞİKLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Ayşenur SARI

Eskişehir 2023

**FIRINDA KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE KULLANILAN
FARKLI RENKTEKİ TİCARİ CAMLARDA SICAKLIK ETKİSİYLE OLUŞAN
RENK DEĞİŞİKLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Ayşenur SARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cam Anasanat Dalı

Danışman: Doç. Dr. Gökтуğ GÜNKAYA

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Güzel Sanatlar Enstitüsü
Nisan 2023**

Bu tez çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen 1910E147 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

ÖZET

FIRINDA KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE KULLANILAN FARKLI RENKTEKİ TİCARİ CAMLARDA SICAKLIK ETKİSİYLE OLUŞAN RENK DEĞİŞİKLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayşenur SARI

Cam Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Nisan 2023

Danışman: Doç. Dr. Göktaş GÜNKAYA

Kalıpla cam şekillendirme tekniği, geçmişten bugüne cam sanatı tarihinde tercih edilen uygulama yöntemlerinden biri olmuştur. Tarih boyunca bu teknik gerek sanatsal gerek endüstriyel uygulamalar için gelişen cam üretim süreçleri ile gelişerek değişimler kaydetmiştir. Günümüzde ise cam üretiminde aynı teknikler kullanılmaktadır. Üretim açısından benzer nitelikte fakat daha hızlı, daha profesyonel ve daha büyük miktarlarda üretim sağlanmaktadır. Bununla birlikte uygulama ortamları, gerekli hammaddeler, kullanılan malzemeler ve bilimsel birikim geliştirilmiştir. Cam üretim sürecinde etki anlamında en belirleyici özelliklerden biri de o teknikte kullanılan camların rengidir. Bu sayede renklerin neşe, hüznün, mutluluk gibi psikolojik etkileri, bazı cam sanatçıları için istenen izlenimi verebilmek adına oldukça önemli bir faktör haline gelmiştir.

Bu tez çalışmasında fırında kalıpla cam şekillendirme tekniğinde kullanılan renkler ile ilgili araştırmalar yapılmıştır ve sanatçıların renklerle olan ilişkileri fark edilmiştir. Fırın ısıtma işlem süreci ile de renk ve ton değiştiren camlar tespit edilmiştir. Cama uygulanan ısıtma işlem sonucunda sıcaklık ve süreye bağlı olarak kontrollü bir şekilde farklı etkiler elde edilebildiği gösterilmiştir. Bu çalışma ile cam sanatçıları ve camı endüstriyel bir malzeme olarak kullanan kişiler için kalıp oluşturma tekniğinde istenen cam renginin elde edilmesinde yardımcı bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Cam, Cam sanatı, Kalıpla cam şekillendirme tekniği, Renk etkisi, Renkli cam.

ABSTRACT

EXPLORING COLOR CHANGES ARISING FROM TEMPERATURE EFFECTS IN DIFFERENT COLORED COMMERCIAL GLASSES USED IN KILN-FORMED GLASS SHAPING TECHNIQUE

Ayşenur SARI

Department of Glass

Anadolu University, Institution of Fine Arts, April 2023

Adviser: Assoc. Prof. Göktuğ GÜNKAYA

Kiln-formed glass shaping technique has been one of the preferred methods in the history of glass art. Throughout history, this technique has evolved and changed with the development of glass production processes, both for artistic and industrial applications. Nowadays, similar techniques are used in glass production, allowing for faster, more professional, and larger-scale production. Furthermore, application environments, raw materials, materials used, and scientific knowledge have been developed. One of the most determining factors in the effect of glass production process is the color of the glass used in that technique. As a result, the psychological effects of colors, such as joy, sadness, and happiness, have become an important factor for some glass artists to create the desired impression.

In this thesis, research has been conducted on the colors used in kiln-formed glass shaping technique, and the relationship between artists and colors has been identified. It has been observed that the color and tone of glass change during the heat treatment process in the kiln. It has been shown that different effects can be achieved in a controlled manner depending on the temperature and time applied during the heat treatment of glass. This study is expected to be a helpful resource for glass artists and those who use glass as an industrial material to obtain the desired color of glass in mold-making technique.

Key Words: Glass, Glass art, Glass mold forming technique, Effect of color, Color glass

ÖNSÖZ

“Fırında Kalıpla Cam Şekillendirme Tekniğinde Kullanılan Farklı Renkteki Ticari Camlarda Sıcaklık Etkisiyle Oluşan Renk Değişikliğinin Araştırılması” başlıklı yüksek lisans tez çalışması Anadolu Üniversitesi’nin desteklemiş olduğu Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Tez yazımı sırasında tüm bilgi ve paylaşımları için bana yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Göktuğ Günkaya’ya ve Prof. Mustafa Ağatekin’e aynı zamanda tez jürimde yer alan hocalarım Doç. Elif Ağatekin’e ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Aydın’a teşekkür ederim.

Tezim süresince maddi manevi her türlü desteği veren aileme, her zaman arkamda olan ablam İlknur Koç’a, yardımını esirgemeyen tüm arkadaşlarıma ve bölüm teknisyenlerine teşekkürü bir borç bilirim.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Ayşenur SARI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
GÖRSELLER DİZİNİ	xi
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. CAMIN TANIMI VE RENKLENDİRİLMESİ.....	2
1.1. Camın Tanımı ve Tarihi.....	2
1.2. Renkli Camın Tarihi.....	4
1.3. Renkli Cam Üretim Kimyası.....	8
1.3.1. Pigment kullanımı ile cam renklendirme	10
1.3.2. Koloidal oluşumu ile cam renklendirme.....	12
1.3.3. Cam yüzey renklendirme	12
1.3.4. Kaplama yöntemi ile cam renklendirme.....	15
1.3.5. Redüksiyon ile cam renklendirme.....	15
1.3.6. Devitrifikasyon ile camda renk değişimi.....	18

İKİNCİ BÖLÜM

2. FIRINDA KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİKLERİ	20
2.1.1. Kayıp mum tekniği ile cam şekillendirme	21
2.1.2. Pâte de Verre cam şekillendirme tekniği	27
2.1.3. Füzyon tekniği ile cam şekillendirme	31
2.1.4. Potalı akıtma döküm tekniği ile cam şekillendirme.....	34
2.1.5. Sıcak cam döküm tekniği ile cam şekillendirme	35

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİKLERİNDE KULLANILAN CAMLAR, RENKLER VE RENKLERİN PSİKOLOJİK ETKİLERİ	36
3.1. Cam Renk Seçimindeki Psikolojik Etkiler	39
3.1.1. Renklerin psikolojik etkileri	40
3.1.2. Sanatta sinestezi ve cam ile etkileşimi	43
3.1.3. Cam sanatında sinestezik yaklaşımlar	45
3.1.3.1. <i>Evan Burnette: Camın absürt mizaha dönüşümü</i>	<i>46</i>
3.1.3.2. <i>Karen La Monte: Terkedilmiş bedenler üzerinden bir meydan okuma</i>	<i>47</i>
3.1.3.3. <i>Mustafa Ağatekin: Bilinçaltının iç çekişleri ile yaratım</i>	<i>48</i>

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. FIRINDA KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE KULLANILAN CAMLARIN RENK/TON DEĞİŞİMİ	49
4.1. Belirlenen Renklerin Hazırlanması	52
4.2. Fırınlama Aşamaları ve Fırın Diyagramı	55
4.3. Denemeleri Gerçekleştirilen Camlarda Görülen Renk Değişimleri.....	55
4.3.1. Şeffaf renkli cam	56

4.3.2. Opak beyaz renkli cam	61
4.3.3. Yeşil renkli cam	66
4.3.4. Mavi renkli cam	69
4.3.5. Pembe renkli cam	73
4.3.6. Amber renkli cam	75
4.3.7. Açık pembe renkli cam	78
4.3.8. Lila renkli cam	81
4.3.9. Neon yeşil renkli cam	87
4.3.10. Opak sarı renkli cam	90
4.3.11. Turuncu renkli cam	93
4.3.12. Kırmızı renkli cam	97
4.4. Denemeler Doğrultusunda Belirlenen Renkler ile Cam Eser Üretimi	102
4.5. Kişisel Çalışmalar	107
4.5.1. Tasarım süreci	107
4.5.2. Bir Yer Edinme Olarak Kapının Ardı	108
4.5.3. Görme Payı	109
4.5.4. Kapı Aralığında Sessizliğin Ortasında	111
SONUÇ	112
KAYNAKÇA	116
ÖZGEÇMİŞ	124

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. Cam üretiminde yaygın olarak kullanılan bazı oksitlerin işlevsel sınıflandırılması..	4
Tablo 1.2. Günümüzde cam renklendirmesinde kullanılan oksitler ve cama verdiği renk tonları	9
Tablo 1.3. Bazı cam renklendiriciler ve oksidasyon durumuna göre elde edilen renkler (Cam Türleri ve Camı Oluşturan Oksitler, 2013)	17
Tablo 2.1. Kayıp balmumu dökümü tekniği üretim aşamaları.....	22
Tablo 2.2. Pate de Verre tekniği ile cam şekillendirmek için uygun cam tane boyutları.....	30
Tablo 4.1. Deneysel süreç şeması.....	49
Tablo 4.2. Turuncu cam rengin termogravimetrik analiz (TGA) grafiği.....	50
Tablo 4.3. Cam renk denemelerinde kullanılan fırın diyagramı.....	50
Tablo 4.4. Ticari olarak temin edilen cam renkleri.....	53
Tablo 4.5. (Devam) Ticari olarak temin edilen cam renkleri.....	54
Tablo 4.6. Beyin formu fırın diyagramı 1.....	103
Tablo 4.7. Beyin fırın diyagramı 2.....	105
Tablo 4.8. Ticari olarak temin edilen camlar ve yapılan denemeler.....	114
Tablo 4.9. (Devam) Ticari olarak temin edilen camlar ve yapılan denemeler.....	115

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Bir modelin kendisi ve tek parça kalıp alınmış hali	24
Şekil 2.2. Oluşturulan model, modelin tek parça alınmış kalıp hali ve katmanlı şekilde alınan kalıp hali (http_19), 23.09.2022	25
Şekil 2.3. Fırın dökümü sırasında oluşan hava sıkışması	26
Şekil 2.4. Pate de Verre tekniği uygulama aşamaları.....	28

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 1.1. Obsidyen taşı	2
Görsel 1.2. Lazurit kristali ve Antik Mısır Oyun	5
Görsel 1.3. Camın renklendirilmesinde kullanılan bazı kimyasal elementler ve cama verdikleri renkler.....	8
Görsel 1.4. Azuritin (bir çeşit bakır cevheri) tane boyutuna bağlı pigment renginde oluşan değişimi, sağda görünen yeşil azurit çoğunlukla malahit ile birlikte aynı bakır yataklarında oluşmasından kaynaklanır	9
Görsel 1.5. Doğal pigment ve sentetik pigment.....	11
Görsel 1.6. Sütlü cam, kalsiyum fosfat yani kemik külü ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), kriyolit, sodyum heksafloroalüminat (Na_3AlF_6) ya da kalay dioksit kullanılarak üretilir.	12
Görsel 1.7. Siyah emaye boyalı cam bardak, Nürnberg Almanya, 1680	13

Görsel 1.8. Renksiz kurşunsuz üfleme cam üzerine, kesme, yaldız ve boyalı bezeme, 1913-1945, Corning Museum of Glass	13
Görsel 1.9. Stilize palmet ağacı motifli, Arapça kufi yazılı, 10. yüzyıl sonu 11. yüzyıl başı, Mısır Fatımi Dönemi örneği	14
Görsel 1.10. Michael Glancy, “Submerged Sterling Black”, 2014.....	15
Görsel 1.11. Koyu opal cam üzerinde yüzey devitrifikasyonu	18
Görsel 2.1. Kırmızı balmumu reçine ile 3D yazıcıda oluşturulmuş model (http-30).....	21
Görsel 2.2. Hayvansal balmumu kullanılarak modellenmiş bir figür (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivi)	23
Görsel 2.3. Mum model üzerine eklenen besleme geçidi ve döküm ağzı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivi)	23
Görsel 2.4. Kalıplama öncesi hava kanallarının konumlandırılması (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivi)	24
Görsel 2.5. Ayşenur Sarı, balmumu yöntemi ile şekillendirilmiş cam, 34 x 11 x 4 cm 2022 (Fotoğraflayan: Serhat Özdemir).....	27
Görsel 2.6. Paivi Kekalainen, balmumu kalıbında Pâte de Verre, alt kısımdaki koni kalıbın doldurma ağzında kalan fazla camdır (http-37).....	29
Görsel 2.7. Mare Saare, “Wilderness”, Estonya (http-38)	30
Görsel 2.8. Camın ısıtılma işlemi görmeyen önceki görünümü (A), füzyon (tack füzyon)(B), yarı füzyon (C), tam füzyon (D) (Watkins-Baker, 2010, s. 76)	31
Görsel 2.9. Değişken kalınlıklarda camların kullanımı ile oluşturulan form ve dokunun korunması (http_40)	32
Görsel 2.10. 760 °C’de gerçekleştirilen yarı füzyon denemesinin üstten ve yandan görünümü (http_41).....	33

Görsel 2.11. 815 °C’de gerçekleştirilen tam füzyon denemesinin üstten ve yandan görünümü (http_42).....	33
Görsel 2.12. Keçe üzerine monte edilmiş düz pencere camı ve fırınlama sonrası elde edilen çöktürme tepsiler (http_43).....	34
Görsel 2.13. Cam yüklemesi yapılmış seramik pota (http_44).....	34
Görsel 2.14. Cam yüklemesi yapılmış seramik potanın yandan görünümü.....	34
Görsel 2.15. Sıcak cam döküm süreci (Mehmet Aydın fotoğraf arşivinden).....	35
Görsel 3.1. Kalıba uygun Geleneksel Çek Camı.....	36
Görsel 3.2. Kurşun içerikli kesme dekor Çek kristali	37
Görsel 3.3. Geleneksel Çek Camı	37
Görsel 3.4. Sanatta sinestezi, Carol Steen, “Görüm”,1996.....	44
Görsel 3.5. Elliot Walker, Limonlu Natürmort serisinden.....	45
Görsel 3.6. Evan Burnette, “Akuamarin, Pembe, Mavi Dikroik Parlak Tavuklar”, erimiş ve döküm cam, gümüş ve alüminyum yaldız, 2019-2020.....	46
Görsel 3.7. Karen Lamonte, ‘Nocturne 5’, balmumu tekniği, 152,4 x 73,66 x 55,88 cm, 2015, Corning Museum of Glass.....	47
Görsel 3.8. Mustafa Ağatekin, “Araf Serisi”, kalıpla cam şekillendirme, 39 x 26 x 8 cm	48
Görsel 4.1. Ticari olarak temin edilen Geleneksel Çek Camı örnekleri	52
Görsel 4.2. Cam renk denemeleri için oluşturulan kalıplama süreci	55
Görsel 4.3. Şeffaf renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü(C)	56

Görsel 4.4. Şeffaf renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü(C)	57
Görsel 4.5. Şeffaf renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü(C)	57
Görsel 4.6. Şeffaf renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)	58
Görsel 4.7. Şeffaf renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)	58
Görsel 4.8. Şeffaf renkli camın 800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)	59
Görsel 4.9. Şeffaf renkli camın 850 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)	60
Görsel 4.10. Şeffaf renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)	60
Görsel 4.11. Opak beyaz renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	61
Görsel 4.12. Opak beyaz renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	62

Görsel 4.13. Opak beyaz renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	62
Görsel 4.14. Opak beyaz renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	63
Görsel 4.15. Opak beyaz renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	63
Görsel 4.16. Opak beyaz renkli camın 800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	64
Görsel 4. 17. Opak beyaz renkli camın 850 °C’de yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), aynı sıcaklık ve sürede ısıtıl işlem ile yapılan ikinci ergitme denemesi (B).....	64
Görsel 4.18. Opak beyaz renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışık ile arka ve yan yüzeyin çekilen fotoğrafı (B) ve kalıba temas eden yüzeyin üstten gelen beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (C)	65
Görsel 4.19. Yeşil renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	66
Görsel 4.20. Yeşil renkli camın 675 °C (A ve B) tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	67
Görsel 4.21. Yeşil renkli camın 700 °C (A) ve 725°C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	67
Görsel 4.22. Yeşil renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	68

Görsel 4.23. Yeşil renkli camın 800 °C (A), 850 °C (B) ve 900 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	68
Görsel 4.24. Mavi renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	69
Görsel 4.25. Mavi renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	70
Görsel 4.26. Mavi renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın önden gelmesi (B) ve doğal ışığın arkadan gelmesi (C) sonucu elde edilen görüntüleri	71
Görsel 4.27. Mavi renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	71
Görsel 4.28 Mavi renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	72
Görsel 4.29. Mavi renkli camın 800 °C (A), 850 °C (B) ve 900 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları	72
Görsel 4.30. Pembe renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	73
Görsel 4.31. Pembe renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	74
Görsel 4.32. Pembe renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında fotoğrafı çekilen deneme.....	74

Görsel 4.33. Pembe renkli camın 725 °C (A), 750 °C (B), 800 °C (C), 850 °C (D) ve 900 °C (E) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	75
Görsel 4.34. Amber renkli camın 600 °C (A) ve 675 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	76
Görsel 4.35. Amber renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	76
Görsel 4.36. Amber renkli camın 725 °C (A), 750 °C (B) ve 800 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları	77
Görsel 4.37. Amber renkli camın 850 °C (A) ve 900 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	77
Görsel 4.38. Açık pembe renkli camın 650 °C (A), 675 °C (B) ve 700 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları	78
Görsel 4.39. Açık pembe renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (C).....	79
Görsel 4.40. Açık pembe renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonrası üstten gelen beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)	80
Görsel 4.41. Açık pembe renkli camın 800 °C (A), 850 °C (B) ve 900 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları	80
Görsel 4.42. Lila renkli camın 600 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	82

Görsel 4.43. Lila renkli camın 625 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	82
Görsel 4.44. Lila renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten gelen beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	83
Görsel 4.45. Lila renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	84
Görsel 4.46. Lila renkli camın 700 °C (A), 725 °C (B), 750 °C (C), 800 °C (D) ve 850 °C (E) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	84
Görsel 4.47. Lila renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	85
Görsel 4.48. Lila renkli camın 925 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	86
Görsel 4.49. Lila renkli camın 950 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	87
Görsel 4.50. Neon yeşil renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	88
Görsel 4.51. Neon yeşil renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	88
Görsel 4.52. Neon yeşil renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	89

Görsel 4.53. Neon yeşil renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	89
Görsel 4.54. Neon yeşil renkli camın 750 °C (A), 800 °C (B), 850 °C (C) ve 900 °C (D)tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	90
Görsel 4.55. Opak sarı renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	91
Görsel 4.56. Opak sarı renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	91
Görsel 4.57. Opak sarı renkli camın 700 °C (A), 725 °C (B) ve 750 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	92
Görsel 4.58. Opak sarı renkli camın 800 °C (A) ve 850 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	92
Görsel 4.59. Opak sarı renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı.....	93
Görsel 4.60. Turuncu renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü(B).....	93
Görsel 4.61. Turuncu renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	94
Görsel 4.62. Turuncu renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	95

Görsel 4.63. Turuncu renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B).....	95
Görsel 4.64. Turuncu renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	96
Görsel 4.65. Turuncu renkli camın 800 °C (A) ve 850 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları.....	96
Görsel 4.66. Turuncu renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı	97
Görsel 4.67. Kırmızı renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğraf (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	98
Görsel 4.68. Kırmızı renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	98
Görsel 4.69. Kırmızı renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	99
Görsel 4.70. Kırmızı renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	99
Görsel 4.71. Kırmızı renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonra üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	100
Görsel 4.72. Kırmızı renkli camın 800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	100

Görsel 4.73. Kırmızı renkli camın 850 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	101
Görsel 4.74. Kırmızı renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	101
Görsel 4.75. Balmumu ile oluşturulan model (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	102
Görsel 4.76. Refrakter kalıp için hazırlanan harcın döküm için hazırlanma süreci (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	103
Görsel 4.77. Fırınlama işleminden sonra ve kalıp açılmadan önce elde edilen sonuç (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	104
Görsel 4.78. 675 °C tepe sıcaklığında üç boyutlu form çalışması (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	104
Görsel 4.79. Döküm ağzının modelden temizlenmesi (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)	105
Görsel 4.80. Ayşenur Sarı, “Aydınlık Rüya ile Soğuk Gerçek Çarpıştığında”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 14 x 14 x 21 cm, 2021 (Fotoğraflayan Kubilay Civelek).....	106
Görsel 4.81. Ayşenur Sarı, “Bir Yer Edinme Olarak Kapının Ardı”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 40 x 29 x 17 cm, 2022 (Fotoğraflayan Kubilay Civelek)	108
Görsel 4.82. Ayşenur Sarı, “Görme Payı”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 30 x 28 x 17 cm, 2023 (Fotoğraflayan Kubilay Civelek).....	109
Görsel 4.83. Ayşenur Sarı, “Görme Payı”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 30 x 28 x 17 cm, 2023 (Fotoğraflayan Kubilay Civelek)	110

Görsel 4.84. Ayşenur Sarı, “Kapı Aralığında Sessizliğin Ortasında”, kalıpla cam
şekillendirme tekniği, 32 x 20 x 24 cm, 2023 (Fotoğraflayan Kubilay
Civelek)..... 111



GİRİŞ

Anadolu Üniversitesi tarafından Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiş 1910E147 numaralı “Fırında Kalıpla Cam Şekillendirme Tekniğinde Kullanılan Farklı Renkteki Ticari Camlarda Sıcaklık Etkisiyle Oluşan Renk Değişikliğinin Araştırılması” başlıklı tezde, kalıpla cam şekillendirme tekniği ve bu teknikte kullanılan renkli camlar değerlendirilmiş; cam sanatının günümüze kadar gelişim biçimi, renkli camlarının içerik özellikleri, tercih edilen renklerin psikolojik olarak etkileri ve sinestezik bakış açısıyla çağdaş cam sanatı örnekleriyle incelenmiştir.

Kalıp içi fırında şekillendirme tekniği geçmişten günümüze kullanılan en yaygın cam şekillendirme tekniklerinden biri olması nedeniyle birçok renkte ve türde üretilen cam bulunmaktadır. Bu şekillendirme tekniğinde oluşturulan eserler ve cam renkleri konusunda yapılan çalışma kapsamında yerli ve yabancı birçok kaynak incelenmiştir. İzleyiciye cam sanatında istenilen ifadeyi sunabilmek için camın şekli ve üretim yöntemi gibi renk ve renk tonu da duygu durumlarımızı aktarmada önemli bir anlatım dili oluşturduğu görülmüştür.

Camda istenilen renge ulaşabilmek için pratik ve teorik birikimin uygulamaya dönüştürülmesinden ziyade ülke olarak tedarik edilen cam renklerinin sınırlı bir ton aralığı bulunmaktadır. Bu sınırlar dahilinde camın ürüne kattığı estetik ve fonksiyonellik bakımından kazandırdığı özellikler de sınırlara takılmaktadır. Bu nedenle bu tez kapsamında ulaşılabilen renkli camlar araştırılmış ve farklı tepe sıcaklıklarında yapılan denemelere bağlı olarak cam renk, renk tonu ve çeşitli yüzey etkileri ortaya çıkartılmıştır. Bu doğrultuda elde edilen sonuçların Türkiye’de cam sanatının gelişimine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Genel olarak yapılan araştırmalar sonucunda kalıp içi fırında cam şekillendirme tekniğinde kullanılan renkli camların sıcaklık ve süreye bağlı değişimlerine ilişkin herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle ulaşılan renkli camların özellikleri araştırılarak kalıpla cam şekillendirme tekniğinde kullanılan renk paletinin genişletilebilmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışma, cam sanatıyla ilgilenen uygulayıcılara tek bir renk cam kullanarak nasıl farklı renk ya da renk tonunda cam elde edilebileceği denemeler yapılarak değerlendirilmiştir ve kişisel uygulamalar başlığı altında aktarılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. CAMIN TANIMI VE RENKLENDİRİLMESİ

1.1. Camın Tanımı ve Tarihi

Bir rastlantı sonucu keşfedildiği düşünülen cam, soda veya potas ilave edilerek silis kumunun ateşte eritilmesiyle elde edilmektedir. Bu konu hakkında en yaygın bilgi Romalı Yazar Plinius'un (MS. 23-79) ansiklopedi niteliğinde bulunmuş notlarında anlatılmaktadır ve bu kaynakta camın keşfi ile ilgili şu bilgiler en yaygın olanıdır. Bir ticaret gemisindekiler kıyıya çıkarlar. Ertesi gün, yaktıkları ateşin külleri arasında parlak saydam cam parçaları bulurlar (Karasu ve Ay 2000, s.1).

Böyle bir olayın gerçekliği hakkında net bir bilgi yoktur. Bununla birlikte yapılan analizler, cam yapımı için uygun malzeme ve ortamın oluşturulması durumunda camlaşmanın oluşabileceği doğrultusundadır. Pek çok kullanım alanına sahip olan cam, doğada saf halde obsidyen şeklinde görülmektedir (Görsel 1.1). Çıkartıldığı bölgenin özelliklerine bağlı olarak da mat, yarı saydam, damarlı, noktalı veya farklı renklerde bulunabilirler. En yaygın olarak görülen renkler arasında siyah ve kahverengi karışımı (mahagony obsidyeni), metalik parlaklığı olan gökkuşağı görünümünde (altın veya gümüş obsidyeni olarak da bilinir) nadiren de olsa bazalt ve gabro bileşiğine sahip (taşilit) olarak karşımıza çıkmaktadır (http-1).



Görsel 1.1. *Obsidyen taşı (http-2)*

Camın ne olduğu birçok kaynakta farklı tanımlanmaktadır. Sert, saydam ve kırılğan bir yapıda olması ile bilinse de cam; yarısaydam, opak ve birçok farklı rengi bünyesinde barındıran bir malzemedir. Camı diğ er malzemelerden ayıran en önemli özelliğı erime noktasının olması değıl yumuşama noktasının olmasıdır (Küçükerman, 1985, s.20) . Aynı zamanda bulunduğı ortamın sıcaklığının arttırılmasıyla yavaş yavaş yumuşar daha sonra da sıvılaşıarak akışkan bir hal alır. Davranış değışikliğı gösteren bu malzeme, oda sıcaklığında katı, sert ve kırılğan bir yapıya sahiptir. Cam bu davranış değışikliğı sırasında çalışma aralığı sağlar ve uygulayıcının sıcaklığı kullanarak camı şekillendirmesine olanak tanımaktadır (Bon, 2003, s. 10-16).

Camın yapısı, düzensiz dizilmiş atomlardan oluşmaktadır. İyonik ve kovalent bağ ile atomlar birbirine bağlıdır ve genellikle düzenli bir yapıya sahiplerdir. İlave edilen oksitlerin camlaşma gösterebilmesi için esnek yapıda olması ve camın bu düzensiz yapısını koruyacak sağlamlıkta da olması gerekmektedir. Ergitildiğinde sıvı olan, saydamlığını da iç sınırlarının olmayışından alan bu malzeme ışığın hafifçe kırılması ile çeşitli yansımalarda görülürken saydamlık azaldıkça ışık geçirgenliğı de o oranda azalmaktadır. Camdaki görülen ilginç renkler bu kırılma nedeniyle oluşmaktadır. Cam harmanına eklenen farklı katkılarla camın bu ışık kırılma özelliğinin boyutları değıştirilebilir (MEGEP, 2008, s. 16-21).

Camların yapısında bulunan hammaddeler; cam iskeletini (ağ, şebeke) oluşturanlar, cam oluşumunu kolaylaştıran oksitler (modifiye ediciler, şebeke değıştirenler) ve şartlı cam yapıcılar olarak üç gruba ayrılmaktadırlar. Cam üretiminde kullanılan bazı oksitler aşağıda tablo 1.1’de belirtildiğı gibidir (MEGEP, 2013a, s. 12-16) (Tablo 1.1). Camın yapısında bulunan hammaddeler ile üretilen camlara çeşitli özellikler kazandırmaktadır. Her dönemde camın renklendirilmesi de tercih edilirliliğı ile önemini korumuştur. Bu cam renklendirme süreci birçok yöntem ile gerçekleştirilmektedir.

Tablo 1.1. Cam üretiminde yaygın olarak kullanılan bazı oksitlerin işlevsel sınıflandırılması

Cam İskeletini Oluşturanlar	Modifiye Ediciler	Şartlı Cam Yapıcılar
SiO_2	Sc_2O_3	TiO_2
B_2O_3	La_2O_3	PbO
GeO_2	Y_2O_3	ZnO
P_2O_5	SnO_2	Al_2O_3
As_2O_3	PbO_2	ThO_2
Sb_2O_5	MgO	CdO
	Li_2O	V_2O_5

1.2. Renkli Camın Tarihi

Renkli camlar Antik Mısır'dan günümüze kadar birçok alanda kullanılan büyüleyici bir malzeme olmuştur. Çağ ne olursa olsun, renkli camlarla yapılan formlar o dönemi yansıtan en çarpıcı nesneler olarak konumlandırılmıştır. Camın hammaddesi olan kumun bolca bulunduğu Mısır'da cam üretiminin, seramik sırlama tekniğinden esinlenilerek taklit edilmesi seramik üretiminin cam üretimine katkısını gösteren güçlü bağlantılardandır. Bu yüzden şeffaflıktan uzak oldukça parlak ve renkli olarak üretilmişlerdir. Bu dönemde kalın bloklar halinde üretilen camlar; kırılıp, aşındırılarak farklı soğuk işleme teknikleri ile şekillendirilmektedir. Cam ürünler her ne kadar taklit amaçlı kullanılsa da muhafaza etme, statü belirleme ve inanç kültürü gibi birçok bağlantıyla ilişkilendirilmiştir. Bu amaçlarla üretilen ve kullanılan camların renkli olması cam ürünlerin işlevini ve değerini de belirlemişlerdir. Camların renkli olması kendine özgü bir kimlik oluşturarak, özgün birer üretim parametresi olmalarını sağlamıştır (Küçükerman, 1985, s. 29-32).

Antik Dönem malzeme hiyerarşisine göre; camın, altın ve gümüş gibi değerli malzemelerin altında kalmasından dolayı değerli taşlar kategorisinde yer aldığını söylenebilir. Bu dönemde kullanılan renkli camlar çoğunlukla opak yapıya sahiptir. Silika yerine ezilmiş kuvars çakılları kullanılmaktadır ve elde edilen renkler oldukça canlıdır. Dönemin cam yapımcıları, ezilmiş kuvarsın ergime sıcaklığına ulaşabilmesi için yüksek tuz oranına sahip bitki küllerini kullanmışlardır. Kullanılan bu çöl bitkileri aynı zamanda camın dayanıklılığını arttıran kireç yani kalsiyum oksit (CaO) içermektedir. Yine dönemin cam yapımcıları koyu mavi için kobalt, sarı için kurşun antimonat kullanmıştır. MÖ 1500’lerde kalay tuzlarının opaklaştırma eğiliminin keşfedilmesiyle cam harmanına metal oksitler eklenerek renklendirilmeye başlanmıştır. Genellikle taklit edilen değerli taşların, camda tam olarak doğru rengi vermemesi karşılaşılan zorluklardan olmuştur. Hâl böyleyken ergitilen camın tam olarak ısıtılamamasından dolayı da üretilen nesnelerin şeffaf renkte olmadığı görülmektedir. Özellikle Lapis Lazuli taşından yola çıkılarak birçok farklı mavi renk tonu taklit edilmiştir (Görsel 1.2). Bir diğer taklit edilen renk toprak tonları olmuştur ve bunun için de manganez kullanıldığı düşünülmektedir. Zamanla renksiz cam üretmeyi başarsalar da en çok zümrüt yeşili, altın kahve, hematin (kan) kırmızısı ve mavi renkte camların üretimi yapılmıştır (Demir, 1999, s. 11-16).



Görsel 1.2. Lazurit kristali ve Antik Mısır Oyun (<http-3>)

Antik Dönem cam hamurlarının ergimeye yetecek kadar ısıtılmadığı bilinmektedir. Dönem camları üzerinde yapılan araştırmalarda, soda-kireç camlarının, %60’ı silikat içerikli, %5’i kireçten ve bol miktarda alkali ve parça kalıntılarından oluşturulduğu görülmüştür. Yüksek miktar alkali kullanımı da erime sıcaklığını 725 °C’ye kadar düşürdüğü için homojen ve akışkan bir cam elde etmek mümkün olmamıştır. Soğuma miktarı da eklenen kireç miktarı ile kontrol edilmektedir. Bilinen bir görüştür ki rastgele

yapıldığı düşünölen Antik Dönem cam hamurlarının, istenilen bir eriyik elde edebilecek sıcaklıklara ulaşamaması ve aynı zamanda kimyasal bilginin olmaması gibi nedenlerden sıkıntılar yaşandıdır. Antik Dönem ve Modern Dönem cam hamurlarını kıyasladığımızda, Modern Dönem camlarının daha fazla silikat ve daha az alkali içermektedir. Buna rağmen iki farklı içerikli cam hamurunun da uygun sıcaklık ortamı oluşturulduğunda kolayca eridiğı ve kristalleşme oranının düşük kalmasıyla şekil alma kabiliyeti olduğı görölmüşür (Demir, 1999, s. 1-8).

Antik Dönem simyacılarının, renkli cam üretimi sırasında metal oksit kullanmalarının, üretimi gerçekleştirilen camlarda sık karşılaşılan renk değışimlerine neden olması ile ilgili araştırmalarda bulundukları da bilinmektedir. MÖ 668 ile 626 yılları arasında Kral Assurbanipal Kütüphanesi'ne ait ele geçirilen tabletlerdeki Akadca talimatlarda 2500 yıldan fazla bir süre öncesinde camın nasıl renklendirildiğine dair bilgiler vermektedir ([http-4](#)).

Eğer renksiz bir sır yapmak istersen ayrı ayrı 10 mana (yarım mana 500 gram) kum, 15 mana alkali külü, $1\frac{2}{3}$ oranında kara günlük reçinesini ayrı ayrı ezeceksin. Ondan sonra karıştırarak dörde bölüp, fırının dibindeki dört delikten eşit uzaklıkta yerleştireceksin. Fırının altındaki ateş dumansız iyi bir ateş olmalı. Karışım beyaz bir eriyik haline gelince dışarı alıp soğutacaksın. Tekrar döverek temiz bir eritme potasına koyacaksın. Ardından tekrar fırının içine koyarak eriteceksin. Bu eriyiğın adı ahuzz (sır)'dır. Bakır oksit ile renklendirilmiş bir cam yapmak için de 10 mana bakırı kumdan bir zemin üzerine fırına (takkanu) koyacaksın ve bakır eriyene kadar dumansız iyi bir ateş koruyacaksın. Bakır yumuşayınca kadar yüzeyini bir tırmıkla sıyracaksın. Bu sıyırdığın bakır oksittir ve koyu renklidir. Dövölmüş zükü camlarını fırının içine koyunuz ve bu sıyrılan bakır ile karıştırıp; koyu kırmızı bir renk alıncaya kadar karıştırılacaksınız. Erimiş camı sıcak tuğlalara dökeceksin (Demir, 1999, s. 6).

Bu bilgilere ek olarak tersitu (mavi sır), uknü (lapis mavisi), mor cam yapımı, ferik oksit ile de siyah ve kahverengi cam yapımına dair bilgiler de bulunmaktadır. Yarı değerli taşların taklitleri ve yüksek alkali içeren renksiz sırşu camına (20 mana amnakki kumu, 60 mana salicornia alkali, $1\frac{2}{3}$ güherçile, $1\frac{2}{3}$ mana tebeşir karıştırılarak elde edilir) ait reçetelere de rastlanmıştır.

1980'lerde ise Polonyalı Kimyager Alexander Kaczmarczyk'in yaptığı çalışmalar sonucunda nikel, kobalt, manganez, çinko ve alüminyum gibi elementlerin cama renk verdiği keşfedilmiştir. Bu çalışmaların devamında ise Kaczmarczyk ve çalışma arkadaşları, Mısırlıların kobalt kullanımına ilişkin araştırmalarda bulunmuşlar ve Genç

Tunç Çağı cam yapımcılarının kullandığı düzeye yakın sülfat içerikli Mısır mavisi bir pigment dahi geliştirmişlerdir. 1980'in ilk yıllarında İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) olarak adlandırılan yeni bir yöntem geliştirilerek, numunenin gözle görülemeyecek partiküllerinin kalitatif ve kantitatif analizinin yapılmasına olanak sağlanmıştır. Bu yöntem kullanılarak Yunanistan'da bulunan Genç Tunç Çağı boncukları incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlara göre boncukların, Antik Yakın Doğu veya Mısır izlerine sahip olduğu görülmüştür. Dolayısıyla Yunanistan'ın bu bölgelerden cam ithal ettiği anlaşılmaktadır. Antik Yakın Doğu boncukları daha yüksek oranda krom içerirken, Mısır boncukları zirkonyum, titanyum ve lantan içermektedir (http-5).

Yapılan araştırmaların devamında renk ticaretine dair bilgilerin açığa çıkartılması için malzeme bilimi ile ortak çalışmalar yürütülmüştür. 2020 yılında özellikle sarı rengin elde edilmesinde ve camın opaklaştırılmasında kullanılan antimon elementinin kaynağı araştırılmıştır. Bunun nedeni ise en eski cam örneklerinin çoğunda olması ve antimonun nadir bulunmasından kaynaklanmaktadır. Antimon atom ağırlıklarında farklılık gösteren element versiyonları (izotoplar) analizi ile bugün Kafkasya olarak bildiğimiz bölgede bulunan antimon sülfid madenleri ile eşleşerek, renk ticaretinin bu bölge kaynaklı olduğu düşünülen bir sonuç çıkmıştır (http-6). Yapılan kazılar sonucunda cam hakkında yeni bulgular elde edilmeye devam ederken, geline son noktada camın yapım sürecine dair kesin bir yargıya varmak oldukça zor gözükmemektedir (Özgümüş vd., 2010, s. 121-134)

Araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler gösteriyor ki Antik Dönemden bugüne zamanla cam renklerinin elde edilmesi için özel teknikler uygulanmış ve geliştirilmiştir. Geliştirilen teknik ve cam rengi arasında her dönemde bir bağ kurulmuştur. İlk olarak camın ortaya çıkışı ne kadar taklit (doğal taş ve seramik sır) amaçlı olsa da bu durum günümüze gelene kadar değişiklik göstermiştir. Bugün çağdaş cam sanatı uygulamalarına baktığımızda görüyoruz ki sanatçıların kullandığı teknik ve renklerin kullanım amacı taklitten uzak geçmişle ve kültürle harmanlanarak yeni bir iletişim dili oluşturmaktadır.

Günümüzün endüstriyel renkli cam üretiminde ise geçmişi taklit etme durumu kısmen devam etmektedir. Bugün üretici firmalar ve sanatçılar birçok farklı kompozisyona sahiplerdir. Fakat geçmişte olduğu gibi en parlak ve gösterişli camları elde etmek için bugün de metal oksitlerin kullanılması gerekmektedir. Mesela sarı renkli bir cam elde etmek için kadmiyum sülfüre, mor renkli cam elde etmek içinse mangan dioksit ihtiyacı duyulmaktadır.

1.3. Renkli Cam Üretim Kimyası

Fizyolojik olarak renk, ışığın kendi öz yapısına ve nesneler üzerindeki yayılımına bağlı olarak göz üzerinde yaptığı etkidir. Bu etki, ışığın maddeler üzerine çarpması ve kısmen soğurup kısmen yansması nedeniyle çeşitlilik göstermesine renk tonu veya renk denir. Bununla birlikte renk, herkes için aynı anlama gelmez. Renk olgusu günümüzde, fizik, psikoloji, sanat ya da kimya gibi bilim dallarının inceleme alanına girmektedir (Per, 2012, s. 18).

Teknik açıdan camın renklendirilmesi ise kullanım amacına göre birçok şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar; pigment kullanımı, koloidal parçacık oluşumu, cam yüzeyinin renklendirilmesi, kaplama yöntemi, redüksiyon ve devitrifikasyon gibi temel yöntemler kullanılarak yapılmaktadır (Görsel 1.3).



Görsel 1.3. Camın renklendirilmesinde kullanılan bazı kimyasal elementler ve cama verdikleri renkler
(http-7)

Genellikle formüle edilen renkli camlar, kimyasal içeriklerine göre şeffaf veya opaktır. Üretilen bu camların biçimleri ise kullanılan tekniğe göre toz, frit veya çubuk gibi birçok formda üretilebilmektedir. Özellikle sıcak cam şekillendirme uygulamalarında kullanılan pigmentler çeşitli tane boyutlarında üretilebilmektedir. Bu durumda da bir pigmentin algılanan renk üzerindeki etkisi doğal olarak değişmektedir (Görsel 1.4).



Görsel 1.4. Azuritin (bir çeşit bakır cevheri) tane boyutuna bağlı pigment renginde oluşan değişimi, sağda görünen yeşil azurit çoğunlukla malahit ile birlikte aynı bakır yataklarında oluşmasından kaynaklanır (<http-8>)

Camın renklendirilmesinde kadmiyum selenyum (CdSe) kullanımı cama koyu yakut kırmızı rengi vermektedir. Ergitilmesi oldukça zor olan bu renk doğru sıcaklık ve doğru atmosfer yaratıldığı takdirde istenilen renk elde edilmektedir. Manganez (MnO_2) kullanılarak mor, mavi, menekşe ve bazı kahverengi tonları elde edilebilmektedir (Tablo 1.2). Krom (Cr_2O_3) zümrüt yeşili ve kobalt ($CoCO_3$) ise mavi rengi veren oksitlerdir (MEGEP, 2013b, s. 19-20). Ayrıca cam rengi güneş ışığı veya UV altında etkilenebileceğinden dolayı farklı renk tonlarında görünebilmektedir.

Tablo 1.2. Günümüzde cam renklendirmesinde kullanılan oksitler ve cama verdiği renk tonları

Renk Verici Maddeler	Camdaki %'si	Elde Edilen Renk
Bakır (Cu)	0,03-0,1	Kırmızı
Bakır Oksit (CuO)	0,2-2,0	Mavi Yeşil
Kadmiyum Selenit	0,03-0,1	Kırmızı Turuncu
Kadmiyum Sülfür	0,03-0,1	Sarı
Demir Oksit	4,0'e kadar	Sarı Yeşil
Krom Oksit (Cr_2O_3)	0,05-2,0	Yeşilden Sarı-Yeşile Kadar
Magnezyum Oksit (MgO)	2,0-4,0	Amber
Uranyum Oksit (UO_3)	0,1-0,1	Sarı Flüoresan Yeşil
Selenyum (Se)	-	Pembe
Mangan Oksit (MnO)	5,0-3,0	Pembe
Nikel Oksit (NiO)	0,05-0,5	Kahverengi ve Mor

İstenilen özellikte bir cam üretimi ise birkaç aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle cam yığını hazırlanır, eritilir, hazırlanan eriyik şekillendirilir daha sonra tavlanır ve ardından kullanım amacına göre biçimlendirme işlemlerine tabii tutulur. Başlıca bu beş adım çerçevesinde cam üretim süreci gerçekleştirilir. Camı hammadde olarak üretmek ve üretilen hammaddenin şekillendirilmesi birbirinden ayrı süreçlerdir. Bu süreçlerin de ihtiyaç duyduğu birbirinden farklı teknolojiler ve uzmanlıklar bulunmaktadır. Bir nevi cam hammadde üretimi yapan bir fabrikanın, şekillendirme kısmını kendi tesisinde yapabileceği gibi farklı fabrika veya atölyelere ürün temini yaparak hizmet de verebilmektedir.

Öncelikle cam üretimi için saf ve homojen hammaddelerin tercih edilmesine özen gösterilmelidir. Dolayısıyla cam harmanına girecek hammaddelerin içerisinde varsa eğer yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Uygun karışım elde edildikten sonra cam öğütülmektedir. Üretilen camın kimyasal formülüne göre belli oranlarda öğütülen hammaddeler kullanılmaktadır. Böylelikle gerekli olan cam yığını ergitme aşamasına hazır hale getirilmektedir.

Hazırlanan karışımın ergitme işlemi, ateşe dayanıklı refrakter (silis, zirkon, alümin) malzemeler ile yapılmış yüksek sıcaklık dayanımlı fırınlarda yapılmaktadır. Ergitmesi yapılan cam, şekillendirilebilmesi için önce uygun sıcaklığa (ortalama 1100 °C) getirilmesi gerekmektedir (MEGEP, 2020, s. 14).

1.3.1. Pigment kullanımı ile cam renklendirme

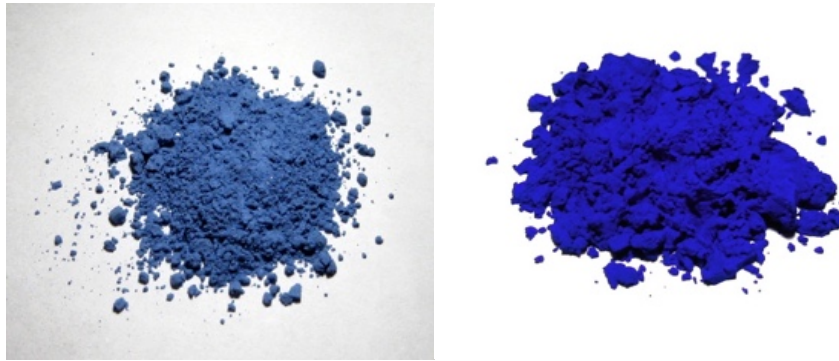
Binlerce yıldır birçok element ve katı hal bileşikler (altın, krom, nikel gibi) renkli görünümünden dolayı ilgi uyandırmışlardır. Böylesine renkli, etkili görünen bu malzemelere değer verilerek madenciliğinin yapılmasının yanında cam ve sırların renklendirilmesi için de teknolojiler geliştirilmiştir.

Renklendirici madde anlamında kullanılan ‘pigment’ Latince ‘pigmentum’ kelimesinden türetilmiştir. Kimyasal bileşimlerine, optik ve teknik özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Pigment; renkli, renksiz, organik veya inorganik şekillerde üretilen kristal katılardır (Pfaff, 2022, s. 15).

Organik ve inorganik olarak elde edilen pigmentler ile renklendirme bunlardan biridir. Pigment kimyasını anlamamanın en basit yolu metal içeriğine sahip olup olmadığıdır. İnorganik pigmentlerin çoğu metaller içerirken organik olan pigmentler hidrojen, karbon, oksijen ve azottan oluşarak, alkali metallerin tuzları halinde bulunabilmektedirler. Yani inorganik pigmentler genellikle cansız malzemelerden (çoğunlukla mineraller ve kömür) oluşurken, organik pigmentler daha çok bitkilerden (gül kökü, çivit otu, tıran moru, gamboge gibi) elde edilmektedir. Hint sarısı, mango yapraklarıyla beslenen sığırların dışkılarından elde edilen organik pigmentlere iyi bir örnek teşkil etmektedir ([http-9](#)).

Bilinen en eski renk pigment ise mısır mavisidir (mavi frit). Kalsiyum bakır silikat, kireç, kuvars kumu, akı (silika ve alümina gibi camlaştırıcıların erime noktasını düşürmek için kullanılan malzeme) ve malakit (bakır karbonat hidroksit minerali) gibi karışımların ısıtılarak ergitilmesi sonucunda elde edilmiştir. Beyaz kurşun (bazik kurşun karbonat), verdigris (bakır, bronz ve pirinç ile oluşturulan mavi yeşil bakır bazlı pigmentlerin ortak adı), vermilyon (toz hale getirilmiş cinebbar yani bir cıva sülfür formu) ve kurşun kalay sarısı en eski kullanılan renklendiricilerdir ve sentetik pigmentlerin gelişimine öncülük etmişlerdir ([http-10](#)).

Zamanla atom ve molekül yapılarının anlaşılması ile laboratuvar ortamında sentetik pigmentler de üretilmiştir (Görsel 1.5). Renk endüstrisinin gelişmesiyle elde edilen bu pigmentlerin belirli oranlarda cam harmanına ilave edilmesi ile istenilen özellikte renkli camlar üretilmektedir (Tablo 1.1).



Görsel 1.5. Doğal ve sentetik pigment ([http-11](#))

1.3.2. Koloidal oluşumu ile cam renklendirme

Günümüzde camın renklendirmesinde kullanılan yöntemlerden biri de cama eklenen metalik nanoparçacıkların çökeltilmesi ile yapılan renklendirme işlemidir. Konsantre koloidal süspansiyonlar, partikülün bir fonksiyonu olarak belirgin bir cam geçişi sergileyebilir (Karasu vd., 2017, s. 209-233). Koloidal süspansiyonlar, sıvı içinde 1 nanometre ile 1 mikrometre arasında oluşarak yarı kararlı amorf katı parçacıkları oluştururlar. Camda oluşan renk geçişleri bu dağılıma bağlıdır ve sıcaklığın işlevinden ziyade konsantrasyonun işlevine bağlıdır (Weeks, 2017, s. 27-28). Düşük konsantrasyonda parçacıklar numunede serbestçe yayılırken, yüksek konsantrasyonda partiküller rastgele bir arada toplanır. Bazı koloidler, ışığın koloid içindeki parçacıklar tarafından saçılmasıyla oluşan Tyndall etkisi (ışığın saçılması) nedeniyle yarı saydamdır (Görsel 1.6). Diğer koloidler opak veya hafif bir renge sahip olabilir. Normal camlarda ise bu geçişler sırasında viskozitelerinde artış yaşanır. Yapısı değişmez sadece dinamik olarak heterojen bir yapı oluşturur (http-12).



Görsel 1.6. Sütlü cam, kalsiyum fosfat yani kemik külü ($Ca_3(PO_4)_2$), kriyolit, sodyum heksafloroalüminat (Na_3AlF_6) ya da kalay dioksit kullanılarak üretilir. (http-13)

1.3.3. Cam yüzey renklendirme

Camın renklendirilmesi için, harmana oksitler eklenebileceği gibi cam yüzeyine uygulanan ilavelerle de çeşitli dekoratif sonuçlar elde edilebilmektedir. Bunlar; emaye boya, yaldızlama (parlak sıvı metaller) veya sedef lüster teknikleridir.

Cam ürünlerin üzerine uygulanan bir boya ya da lak belirli oranlarda karıştırılarak uygulanan yüzey renklendirme işlemine emaye denir (<http-14>). Renkli organik pigmentlerin sentetik reçine ile karıştırılmasıyla emaye boya elde edilir. Emaye boyalar çeşitli renklere sahiptir ve dayanıklılıkları düşüktür (Görsel 1.7).



Görsel 1.7. Siyah emaye boyalı cam bardak, Nürnberg Almanya, 1680 (<http-15>)

Camsı emaye boyalar ise düşük yumuşama sıcaklığına sahip, kurşunlu borosilikat camlardan üretilmişlerdir. Emaye boyalardaki renk oluşumu, metal oksit ilavesi ile ya da sıcaklığa dayanıklı pigment ilavesi ile yapılmaktadır. Yapılan uygulamaya göre şeffaf, transparan, yarı transparan veya örtücü (opal) etkiler oluşturulabilir. Camsı emaye boyalar cam ürün yüzeyine spreyleme, transfer baskı, bantlama ve çizgi çekme, tampon baskı, elle baskı ya da fırça gibi birçok yöntemle uygulanabilmektedir (MEGEP, 2012, s. 2-17).



Görsel 1.8. Renksiz kurşunsuz üfleme cam üzerine, kesme, yıldız ve boyalı bezeme, 1913-1945, Corning Museum of Glass (<http-16>)

Sıvı halde olan parlak altın yaldız ile cam yüzeyler kaplanarak renklendirilebilmektedir (Görsel 1.8). Altın yaldız (limon, kızıl kahve gibi farklı tonları bulunur), gümüş yaldız (altın içine gümüş bileşiği eklenerek oluşturulur) ve platin yaldız (altın içine platin bileşikleri eklenerek elde edilir) gibi farklı yaldız türleri bulunmaktadır. Bu teknik kullanılarak cam yüzey üzerine bantlama, boyama ve baskı gibi yöntemlerin uygulanabilmesine olanak sağlamaktadır. 789 °C ve 840 °C aralığında pişirimi yapılması önerilmektedir (MEGEP, 2009, s. 17-21).



Görsel 1.9. *Stilize palmet ağacı motifli, Arapça kufi yazılı, 10. yüzyıl sonu 11. yüzyıl başı, Mısır Fatımi Dönemi örneği (http-17)*

Parlatmak anlamına gelen lüster, bir diğer cam yüzey renklendirme tekniğidir (Görsel 1.9). Metal, altın ya da bakırımsı renkte bir yüzey etkisi elde edilmektedir. Uygulanan cam yüzeye parlak ve şeffaf bir etki kazandırmaktadır. Sprey, şablon, fırça ya da transfer şeklinde cam yüzeyine uygulama seçenekleri mevcuttur. Antimon, bakır, kalay, bizmut ve birçok değerli metaller lüster boyalarının içeriğini oluşturmaktadır. Sedef görünümü vermek için de ince tabaka halinde tuz çözeltilerini spreyleyerek ya da sıcak cam ürünün üzerine metalik tuz buharı tutularak uygulanır. Gökkuşağı gibi ekstra gösterişli etkinin elde edilebilmesi için de kalay, titanyum, demir klorürler kullanılabilir. 550 °C ile 580 °C aralığında pişirildiğinde iyi sonuçlar vermektedir (MEGEP, 2020, s. 3-10).

1.3.4. Kaplama yöntemi ile cam renklendirme

Cam, pratik amaçlar (ışık geçirgenliği, dekor vb.) doğrultusunda bir çeşit kaplama yöntemi uygulanarak da renklendirilebilmektedir. Camın kaplanması için uygun uygulama süreci ise genellikle üretimin son aşamalarında gerçekleştirilir. Sırlama olarak bilinen gümüş kaplama işlemi bunlardan biridir. Cam yüzeyine gümüş tuzu indirgenerek gerçekleştirilir. Kaplama malzemesine göre kaplama kalınlığı farklılık göstermektedir. Yansıtıcı bir görünüme sahip olduğu için termosların iç kısımlarında, ayna yapımında, mutfak eşyalarında ve sanatsal eserlerde yansıtıcı etki elde etmek için kullanılan yöntemlerden biridir (http-18) (Görsel 1.10).



Görsel 1.10. Michael Glancy, “Submerged Sterling Black”, 2014 (http-19)

1.3.5. Redüksiyon ile cam renklendirme

Cam rengini belirleyen en önemli unsurlardan biri değerlikli iyonlardır. Cam renklerinin stabilizasyonu oksidasyon durumunun kontrol altında tutulması ile mümkündür. Cam bileşenlerin redoks durumu ürünün kalitesini önemli ölçüde etkiler. Cam üretimi esnasında kimyasallar arasında elektron alışverişine bağlı olarak azalış ya da artış görülür. Maddenin elektron kaybetmesi oksitlenmeye (yükseltgeme), elektron kazanması ile oluşan atom ya da iyon gibi değerlerin büyümesi ise redüksiyona (indirgenme) yol açar (Davison, 2003, s. 6-12). Eğer cam malzemenin oksitlenme ve redüksiyon olayları bir arada yaşıyorsa genel olarak redüksiyon tepkimesi (sülfat (SO_3) seviyesinin belirlenmesi olarak tanımlanır. Bu süreçte cam yığını ve kırığı bileşimi, fırın

atmosferi, camın termal geçmişi, kullanılan enerjinin niteliği gibi birçok parametrenin etkisi göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Oksidasyon derecesinin 0 olduğunu kabul edersek, oksitlenme ve redüklenmenin gerçekleşebilmesi için metallerin elektron kaybederek (+n), ametaller elektron kazanarak (-n) bileşik oluşturması gerekir. Oksitlenmenin yüksek seviyelerde olduğu bir cam yapısında, %0.30 olan SO₃ seviyesi, redoks değeri yüksek olan camda %0.025 kadar SO₃ barındırabilir. Redoks değerinin düşük olması da camda rafinasyonun daha iyi gerçekleşmesini sağlar. Sonunda SO₃ formu SO₂ formuna dönüşür. Aynı zamanda fırının daha az yakıt ve düşük enerji kullanmasını sağlar (Hubert vd., 2017, s. 115-129).

Redoks değerinin hesaplanabilmesi için kullanılan malzemeler değişiklik göstermektedir. -0,10 ile -9,00 arasında farklı değerlerde karbon, demir kromit, sülfür kükürt, antrasit kullanılması ile redaksiyon oluşumu sağlanır. +0,19 ve +1,20 arasında değişim göstererek sülfat, sodyum, seryum oksit, demir oksit, sodyum ve potasyum nitrat kullanımı ile oksitlenme oluşumu gerçekleşir. Bu değişiklikler rafinasyon, viskozite, erime süresi, rengin parlaklığı ve kabarcık oluşumu gibi oluşumları etkileyen faktörlerdir. Örneğin kehribar rengi cam üretebilmek için doğru redoks miktarına uygun demir oksit ve sülfür kükürt gerekmektedir. Amber rengi elde etmek için %0.25 ve %0.30 oranlarında demir oksit kullanılırken, altın rengine yakın bir kehribar tonu için %0.15 demir oksit ve daha koyu kehribar rengi için %0.40 demir oksit gerekmektedir. Farklı ışık geçirgenlikleri elde edebilmek adına bazen kobalt oksit ya da bakır oksit kullanılarak daha koyu hale getirilebilir (http-20) (Tablo 1.3).

Farklı oksidasyon oluşumlarına bağlı olarak oluşan renk geçişleri kısmen cam rengine köpürmelerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum ne kadar yığın bileşimi oksidasyon durumuna göre kontrol altına alınsa da bilinçli olarak bu köpürme etkisi sanatsal cam uygulamalarında kullanılabilir.

Tablo 1.3. Bazı cam renklendiriciler ve oksidasyon durumuna göre elde edilen renkler (MEGEP, 2013a, s. 33)

HAMMADDE	RENKLENDİRİCİ	CAM OKSİDASYON SEVİYESİ	
		Yükseltgenmiş	İndirgenmiş
Kobalt oksit	Kobalt oksit (Co_3O_4)	Mavi-Mor	Mavi-Mor
Krom oksit Potasyum dikromat Sodyum dikromat	Krom oksit (Cr_2O_3)	Sarı-Yeşil Kurşun camında sarı	Zümrüt Yeşili
Nikel oksit NiO-yeşil Ni_2O_3 -siyah	Nikel oksit (Ni_2O_3)	Potas camında mor Soda camında bal	Potas camında mor Soda camında bal
Selenyum	Selenyum (Se)	Pembe	Pembe-Bal

Cam ergitmesinin erken aşamalarında karşılaşılan bir diğer durum ise çözünmeyen yığın partiküllerinin gaz çıkışının sağlanamadığı noktalarda hava kabarcıklarının kısmen yüzeyde ya da cam eriğinin iç yüzeylerinde oluşma ihtimalidir. Rengin istenilen şekilde elde edilebilmesi için arsenik trioksitin (yapısında 3 oksijen atomu içeren bileşik) sodyum ver/veya potasyum nitrattan oksijen almasıyla oluşan arsenik pentoksit (yapısında 5 oksijen atomu içeren bileşik) dönüşümü ile oluşan küçük büyük gaz kabarcıklarının çıkarılması oldukça zordur. Ergimenin ilerleyen aşamalarında arsenik pentoksit oksijeni serbest bırakarak, arsenik trioksit geri dönmesiyle sıcaklık düşer ve üretilen büyük kabarcıklar küçük kabarcıkları da toplayarak yüzeye taşır. Bu noktada yığın içeriğindeki sodyum, kalsiyum veya baryum sülfattaki sülfat önemli bir rol oynar ve çözünmeyi hızlandırarak gaz kabarcıklarının daha kolay yüzeye çıkabilmesini sağlar. Aynı zamanda kalan yığın partiküllerinin çözeltiye karışmadığı durumlarda; yüzeyde görülen tam olarak çıkamayan ya da bünye içerisinde kalan hava kabarcığı oluşumu için, fırın sıcaklığının tekrar yükseltilmesinden hemen önce çalışma sıcaklığının 100 °C altında 1 saat bekletilmesi bu gibi sorunları ortadan kaldıracaktır. Bu gaz kabarcık oluşumu etkisi yine köpürme etkisinde olduğu gibi bilinçli olarak sanatsal ürünlere farklı doku ve görünüm kazandırmak için kullanılabilir (http-21)

1.3.6. Devitrifikasyon ile camda renk değişimi

Camın en belirgin özellikleri parlak, pürüzsüz ve şeffaf bir görünüme sahip olmasıdır. Ancak kimi zaman ergime esnasında fırın içi ortamda yaşanan reaksiyonlar camın puslu ya da buzlu bir görünümüne neden olmaktadır (Görsel 1.11). Işık geçirgenliği kısmen ya da oldukça düşük, beyaz kristal bir kaplamaya sahip ve adeta camın kendine özgü bir özelliği gibi görünmektedir. Bu durum ‘devit’ yani devitrifikasyon olarak tanımlanır (<http-22>).



Görsel 1.11. Koyu opal cam üzerinde yüzey devitrifikasyonu (<http-23>)

Devitrifikasyon bir cam yapısının, erimiş halden çok yavaş soğurken kristalize katıya dönüşmesi anlamına gelmektedir. Bu işlemle oluşan kristaller sadece kimyasal reaksiyonla oluşum göstermemektedir. Yanlışlıkla yüksek sıcaklığa çıkmak ya da başarısız tavlama işlemleri sonucu da devitrifikasyon oluşabilmektedir (<http-24>). İçindeki parçacıkların düzenli bir üç boyutlu düzenlemeye sahip olmamasından dolayı amorf yapıda olan cam, kristal oluşum için gerekli olan düzenlemeye sahip değildir (silikat, oksijen, metal bileşikleri gibi). Yapısal düzenliliğin sağlanabilmesi için hızlı soğuma gereklidir. Böylece düşük sıcaklıklarda kararlı bir yapıya sahip olmadıkları için uygun atomik düzenlemelerin oluşturulması gerekmektedir. Genellikle kireç içeriği yüksek camlarda, yanardöner efekti olan camlarda, fırınlama öncesi kullanılan camın doğru temizlenmemesinden dolayı (özellikle kumlu yüzey ve kenarlar) en sık karşımıza çıkan devitrifikasyon örnekleridir (<http-25>).

Devitrifikasyon genellikle 1350 °F'ın (732 °C) üzerinde oluşur ve bu aralıkta ne kadar bekletilirse devitrifiye olma olasılığı o denli artar. Bazı durumlarda ise fırın içinde oluşan sıcaklığın çoğu, rezistanslardan kaynaklı radyan ısılar tarafından oluşmaktadır. Bu durum ortaya çıkabilecek cam rengindeki bozulmanın nedenidir; cam kompozisyonundaki içeriğe ve fırın içerisindeki sıcaklık dağılımının homojen olmamasından kaynaklandığı söylenebilir. Oluşturulan her cam yığını için kristalizasyon oluşumunu sağlayan sınırlı bir sıcaklık aralığı bulunmaktadır. Liküdüs sıcaklığında (Liküdüs sıcaklığı, çok bileşenli faz diyagramlarına bağlı bir denge sıcaklığıdır. Ticari cam ve cam elyafı eriyiklerinde, katıların (kristallerin) birkaç saat içinde, genellikle 6-12 saat içinde oluştuğu ve sıvı (eriyik) ile dengede kaldığı sıcaklıktır) büyük miktarlarda cam üretim süreçlerinde devitrifikasyon sorunları oldukça az görülür. Çünkü liküdüs sıcaklığının yeterince üzerinde cam oldukça sıvıdır (http-26). Camın kristal oluşturmaya fırsat verilmemesi için liküdüs sıcaklığı üzerinde ergitme süreci planlanmalıdır. Cam eriyiğini oluşturan bileşimlerin bu duruma imkân vermediği üretimlerde (soğutma aşamasının yavaş geçilmesi gereken düz cam üretimi gibi) ise CaO yerine MgO düşük oranda eklenerek liküdüs sıcaklığı düşürülebilir. Cam yığınlarının devitrifikasyon eğilimi, liküdüs sıcaklığının altına düşmesi ile doğrudan artma potansiyeline sahiptir (http-27).

Genel olarak camın yeteri kadar temizlenmemesi (parmak izi, cam yüzeyinde kalan etiket veya yapıştırıcılar), kullanılan cam kompozisyonunun sapma eğilimi, camın bir kereden fazla ısı işleme tabi tutulması, fırın içi atmosfer (kalıp malzemeleri, oksitlere bağlı oluşan gaz çıkışları vb.), cam seçimi (bullseye, uroboros veya preciosa vb.), ısı işlemin çok sıcak ve çok uzun olması gibi nedenler cam renginde değişimin görülmesine neden olmaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

2. FIRINDA KALIPLA CAM ŞEKLİLENDİRME TEKNİKLERİ

Cam, Antik Dönemden bugüne kadar birçok farklı kriterlere göre sınıflandırılarak şekillendirilmiştir. Camın fırında, kalıp içinde, ısı ile eritilerek şekillendirilmesi de bu tekniklerden sadece biridir. Camın ısı dolayısıyla sıcaklık karşısında gösterdiği davranış ve sıcaklığın uygulanma süresi kalıp içi cam şekillendirme tekniği için oldukça önem teşkil etmektedir. Aynı zamanda camın türü, boyutu ve biçimi yine belirleyici özellikler arasındadır. Fırında kalıpla cam şekillendirme yöntemlerine baktığımızda ise kayıp mum, pate de verre, füzyon, potalı akıtma döküm ve sıcak cam döküm gibi birçok farklı teknik yaklaşım bulunmaktadır. Modelin mum ile şekillendirilmesiyle oluşturulan kayıp mum tekniği (lost wax), yüksek sıcaklıklarda ve bir kalıp içinde toz cam parçalarının ergitilmesi ile oluşturulan cam hamuru tekniği (pate de verre) ve iki ya da daha fazla plaka camın sıcaklık ile birbirine kaynaştırılmasını sağlayan füzyon teknikleri ile üç başlık altında sınırlandırılmıştır. Kalıp kullanılarak yapılan diğer cam şekillendirme teknikleri ise potalı akıtma döküm tekniği ve sıcak cam döküm tekniğidir. Tüm bu tekniklerin ortak özelliği kalıp oluşturularak camın şekillendirilmesidir.

Her teknik uygulama birbirinden farklı ve benzersizdir. Fakat kalıp kullanılarak oluşturulan yöntem ve malzeme ne olursa olsun uygun sıcaklık, bekleme süresi ve soğutma aşaması gibi dikkat edilmesi gereken ortak parametreler bulunmaktadır. Genel olarak hepsinin ortak noktası ise refrakter kalıp oluşturularak camın şekillendirilmesidir.

Fırında kalıpla cam şekillendirme yöntemleri her ne kadar birçok yöntemi aynı başlık altında toplasa da üretim yöntemleri farklılıklarından dolayı ortaya çıkan nihai sonuçlar birbirinden farklı olmaktadır. Camın kalıp yüzeyine temas eden bölgelerinde nispeten mat bir görünüme sahip bir cam düzeni oluşturmaktadır. Sorunsuz bir cam dökümü yapmak için uzun bir süreç ve uygulayıcının birçok yönü düşünerek planlı bir şekilde hareket etmesi gerekmektedir. Fırın işlem süreci tasarlanan parça boyutuna göre saatler veya haftalar alabilmektedir. Oldukça karmaşık bir prosedür olmasının yanında kapsamlı bir bilgi birikimi ve deneyim gerektiren bir cam şekillendirme sürecidir. Her adımın doğru yapıldığından emin olursa bile zorlukların yaşanabileceği ve başarısız sonuçlar elde edilebileceği unutulmamalıdır.

2.1.1. Kayıp mum tekniği ile cam şekillendirme

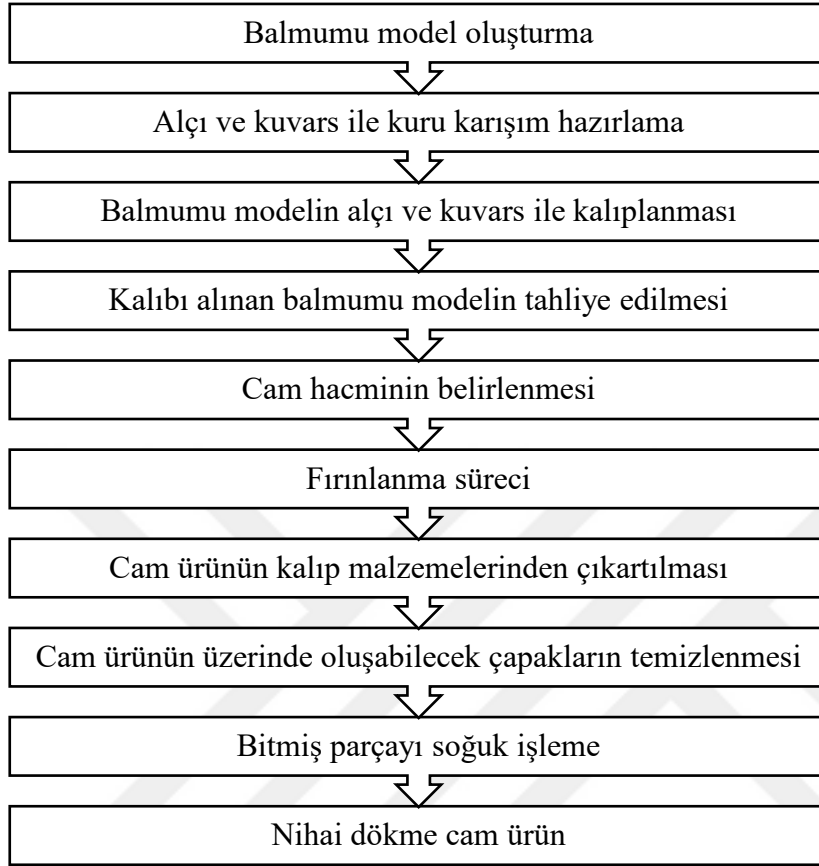
Mum birçok alanda kullanılan endüstriyel bir malzemedir. İmalat sektöründe ve güzel sanatlar gibi birçok alanda aydınlatma amacı dışında kullanılmaktadır. Detaylı ve hassas parça üretimlerinde, diş hekimleri tarafından altın dolgu yapımında ve cam şekillendirilmesinde sıklıkla tercih edilir (Sopcak, 1986, s. 37-39). Kalıpla cam şekillendirme yöntemlerinde en yaygın kullanılan tekniklerden biri de kayıp mum (lost wax) tekniğidir. Genel olarak ana malzemesi balmumundan oluşturulmuş bir modeldir ve refrakter kalıp karışımı ile kaplanarak kalıbı oluşturulmaktadır. Daha sonra mumun tahliye edilebilmesi için özel bir fırın kullanılmaktadır Elde edilen boş kalıp içine uygun miktarda cam koyularak ergitilir (Lundstrom, 1983, s. 19). Günümüzde hassas döküm olarak bilinir. İşlem süreci gereği bu teknik kullanılarak yapılan uygulamalar biricik olduğu için özeldir (<http-28>). Şekillendirme ana maddesi muma ek olarak reçine, katran, don yağı ya da karmaşık desenler için yazdırılabilir balmumu kullanılarak modellemeler yapılmaktadır (<http-29>) (Görsel 2.1).



Görsel 2.1. Kırmızı balmumu reçine ile 3D yazıcıda oluşturulmuş model (<http-30>)

Oluşturulan mum modelin üzerinden döküm alınabilmesi için belli başlı süreçlerin izlenmesi gerekir (Tablo 2.1). Sürecin oldukça karmaşık olduğunu bilerek, basitleştirilmiş şekilde ilerlenecek adımlar şu şekildedir:

Tablo 2.1. Kayıp balmumu dökümü tekniği üretim aşamaları



Balmumu şekillendirmeye başlamadan önce bir tasarım oluşturulmaktadır. Tasarımın boyutlandırılması bu aşamada kalınlığa bağlı olarak fırınlama sürecini ön görülebilir hale getirmektedir. Balmumunun eritildikten sonra uygun çalışma sıcaklığına bağlı şekillendirme aralığı mumun yapısına göre değişiklik gösterebilmektedir. Mikro kristal, parafin, don yağı ve hayvansal mumlar (arı ya da ispermeçet böceği gibi) bunlardan bazılarıdır. Özellikle erime noktası 60 °C üzerinde olan balmumu gibi hayvansal bir mum kullanılıyorsa mumun yanmamasına ve tortu bırakmamasına özen gösterilmelidir ([http-31](#)) (Görsel 2.2). Model oluşturulurken tekstür araçları, ısı tabancası, havya ve dişçilik aletlerinin kullanımı süreci kolaylaştırmaktadır. Modelleme işleminin bittiğinden emin olduğunda, mumun tahliye edilmesi ve sonrasında camın kalıba akışını kolaylaştırmak için döküm ağzı unutulmamalıdır ([http-32](#)) (Görsel 2.3).



Görsel 2.2. Hayvansal balmumu kullanılarak modellenmiş bir figür (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivi)



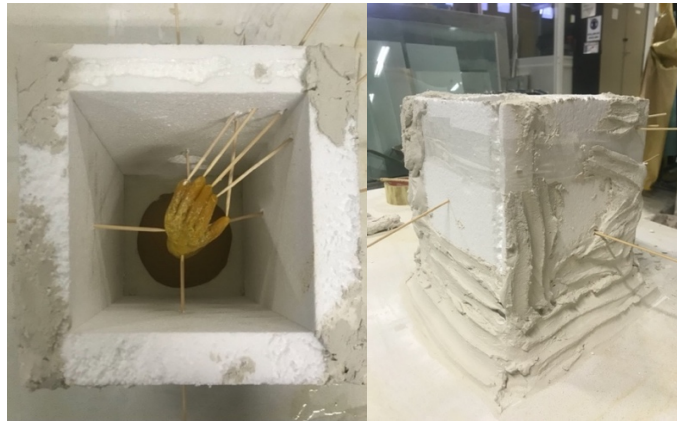
Görsel 2.3. Mum model üzerine eklenen besleme geçidi ve döküm ağız (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivi)

Kalıp alma sürecini daha iyi anlayabilmek için modellenmiş olan tasarım pozitif olarak yani görüntünün tersi olarak düşünülebilir (Şekil 2.1). Modellerin pozitif nesneler olduğunu, kalıpların ise modelin negatif boşluğu olduğunu düşünmek, bu sürecin anlamayı kolaylaştıracaktır.



Şekil 2.1. Bir modelin kendisi ve tek parça kalıp alınmış hali (<http-33>)

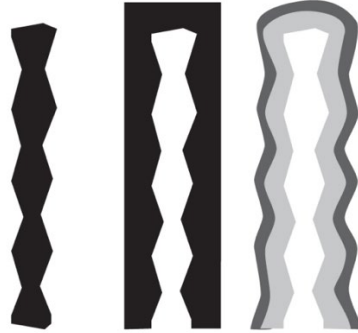
Modelin kalıbı alınırken dikkat edilmesi gereken noktalardan biri de mumdan oluşturulmuş modelin ters açılarıdır. Ters açıların farkında olup uygun yerlere hava kanalları açmak gerekmektedir (Görsel 2.4). Hava kanallarının uygun açılmadığı durumlarda ergitilen cam, kalıbın içinde hava sıkışmasına neden olacak ve camın ilerlemesini engelleyecektir. Tam olarak ilerleyemeyen camın hedeflenen sonuca ulaşması imkansızla yakındır. Bu durum ancak hesaplanan cam miktarının daha fazlası koyularak baskı basıncı oluşturularak ve hava tahliyesi (hava kanalı) ile çözülmektedir. Hava kanalı, ters açılı girift modellerde daha çok ihtiyaç duyulsa da sadece ters açılı modellerde kullanılmaz. Örneğin piramit şeklindeki bir modelin uç noktasına hava kanalı koymak gerekir. Ters açılı olmasa bile daralan bir boğazda cam pelte halinde akarken piramit ucu kısmında hava sıkışmasına sebep olabilir.



Görsel 2.4. Kalıplama öncesi hava kanallarının konumlandırılması (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivi)

Genellikle balmumu cam döküm tekniğinde basit formlar için refrakter karışımlar doğrudan model üzerine dökülerek oluşturulurken, detaylı formlarda karışım model yüzeyine sıvama yöntemi ile uygulanması tercih edilmektedir. Oluşturulan modelin detaylarına göre kalıp karışımının yoğunluğu ayarlanabilmektedir. Her ne kadar uygulayıcıların deneyimlerine göre değişiklik gösterse de kalıp karışımları basitçe %50 alçı %50 kuvars olacak şekilde ve genellikle 1:1/5 oranında su ilave edilerek oluşturulmaktadır. Kalıplama sürecinde kullanılan alçı bağlayıcılık, kuvars kullanımı ise direnç işlevi görmektedir (Thwaites, 2011, s. 99).

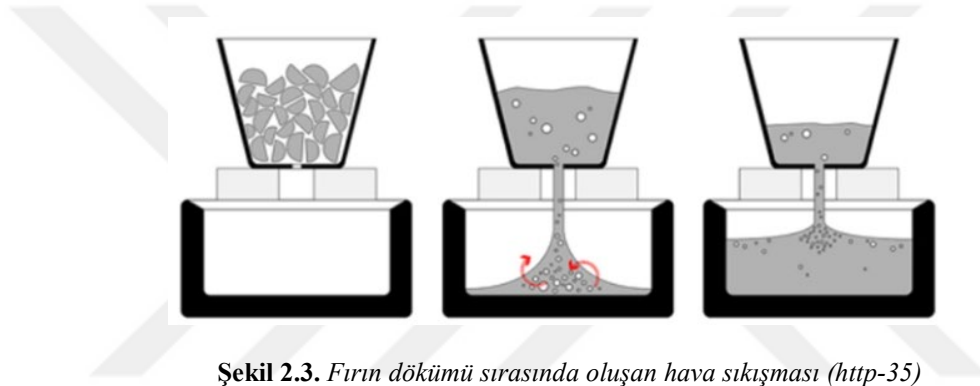
Model karışımla temas etmeden önce zemine sabitlenerek, karışım modelin üzerine dökülmektedir. Alçı kuvars karışım içinde bulunan hava kabarcıkların çıkartılması için döküm masasının sert olmayacak şekilde sarsılması önerilmektedir. Oluşturulan titreşim, kabarcıklara neden olan oksijeni yukarı, malzemeyi aşağı doğru itmektedir ve bu da model üzerinde oluşabilecek delikleri engellemektedir. Bu durum tek parçada alınabilecek kalıplar için uygundur (Baker, 2010, s. 59-60) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Oluşturulan model, modelin tek parça alınmış kalıp hali ve katmanlı şekilde alınan kalıp hali
(http-34)

Detaylı modellerin kalıplama işlemi sıvama yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Balmumu model zemine sabitlenerek, hazırlanan karışım kontrollü bir şekilde ve katmanlar halinde kalıbı alınmaktadır. Kalıp karışımının model üzerindeki kalınlığı birbirine yapışması bakımından önem teşkil etmektedir (Görsel 2.2). Sıvama yöntemi doğrudan döküm yöntemine göre daha az risk oluşturmaktadır. Çünkü katmanlar halinde alınan kalıp çatlak ilerlemesini zorlaştırmaktadır (Thwaites, 2011, s. 64-65).

Kalıp oluşturulup, mum tahliye edildikten sonra çatlama ve gaz çıkışını azaltmak için bünyede kalan suyun uzaklaştırılması ve kalıbın kurutulması gerekmektedir. Kimi cam döküm sanatçıları kalıplarını ortalama 2 ya da 4 hafta arasında doğal kurutma ile kontrollü kurutma süreci tercih ederken, kimileri de cam yüklemesi yapılmadan fırında ön kurutma işlemini tercih etmektedir. Bu süreçten sonra kalıbın iç yüzeyinde sıkışan alçı ve mum kalıntıları temizlemek için basınçlı hava kullanılmaktadır. Bu aşamada kuruma tam olarak gerçekleştirilmez ve cam yüklemesi yapılarak fırın programı başlatılırsa, nem cam yüzeyini kaplayan kirleticilerin gaz çıkışına engel olabileceği için devitrifikasyon ve kabarcık oluşumuna neden olmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Fırın dökümü sırasında oluşan hava sıkışması (http-35)

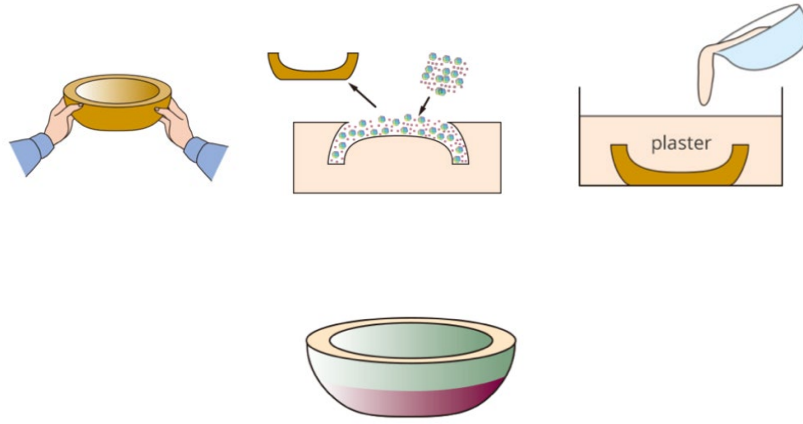
Kalıp kurutulduktan sonra uygun miktarda cam kalıba yerleştirilir. Kullanılacak cam miktarı kalıba yerleştirmek için fazla olduğunda, camlar ısıya dayanıklı bir pota içerisine yerleştirilerek, potadan kalıba akıtma yöntemi ile uygulama yapılabilir. Bu nedendir ki sürecin kalıplama işleminden önce anlaşılması sıkıntısız sonuçlar elde etmemizi sağlayacaktır. Tepe sıcaklığı ve bekleme süresi kalıp içinde camın kolayca erimesini ve kalıbın şeklini alması için belirleyici olmaktadır. Modelin boyutları, kalıp kalınlığı ve kullanılan cam bu süreci belirleyen unsurlardır. Ekstra olarak mukavemeti arttırmak için kümes teli kullanılmaktadır. Tasarlanan model, kalıp ve kullanılan cam miktarı belirlendikten sonra uygun diyagram oluşturularak fırınlama süreci başlatılmaktadır. Ergitme bittikten sonra kalıba uygulanan sıcaklıktan dolayı kalıp parçalanmaya müsait olacağı için kontrollü bir şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Sonrasında soğuk işleme malzemeleri kullanılarak eğer varsa model yüzeyindeki alçı ve çapaklar temizlenerek eser son hale getirilmektedir (Aydın, 2016, s.63) (Görsel 2.5).



Görsel 2.5. *Ayşenur Sarı, balmumu yöntemi ile şekillendirilmiş cam, 34 x 11 x 4 cm 2022 (Fotoğraflayan: Serhat Özdemir)*

2.1.2. Pâte de Verre cam şekillendirme tekniği

Pâte de verre cam döküm tekniğinin geçmişi Mezopotamya'ya kadar uzanmaktadır. Türkçe literatürde “cam macunu” olarak bilinen Pâte de verre işlem en genel hatlarıyla renkli cam parçacıklarını bağlayıcılığı yüksek organik bir konsantrasyon ile karıştırılması daha sonra ısıya dayanıklı bir kalıba yerleştirilmesi ve uygun bir sıcaklıkta fırınlanması ile oluşturulmaktadır (Şekil 2.4). Pâte de Verre tekniğinde kullanılacak camlar, termal şoka uğratıldıktan (ısıtılıp soğuk suya atılarak) sonra makine veya bir alet yardımı ile kırılarak, küçük parçalar haline getirilir. İstenilen boyuttaki cam parçaları bir elek yardımı ile ayrıştırılır, bazı uygulamalarda cam, macun haline getirilip şekillendirmesi yapılmaktadır. Daha sonra kalıpla birlikte fırınlanmaktadır. Bu uygulamada elde edilen işler genellikle granül şeklinde, dokulu yüzeylere sahip sonuçlar oluşturmaktadır. Diğer bir Pâte de verre uygulamasında ise, cam kırıkları kalıp içerisine yerleştirilerek fırınlanır ve cam kırıklarının tam olarak kaynaştığı, tamamen dolu bir yüzey elde edilmektedir (Aydın, 2008, s. 1-8).



Şekil 2.4. *Pâte de Verre* tekniği uygulama aşamaları (<http-36>)

Pâte de verre tekniği ısıya dayanıklı kalıp karışımları ise uygulayan sanatçıya göre değişiklik göstermektedir. Örnek vermek gerekirse:

Reçete 1

- Alçı %28
- Kalsine Kaolen %22
- Kaolen %3
- Öğütülmüş Kum %10
- Granül halde kum %37

(Argy Rousseuo Reçetesi, (Cummings, Keith, Çev: Ağatekin, M., 2009: 38)

Reçete 2

- 850 °C ve 1000 °C
- Alçı (Çankırı alçı) %42
- Kalsine Kaolen %5
- Pişmiş Kalıp Malzeme %32
- Board Atığı %3
- İnce Şamot %3
- Kuvars %16

(Kula, E., Yüksek Dereceli Kalıp Reçetesi Ders Notları).

Pâte de verre tekniğinde kullanılan birçok kalıp yöntemi bulunmaktadır. Özellikle kalıp oluşturma için kullanılan alçı kuvars karışımları hazırlanırken dikkatli çalışılması gerekmektedir. Çünkü bu süreç ne kadar doğru yönetilirse ortaya çıkacak sonuç o denli etkili olmaktadır. Plastik kil, balmumu, silikon ya da alçı gibi birçok malzeme ile model oluşturulmaktadır (Görsel 2.6).



Görsel 2.6. Paivi Kekalainen, balmumu kalıbında Pâte de Verre, alt kısımdaki koni kalıbın doldurma ağzında kalan fazla camdır (<http-37>)

Özellikle kil kullanılarak yapılan modellerin kalıptan temizlenmesi çok daha kolaydır. Fakat ters açıya sahip modeller için balmumu ve silikon pratik olduğu için daha sık tercih edilmektedir. Tek parça halinde oluşturulan kalıplarda cam granüllerin iyi bir şekilde birbirine tutunması gerekmektedir. Çünkü destek alamayan granül parçaları kayarak, istenmeyen durumlara sebebiyet verebilmektedir. Böylelikle cam granülleri yeterli sıcaklığa ulaşabileceklerdir. Sıcaklığın kalıp içerisine işleyebilmesi için Pâte de verre kalıp duvarlarının 3 ya da 4 cm'yi geçmemesine özen gösterilmelidir. Sıcaklık farklılıkları oluşacağından granüllerin bağlantı sorunu veya cam tozuna ulaşan sıcaklık yetersiz kalabilmektedir. Kalıp karışımına %1 ile %1,5 arasında kaolen veya bentonit ilave edilmesi ile kalıp mukavemetinin azaltılarak, cam yüzeyinin parlaklığının artması sağlanmaktadır (Kula, 2018, s. 1046).

Kalıp malzemeleri reçetelere uygun şekilde tartılarak kuru halde iken karışım yapılmaktadır. Bir elek kullanımı ile homojen bir yapı elde edilmektedir. Girift yüzeylere sahip açılar varsa uygun kalıp malzemesi (yumuşak, düz ya da silindirik şeffaf asetat gibi) kullanılarak mutlaka hava kanalı açılmalıdır. Oluşturulan kalıp duvarları 20 mm'den az olmamalı ve maksimum 40 mm'yi geçmemelidir. Kalıp ağız genişliğine sahip ya da tek parçalı ise modelin kolaylıkla temizlenmesini sağlamaktadır. Daha sonra alçı kalıp kurutulmaya bırakılmaktadır. Cam hacminin hesaplanabilmesi için birkaç yöntem bulunmaktadır. Bunlar; modelin suya koyulması, matematiksel hesaplamalar veya kalıba su doldurarak yapılabilmektedir. Her cam türünün özgül ağırlığı farklılık göstermektedir (Soda camı 2.5 gr/cm³ ya da kurşunlu cam 3 gr/cm³). Açık kalıp tercih edilmişse eğer fazla cam (%10) kullanılması uygun görülmektedir (Kula, 2018, s. 1043-1049).

Tablo 2.2. Pâte de verre tekniği ile cam şekillendirmek için uygun cam tane boyutları (Ekrem Kula Ders Notları)

Ölçü	Mesh	Mikron	Mm
Toz	<70	210	0,21
İnce	25-60	707-250	0,70-0,25
Orta	10-20	2000-1000	2.0-1.0
Kalın	4-8	4760-2380	4.7-2.3

Pâte de verre tekniğinde kullanılan cam tane boyutları çeşitlilik göstermektedir (Tablo 2.2). Opak bir renk elde etmek istiyorsak ince tane boyutu, şeffaf bir etki elde etmek istiyorsak da granül tane boyutu arttırılmaktadır (Görsel 2.7).

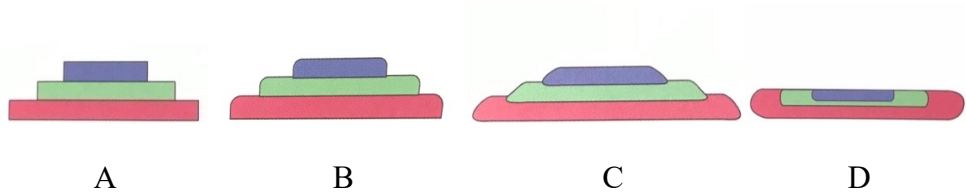


Görsel 2.7. Mare Saare, "Wilderness", Estonya ([http-38](http://38))

Dikkat edilmesi gereken bir diğer unsur fırın diyagramıdır. Cam türü ve boyutu, kalıp kalınlığı, işin büyüklüğüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kalıbın nem oranına bağlı olarak kurutma süresi ve cam kütlenin büyüklüğüne bağlı olarak da soğutma süresi arttırılmaktadır. Fırın diyagramı bitince akabinde kalıp çıkartılmamalıdır. Kalıp içi sıcaklık ile fırın diyagramının bitmesi doğru orantılı olmayabileceğinden, fırın içi ısısının oda sıcaklığına geldiğinden emin olduğunda kontrollü bir şekilde kalıbın temizlenmesi uygun görülmektedir.

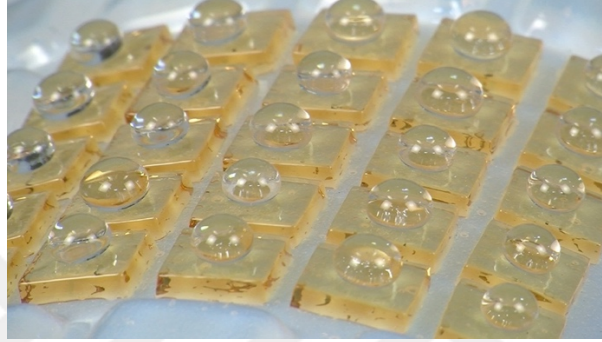
2.1.3. Füzyon tekniği ile cam şekillendirme

Füzyon tekniği, cam şekillendirme tekniklerinden biridir ve yaygın olarak tercih edilir. Füzyon kabaca farklı renklerde ve şekillerde iki ya da daha fazla cam parçasının üst üste yerleştirilerek yumuşama sıcaklığında birbirine kaynatılması işlemidir (Görsel 2.9). Camların birbirine yapıştırıldığı ve köşelerin keskin kaldığı, camların birbirine yapıştırıldığı ve köşelerin yuvarlaklaştığı ya da camların birbirine yapıştırılıp birbirine kaynaştırıldığı şekilde, füzyon (tack füzyon), yarı füzyon ve tam füzyon uygulamaları bulunmaktadır (Griffith, 2007, s. 48-49). Refrakter kalıp kullanılarak çökertme ve sarkıtma yöntemleri ile de cam şekillendirilebilmektedir. Bu aşamalardan her biri, tepe sıcaklığına bağlı olarak çeşitli yüzey ve renk etkilerine neden olmaktadır (Görsel 2.8). Çünkü cam, sıcaklık arttıkça daha akışkan hale gelmekte ve bu nedenle yumuşadıkça şeklini kaybetmektedir. Dolayısıyla çok sayıda etki ve form yaratılmasına olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda cam tabakaların arasına ince metal tel veya ısıya dayanıklı pigment kullanılarak farklı dekoratif etkiler elde edilebilir.



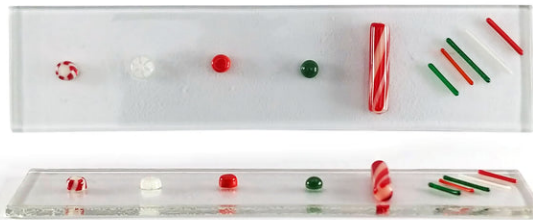
Görsel 2.8. Camın ısı işlem görmeden önceki görünümü (A), füzyon (tack füzyon)(B), yarı füzyon (C), tam füzyon (D) (Watkins-Baker, 2010, s. 76)

İki farklı cam parçasının sadece birbirine yapışacak kadar ısıtılırken fiziksel özelliklerini kaybetmeyecek veya düz bir şekilde eriyecek kadar kaynaşması (700 ve 750 °C) işlemine kontur kaynaşma ya da yapışkan kaynaştırma (tack füzyon) denir (Watkins-Baker, 2010, s. 75). Kullanılan camın türüne ve tepe sıcaklığında tutulduğu süreye göre değişiklik gösterebilir (Haunstein, 2012, s. 34). Dokulu artistik cam uygulamalar oluşturmak için etkili bir yöntemdir (http-39) (Görsel 2.9).



Görsel 2.9. *Değişken kalınlıklarda camların kullanımı ile oluşturulan form ve dokunun korunması*
(http-40)

Yarı füzyon, düşük sıcaklıklarda (750 ve 780 °C) gerçekleştirilmektedir. Kısmen kaynaşmanın elde edilmesi, olması beklenen sonuçtur. Genellikle camın köşe gibi keskin alanları yuvarlak hatlara dönüşürken cam kalınlığında yayılma veya yükseklik kaybı gibi bir değişim görülmemektedir (Görsel 2.10). Cam parçalarının çok detaylı olması durumunda ise cam yüzeyinde iz bırakmayan PVA jel yapıştırıcı (polivinil asetat) kullanılabilir.



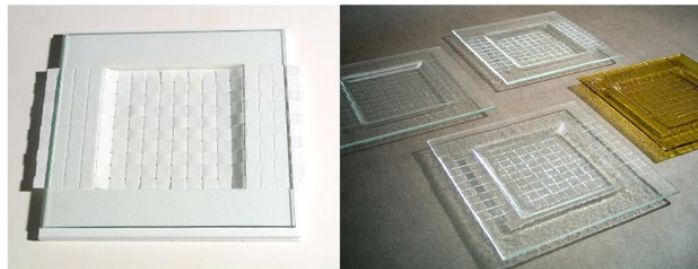
Görsel 2.10. *760 °C'de gerçekleştirilen yarı füzyon denemesinin üstten ve yandan görünümü* (http-41)

Tam füzyon, yüksek sıcaklıklarda (780 ve 820 °C) gerçekleştirilmektedir. Fırınlanma sürecine kadar akış şeması yarı füzyondaki gibidir fakat ortaya çıkan sonuç farklılık göstermektedir (Watkins-Baker, 2010, s. 75). (Görsel 2.11). Birbiri ile tam kaynaşma gösteren camlar fırınlanma öncesine göre daha incedir ve köşeler yuvarlak hatlara dönüşmüştür. Tam füzyonlanan camların kontrol altında tutulabilmesi için kalıp içinde olması ya da ısıya dayanıklı refrakter malzemeler ile çevrenmesi gerekmektedir (Ağatekin, M. Cam ders notları).



Görsel 2.11. 815 °C'de gerçekleştirilen tam füzyon denemesinin üstten ve yandan görünümü (<http-42>)

Çöktürme işleminde ise kontrollü kaynaşma (732 ve 794 °C) gerçekleştirebilmesi adına yavaş bir süreç izlenmektedir. Kalıp detaylarının iyi oluşması için çökme sıcaklığına yavaş çıkılması gerekmektedir. Böylelikle kalıp detayları cam yüzeyinde daha iyi oluşacaktır. Cam, oluşturulan kalıbın şeklini almaya ağır kısımdan başlamaktadır ve daha sonra kenar kısımların çökmesi gerçekleşmektedir. Bu çökme esnasında hava sıkışması yaşanacağı için forma uygun noktalardan tahliye kanalları açılmalıdır (Lundstrom, 1983, s. 81) (Görsel 2.12).



Görsel 2.12. Keçe üzerine monte edilmiş düz pencere camı ve fırınlanma sonrası elde edilen çöktürme tepsiler (<http-43>)

2.1.4. Potalı akıtma döküm tekniği ile cam şekillendirme

Potalı akıtma döküm tekniği, oluşturulan refrakter kalıp fırına yerleştirildikten sonra kalıbın döküm ağzına denk gelecek şekilde altı delik bir seramik pota (sırsız derin kaseler, board duvarlarından oluşturulan hazneler vb.) yerleştirilir (Görsel 2.13). Kullanılan potalar yüksek sıcaklığa dayanabilen bir malzeme olmalıdır. Bu pota içine yerleştirilen camlar sıcaklık ile eriyerek potanın açıklığından akarak, kalıbın boşluğunu dolduracaktır (Kohler, 1998, s. 61) (Görsel 2.14). Bu teknik kullanımı ile şeffaf ve detaylı cam formlar oluşturulmaktadır. Ayrıca potadan akan ermiş cam, kalıp içinde hava kabarcığı oluşmaması için cam parça boyutunun küçük parçalı ya da toz halinde kullanılmamasına özen gösterilmelidir (Kervin ve Fenton, 2000, s. 43).



Görsel 2.13. Cam yüklemesi yapılmış seramik pota (<http-44>)



Görsel 2.14. Cam yüklemesi yapılmış seramik potanın yandan görünümü

(Mehmet Aydın fotoğraf arşivinden)

2.1.5. Sıcak cam döküm tekniği ile cam şekillendirme

Sıcak cam döküm tekniği kısaca potadan alınan sıcak camın daha önceden ısıtılmış kalıba aktarılması işlemidir. Fırına yerleştirilen kalıbın sıcaklığı sıcak cam dökümü için 750 °C civarına çıkartılır. Başka bir fırında 1110 °C sıcaklıktaki eriyik cam, kepçe ya da pipo gibi cam şekillendirme aletleri yardımı ile alınır. Alınan cam daha sonra refrakter kalıp içerisine dökülerek kalıp boşluğu doldurulur (Görsel 2.15). Kullanılan cam türü ve büyüklüğüne bağlı olarak kontrollü bir şekilde soğutması gerçekleştirilerek tavlama işlemi tamamlanmaktadır. Tavlama işlemi sonrası süreç diğer fırında kalıpla cam şekillendirme tekniklerinde olduğu gibi gerçekleştirilir. Refrakter kalıp uygun el aletleri yardımıyla temizlendikten sonra çeşitli işlemlere (taşlama, kumlama ve parlatma gibi) tabi tutularak süreç tamamlanır (Paktur, 2019, s. 73).



Görsel 2.15. Sıcak cam döküm süreci

(Mehmet Aydın fotoğraf arşivinden)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİKLERİNDE KULLANILAN CAMLAR, RENKLER VE RENKLERİN PSİKOLOJİK ETKİLERİ

Günümüzde arz talep doğrultusunda ürün geliştiren ve üreten birçok firma ve cam türü bulunmaktadır. Bunlardan bazıları 1974 yılında Port Land’da kurulan Bullseye Glass, 1993 yılında Yeni Zelanda’da kurulan Gaffer Coloured Glass ve 1973’te ABD’de kurulan Uruboros Glass ’dır. Bunlara ek olarak Japonya’da 1977 yılında Santoku Glass ve Çek Cumhuriyeti’nde iki farklı faaliyet gösteren firma Banas Glass ile Liba Colors 96 da bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında 2009 yılında Çek Cumhuriyeti’nin Jabronec bölgesinde üretime başlayan Preciosa Ornela marka Geleneksel Çek Camı kullanılmıştır (Görsel 3.1). Fırın içi şekillendirme tekniklerine uygun cam üreten firmanın iki farklı yapıda üretimi bulunmaktadır (Liba Colors 96 ve Tradational Czech Glass).



Görsel 3.1. Kalıba uygun Geleneksel Çek Camı (<http-45>)

Çek kristali, tüm dünyada cam yapımına dair köklü değişiklik yaratan ve Bohemya Krallığına statü kazandıran güçlü bir tarihe sahiptir. Kusursuz şeffaflığa sahip bu cam türü camın sertliğine bağlı olarak kesilip cilalanabilmesine olanak sağlamakta ve cama yüksek bir parlaklık kazandırmaktadır. Işıltısını, parlaklığını ve ağırlığını %24 kurşun (PbO) içeriğinden almaktadır (Görsel 3.2.). Zamanla taklit edilen bu zanaat geleneksel bir ürün haline gelmiştir. Bu gelişmelerle birlikte Crystal Valley’de birçok cam fabrikası kurulmuştur ve akabinde cam, okullarda okutulmaya (Kamenicky Senov ve Jablonec Nad Nisou Mücevher Okulu) başlatılmıştır. Çekoslovakya cam endüstrisi, 1948’de yaşanan savaşın sonrasında Liberec, Jablonec ve Turnov’da yer alan 25 büyük ve küçük üretim merkezi PRECIOSA adı altında birleşerek ulusal bir şirket haline gelmiştir (<http-46>).



Görsel 3.2. Kurşun içerikli kesme dekor Çek kristali (<http-46>)

Preciosa Ornela Geleneksel Çek Camları, kalıp için uygun tasarlanmış ve üretilmiştir. Kurşun içerikli (%15 ya da %48) olması ile de camın optik özelliklerinden şeffaflığına kadar birçok etkide ve özellikte içeriğe sahiptir. Genellikle avize taşı yapımında kullanılsa da çok büyük ve küçük ölçekli cam nesnelerin üretiminin gerçekleştirilebilmesi için uygundur. Genellikle yarım daire ve çubuk şeklinde üretilirler (Görsel 3.3).



Görsel 3.3. Geleneksel Çek Camı (<http-47>)

Yapılan tez çalışmalarında fırında kalıpla cam şekillendirme tekniğinde kullanılmak üzere Preciosa Ornela Çek camı tercih edilmiştir. Aynı zamanda yapılan çalışmaların odak noktası kullanılan cam renklerine olan ulaşılabilirlik olmuştur. Preciosa Camları, Türkiye’de en fazla tercih edilen hem seri hem de sanatsal uygulamalarda kullanılan camların üretici firmasıdır. Üretilen camların yüksek kurşun içermesi, çeşitli saydamlık derecelerine sahip olması, küçük veya büyük boyutlu sanatsal işlerin yapılmasına uygun olması gibi özellikler firmanın tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.

Bu özelliklerin yanı sıra düşük soğutma sıcaklığı, düşük deformasyon noktası, viskozite, yüzey kalitesi, soğuk işleme tekniğine uygunluk ve güçlü ışık geçirgenliğine sahip bir cam formülüne sahip olması da talep görmesindeki önemli belirleyici etmenlerdir ([http-48](http://48)).

Geleneksel Çek Camı her ne kadar kalıpla şekillendirme tekniğinde kullanılsa da esasen seri üretime uygun bir cam kompozisyonudur. Fakat üretilen bu camlar cam obje oluşturulması süresinde herhangi bir sorun teşkil etmediği için kalıba uygun camlar ile benzerlikler göstermektedir. Aynı zamanda diğer üretici cam firmalarına göre geniş renk yelpazesine sahiptir.

Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar doğrultusunda genellikle “Geleneksel Çek Camı” kullanımı kalıpla cam şekillendirme tekniğine uygun tepe sıcaklıklarının belirlenmesi ve uygulanmasıyla oluşturulmaktadır. Kalıp boyutu ve işin büyüklüğü dışında çok büyük değişiklik göstermemektedir. Bu kapsam dışında ergitme tepe sıcaklıklarının değiştirilmesi ile oluşabilecek reaksiyonlara dair herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle Geleneksel Çek Camlarının standart cam renkleri dışında ısıtma işlem görmeden önce ve ısıtma işlem gördükten sonra camda farklı renk tonlarının oluşup oluşmadığı bilinmemektedir. Genel olarak sanatsal uygulamalarda kullanılmak üzere ticari olarak ulaşılabilen cam renklerine alternatif cam rengi sunmak için çalışmalar yapılacaktır.

Fırında cam şekillendirme tekniklerinde kullanılan camları üreten firmaların reçetelerini gizli tutması sebebiyle elde edilen bilgiler kısıtlıdır. Arz talep üzerine üretimi gerçekleştirilen cam kompozisyonları oldukça meşakkatli bir sürecin sonunda temin edilmektedir. Bu süreç tüm cam türlerinde olduğu gibi renkli cam üretim süreci için de geçerlidir. Her üretici firmanın kendine özgü bir cam reçetesi ve renk kombinasyonu olduğu için birbirinden farklılıklar göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında tek bir cam renginin birçok farklı tonunun bulunduğu anlamına gelmektedir. Bu renkli camları kullanarak eser üreten uygulayıcılar için de renk birçok belirleyici mesaj içeren bir anlatım dili oluşturmaktadır.

3.1. Cam Renk Seçimindeki Psikolojik Etkiler

Çağlar boyunca medeniyetler, renklerle dünyayı anlamlandırmaya çalışmışlardır. Birçok sanat akımı, resim, fotoğraf, seramik, cam gibi alanları hem sanatsal hem de endüstriyel boyutta etkileyerek, renk kullanımları ile farklılıklar yaratmışlardır. Sanat üretimi, her zaman yaratıldığı coğrafya ve kültürün etkisinde kalmıştır. Bugüne kadar da birçok aşamadan geçerek var olmaya devam etmektedir. Ortaya çıkan sanat eserinin genel yapısı, çevrenin sosyolojik ve teknolojik gelişimi ile sanatçının psikolojisi tüm süreci değiştiren ve dönüştüren faktörler olmuştur.

Renk ise sanatın sembolik ifade araçlarından biridir ve zamanla gelişerek, fiziksel ya da kimyasal olarak farklılıklar göstermiştir. Bu çerçeveden tanımlandığında eksik kalan renk tanımı, ışık ve formla birlikte düşünüldüğünde bir sanat eserinin ifadesini, çevreyle olan iletişimini oluşturan etmenlerdendir. İlk fark edilen ve son hatırlanılan etki olduğu için renk, izleyen açısından birçok hissi barındıran önemli bir imajdır (Çiftçi ve Ağatekin 2019, s. 1-15).

Aynı zamanda renk, evrenselliği ile genel olarak anlamlandırılmayacak kadar kişisel deneyimlerle ilintilidir. Örnek vermek gerekirse “turuncu rengi enerji verir” gibi geniş, somut ifadeler yapamayacağımız anlamına gelmektedir. Çünkü turuncu, her kişiye sürekli değişen deneyimlerle birlikte farklı bir duygu durumunu hatırlatır. Genel olarak da insanların belirli renklere bağlılığı, bireysel algıyla doğru orantılıdır (Çalışkan ve Kılıç 2014, s. 69-72).

Cam sanatında rengin kullanımında ise, hangi şekillendirme yöntemi kullanılırsa kullanılsın, formun görünümü, rengin saydam, yarı saydam veya opaklığı büyük ölçüde değişmektedir. Cam sanatçıları ve uygulayıcıları için renk seçimi kritik bir öneme sahiptir. Çünkü tercih edilen her cam rengi, oluşturulan eserin anlamını güçlendirdiği gibi yine aynı eserin anlamını bozabilme ihtimalini de içermektedir. Dolayısıyla birçok sanatçının renge karar verme süreci sanatçının deneyimleri ile gelişmektedir (Brachlow, 2012, s. 72).

Fiziksel ve tecrübe edinilmiş deneyimlerden ziyade farkında olmadan tercih ettiğimiz renk seçimlerimiz olabilmektedir. Bu tercihler, renklerin sahip olduğu enerjiler ve sözel değerleri ile birlikte düşünüldüğünde kişiye, çevreye ve bilinçaltına göre değişebilmektedir.

3.1.1. Renklerin psikolojik etkileri

Rengin psikolojisi bir alan adı altında değerlendirilmesinden önce (MÖ 2000) bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bir terapi olarak eski Mısırlılar boyalı odalar oluşturmuşlar ve kristallerin arasında parlama yaratması için güneş ışığını kullanarak “renk tedavileri” adı altında iyileştirme gerçekleştirmişlerdir (http-49). MÖ 2600 civarında ise bu gibi renk iyileştirilmesine dair tıbbi bilgiler renk iyileştirme uygulamaları olarak belgelenmiştir (Curran, 2008, s. 12).

Renk algısı herkese göre farklılık göstermektedir. Bu algıyı oluşturan üç faktör bulunur. Bunlar; ton, değer ve kromadır (renk doygunluğu). Ton genel rengi ifade eder, değer ve renk duygusal halimizi belirlemede büyük rol oynar, kroma ise rengin canlılığı ile doğrudan alakalıdır. Bir renk ne kadar canlıysa kromasının o kadar yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Masood, 2015, s. 47-52). “Görsel algıda bir renk neredeyse hiçbir zaman gerçekte olduğu haliyle, fiziksel haliyle görülmez. Bu olgu doğrultusunda renk, sanatın en göreceli malzemesi haline gelir (Albers, 2013, s. 15).”

Odak noktası insan olan psikoloji, davranış biçimini inceleyen, karşılaştıran ve ortaya çıkan sorunlara bilimsel olarak cevap arayan bir bilim dalıdır. Görsel ve öznel bir olgu olan rengin, insan psikolojisi üzerindeki etkisi de birçok bilim insanı tarafından kabul edilen bir görüştür (Yılmaz, 1991, s. 3-7). Bu etkileşim sanatçıyı ve sanat üretimini de doğrudan ya da dolaylı yollardan etkileyebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında ürettiğimiz sanatsal ürünlerde tercih edilen bilinçli ya da bilinç dışı renkler, verilmek istenen anlam ve ifadeyi önemli ölçüde etkileyecektir. “Düşünerek kullanıldığında renk mesaj aktarır, tutum belirler ve anlatımcı içeriğini güçlendirir. Bir görsel ya da nesnede önemli olana dikkat çeker. Duygu durumu etkileme gücü vardır (Barrett, 2010, s. 148)”.

Renk psikolojinin temellendirilmesi altı ilkeye dayanır:

- Renk belirli bir anlam taşıyabilir.
- Renk anlamı ya öğrenilmiş anlamlara ya da biyolojik olarak doğuştan gelen anlama dayalıdır.
- Bir rengin algılanması, algılayan kişinin otomatik olarak değerlendirme yapmasına neden olur.
- Değerlendirme süreci renk güdümlü davranışı zorlar.
- Renk genellikle etkisini otomatik olarak gösterir.
- Rengin anlamı ve etkisi aynı zamanda bağlamla da ilgilidir (Whitfield, 1990, s. 395).

Kırmızı renk tayfinin, en dışında yer alırken elektromanyetik dalga boyu en uzun olan renktir. Daha düşük frekansta olan ışınlar görünemediği için de kızılötesi ışınlar olarak tanımlanmaktadır. Kırmızı kelimesi kırmız (bit) böceğinden üretilen ve romatizma tedavisinde kullanılan ilaçtan alır. Doğada birçok canlının rengini oluşturan kırmızı rengi, çiçeklerde, böceklerde ve demir bileşeni yoğun topraklarda kızıl olarak sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Bitkisel (kök boya), hayvansal (kermes ve koşnil) ve mineraller (aşı boyası ve zincifre) kullanılarak elde edildiği bilinmektedir (http-50).

Kırmızı, kanın rengi olduğu için, canlılık ve hareketi sembolize eder. Verimli ve hareketli bir renk olmasının yanında gereğinden fazla maruz kalındığında uyarıcılığı yükselerek beyni, gözü ve sinir sistemini bozarak agresif tavır ve davranışlara neden olabilmektedir. Kimi kültürde iktidarlığın sembolü olarak tanımlandığı için savaşın ve saltanat rengi kimi kültürde ise gücün, tutkunun ve özgürlüğün rengi olarak anlandırılır (Yıldırım, 2017, s. 3-10). “Kırmızının sınırsız sıcaklığı, sarı gibi sorumsuz bir çekicilik taşımaz. Kararlı ve güçlü bir yoğunlukla içten içe çıkar; kendi kendine parlar ve gücünü boş yere dağıtmaz (Kandinsky, 2015, s.87).”

Sarı, oldukça dikkat çekici ve parlak olan sarı rengi, 565 ve 590 nanometre aralığında elektromanyetik dalga boyuna sahiptir (http-51). Kontrastını mor oluşturur ve üç ana renkten biridir. Latince kökenli olup, altının rengi olduğu için “avantaj” anlamı ile ilişkilendirilir (Samur, 2019, s. 67-69). Değişim ve dönüşümü simgelerken, psikolojik olarak neşeyi ve iyi enerjiyi temsil eder. Birçok varyasyona sahip olan sarı renginin, altın tonları zenginliği, solgun sarılar dinginliği ve parlak sarılar enerji ile tanımlanmaktadır. İyimserlik, yaratıcılık, zenginlik, bolluk, hırs, iddia, entelektüellik, neşe ve sadakat gibi duygu durumları ile bağlantılıdır. Güneşin rengi olmasından kaynaklı olarak kutsallıkla ilişkilendirilir. Mavi gökyüzü rengidir ve sonsuzluğu temsil ederken, sarı bu sonsuzluğun içinden geçen tanrısal ışığı ve gücü temsil etmektedir (Koloğlu, 2013, s. 13-20).

Kırmızı ve sarı arasında yer alan turuncu, 585 ve 620 nanometre dalga boyuna sahip, sıcak renklerden biridir. Meyveden ismini alan tek renktir. Kırmızı ve sarı pigment karışımlarından elde edilerek oluşturulur ve kontrastı mavidir. Psikolojik bağlamda canlı ve dışa dönüktür, mutluluk ve enerjinin rengidir (Akkın vd., 2004, s. 275-278). Kehribar rengi, enternasyonal turuncu, maun rengi gibi birçok renk tonuna sahiptir. Genel olarak kendinden emin, sıcak, yenilikçi, birlik olmaya yönlendirici, neşeli ve insanda ısıtıcı bir

hissiyatı vardır. Dengeli gücün, verimin ve önsezinin sembolüdür. Yoğun kullanıldığı durumlarda huzursuzluk yaratabilmektedir (http-52).

Mavi; kırmızı ve sarı gibi ana renklerden biridir ve turuncu rengin kontrastı olarak bilinmektedir. 440 ve 485 nanometre arası dalga boyuna sahip olduğu için elektromanyetik tayfa yer alan en kısa dalga boyuna sahip renklere aittir. Arapçada su anlamına gelen “Ma” kelimesinin önce “Mai” kelimesine sonra da “Mavi” olarak değişime uğramasıyla dilimize adapte olmuştur (http-53). Gökyüzünün ve suyun rengidir, suyun yansıtma derecesine göre mavi tonu farklı algılanmaktadır. Su ile ilişkilendirildiği için kişide sonsuzluk hissi uyandırmaktadır. Gereğinden fazla mavi renge maruz kalındığında kan dolaşımında yavaşlama ve halsizlik hissi etkili olabilmektedir. Psikolojik olarak huzuru ve sakinliği ifade etmektedir (http-54).

Bu sebeplerle ilişkilendirilmiş olmalı ki, birçok uygarlıklarda mavi renk tanrısallığı temsil etmektedir. Mısır’da taklit edilen Lapus Lazuli taşı da bu sebeple kutsal sayılmış ve ölümden sonraki hayatın yani mutlak sonun gerçeği olarak algılanması ile ilişkilendirilmiş olabileceği düşünülmektedir (Bkz. Görsel 1.2) (Dilek, 2022, s. 166).

Mor; mavi ve kırmızının karışımı ile elde edilir, mavi gibi dalga boyu en kısa elektromanyetik tayfa sahiptir. Kontrastı sarıdır, ara ve soğuk bir renk olarak tanımlanır. Farsça demir pası anlamına gelen “mur” kelimesinden türemiştir (http-55). İlk olarak mağara resimlerindeki hayvan figürleri üzerinde görülmüştür, mangan ve hematit (Fe_2O_3) kullanılarak oluşturulduğu düşünülmektedir. 12.000 kabuklu deniz hayvanından sadece 1,5 gram mor saf boya elde edildiği bilinmektedir. Tarafsız ve uygar bir renktir aynı zamanda aklın bileşimini, maneviyatı, hüznü, prestiji ve itibarı da temsil etmektedir.

Kahverengi; kırmızı, mor, yeşil turuncu, sarı ve mavi pigmentlerin karışımından elde edilir. Doğa ve çevre ile bütünleşik bir renk olduğu için rahat, doğal ve açık bir atmosfer yaratmaktadır. Ciddi, güvenilir, özgün ve sıcak bir renk olmasının yanında ayağı yere basan, olgun, ketum ve karar odaklı bir davranışa yöneltici etkisi vardır (http-56).

Pembe; beyaz ve kırmızı renklerin karıştırılması ile oluşturulan bir renktir. Farsçada pamuk çiçeği anlamına gelen “penbe” kelimesinden türetilmiştir (http-57). Yumuşak ve pastel tonlardaki pembeler nezaket, şefkat duygularını harekete geçirir ve genellikle dişil özelliklerle ilişkilendirilmektedir. Aynı anda hem masumiyeti hem de tutkuyu çağrıştırmışından dolayı zıtlıkların rengi olarak da sınıflandırılmaktadır. Parlak ve sıcak pembe tonları romantizmle, yoğun pembe tonları aciliyet duygusu ile ifade edilmektedir.

Kırmızı kadar agresif değildir; çocuksu, olgunlaşmamışlık, oldukça fazla duygusallık ve ürkeklik hissiyatının yarattığı söylenebilir ([http-58](#)).

İnsan gözü ile görülebilen yeşilin elektromanyetik dalga boyu 550 nanometre kadardır. Kontrastı kırmızıdır ve turuncu, mor gibi ara renklerdendir. Türkçe bir sözcüktür, “taze, diri, yaş” anlamlarıyla ilişkilendirilir ve ilk bilinen hali yaşıldır. 16. yüzyılda eğrelti otu, muz ve cehri (rhamnus ve frangula cinsini oluşturan küçük çalılara verilen ad.) meyveleri kullanılarak yeşil renk elde edilmiştir. Az miktar boyarmadde içeriği içerdikleri için solmaya meyillidir (Kayabaş ve Arlı 2001, s. 128-134). 18. yüzyılda sentetik boya ve pigmentlerin elde edilmesiyle doğal yollarla elde edilen yöntemlerin yerini almıştır. Sanatta doğanın taklit edilmesiyle birlikte belirli duyguların ifadesi için de kullanılmaktadır. Doğada baskın bir renk olmasından kaynaklı sağlık, tazelik, refah, ümit, sessizlik, bilgelik, inanç ve büyümeyi temsil etmektedir. Her renkte olduğu gibi yeşilin de abartılması durumunda otoriter, megaloman, küstah, durgun, izolasyonda olma hali ya da alaycı bir hissiyat uyandırabilmektedir ([http-59](#)).

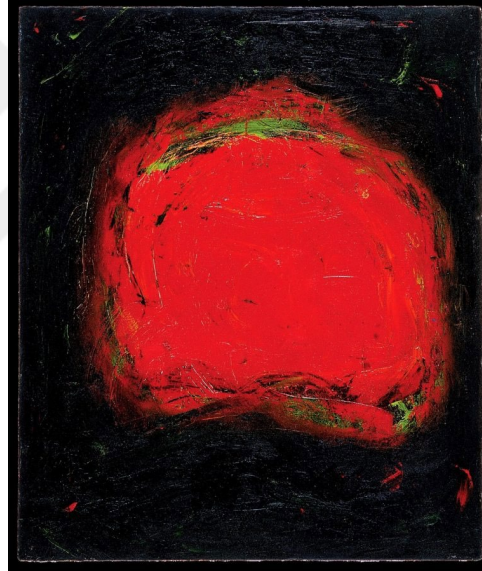
Beyaz, görülebilir tüm dalga boylarını kapsayan tek renktir. Geçmişte ışığın doğal renginin beyaz olduğu düşünülse de Newton, tüm renklerin birleşiminden ortaya çıktığını kanıtlamıştır. Arapçada “süt” kelimesi ile bağdaştırılmış ve “beyaz” olarak tanımlanmıştır ([http-60](#)). Spektrumda bulunan tüm renklerde eşit miktarda bulunduğu için olumlu ve olumsuz yönleri içermektedir. Sakin, rahat, aydın ve umut yaratma hissiyatı olduğu gibi kısır, cahil, mesafe, ölüm, boşluk ve izolasyon gibi insan ruhunu tetikleyici yanları da bulunmaktadır ([http-61](#)).

3.1.2. Sanatta sinestezi ve cam ile etkileşimi

“Synesthesia” kelimesi Yunan kökenli olup “syn”, birlikte anlamı ve “aesthesia”, duyum anlamına gelmektedir (Harvey, 2013, s. 203-216). Sinir bilimsel açıdan sinestezi, normal olarak duyuşsal uyarının olmaması durumunda algısal deneyimlerin ortaya çıkışı olarak ifade edilmektedir. Sanat açısından sinestezi tanımı ise iki veya daha fazla uyarının aynı anda harekete geçmesi ve algılanması olarak tanımlanmaktadır. Sinir bilimsel sinestezi ve sanat sinestezisi bu noktada birbirinden ayrılmaktadır (Campen, 1997, s. 1-8). Yapılan araştırmalar görme ve işitme duyuları arasındaki bağlantının en yaygın olduğunu söylemektedir. 70'in üzerinde farklı sinestezi türü bulunsa da en yaygın bağlantı görme ve işitme duyuları arasındadır ([http-62](#)). Sesleri renklerle (kromestezi),

harfleri renklerle (grafem-renk sinestezisi) ve sözcükleri tatlarla ilişkilendirme durumları sinestezie örnek verilebilir (http-63). Vlademir Nabokov, Kandinsky ve Vincent Van Gogh sinestezit kişilere örnek gösterilmektedir. Vincent Van Gogh'un kardeşine yazdığı mektupların birinde kromestezi olduğunu açıklar niteliktedir: "Bazı sanatçıların çiziminde gergin elleri vardır, bu da tekniklerine kemana özgü bir ses verir (Gogh, Çev: Erhat, A., 2017, s 39)"

Çağdaş sanatçılardan biri olan Carol Steen sinesteziyi birçok formda tecrübe etmiş bir kişidir. Eserlerini de bu bakış açısında yani sinestetik tecrübeler doğrultusunda oluşturmaktadır. Akupunktur tedavisindeyken veya bir acı hissettiğinde renklere dokunduğunu iddia etmektedir (http-63) (Görsel 3.4).



Görsel 3.4. Sanatta sinestezi, Carol Steen, "Görüm",1996 (http-64)

Sanatsal anlamda cam eser üretebilmek için birçok süreci beraber düşünmek gerekir; biçim, form bütünlüğü ve oluşturulan kompozisyonun rengi ortaya çıkan eserin dilini oluşturmaktadır. Bunlarla birlikte duyular arasında oluşan görme, tatma, koklama isteği ve zamanı algılama hissi, eserin boyutlanması esnasında farkında olunan ya da olunmadan birçok şeyi etkileyen ve belirleyen duygu durumlarıdır. Cam sanatçısı Eliot Walker sinestetik bir yaklaşımda bulunmaktadır ve Natürmort serisi (Görsel 3.5) için şunları ifade etmektedir:

Natürmort serim, tanıdık bir bağlam ve format oluşturmak için diğer nesnelerin profillerini kullanırken meyvelerin içini yorumlayan bir cam keşfi oldu. İnsanların işimi gördüklerinde kendilerine soru sormalarını istiyorum, bunu yiyebilir miyim? Dökülecek mi? Yumuşak mı sert mi, hafif mi ağır mı? (http-65).



Görsel 3.5. *Elliot Walker, Limonlu Natürmort serisinden (http-66)*

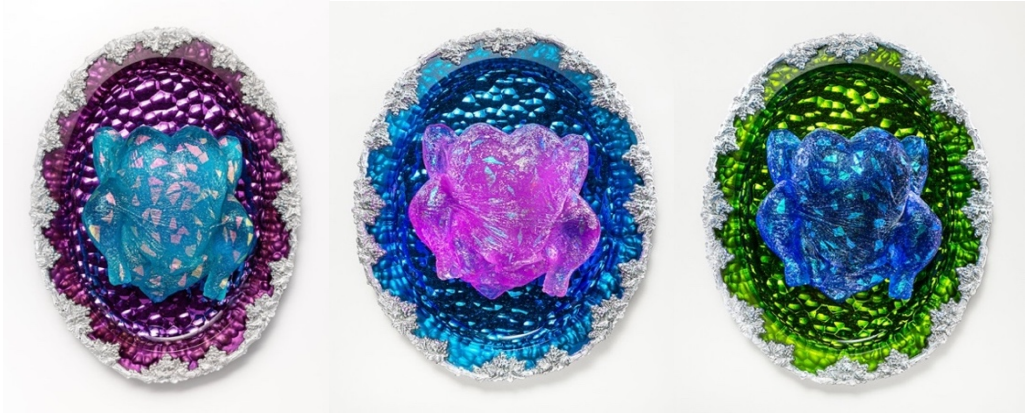
3.1.3. Cam sanatında sinestezik yaklaşımlar

Birçok sanatta olduğu gibi cam sanatında da çoklu algı yaratmak, sanatçı bağlamında oldukça güçlü estetik deneyimlerle birlikte sanatçının duygu ve düşüncesi arasında ilişki kurması için önemli bir alan oluşturmaktadır. Bu yüzden sinestezinin özellikleri arasında düşünülen sinestet kişilerde var olan karmaşık algı deneyimleri ile sanatçının güçlü bir bağ kurması fark edilebilir etkiler yaratabilmektedir. Bu bağlamda ortaya çıkartılan eserin estetik boyutu ile birlikte izleyiciye sunduğu deneyim imkânı birbirini besleyen ve dönüştüren oluşumlardır (Elibol ve Boerescu, 2020, s. 119-130).

3.1.3.1. Evan Burnette: Camın absürt mizaha dönüşümü

Amerikalı Sanatçı Evan Burnette, cam kullanarak tat alma hissiyatını sineztetik olarak harekete geçirerek görünürlüğünü sağlamaktadır (Görsel 3.6). Bunu yaparken de gerçek ve saçmalık temalarını ele alır. Evan Burnette'nin "Dikroik Parlak Tavuklar" isimli çalışmalarında izleyicide karmaşık duygular oluşturmaktadır. Bir besin değeri olan figürü oldukça eğlenceli; pembenin, mavinin en canlı hallerini kullanarak ve alışılmışın dışında göstererek duygusal bir tepki yaratabilmektedir. Dokunma duyusunu harekete geçirirken kişide renkli cam tavukları yiyebilmenin nasıl olabileceğine dair karmaşık bir duygu durumu yaratmaktadır. Sinestet kişiler bu duygu durumunu şiddetli bir şekilde deneyimlerken, normal bir duyu algısına sahip sinestet olmayan kişilerde de benzer deneyimleri yaratabilmektedir (Görsel 3.6).

On sekizinci yüzyılın Absürdistleri gibi, benim sanatım da gelişmek için gereken mantığa bir yanıttır. Absürdizm ve Sürrealizm ile ilgileniyorum. Hayatın ciddiyetinden kopuk, kavramsal ve estetik olan bu yaklaşımım altı yaşımdan önce oluştu. Küçükken izlediğim programların bana aşıladığı duyarlılıklar, hayatım ve sanatsal pratiğim boyunca yöneldiğim benzer ilgi ve temalarla hem bilinçli hem de bilinçsiz olarak geliştirdi. Genel olarak yapmış olduğum eserleri ise akla bağlı kalarak yaşanan bir yaşamın doğal sonucu olarak görüyorum (http-67).



Görsel 3.6. Evan Burnette, "Akuamarin, Pembe, Mavi Dikroik Parlak Tavuklar", erimiş ve döküm cam, gümüş ve alüminyum yaldız, 2019-2020 (http-68)

3.1.3.2. Karen La Monte: Terkedilmiş bedenler üzerinden bir meydan okuma

Çek Sanatçı Karen La Monte'nin gerçek boyutlarda ve döküm tekniğini kullanarak anıtsal heykeller üzerine çalışmaları bulunmaktadır. Bu heykeller genellikle gösterişli formlarda, düşündürmeye yönlendiren içi boş kıyafetler şeklinde oluşturulmuştur. Camın yapısı gereği üst kısımlarda daha hafif ve şeffaf iken aşağı kısımlara doğru koyulaşarak opak halde görülmektedir (Görsel 3.7). 20 yıldır ikonikleşen kadın güzellik algısı ve moda yapılan işlerin odağını temsil etmektedir (<http-69>).

Benim heykellerim terkedilmiş ve vücut kumaşının ete dönüşmüş halidir. Elbiselerin boşluğu arasında gecenin boş karanlığı gibi bir rezonans hissediyorum. Geceye odaklandım ve insanı çok daha büyük ve daha soyut bağlamda düşünmeye başladım. Bizi çevreleyen sonsuz alanı nasıl yorumladığımıza, kendimizi nasıl yetiştirdiğimize ve bilim, sanat alanlarında büyük ölçüde kayıtsız bir evrende alaka bulmaya çalıştım. Sonsuzu anlayabileceğimiz bir dile çevirerek gece tanrıçası Nix ve zaman içinde haritasını çıkardığımız tüm takımyıldızlar sonsuzu antropomorfizme (insan bilimcilik yani insani niteliklerin başka bir varlığa atfedilmesi) etmeye çalışıyor. Böylelikle gecenin kadın figürlerini yapmaya başladım ve bu heykellere “Nocturnes” adını verdim (<http-70>).



Görsel 3.7. Karen La Monte, “Nocturne 5”, balmumu tekniği, 152,4 x 73,66 x 55,88 cm, 2015, Corning Museum of Glass (<http-71>)

3.1.3.3. Mustafa Ağatekin: Bilinçaltının iç çekişleri ile yaratım

Çağdaş cam sanatının bir başka temsilcisi Mustafa Ağatekin sanat eserlerinde önce görme sonra hissetme ve daha sonra da çeşitli duygu durum deneyimleri yaratan bir sanatçıdır. Bu konuda sanatçının “Araf” Serisi’nde bulunan bir eseri ele alınmıştır. Serideki her bir parça bir insanı ve o insanın iç dünyasında yarattığı arafı temsil etmektedir. Şeffaflığın kullanımının en temel nedeni gösteren olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Yani kişi iç dünyasındaki duygulanım hallerini, dışarıdan bakanın gözüyle anlamlandırmaya başladığında önünü, arkasını, içini, dışını ve her yerini gösteren olurken aynı zamanda hiçbir şeydir, olmayandır ve boşluktur gibi bir söylem ifade etmektedir. Dolayısıyla simule edilmiş bir dünya yaratan Ağatekin, içinde yaşadığımız bu dünyanın gösterişini ve şatafatını camın pırıl pırıl şeffaflığıyla etkili bir biçimde kullanmaktadır. Araf kişide eş zamanlı olarak rahatlama ve sıkışmışlık hissini bir arada deneyimleme imkânı sunmaktadır. Böylelikle sanatçı önce kendini sonra da izleyicinin kendisini sorgulamaya teşvik etmektedir (Görsel 3.8).

Deneyimsel anlamda araf; iki şeyin arasında kalma durumunu tarifliyor, dini metinlerde ise cennet ve cehennem arasında bir yer anlamını taşıyor. Her iki anlamında da ortak noktada araf; gidilen ya da gidilmek istenen iki şeyin ortasında olmak ya da seçememe ve sıkışıp kalmayı temsil ediyor. Her birimizin hayatlarımızda sıklıkla karşılaştığı insana özgü bir durum; “arafta kalmak”. Bu sergi kusursuz, gösterişli simülasyonların ardında sıkışıp kalan bireylerin ikilemlerinin döngüsünü görünür kılıyor. Başka bir ifade ile kendi gerçekliğimle hayallerim arasındaki araf, camda vücut buluyor (Mustafa Ağatekin Araf Serisi Künyesi).



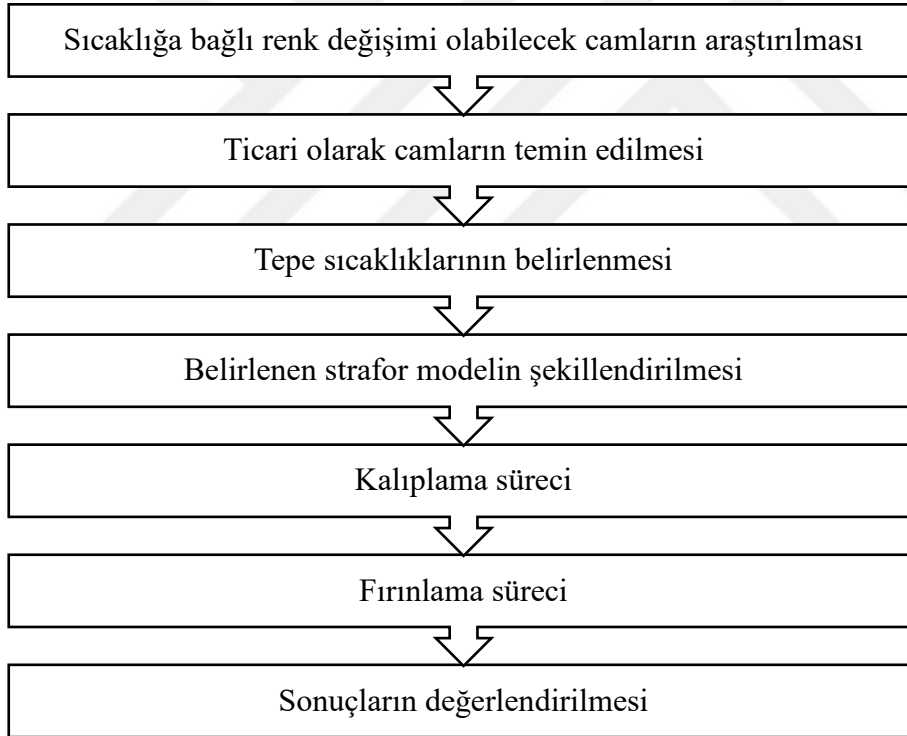
Görsel 3.8. Mustafa Ağatekin, “Araf Serisi”, kalıpla cam şekillendirme, 39 x 26 x 8 cm (Fotoğraf: Serhat Özdemir)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

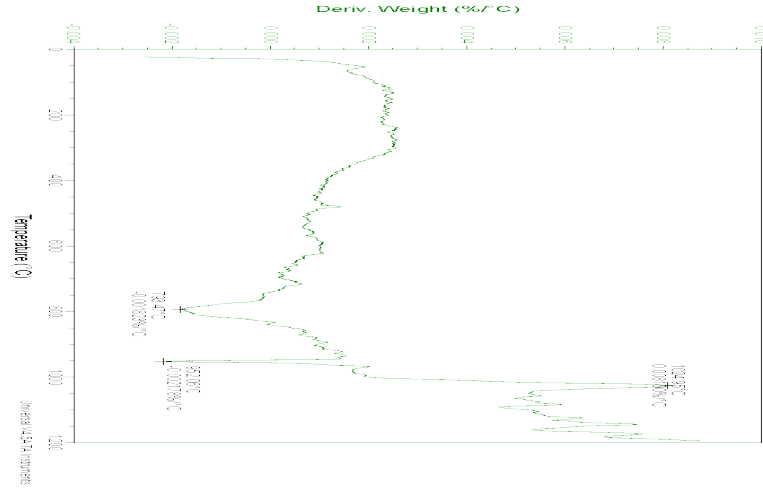
4. FIRINDA KALIPLA CAM ŞEKİLLENDİRME TEKİNİĞİNDE KULLANILAN CAMLARIN RENK/TON DEĞİŞİMİ

Bu çalışma kapsamında ülkemizde ulaşılabilen ve kalıpla cam şekillendirmede iyi sonuç veren camlar araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Preciosa Ornela Camlarından renk değişimi gösterebilen şeffaf, opak beyaz, yeşil, mavi, pembe, amber, açık pembe, lila, neon yeşil, opak sarı, turuncu ve kırmızı cam renkleri belirlenmiştir. Dolayısıyla bu renkli camların değişiminin gözlemlenmesi için denemeler yapılmıştır. Fırında kalıpla cam şekillendirme tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar aşağıdaki şemada basit bir şekilde ifade edilmektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Deneysel süreç şeması



On iki farklı renkteki cam için yapılan renk denemelerinde kullanılmak üzere çeşitli tepe sıcaklıkları belirlenmiştir. Tepe sıcaklıklarının belirlenmesinde sadece turuncu cam rengi için yapılan termogravimetrik (TGA) analizi örneklem oluşturmaktadır. Yapılan analiz doğrultusunda gerçekleşen reaksiyonlar grafiği aşağıda verilmiştir.



Tablo 4.2. Turuncu cam rengi termogravimetrik analiz (TGA) grafiği

Analiz sonucundaki piklere bakılarak camın şekillendirilebileceği sıcaklık aralığındaki ve alçı kalıbın dayanabileceği 8 farklı tepe sıcaklığı ve bir sabit bekleme süresi belirlenmiştir (Tablo 4.2). Belirlenen tepe sıcaklıkları 600°C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C’lerdir. Uygulanan diyagram aşağıda gösterilmektedir. Her cam renginde olmasa da bazı renklerde ekstra olarak farklı tepe sıcaklıklarında ergitme denemeleri yapılmıştır. Bu denemeler oluşturulan kalıp karışımının mukavemeti göz önünde bulundurularak yüksek tepe sıcaklığında (925 °C ve 950 °C) ve cam ergitme sıcaklığının yetersiz olduğu düşük tepe sıcaklıklarında (600 °C ve 625 °C) oluşabilecek reaksiyonların gözlemlenmesi uygun görülerek sürece dahil edilmiştir.

Tablo 4.3. Cam renk denemelerinde kullanılan fırın diyagramı

Süre (Dakika)	Sıcaklık (°C)	Bekleme Süresi (Dakika)
360	590	30
180	600/625/650/675/700/725/750/800/850/900/925	300
Skip	550	300
300	425	30
180	275	15
210	30	End

Bu denemelere ek olarak devitrifikasyon sıcaklık aralığının beklemeden geçilmesi durumunda cam renginde oluşabilecek değişimin gözlemlenmesi için sadece yeşil cam renginde ekstra bir ergitme denemesi yapılmıştır. Bu ergitme denemesi 850 °C tepe sıcaklığında yapılmış ve sadece devitrifikasyon sıcaklık aralığı değiştirilip diğer tüm parametreler aynı bırakılmıştır. Kullanılan diyagram ise aşağıda gösterilmektedir (Tablo 4.4). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda cam renk tonunda herhangi bir değişime rastlanmamıştır. Sadece devitrifikasyon sıcak aralığının hızlı geçildiği ergitme denemesinde, kalıp şekli alınmış ve keskin kısımlar oluşum göstermiştir (Görsel 4.1 A ve B).

Tablo 4.4. Devitrifikasyon sıcaklık aralığının hızlı geçildiği cam renk denemesinde kullanılan fırın diyagramı

Süre (Dakika)	Sıcaklık (°C)	Bekleme Süresi (Dakika)
360	590	30
0	850	300
Skip	550	300
300	425	30
180	275	15
210	30	End



A

B

Görsel 4.1. 850 °C tepe sıcaklığında standart diyagram uygulanarak elde edilen cam renk tonu (A) ve 850 °C sıcaklığında ergitilen fakat devitrifikasyon sıcaklık aralığı hızlı geçilerek elde edilen cam renk tonu (B)

4.1. Belirlenen Renklerin Hazırlanması

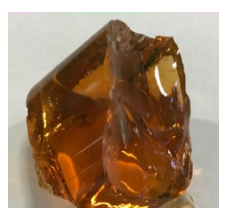
Cam ergitme denemelerinde kolaylıkla ulaşılabilen Geleneksel Çek Camları tercih edilmiştir. Ulaşılabilen renkli camların en önemli özelliği ısıl işleme bağlı olarak camlarda görülen renk ya da ton değişiminin olmasıdır (Görsel 4.2). Renk algısı herkese göre farklılık göstermektedir. Bu algıyı oluşturan üç faktör bulunur. Bunlar; ton, değer ve kromadır (renk doygunluğu). Ton genel rengi ifade eder, değer ve renk duygusal halimizi belirlemede büyük rol oynar, kroma ise rengin canlılığı ile doğrudan alakalıdır. Bir renk ne kadar canlıysa kromasının o kadar yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Masood, 2015).

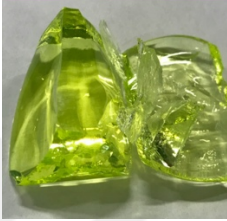


Görsel 4.2. Ticari olarak temin edilen Geleneksel Çek Camı örnekleri

Ticari olarak temin edilen cam çubuklar 30 mm çapında ve 50 cm uzunluğunda üretilmiştir. Cam parçaları, cam elması ile üzerlerinde çizik oluşturulup ardından çekiç yardımıyla en küçüğü ortalama 1 cm olacak şekilde uygun boyutlara getirilmiştir. Camların farklı boyutlara getirilmesindeki amaç camın ergimesini kolaylaştırmaktır. Cam renk değişimlerinin gözlemlenmesi için belirlenen camların ısıl işlem görmeden önceki renkleri ya da renk tonları aşağıda verilmiştir (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Ticari olarak temin edilen cam renkleri

Cam Renk Adı	Isıl İşlem Görmeden Önceki Cam Renk Tonu
Şeffaf	
Opak Beyaz	
Yeşil	
Mavi	
Pembe	
Amber	

Açık Pembe	
Lila	
Neon Yeşil	
Opak Sarı	
Turuncu	
Kırmızı	

Tablo 4.6. (Devam) Ticari olarak temin edilen cam renkleri

4.2. Fırınlama Aşamaları ve Fırın Diyagramı

Tepe sıcaklıklarının belirlenmesinin ardından cam renk geçişlerini ve ergime reaksiyonlarını daha iyi gözlemlemek adına ağız, burun gibi detayların ön planda olduğu silüet formu belirlenmiştir. Silüet formunun şekillendirilmesi daha hızlı ve daha ekonomik olmasından dolayı strafor köpükten modelleme yapılmıştır. Strafor köpük modeller kesici ile şekillendirilmiştir. Sonraki aşamada strafor modelin kalıbı alınırken zeminden ayrılması için alçı harcı ile uygun bir zemine sabitlenmiştir. Uygun kalıp tahtaları ile sabitlenen strafor modelin etrafı uygun boşluklar bırakılarak çevrelenmiştir. Döküm alçısı olarak ABS kartonpiyer alçısı kullanılmıştır. Kalıp mukavemetini arttırmak için % 99 oranında saflığa sahip kuvars kullanılmıştır. Bu kuru malzemeler ile hazırlanan alçı kuvars harcı modelin üzeri kapanana kadar ilave edilmiştir. Kalıbın donduğundan emin olduğunda strafor model sivri uçlu el aletleri yardımı ile kalıptan temizlenmiştir. Oluşturulan kalıba uygun miktarda cam koyularak fırınlama sürecine hazır hale getirilmiştir (Görsel 4.3).



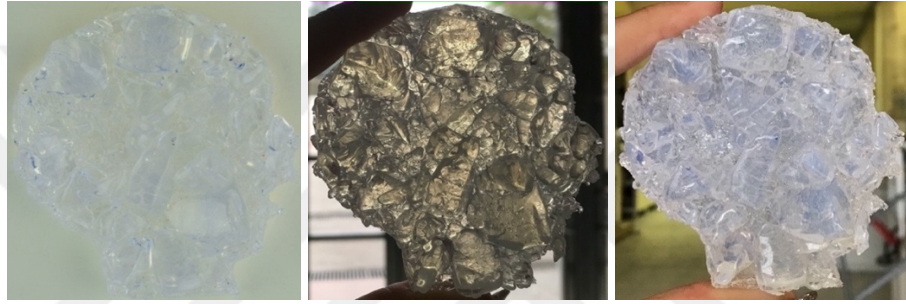
Görsel 4.3. Cam renk denemeleri için oluşturulan kalıplama süreci (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivi)

4.3. Denemeleri Gerçekleştirilen Camlarda Görülen Renk Değişimleri

Yapılmış olan her cam renk denemesi için 130 gr. cam kullanılmıştır. Tepe sıcaklıkları 600 °C, 625 °C, 650 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C’lerde 300 dakika bekletilerek cam renk değişimleri test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki başlıklarda değerlendirilmiştir.

4.3.1. Şeffaf renkli cam

Şeffaf renkli cam denemesi için kullanılan tepe sıcaklıkları ilk önce 650 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Şeffaf cam rengi için 600 °C’de ısıtım işlemi uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 550 °C’de gerçekleştirilen tavlama işlemine bağlı olarak şekil almayacağı gibi renk değişiminin de gerçekleşmeyecek olmasının ön görülmesidir. 850 °C’den başlayan ve sonrasında da oluşmaya devam eden cam rengi opaklığından dolayı 900 °C’den daha yüksek tepe sıcaklıklarının denenmesine gerek duyulmamıştır.



A

B

C

Görsel 4.4. Şeffaf renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü(C)

Tepe sıcaklığının 650 °C olduğu şeffaf cam ergitme renk denemesinde ısıtım işlemi görmeden önceki cam rengi ile ısıtım işlemi gördükten sonraki cam rengi arasında büyük bir fark görülmemiştir. Kalıbın şekli kısmen oluşmuştur ve cam parçaları kaynaşma göstermiştir. Camın ısıtım işlemi sonrası rengi, profesyonel çekimde üstten gelen beyaz ışık kullanılarak çekilen görselde (Görsel 4.4 A) şeffaflığın hâkim olduğu söylenebilir. Doğal ışığın arkadan (Görsel 4.4 B) ve önden (Görsel 4.4 C) gelecek şekilde ayarlanmasıyla da oluşan ışık kaynağı farklılıkları cam renginin çeşitli şeffaflıklarda algılanmasına neden olmaktadır (Görsel 4.4 A, B ve C).



A

B

C

Görsel 4.5. Şeffaf renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü(C)

675 °C’de yapılmış olan şeffaf cam ergitme denemesinde cam rengi 650 °C’de ergitilen numuneye göre değişiklik göstermiştir. Ergitme, renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğünün 650 °C’de ısı işlem gören örneğe göre daha homojen ve rengin daha sarı tonlarda olduğu görülmektedir. Yüzeyde olan keskinlikler yumuşama gösterip keskinliğini kaybettiği için cam şekillendirme tekniklerinden biri olan yarı füzyon etkisi elde edilmiştir ve yüzey düzleşme eğilimi göstermektedir. Kalıba temas eden kenarlardaki keskin köşeler aynen kalmaktadır. Yine ışık kaynağına ve geliş açısına bağlı olarak farklı şeffaflıklarda renk geçişleri oluşmaktadır (Görsel 4.5 A, B ve C).



A

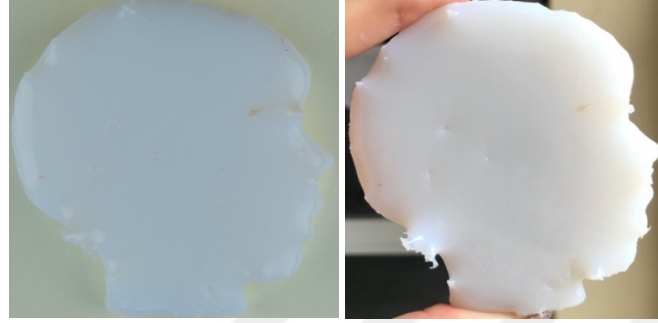
B

C

Görsel 4.6. Şeffaf renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü(C)

700 °C’de gerçekleştirilen ergitme numunesi 675 °C’de gerçekleştirilen ergitme numunesine göre yüzey pürüzlülüğü daha az ve ışığa bağlı renk değişimi daha yoğun

görülmektedir (Görsel 4.6 B ve C). Renkler birbirine benzer gözüktüğü de ışık rengin belirleyicisi olmaktadır. Diğer ergitme denemelerinde olduğu gibi kalıp duvarına temas eden kısımlarda keskin kenarlar görülmektedir (Görsel 4.6 A, B ve C)

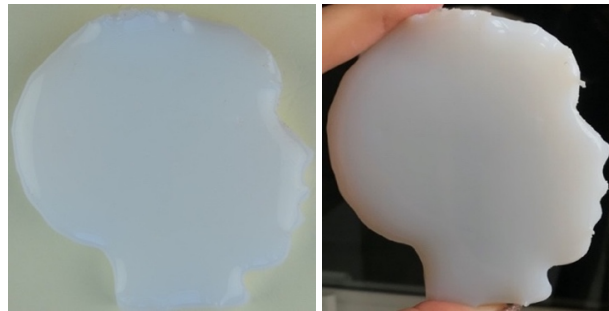


A

B

Görsel 4.7. Şeffaf renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)

Tepe sıcaklığının 725 °C (Görsel 4.7 A) olduğu ergitme denemesinde ise 700 °C’de ısıtılma işlemi sonucunda görülen doğal ışığın gelme açısına bağlı ışık geçirgenliğinin incelenen kısımlarda görülmediği aksine opaklığın olduğu görülmektedir (Görsel 4.7 B). Keskin kenarlar belli bölgelerde görülmektedir ve yüzey pürüzlülüğü oluşumu mevcuttur (Görsel 4.7 A ve B).



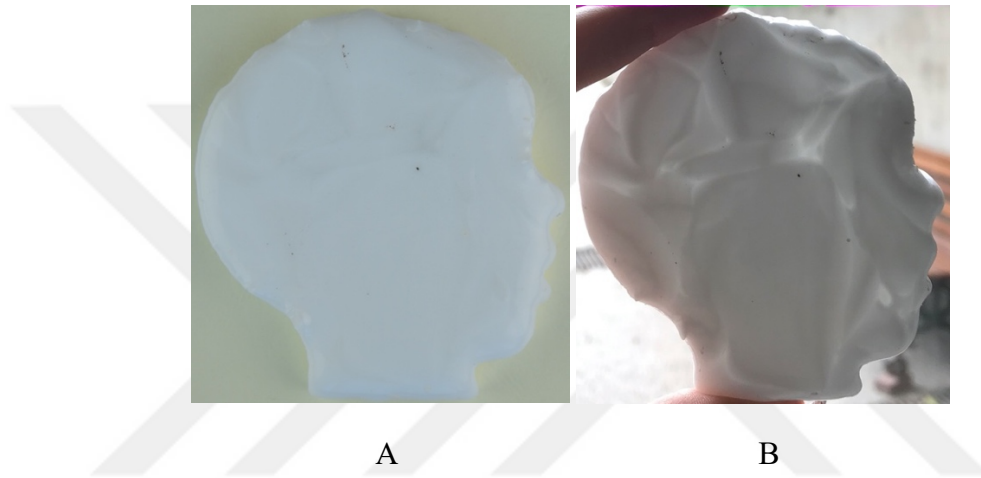
A

B

Görsel 4.8. Şeffaf renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)

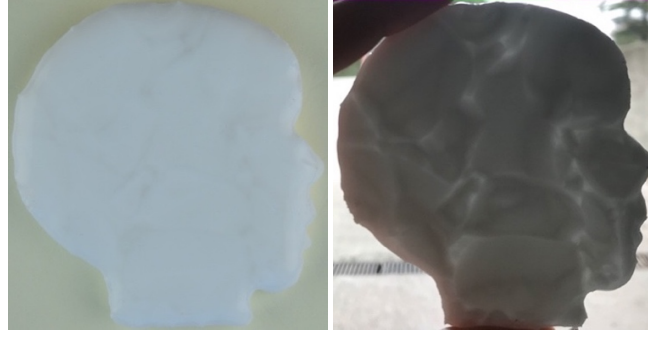
Tepe sıcaklığının 750 °C (Görsel 4.8 A) olduğu cam renk ergitme denemesinde 725 °C’de görüldüğü gibi ışık geçirgenliği yoktur ve opaklık oluşumu camın incelen

kısımlarında da görülmeye devam etmektedir (Görsel 4.8). Keskin kenarlar oldukça az bulunmaktadır. Cam eritmesi bu tepe sıcaklığında kalıbın şeklini tam olarak aldığını alın, burun ve çene gibi girintili uzuvların daha net oluşum gösterdiğini söylenebilir (Görsel 4.8 B). Bu tepe sıcaklığında elde edilen sonuç aynı zamanda kalıpla cam şekillendirme tekniklerinden biri olan yarı füzyon ve tam füzyon arasında bir etki elde edilmiştir ve efektif bir şekilde iki boyutlu uygulamalarda kullanılabilir (Görsel 4.8 A ve B).



Görsel 4.9. Şeffaf renkli camın 800 °C tepe sıcaklığında yapılan eritme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)

800 °C’de gerçekleştirilen eritme numunesi 750 °C’de gerçekleştirilen eritme numunesinde görüldüğü gibi renk oluşumu opak (Görsel 4.9 A) gözüксе de arkadan gelen ışığa (Görsel 4.9 B) bağlı olarak camın üst yüzeyinde, yüzeyin pürüzsüz olmasına rağmen, belirgin çatlak deseni şeklinde renk açılmaları görülmektedir (Görsel 4.9 B). Bunun nedeni camın üst yüzeyindeki kompozisyon değişimi (elementlerin buharlaşması) ile alakalı olduğu düşünülmektedir. İlave olarak numenin diğer yüzeyinden bakıldığında yüzeyde herhangi bir çatlak deseni görülmemektedir (Görsel 4.9 A ve B).

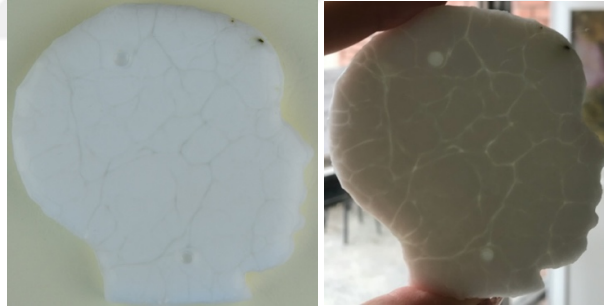


A

B

Görsel 4.10. Şeffaf renkli camın 850 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)

850 °C’de yapılan ergitme denemesinde elde edilen sonuca göre opaklığın (Görsel 4.10 A) 800 °C’de yapılan ergitme denemesine göre benzer şekilde olmasının yanında ışığa bağlı renk değişiminin (Görsel 4.10 B) daha belirgin olduğu görülmektedir (Görsel 4.10 A ve B).



A

B

Görsel 4.11. Şeffaf renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntü (B)

900 °C’de yapılan ergitme denemesi ile opaklık (Görsel 4.11 A) elde edilmeye devam ederken, yüzeydeki çatlak gibi gözüken desen daha da belirginleşmiştir, arkadan gelen doğal ışık (Görsel 4.11 B) 850 °C’de ısıtılma işlemi yapılan numuneye göre yüzeyin genelinde çatlaklımsı görüntü homojen bir şekilde dağılım göstermektedir. 800 °C ve 850 °C’lerde ısıtılma işlemi görmüş numunelerde görülene benzer bir çatlak deseni etkisi vardır. Kalıba temas eden yüzey kısımlarda matlaşma mevcuttur (Görsel 4.11 A ve B).

4.3.2. Opak beyaz renkli cam

Opak beyaz cam renk denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Opak beyaz renkli cam; şeffaf cam renginde olduğu gibi 600 °C ve 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtıl işlem uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 650 °C’de gerçekleştirilen ısıtıl işlem sonucunda camların tam birbirine kaynaşmasının gerçekleşmemesidir (Görsel 4.12).



Görsel 4.12. *Opak beyaz renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Tepe sıcaklığının 650 °C olarak belirlendiği opak beyaz cam renk denemesinde ısıtıl işlem görmemiş cam rengi ile ısıtıl işlem gördükten sonraki cam renginin arasında büyük renk değişikliği olduğu görülmektedir (Görsel 4.12). 650 °C tepe sıcaklığında kahverengiye dönüşen cam rengi, yüzeyinden de anlaşıldığı üzere camlar tam ergimemiştir. Bu nedenle tepe sıcaklığının yeterli olmadığı görülürken, opak beyaz camın renk değiştirmesi için ısıtıl işlem sıcaklığının yeterli olduğu görülmektedir. Cam yüzeyinde görülen yumuşak hatlar nedeniyle kalıpla cam şekillendirme tekniklerinden biri olan yarı füzyon etkisine benzer etki elde edilmiştir ve bu etkinin artistik cam uygulamalarında kullanılabileceği düşünülmektedir (Görsel 4.12).



Görsel 4.13. *Opak beyaz renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

675 °C tepe sıcaklığında yapılan renk denemesinde ise homojen bir ergitme elde edilirken cam yüzey rengi daha net görülmektedir. En az üç farklı kahverengi renk tonunun elde edildiği bu ısıl işlem tepe sıcaklığının, düşük olmasına rağmen ergitilen cam kalıbın şeklini almıştır ve camda renk değişimi net olarak gözlemlenmektedir. Ayrıca 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ısıl işlem sonucunda ısıl işlem öncesi şeffaf olan cama göre daha pürüzsüz cam yüzeyi elde edilmiştir, ergime homojen şekilde gerçekleşmesine rağmen yüzey rengi homojen değildir. 675 °C’de yüzey tamamen pürüzsüz hale geldiğinden bu cam için füzyonun başladığı sıcaklığa (tack füzyon) gelindiği anlaşılmaktadır (Görsel 4.13).



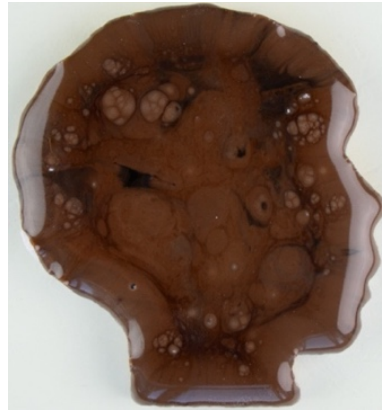
Görsel 4.14. *Opak beyaz renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

675 °C’de yapılmış olan ergitmede görülen üç ve daha fazla olan kahverengi cam renk tonunun daha koyu kahverengi tonlarına dönüştüğü görülmektedir. Ergitme tepe sıcaklığına bağlı olarak cam kalıbın şeklini tam olarak almış ve el ile dokunulduğunda ancak keskin kenarların hissedilebildiği bir sonuç görülmüştür (Görsel 4.14).



Görsel 4.15. *Opak beyaz renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Isıl işlem tepe sıcaklığının 725 °C olarak uygulandığı denemede 700 °C’de ısıtılma işlem sonucu görülen renk tonları açısından benzer etkiler elde edilmiştir. Yüzey renk tonunun (kahverenginin) daha da koyulaştığı görülmektedir. Yüzeyde bir tane hava kabarcığı oluşumu mevcuttur bu da cam içinde meydana gelen buharlaşmayı işaret etmektedir. Dikkatli bakıldığında yüzey detaylarında cam rengi oluşumunun çizgisel şekilde oluştuğu görülmektedir (Görsel 4.15).



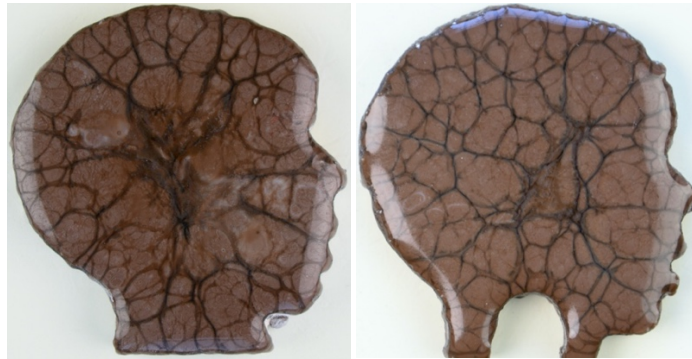
Görsel 4.16. *Opak beyaz renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

750 °C’de yapılan ergitme denemesinde yüzeyde görülen renk değişimi farklı yoğunluklarda görülmektedir. Kalıba temas eden üst kısımlardan numune yüzeyinin ortalarına doğru kahverenginin farklı tonları elde edilmiştir. Kenarlara dokunulduğunda kısmen keskinlik hissedilmektedir. Yüzeyde bir adet hava kabarcığı oluşumu mevcuttur, bu da buharlaşmayı işaret etmektedir (Görsel 4.16).



Görsel 4.17. *Opak beyaz renkli camın 800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesinde kalıba temas eden yerlerde kahverengi daha açık renk tonunda oluşurken, yüzeyin ortasına doğru kahverenginin çizgisel olarak koyulaşmaya başladığı ve ortada yoğun bir şekilde toplandığı görülmektedir. Yüzeyde hava kabarcık oluşumunun da arttığı söylenebilir (Görsel 4.17).

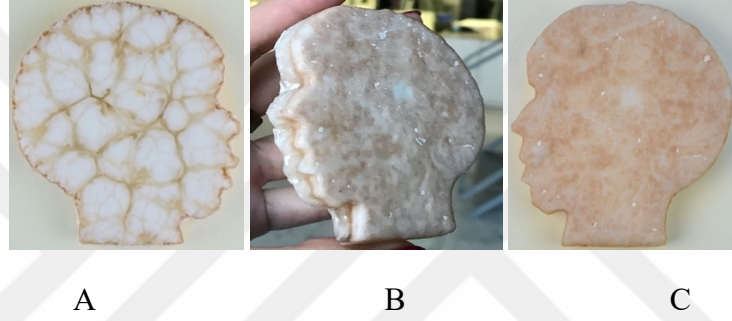


A

B

Görsel 4. 18. *Opak beyaz renkli camın 850 °C’de yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), aynı sıcaklık ve sürede ısıtma işlemi ile yapılan ikinci ergitme denemesi (B)*

850 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesinde yüzeyde farklı yoğunlukta çatlak görüntü etkisi (Görsel 4.18 A) görülmektedir. Diğer ergitme denemelerinde düzensiz oluşan yüzey görünümü etkisinin 850 °C tepe sıcaklığında yapılan ısıtma işlemi sonucunda çizgi, doku, biçim, boyut ve renk oluşumunun birbirleri ile uyum içinde daha doğal etki gösterdiğini söylenebilir. Yüzeyde oluşan derinlik etkisi tesadüf elde edilmiş gibi gözükse de yapılan başka bir ergitme denemesi ile benzer oluşumun tekrardan elde edilebildiği tespit edilmiştir (Görsel 4.18 A ve B).



Görsel 4.19. Opak beyaz renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışık ile arka ve yan yüzeyin çekilen fotoğrafı (B) ve kalıba temas eden yüzeyin üstten gelen beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (C)

Opak beyaz cam ergitmesinde en net değişim gösteren sonuçlardan bir diğeri de 900 °C’ de yapılan ergitme denemesinde elde edilmiştir. 650 °C tepe sıcaklığı ile 850 °C tepe sıcaklığı arasında yapılan ısıtma işlemleri sonucunda cam rengi kahverengi olarak elde edilmiştir. 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ısıtma işlemi sonucunda cam rengi beyaza dönmüştür (4.19 A). 850 °C’de olduğu gibi yüzey etkisine benzer bir çatlağımsı desen oluşumu ve pürüzsüz yüzey gözlemlenmektedir. Yüzeyde görülen desen ve renk arasındaki armoni yakından bakıldığında iç içe geçerek devam eden bir ağ şeklindedir. Kalıba temas eden yüzeylerde görülen ve simetrik şekilde oluşan çizgisel etki iki farklı camın (Görsel 4.19 B) birbirine sonradan yapıştırılmış olma ihtimalinin algılanmasına neden olmaktadır. Kalıba temas eden alt yüzeylerde (Görsel 4.19 C) matlık farklı renk yoğunluklarında görülmektedir. Kalıba temas eden alt yüzeyde açık kahverengi renk tonu daha baskınken üst yüzeyde, hava ile temasta olan yüzeyde beyaz renk tonu hakimdir (görsel 4.19 A, B ve C).

4.3.3. Yeşil renkli cam

Yeşil renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Yeşil renkli cama şeffaf ve opak beyaz cam renginde olduğu gibi 600 °C ve 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtım işlem uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 650 °C’de gerçekleştirilen ısıtım işlem sonucunda camların tam birbirine kaynaşmasının gerçekleşmemesidir (Görsel 4.20). 700 °C’den başlayan ve sonrasında da oluşmaya devam eden aynı cam renk tonu dolayısıyla 900 °C’den daha yüksek tepe sıcaklıklarının denenmesine gerek duyulmamıştır.



A

B

Görsel 4.20. Yeşil renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

Tepe sıcaklığının 650 °C olduğu yeşil cam ergitme renk denemesinde ısıtım işlem görmeden önceki cam rengi ile ısıtım işlem gördükten sonraki cam rengi arasında büyük bir farklılık görülmemiştir. Tepe sıcaklığı düşük olmasına rağmen silüet formu oluşmuştur (Görsel 4. 20 A). Kalıba temas eden bölgelerde keskin kenarlar görülmektedir. Bu durum kullanılan tepe sıcaklığının tam olarak camın ergitilmesi için yeterli olmadığını sadece birbirini tutacak kadar kaynaşma sağladığını göstermektedir. Elde edilen sonuç kalıpla cam şekillendirme tekniklerinden biri olan füzyona (tack füzyon) benzemektedir. Artistik cam uygulamalarında etkili bir şekilde kullanılabileceği görülmektedir. Yüzeyde elde edilen etki camın değerli taş (Görsel 4.20 B) gibi algılanmasını sağlamaktadır (Görsel 4.20 A ve B).

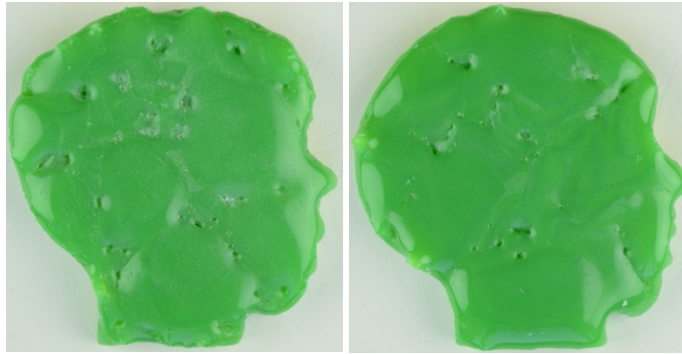


A

B

Görsel 4.21. Yeşil renkli camın 675 °C (A ve B) tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

675 °C’de yapılan ısıtıl işlem ile 650 °C’de ergitilen numuneye göre renk tonu açısından daha koyudur ve opaklığın daha fazla olduğu belirgindir. 675 °C’de daha koyu bir yeşil renk elde edilirken, yüzey pürüzlülüğü keskinliğini kaybetmiş ve yumuşama göstermiştir (Görsel 4.21 A). Kalıba temas eden kısımlardaki keskin kenarlar görülmeye devam etmektedir. Üstten gelen beyaz ışık ile profesyonel çekilen fotoğrafta opak bir cam renginin elde edildiği görülürken, arkadan gelen doğal ışık (Görsel 4.21 B) ile ışık geçirgenliğine sahip şeffaf bir etkinin olduğu görülmektedir (Görsel 4.21 A ve B).



A

B

Görsel 4.22. Yeşil renkli camın 700 °C (A) ve 725°C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı

700 °C ve 725 °C tepe sıcaklıklarında gerçekleştirilen ergitme denemelerinde elde edilen sonuçlar birbirine çok yakındır ve ısıtım işlemi görmeyen önce şeffaflığa sahip olan yeşil cam rengi ışık geçirgenliğini kaybederek opaklaşmıştır. Kalıba temas eden kısımda keskin kenarlar 700 °C’de gerçekleştirilen ısıtım işlemde (Görsel 4.22 A) daha çok 725 °C’de gerçekleştirilende (Görsel 4.22 B) ise kısmen mevcuttur. İki cam yüzeyinde de pürüzlü doku oluşumu görülmeye devam etmektedir (Görsel 4.22 A ve B).



Görsel 4.23. Yeşil renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı

750 °C tepe sıcaklığında gerçekleştirilen ısıtım işlemi denemesinde yüzey pürüzlülüğünün diğer daha düşük ısıtım işlemi tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme denemeleri ile kıyaslandığında en az olduğu görülmektedir. Kalıba temas eden üst yüzey kısımlarında keskin kenarlar elde edilmeye devam etmektedir (Görsel 4.23).



A

B

C

Görsel 4.24. Yeşil renkli camın 800 °C (A), 850 °C (B) ve 900 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı

800 °C, 850 °C ve 900 °C’lerde yapılan ergitme denemelerinde elde edilen ortak sonuç cam rengindeki görülen opaklığın birbirine yakın olduğu görülmektedir. 800 °C ve 850 °C’lerde yüzey tamamen pürüzsüz hale geldiğinden bu cam rengi için tam füzyon sıcaklığına gelindiği anlaşılmaktadır. 800 °C’de yapılan ısıtma işlemi sonucunda (Görsel 4.24 A) kısmen keskin kenarlar görülürken 850 °C (Görsel 4.24 B) ve 900 °C’lerde ise tamamen yumuşak hatlar görülmektedir. 900 °C’de cam yüzeyinde matlaşma oluşmuştur buna bağlı olarak cam yüzeyinde parçalanmalar meydana gelmiştir (Görsel 4.24 C). Yeşil renkli cam için 900 °C’de ısıtma işleminin uygun olmadığı belirlenmiştir.

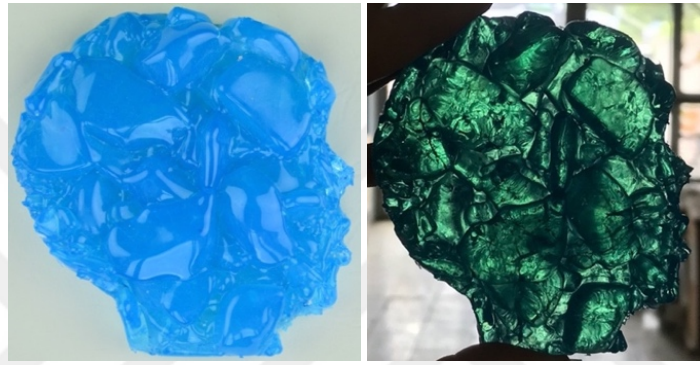
4.3.4. Mavi renkli cam

Mavi renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Mavi renkli cama şeffaf, opak beyaz ve yeşil renkli camlarda olduğu gibi 600 °C ve 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 650 °C’de gerçekleştirilen ısıtma işlemi sonucunda camların tam birbirine kaynaşmasının gerçekleşmemesidir (Görsel 4.25). 850 °C ve 900 °C’de benzer opaklık elde edildiği için daha yüksek tepe sıcaklıklarında ısıtma işlemi uygulamalarına gerek duyulmamıştır.



Görsel 4.25. Mavi renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı

Isıl işlem görmeden önceki cam rengi ile tepe sıcaklığının 650 °C olduğu ısıtıl işlem sonucunda bu iki cam rengi arasında büyük bir farklılık görülmemiştir. Ergitme tepe sıcaklığına bağlı olarak silüet formu oluşmuştur ve cam parçaları birbiri ile kaynaşma göstermiştir. Camın ısıtıl işlem sonrası yüzey etkisi, üstten gelen ve beyaz ışık kullanılarak çekilen görselden de anlaşılacağı gibi kalıpla cam şekillendirme tekniklerinden biri olan tack füzyona benzemektedir. Artistik cam uygulamalarında etkili bir şekilde kullanılabileceği görülmektedir (Görsel 4.25).



A

B

Görsel 4.26. *Mavi renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)*

Isıl işlem tepe sıcaklığının 675 °C olduğu ergitmede (4.26 A), 650 °C’de yapılan ergitme (4.26 A) numunesine göre renk ve ton değişimi görülmemektedir. Ancak 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme numunesinde ışığın geliş açısına göre rengin maviden yeşile değiştiği belirlenmiştir (Görsel 4.26 A ve B). Yüzey dokusu keskinliğini kaybederek yumuşama göstermiştir. Tack füzyon etkisi elde edilmiştir. Kalıba temas eden kısımlarda keskin kenarlar görülmeye devam etmektedir (Görsel 4.26 A ve B).



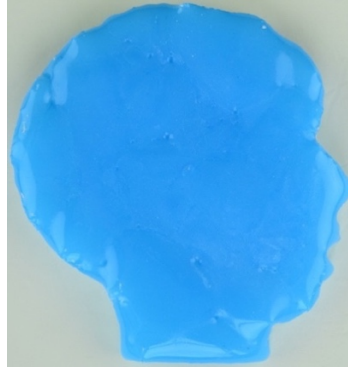
A

B

C

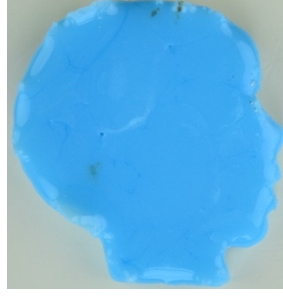
Görsel 4.27. *Mavi renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın önden gelmesi (B) ve doğal ışığın arkadan gelmesi (C) sonucu elde edilen görüntüleri*

Tepe sıcaklığının 700 °C olduğu mavi renkli cam ergitme denemesinde bu yapılan ısıtma işlem sonrası cam renginin opak (Görsel 4.27 A) olduğu gözlemlenmektedir. Doğal ışığın önden gelmesi (Görsel 4.27 B) ya da doğal ışığın arkadan gelmesi (Görsel 4.27 C) ile çeşitli mavi cam renk tonlarının oluşmasına neden olmaktadır (Görsel 4.27 A, B ve C).



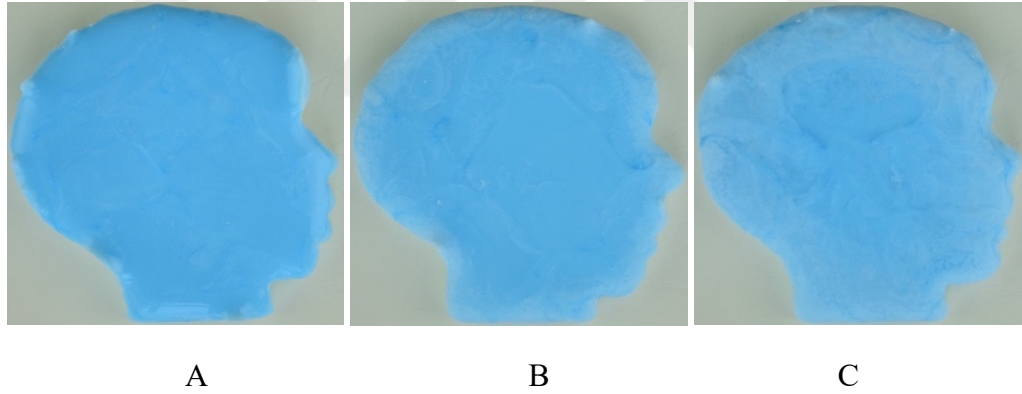
Görsel 4.28. *Mavi renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

725 °C tepe sıcaklığında gerçekleştirilen ergitme denemesi sonucunda mavi cam renginde daha düşük sıcaklıklarda yapılan denemelere göre opaklaşmanın arttığı görülmektedir. Camın kalıba temas eden kısımlarında keskin kenarlar kısmen mevcuttur ve cam yüzeyinde el ile dokunulduğunda pürüzlü bir doku hissedilmektedir (Görsel 4.28).



Görsel 4.29 Mavi renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı

Tepe sıcaklığının 750 °C olduğu ısıtma işlemi sonucunda cam yüzey pürüzlülüğünün en aza indiği görülmektedir. Cam renginde daha düşük sıcaklıkta yapılan diğer deneylerde elde edilen renk tonundan daha açık tonlar, kısmen açılmalar meydana gelmektedir. Camın kalıba temas eden yan yüzeyinin üst kısımlarında keskin kenarlar mevcuttur (Görsel 4.29).



Görsel 4.30. Mavi renkli camın 800 °C (A), 850 °C (B) ve 900 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

800 °C, 850 °C ve 900 °C tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme deneylerinde elde edilen ortak sonuç cam rengi opaklıklarında renk farklılığının çok fazla olmamasıdır. Özellikle 850 °C ve 900 °C’de yapılan ergitme sonucunda elde edilen renk tonları oldukça benzerdir. 800 °C (Görsel 4.30 A) ve 850 °C’lerde (Görsel 4.30 B) kısmen keskin kenarlar görülürken 900 °C’de tamamen yumuşak hatlar görülmektedir. 800 °C ve 850 °C’lerde yüzey tamamen pürüzsüz hale geldiğinden bu cam rengi için tam füzyon sıcaklığına gelindiği anlaşılmaktadır (Görsel 4.30 B ve C).

4.3.5. Pembe renkli cam

Pembe renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Pembe renkli cama şeffaf, opak beyaz, yeşil ve mavi cam renklerinde olduğu gibi 600 °C ve 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtıl işlem uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 650 °C’de gerçekleştirilen ısıtıl işlem sonucunda camların tam birbirine kaynaşmasının gerçekleşmemesidir (Görsel 4.31). 725 °C’den başlayan ve 900 °C’ye kadar devam eden ısıtıl işlem sonrası cam rengi ışık geçirgenliğinde herhangi bir değişimin olmamasından dolayı daha yüksek tepe sıcaklıklarının denenmesine gerek duyulmamıştır.



Görsel 4.31. Pembe renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı

Isıl işlem görmemiş ve tepe sıcaklığının 650 °C olduğu ısıtıl işlem sonrasında pembe şeffaf renkli camların renginde ve tonunda herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Belirlenen silüet formu kısmen oluşmuştur ve cam parçaları birbiri ile kaynaşma göstermiştir. Diğer cam renklerinde olduğu gibi keskin kenarların kalıp duvarlarına temas eden cam parçalarının kalıba tutunması ile oluştuğu görülmektedir (Görsel 4.31).



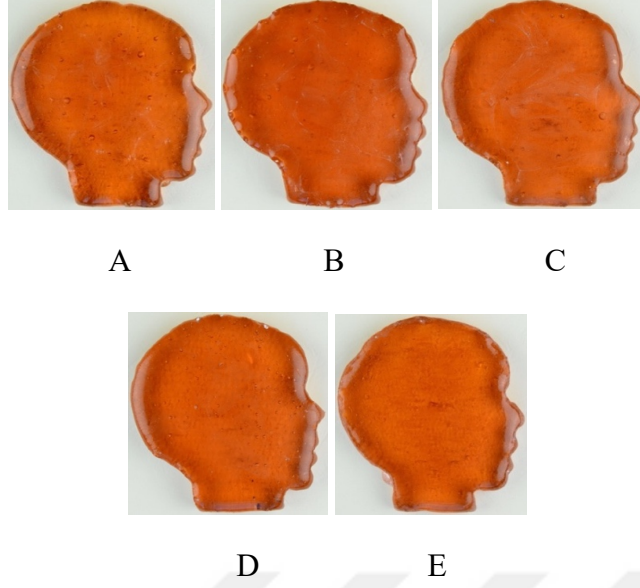
Görsel 4.32. *Pembe renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Tepe sıcaklığının 675 °C olduğu pembe renkli camın ergitme denemesinde ısı işlem sonrası cam renk tonu değişimi camın saydamlığının artması nedeniyle kısmen gerçekleşmiştir ve renk tonu daha açık hale gelmiştir. 650 °C’de ergitilen numuneye göre 675 °C’de ergitilende yüzey pürüzlülüğü daha az ve keskin kenarlar bakımından yumuşama görülmektedir (Görsel 4.32).



Görsel 4.33. *Pembe renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında fotoğrafı çekilen deneme*

Tepe sıcaklığının 700 °C olduğu ergitme denemesinde cam rengi 675 °C’de yapılan ergitmeye göre benzer kalırken yüzeyde gözlemlenen pürüzlülük azalmıştır. Camların birbirine kaynaşma şekline göre değerlendirme yapılacak olursa; yarı füzyona yakın bir etkiye sahip olduğu görülmektedir (Görsel 4.33).



Görsel 4.34. Pembe renkli camın 725 °C (A), 750 °C (B), 800 °C (C), 850 °C (D) ve 900 °C (E) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

Tepe sıcaklıklarının 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C ve 900 °C olduğu ergitme denemelerinde cam renk tonunda herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir. Keskin kenarlar tepe sıcaklığı arttırıldıkça yerini yumuşak dönüşlere bırakmıştır. 725 °C'den sonra yüzey pürüzsüz hale geldiğinden bu cam rengi için yarı füzyon sıcaklığına gelindiği ve yükselen sıcaklıkla tam füzyon sıcaklığına geçildiği anlaşılmaktadır (Görsel 4.34 A, B, C, D ve E).

4.3.6. Amber renkli cam

Amber renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Amber renkli cama şeffaf, opak beyaz, yeşil, mavi ve pembe cam renklerinde olduğu gibi 600 °C ve 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Bunun nedeni 650 °C'de gerçekleştirilen ısıtma işlemi sonucunda camların birbirine kaynaşmasının gerçekleşmemesidir (Görsel 4.35 A). 725 °C'den başlayan ve 900 °C'ye kadar devam eden cam rengi şeffaflığından dolayı 900 °C'den daha yüksek tepe sıcaklıklarının denenmesine gerek duyulmamıştır.



A

B

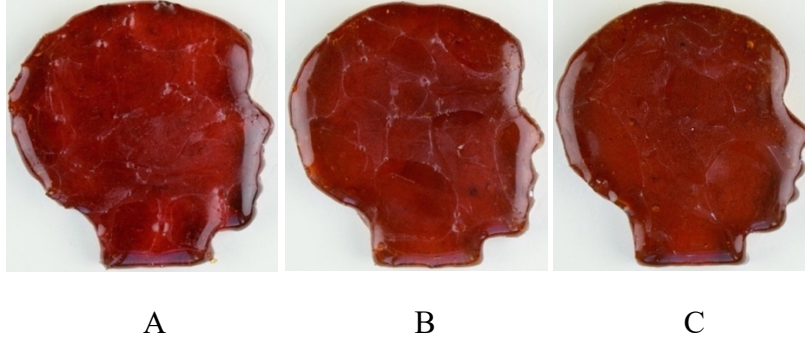
Görsel 4.35. *Amber renkli camın 600 °C (A) ve 675 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları*

Isıl işlem görmeden önceki cam rengi ile tepe sıcaklıklarının 650 °C (Görsel 4.35 A) ve 675 °C (Görsel 4.35 B) olduğu amber renkli cam denemelerinde ısıl işlem gördükten sonraki cam rengi arasında büyük bir fark görülmemiştir. Kalıp duvarlarına temas eden cam parçalarının kalıba tutunması ile keskin kenarlar oluşmuştur ve her iki tepe sıcaklığında da cam parçaları birbiri ile kaynaşma göstermiştir (Görsel 4.35 A ve B).



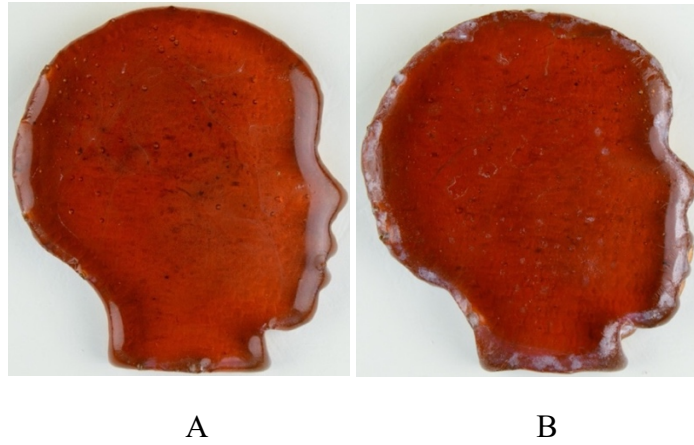
Görsel 4.36. *Amber renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Tepe sıcaklığının 700 °C olduğu ergitme denemesinde de diğer düşük tepe sıcaklıklarında olduğu gibi herhangi bir renk değişiklik görülmezken, yüzey pürüzlülüğü tepe sıcaklığı arttırıldıkça keskinliğini kaybetmiştir ve yumuşama göstermiştir. Kalıba temas eden kısımlardaki keskin kenarlar görülmeye devam etmektedir (Görsel 4.36).



Görsel 4.37. Amber renkli camın 725 °C (A), 750 °C (B) ve 800 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

Isıl işlem tepe sıcaklıklarının 725 °C, 750 °C ve 800 °C olduğu ergitme denemelerinde elde edilen sonuçlara bakıldığında cam renk tonlarının birbirine yakın olduğu gözlemlenmektedir. Cam yüzeyinde görülen köpürme benzeri bozulmalar 725 °C 'de (4.37 A) başlamıştır ve tepe sıcaklığının artırılmasıyla cam yüzey bozulması devam etmiştir (Görsel 4.37 B ve C). 750 °C ve 800 °C tepe sıcaklıklarında ergitilen numunelerde ise cam yüzeyinin genelinde matlaşma oluşumu mevcuttur.



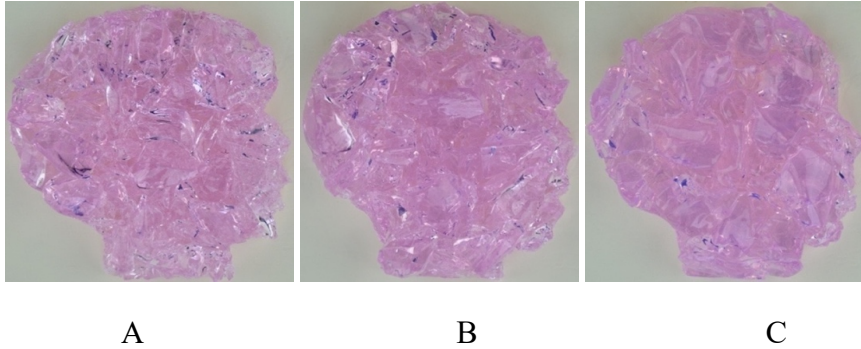
Görsel 4.38. Amber renkli camın 850 °C (A) ve 900 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

Isıl işlem tepe sıcaklığın 850 °C olduğu ergitme denemesinde cam rengi diğer düşük tepe sıcaklıklarına göre açılmıştır. 850 °C 'de (Görsel 4.38 A) görülen yüzey matlaşması 800 °C (Görsel 4.37 C) tepe sıcaklığında elde edilen yüzey matlaşmasına göre en aza indiği görülmektedir. 900 °C (Görsel 4.38 B) tepe sıcaklığında yapılan ergitme

denemesinde ise 850 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesine göre cam renk tonunda koyulaşma görülmektedir. 850 °C tepe sıcaklığında yapılan cam yüzeyinde herhangi bir bozulmaya rastlanmazken 900 °C yapılan ergitme numunesi cam yüzeyinde kalıba temas yan üst kısımlarda matlaşmanın oluşumu mevcuttur. Elde edilen bu sonuçlara göre 850 °C ergitme denemesinde yüzey tamamen pürüzsüz hale geldiği için tam füzyon işlemine benzer bir etki elde edilmiştir.

4.3.7. Açık pembe renkli cam

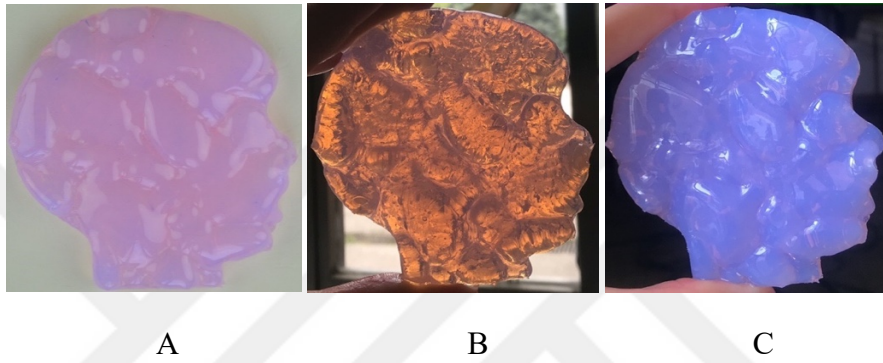
Açık pembe renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Açık pembe renkli cama şeffaf, opak beyaz, mavi, yeşil ve amber renkli camlarda olduğu gibi 600 °C ve 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 650 °C’de gerçekleştirilen tavlama işlemine bağlı olarak camın şekil almama ve kaynaşma gerçekleştirilmeyecek olmasıdır (Görsel 4.39 A). 800 °C’de başlayan ve sonrasında da oluşmaya devam eden cam rengi opaklığından dolayı 900 °C’den daha yüksek tepe sıcaklıklarının denenmesine gerek duyulmamıştır.



Görsel 4.39. Açık pembe renkli camın 650 °C (A), 675 °C (B) ve 700 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

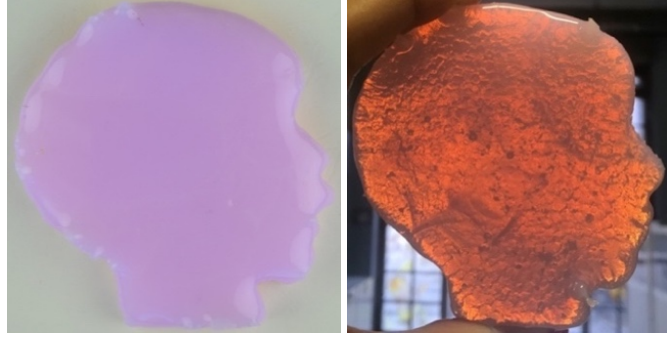
Tepe sıcaklığının 650 °C olduğu açık pembe renkli cam denemesinde cam renk tonu değişimi görülmemektedir. Yani ısıtma işlemi görmeden önceki cam rengi ile tepe sıcaklığının 650 °C (Görsel 4.39 A) olduğu ısıtma işlemi sonucuna göre iki cam rengi arasında bir farklılık görülmemiştir ve camın rengi açık pembe kalmaya devam etmiştir.

Tepe sıcaklığının 675 °C (Görsel 4.39 B) olduğu cam ergitme denemesinde ise cam renk tonu, siluet formunun ortalarında kısmen değişim gösterirken, 700 °C (Görsel 4.39 C) tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonucunda cam yüzeyinin genelinde cam renk tonunun artarak değişim gösterdiği görülmektedir. Eritme tepe sıcaklıklarının tümünde belirlenen siluet formu kısmen oluşmuştur ve cam parçaları birbiri ile kaynaşma göstermiştir. Keskin kenar oluşumu tüm tepe sıcaklıklarında mevcuttur (Görsel 4.39 A, B ve C).



Görsel 4.40. Açık pembe renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A), doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B) ve doğal ışığın önden gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (C)

725 °C tepe sıcaklığında yapılmış olan ergitme denemesinde cam renk tonu değişimi 700 °C’de (Görsel 4.39 C) ergitilen numuneye göre değişiklik göstermiştir. Üstten gelen ve profesyonel ışıkla çekilen görselde opaklaşma (Görsel 4.40 A) eğilimi gösteren bir renk elde edildiği görülmektedir. Numuneye arkadan doğal ışığın gelmesiyle cam renginde, sarı ve pembe tonlarda değişken renklerin (Görsel 4.40 B) algılanmasına neden olmaktadır. Doğal ışığın gelme açısı ön yüzeyden alacak şekilde ayarlandığında ise camın mor ve mavi renklerde görülmesine neden olmaktadır (Görsel 4.40 C). 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonucunda yüzey pürüzlülüğü keskinliğini kaybetmiştir ve yumuşak hatlara dönüşmüştür. Kalıba temas eden kısımlarda keskin kenarlar görülmemektedir. Camın yüzey etkisi bakımından cam şekillendirme tekniklerinden biri olan yarı füzyon etkisine benzer bir etki elde edilmiştir (Görsel 4.40 A, B ve C).

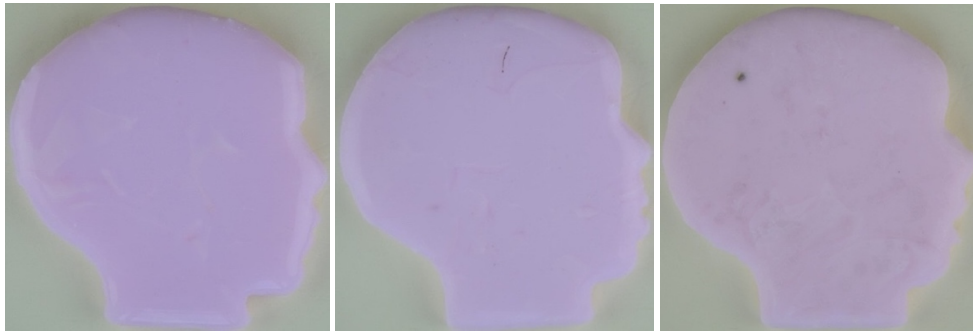


A

B

Görsel 4.41. Açık pembe renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonrası üstten gelen beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

Tepe sıcaklığının 750 °C olduğu ergitme denemesinde elde edilen cam renk tonu 725 °C’de (Görsel 4.40 A) ergitilen numuneye göre daha opaktır. Üstten gelen ışık ile çekilen görselde opaklığın (Görsel 4.41 A) olduğu bir renk elde edildiği görülürken numuneye arkadan doğal ışığın gelmesiyle cam rengi sarı ve pembe tonlarda (Görsel 4.41 B) görülmektedir. Kalıba temas eden kısımlarda kısmen keskin kenarlar elde edilmiştir. 750 °C yapılan ısıtma işlemi uygulamasıyla elde edilen yüzey pürüzsüzlüğünden de anlaşılacağı gibi tam füzyon sıcaklığına yaklaşıldığı anlaşılmaktadır (Görsel 4.41 A ve B).



A

B

C

Görsel 4.42. Açık pembe renkli camın 800 °C (A), 850 °C (B) ve 900 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

Tepe sıcaklığının 800 °C (Görsel 4.42 A) olduğu ergitme denemesinde elde edilen sonuç 750 °C (Görsel 4.41 A) tepe sıcaklığı ergitmesinde elde edilen sonuca göre ışık geçirgenliğinin olmadığı, tamamen opaklığın arttığı ve cam renk tonunun açıldığı gözlemlenmektedir. 850 °C (Görsel 4.42 B) ve 900 °C (Görsel 4.42 C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme denemelerinde ise opaklık oluşumu ve cam renk tonu açılması kısmen devam etmiştir. 850 °C ve 900 °C tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrasında numunelerin üst yüzeylerinde matlaşma oluşumu mevcuttur (Görsel 4.42 A, B ve C).

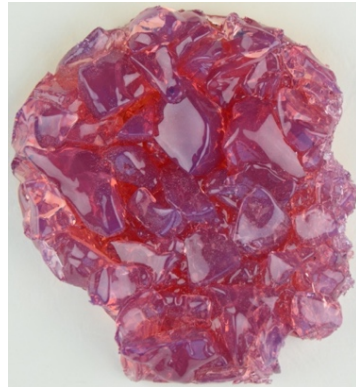
4.3.8. Lila renkli cam

Lila renk cam denemesi için kullanılan tepe sıcaklıkları 600 °C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Tepe sıcaklığının 650 °C olması her renkli cam için belirlenen başlangıç ısı işlem sıcaklığı olmuştur. Lila renkli cam için de ergitme süreci 650 °C tepe sıcaklığında uygulanarak başlamıştır. 675 °C’de yapılan ısı işlem denemesi sonrasında 650 °C ve 675 °C tepe sıcaklıkları ergitmesi arasında görülen cam renk tonu farklılığından dolayı önce 625 °C sonra 600 °C gibi daha düşük tepe sıcaklıklarının denenmesi uygun görülmüştür. Bu durum 900 °C üstü tepe sıcaklıkları için de geçerli olmuştur. 725 °C tepe sıcaklığı ergitme denemesinden 900 °C tepe sıcaklığı ergitmesine kadar yapılmış olan denemeler incelenmiştir. Bu tepe sıcaklıkları arasında yapılan ergitme numunelerinin yüzeyinde oluşan renk tonlarındaki çeşitli yoğunluklar nedeniyle önce 925 °C sonra 950 °C tepe sıcaklıklarında ergitme denemelerinin sürece dahil edilmesi uygun görülmüştür.



Görsel 4.43. *Lila renkli camın 600 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Yapılan tüm cam renk denemeleri arasında en düşük tepe sıcaklığı bu cam rengi için belirlenmiş ve uygulanmıştır. Başlangıçta 650 °C (Görsel 4.45) tepe sıcaklığında ısıtım işlemi uygulanmıştır. Yüzeyde gözlemlenen etkinin önce 25 °C sonra da 50 °C düşürülmesi ile oluşabilecek cam renk tonundaki değişimin gözlemlenmesi için deneme sürecine dahil edilmiştir. Isıtım işlemi görmeden önceki cam rengi ile tepe sıcaklığının 600 °C olduğu ısıtım işlemi sonucunda cam rengi lila renk tonundan pembe renk tonuna dönmüştür. Cam parçalarının kaynaşma noktalarının üst üste denk geldiği kısımlarda, ışığın geliş açısına bağlı olarak çeşitli yoğunlukta renk tonları elde edilmiştir. Düşük tepe sıcaklığında yapılan ısıtım işlemine rağmen silüet şeklinin en girintili kısımları olan burun, ağız gibi uzuvların belirgin bir şekilde elde edildiği görülmektedir (Görsel 4.43).



Görsel 4.44. *Lila renkli camın 625 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

625 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi ile 600 °C (Görsel 4.43) tepe sıcaklığında yapılan ergitme arasında cam renk tonunda değişim görülmektedir. Cam parçalarının üst üste keştiği noktalarda cam renk tonunun genelinde çeşitli tonlarda pembe renk elde edilmiştir. Bu şekilde görünmesinin nedeni üstten gelen beyaz ışığın etkisine bağlı olduğu düşünülmektedir. Kalıpla cam şekillendirme tekniği açısından düşünüldüğünde; 600 °C tepe sıcaklığı ve 625 °C tepe sıcaklığı oldukça düşük olmasına rağmen cam parçaları birbiri ile kaynaşma göstermiştir ve siluet formu tam olarak elde edilmiştir (Görsel 4.44).



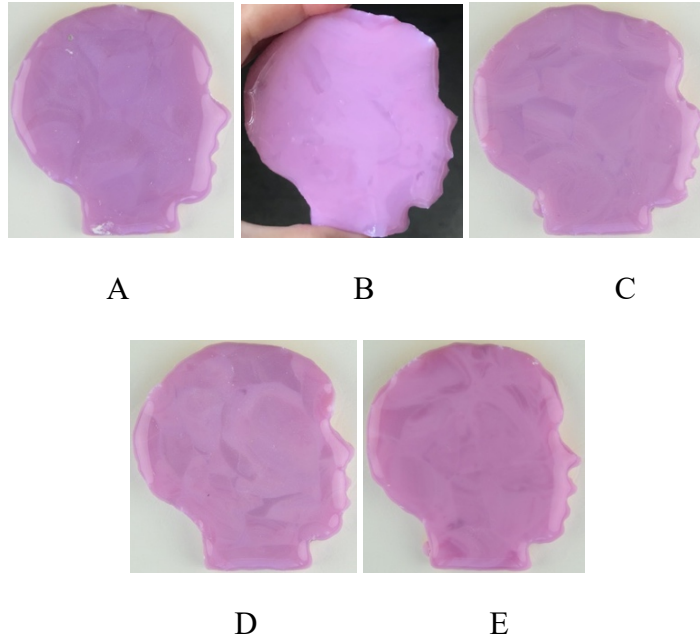
Görsel 4.45. *Lila renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten gelen beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesinde 625 °C’de (Görsel 4.44) yapılan ergitme denemesi yüzeyinde kısmen görülen yumuşak soluk bir lila renk tonu, yüzeyinin geneline yayılmıştır. Cam parçalarının tam kaynaşmadığı noktalarda cam renk tonu ışık almasından dolayı daha açık lila tonu şeklinde görülmektedir. Ergitme tepe sıcaklığı cam renk tonunun değişmesi için yeterli olduğu gibi kalıp şeklinin oluşmasında da yeterli olmuştur (Görsel 4.45).



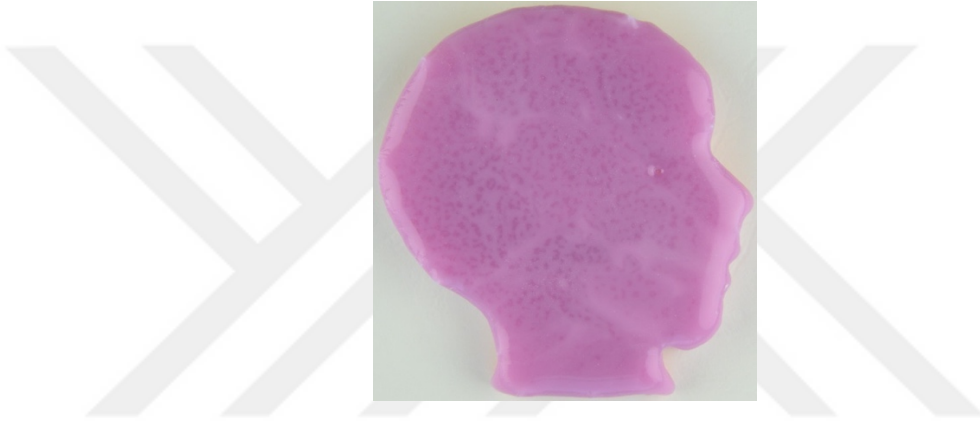
Görsel 4.46. *Lila renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Isıl işlem tepe sıcaklığının 675 °C olduğu ergitme denemesinde ışık geçirgenliğinin azalmaya opaklığın ise artmaya başladığı görülmektedir. Numune yüzeyinin genelinde lila renk tonu oluşum göstermektedir ve yüzey pürüzlülüğü homojen değildir. Keskin kenarların kaybolmasından dolayı ve camların kaynaşmasından da anlaşılacağı üzere kalıpla cam şekillendirme tekniklerinden biri olan yarı füzyon etkisine benzer bir etkinin elde edildiği görülmektedir (Görsel 4.46).



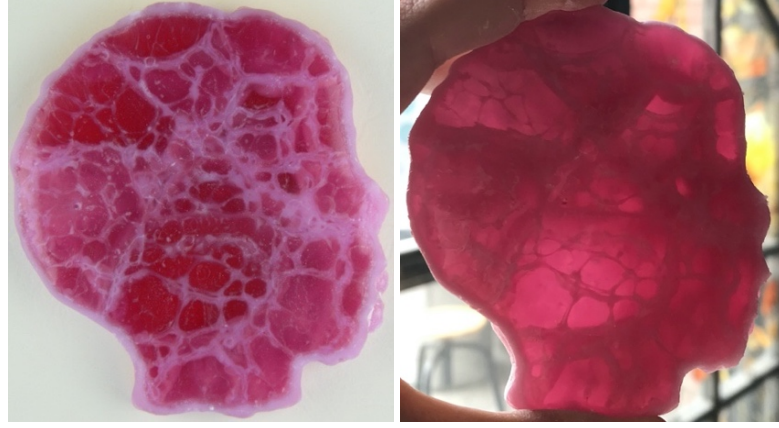
Görsel 4.47. *Lila renkli camın 700 °C (A), 725 °C (B), 750 °C (C), 800 °C (D) ve 850 °C (E) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları*

Tepe sıcaklıklarının 700 °C (Görsel 4.47 A), 725 °C (Görsel 4.47 B), 750 °C, 800 °C ve 850 °C olduğu ergitme denemelerinde opaklık oluşumunun başladığı ve giderek arttığı görülmektedir. Numune yüzeylerinde görülen renk tonları farklı yoğunluklarda dağılım göstermiştir. 850 °C tepe sıcaklığında renk tonu açılmaya başlamıştır. Kalıbın şekli bu tepe sıcaklıklarında homojen bir şekilde elde edilmiştir. 750 °C ve üstü tepe sıcaklıklarında elde edilen sonuçlar; cam şekillendirme tekniklerinden biri olan tam füzyona etkisine benzer bir etkidir ve artistik iki boyutlu cam uygulamalarında kullanılabilir (Görsel 4.47 C, D ve E).



Görsel 4.48. *Lila renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesinde lila rengin (orkide rengine benzer) açık tonu elde edilmiştir. Homojen bir şekilde 900 °C tepe sıcaklığında ergitme işlemi gerçekleştirilmiştir (Görsel 4.48).

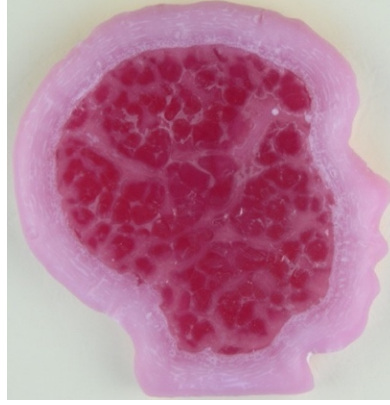


A

B

Görsel 4.49. *Lila renkli camın 925 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)*

Yapılan tüm tepe sıcaklıkları ergitme denemeleri arasında en yüksek tepe sıcaklıklarından biri 925 °C’de lila renkli cam için uygulanmıştır. 900 °C’de (Görsel 4.48) elde edilen rengin, 25 °C arttırıldığında değişip değişmeyeceğinin merak edilmesi üzerine 925 °C (Görsel 4.49 A) tepe sıcaklığı denemesi sürece dahil edilmiştir. Cam renginin ısı işlem görmeden önceki rengi ile 925 °C tepe sıcaklığında ergitilmesinden sonra elde edilen renk tonu arasında büyük bir fark görülmektedir. Opak beyaz cam rengi ergitme denemelerinde olduğu gibi 850 °C ve 900 °C tepe sıcaklıklarında elde edilen çatlak renk etkisine benzer bir cam rengi elde edilmiştir (Görsel 4.18 ve 4.19). Doğal ışığın arkadan gelmesi ile (Görsel 4.49 B) renk tonunun koyu ve açık pembe renk geçişleri daha net görülmektedir.



Görsel 4.50. *Lila renkli camın 950 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

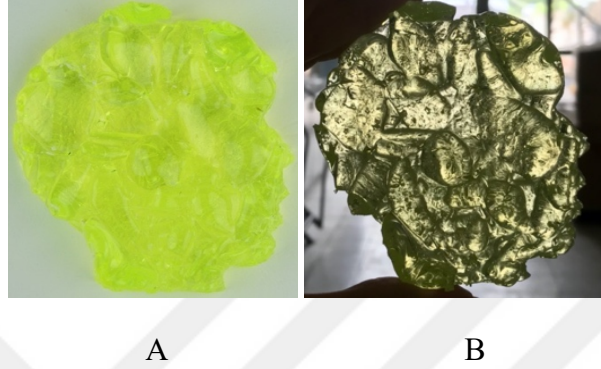
Yapılan tüm ergitme denemeleri arasında en yüksek tepe sıcaklıklarından bir diğeri 950 °C'dir. 925 °C tepe sıcaklığı ergitmesi sonrasında elde edilen sonucun etkili olmasından dolayı 25 °C daha yüksek tepe sıcaklığına çıkılarak bir uygulama daha yapılması uygun görülmüştür. Cam yüzeyinde görülen ve kalıba temas eden noktalardan formun iç kısmına doğru renk tonunda büyük bir reaksiyon görülmektedir. Alçı kuvars kalıba yakın yüzeylerin devitrifiye olması ve camın bünyesinden açığa çıkan oksit veya oksitlerin etkisi düşünülerek cam renk değişiminin gerçekleştiği ön görülmektedir (Görsel 4.50).

Aynı zamanda 900 °C tepe sıcaklığı, kalıp içi cam şekillendirme uygulamalarında kalıbın çatlama ve camın çatlaktan fırına akma ihtimali düşünülerek risk alınmak istenmeyen bir tepe sıcaklığıdır. Bu durum düşünüldüğünde 925 °C ve 950 °C tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme denemelerinde kalıp alınırken alçı kuvars harcın mukavemetini arttırmak için tel kullanılmıştır. En, boy, et kalınlığı ve bekleme süresi dikkate alındığında camın sızması gibi herhangi bir olumsuz durumla karşılaşılmamıştır (Görsel 4.49).

4.3.9. Neon yeşil renkli cam

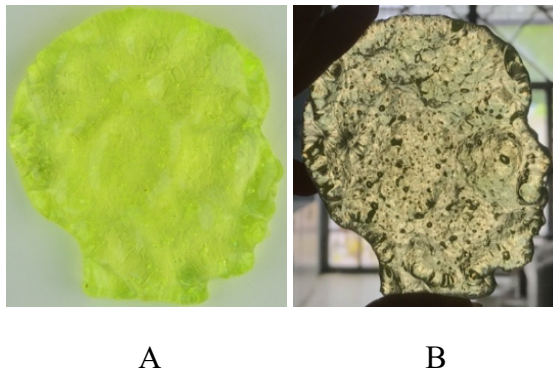
Neon yeşil renkli cam denemesi için kullanılan tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Neon yeşil renkli cama şeffaf, opak beyaz, mavi, yeşil ve amber renkli camlarda olduğu gibi 600 °C 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtma işlemi

uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 650 °C’de (Görsel 4.51) gerçekleştirilen ısı işlem sonucunda kalıbın şeklini almamasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda 650 °C’nin üstü ısı işlem uygulamalarında cam renginde görülen herhangi bir renk tonu değişiminin olmamasıdır.



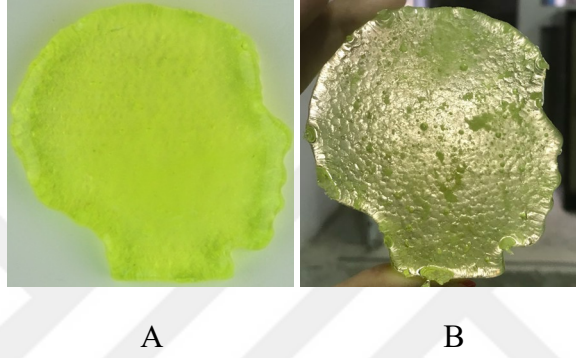
Görsel 4.51. Neon yeşil renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

Isıl işlem görmeden önceki cam rengi ile tepe sıcaklığının 650 °C olduğu ısı işlem sonucunda cam renk tonunda herhangi bir değişim görülmemiştir. Üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafta neon yeşil görülen (Görsel 4.51 A) cam renk tonu, arkadan doğal ışık gelmesi ile daha sarı tonlarda (Görsel 4.51 B) görülmektedir. Isıl işlem tepe sıcaklığının 650 °C olması cam parçaları birbiri ile kaynaşması için yeterli olmasına rağmen belirlenen formun şekli kısmen oluşmuştur. Keskin kenarlar bulunmaktadır (Görsel 4.51 A ve B).



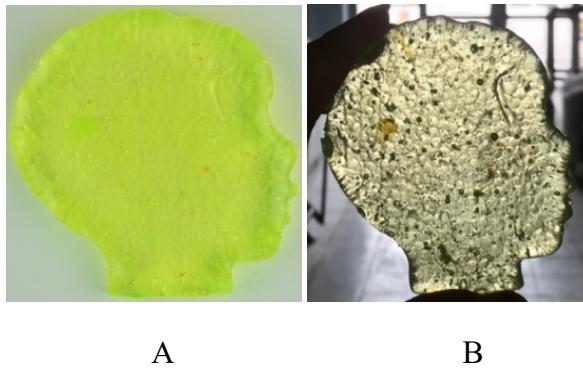
Görsel 4.52. Neon yeşil renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

675 °C tepe sıcaklığında yapılmış olan ergitmede cam renk tonu değişimi 650 °C’de ergitilen numuneye göre kısmen değişiklik göstermiştir. Kalıba temas eden kısımlardaki keskin kenarlar görülmeye devam etmektedir. El ile dokunulduğunda pürüzlülüğün, 650 °C tepe sıcaklığı ergitme denemesine göre daha az olduğu hissedilmektedir ve hava kabarcığı oluşumu mevcuttur (Görsel 4.52 A ve B).



Görsel 4.53. Neon yeşil renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

700 °C tepe sıcaklığında ergitilen numune 675 °C tepe sıcaklığında ergitilen numune ile kıyaslandığında cam renk tonu daha açık sarı iken bu tepe sıcaklığında açık yeşile dönük bir renk tonu elde edilmiştir. Diğer neon yeşil tepe sıcaklıkları ergitme denemelerinde görüldüğü gibi kalıp duvarına temas eden kısımlarda keskin kenarların oluşumu devam etmektedir ve hava kabarcığı kısmen mevcuttur (Görsel 4.53 A ve B).



Görsel 4.54. Neon yeşil renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

725 °C tepe sıcaklığında ergitilen numune 700 °C tepe sıcaklığında ergitilen numuneyle benzerlik göstermektedir. Yüzey tamamen pürüzsüz hale geldiğinden bu tepe sıcaklığı için tam füzyon sıcaklığına gelindiği anlaşılmaktadır (Görsel 4.54 A ve B).



A

B

C

D

Görsel 4.55. Neon yeşil renkli camın 750 °C (A), 800 °C (B), 850 °C (C) ve 900 °C (D) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

750 °C, 800 °C, 850 °C ve 900 °C tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme denemelerinde herhangi bir renk değişimi ve yüzey farklılığı görülmemiştir (Görsel 4.55 A, B, C ve D).

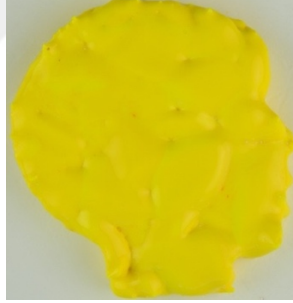
4.3.10. Opak sarı renkli cam

Opak sarı renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Opak sarı renkli cama şeffaf, opak beyaz, mavi ve neon yeşil cam renklerinde olduğu gibi 600 °C tepe sıcaklığında ısıtma işlemi uygulanmamıştır. Bunun nedeni ise 550 °C’de gerçekleştirilen tavlama işlemine bağlı olarak şekil almama ve camın kaynaşma göstermeme ihtimalidir.



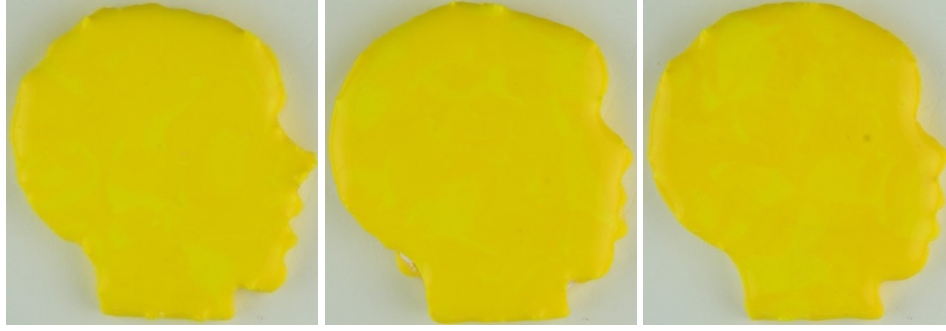
Görsel 4.56. *Opak sarı renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Isıl işlem görmeden önceki opak sarı cam rengi ile tepe sıcaklığının 650 °C olduğu ergitme denemesi sonra ısı opak sarı cam rengi arasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir. 650 °C tepe sıcaklığında uygulanan ısı işlem sonucunda modelin şekli alın, burun gibi uzuvlarda oluşurken dudak ve çene gibi girintili bölgelerde tam olarak oluşmamıştır (Görsel 4.56).



Görsel 4.57. *Opak sarı renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

675 °C’de yapılan ergitme denemesi 650 °C’de yapılan ergitme denemesine göre yüzey dokusu bakımından yeterli değil fakat daha homojendir. Keskin kenarlar, kalıba temas eden alanlarda oluşum göstermeye devam etmektedir (Görsel 4.57).



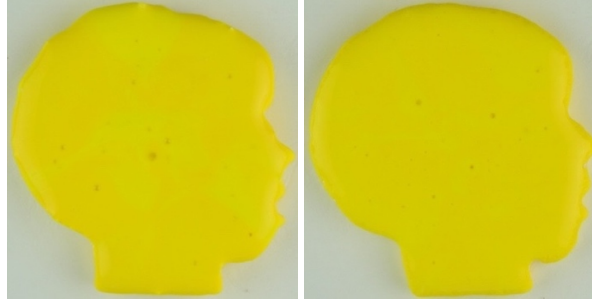
A

B

C

Görsel 4.58. Opak sarı renkli camın 700 °C (A), 725 °C (B) ve 750 °C (C) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

700 °C, 725 °C ve 750 °C tepe sıcaklıklarında yapılan ısıtım denemelerinde cam renk tonu 675 °C'ye göre değişim göstermiştir. Numunelerin yüzeylerine dikkatli bakıldığında iki farklı sarı renk tonu oluşumu artarak devam etmiştir. Ergitme tepe sıcaklıklarının yeterli olmasıyla homojenliğinin arttığı gözlemlenmektedir. Yüzey tamamen pürüzsüz hale geldiğinden bu cam rengi için tam füzyon sıcaklığına gelindiği anlaşılmaktadır (Görsel 4.58 A, B ve C).



A

B

Görsel 4.59. Opak sarı renkli camın 800 °C (A) ve 850 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları

800 °C ve 850 °C tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme denemeleri 750 °C tepe sıcaklığında elde edilen ergitme denemesine göre opak sarı renk tonunun açılarak oluşum gösterdiği görülmektedir. Her iki ısıtım denemesinde de yüzeyde hava kabarcığı oluşumu mevcuttur (Görsel 4.59 A ve B).



Görsel 4.60. *Opak sarı renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

900 °C tepe sıcaklığında uygulanan ergitme denemesi sonucuna göre en açık opak sarı renk tonu elde edilmiştir. Cam yüzeyinin, kalıba temas üst kısımlarında matlık ve bozulma görülmektedir (Görsel 4.60).

4.3.11. Turuncu renkli cam

Turuncu renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Turuncu renkli cama şeffaf, opak beyaz, mavi, neon yeşil ve opak sarı cam renklerinde olduğu gibi 600 °C ve 625 °C tepe sıcaklıklarında ısıtma işlemi uygulanmamıştır. 550 °C’de gerçekleştirilen tavlama işlemine bağlı olarak şekil almama ve camın kaynaşma göstermeme ihtimali göz önünde bulundurulmuş bir nedendir.

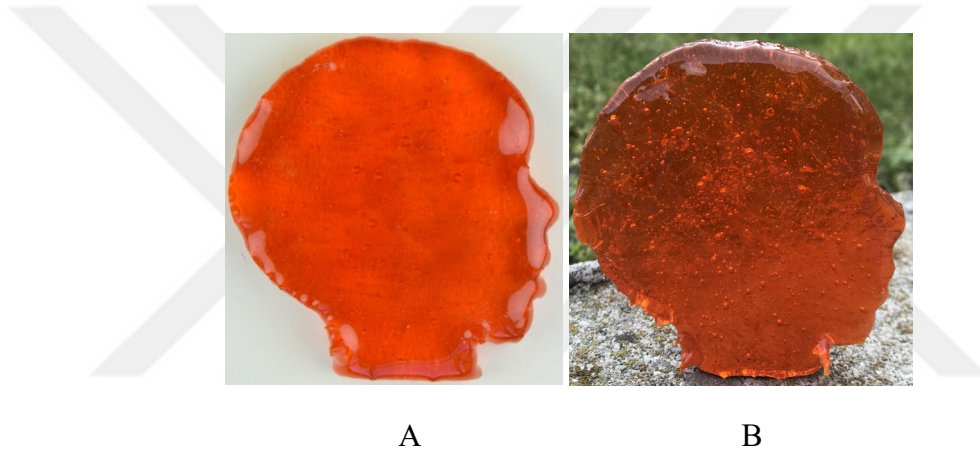


A

B

Görsel 4.61. *Turuncu renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü(B)*

Isıl işlem görmeden önceki cam rengi ile tepe sıcaklığının 650 °C olduğu ısıl işlem sonucunda bu iki cam rengi arasında değişiklik görülmüştür. Yani ısıl işlem öncesi cam rengi sarı iken ısıl işlem sonrası cam rengi turuncuya dönmüştür. Profesyonel olarak yapılan çekimde üstten gelen beyaz ışık (Görsel 4.61 A) ile doğal ışığın arkadan gelecek şekilde ayarlanmasıyla çekilen (Görsel 4.61 B) görüntü arasında renk farklılıkları olduğu gözlemlenmektedir. Belirlenen formun şekli 650 °C tepe sıcaklığında uygulanan ısıl işlem sonrasında kısmen elde edilmiştir ve keskin kenarlar oluşum göstermiştir (Görsel 4.61 A ve B).



Görsel 4.62. Turuncu renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)

Tepe sıcaklığının 675 °C (Görsel 4.62 A) olduğu ergitme denemesinde renk tonu değişimi 650 °C tepe sıcaklığında ergitilen numuneye göre değişiklik göstermiştir. 650 °C’de ergitilen numune (Görsel 4.61 A) ile karşılaştırıldığında daha koyu bir turuncu renk elde edilmiştir. Kalıba temas eden kısımlardaki keskin köşeler görülmeye devam etmektedir. El ile dokunulduğunda pürüzlülüğün daha az olduğu hissedilmektedir ve hava kabarcığı oluşumu görülmektedir (Görsel 4.62 A ve B).



A

B

Görsel 4.63. *Turuncu renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)*

700 °C tepe sıcaklığında ergitilen numune (Görsel 4.63 A) 675 °C tepe sıcaklığında ergitilen numuneye (Görsel 4.62 A) göre renkler birbirine oldukça benzerlik göstermektedir. Diğer denemelerde görüldüğü gibi kalıp duvarına temas eden kısımlarda keskin kenar oluşumu devam etmektedir (Görsel 4.63 A ve B).



A

B

Görsel 4.64. *Turuncu renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (A) ve doğal ışığın arkadan gelmesi sonucu elde edilen görüntüsü (B)*

725 °C tepe sıcaklığında ergitilen denemede saydamlığın azaldığı opaklaşmanın ise arttığı görülmektedir. Camın ısı işlem sonrası renk tonu, üstten beyaz ışık kullanılarak çekilen görselde opak (Görsel 4.64 A) görülürken, doğal ışığın arkadan gelecek şekilde ayarlanmasıyla kısmen şeffaflığın (Görsel 4.64 B) olduğu görülmüştür. Keskin kenarlar yumuşak hatlara dönüşmeye başlamıştır. Hava kabarcığı oluşumu mevcuttur (Görsel 4.64 A ve B).



Görsel 4.65. *Turuncu renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Tepe sıcaklığının 750 °C olduğu ergitme denemesinde elde edilen sonuca göre cam renk tonunda opaklaşmanın arttığı gözlemlenmektedir. Numunenin yüzeye yakın üst kısımlarında hava kabarcığı mevcuttur. Keskin kenarlar yerini yumuşak hatlara bırakmıştır. 750 °C tepe sıcaklığında yüzey dokusunun en iyi hale geldiği için tam füzyona benzer bir etkinin elde edildiği anlaşılmaktadır (Görsel 4.65).



A

B

Görsel 4.66. *Turuncu renkli camın 800 °C (A) ve 850 °C (B) tepe sıcaklıklarında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafları*

Tepe sıcaklığının 800 °C (Görsel 4.66 A) olduğu ergitme denemesi, 750 °C’de (Görsel 4.65) yapılan ergitme denemesi ile karşılaştırıldığında daha opaktır ve yüzeyde iki farklı renk tonu elde edilmiştir. 800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi, 850 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi ile karşılaştırıldığında ise yüzey renk tonunun koyu turuncudan açık turuncuya doğru değişim gösterdiği görülmektedir. Her iki tepe sıcaklığı ergitme denemesinde de kalıp duvarlarına temas eden yüzeylerde

kısmen keskin kenarlar oluşum göstermiştir ve hava kabarcığı mevcuttur (Görsel 4.66 A ve B). Kalıpla cam şekillendirme tekniği kullanılarak yapılan artistik cam çalışmalarında etkili bir şekilde opaklık etkisi kullanılabilir.



Görsel 4.67. *Turuncu renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı*

Tepe sıcaklığının 900 °C olduğu ergitme denemesi 850 °C (Görsel 4.66 B) tepe sıcaklığında yapılan ergitilen denemesine göre daha açık tona sahip opak turuncu cam elde edilmiştir. 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ısı işlem sonucunda yüzey görünümü kılcal damar benzeri bir etkiye sahiptir. Kalıba temas eden yüzeyin üst kısımlarında bozulmalar (devitrifikasyon) görülmektedir (Görsel 4.67).

4.3.12. Kırmızı renkli cam

Kırmızı renkli cam denemesi için tepe sıcaklıkları ilk önce 600 °C, 625 °C, 650 °C, 675 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, 925 °C ve 950 °C olarak belirlenmiştir. Kırmızı renkli cama şeffaf, opak beyaz, mavi, pembe, neon yeşil, opak sarı ve turuncu cam renklerinde olduğu gibi 600 °C ve 62 °C tepe sıcaklıklarında ısı işlem uygulanmamıştır. Bunun nedeni 550 °C’de gerçekleştirilen tavlama işlemine bağlı olarak camın şekil almama ve kaynaşma göstermeme ihtimalidir. Aynı zamanda 650 °C ve 675 °C tepe sıcaklıklarında yapılan ısı işlem denemeleri arasında cam renk tonu değişiminin fazla olmaması da daha düşük tepe sıcaklıklarında ısı işlem denemelerinin yapılmaması konusunda belirleyici olmuştur. 800 °C’ den başlayan ve sonrasında da oluşmaya devam eden cam rengi opaklığına bağlı olarak da 900 °C’den daha yüksek tepe sıcaklıklarının denenmesine gerek duyulmamıştır.



Görsel 4.68. Kırmızı renkli camın 650 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğraf (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

Isıl işlem görmeden önceki cam rengi (sarı) ile tepe sıcaklığının 650 °C olduğu ısıl işlem denemesi sonucunda (kırmızı) büyük bir renk değişimi görülmektedir. 650 °C tepe sıcaklığında yapılmış olan ergitme denemesinde siluet formu kısmen elde edilmiştir. Kalıp duvarlarına temas eden cam parçalarının kalıba tutunması ile keskin kenarlar oluşum göstermektedir. Genel olarak bu tepe sıcaklığında (650 °C) yapılan ısıl işlem süreci sonunda yüzeyden de görüldüğü gibi ergitmenin yeterli olmadığını, renk tonu değişiminde ise reaksiyon gerçekleştirdiğini söylemek mümkündür (Görsel 4.68).



Görsel 4.69. Kırmızı renkli camın 675 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

675 °C tepe sıcaklığında ısıl işlem sonrası elde edilen cam renk tonu ile 650 °C (Görsel 4.69) tepe sıcaklığında ısıl işlem sonrasında elde edilen cam renk tonu arasında değişiklik görülmektedir. Açık kırmızı renk tonu daha koyu kırmızı renk tonu olarak elde

edilmiştir. Kalıba temas eden camlar keskin kenarlar oluşturmaya devam etmektedir. Cam şekillendirme tekniklerinden biri olan yarı füzyon etkisine yakın bir etki de elde edilmiştir (Görsel 4.69).



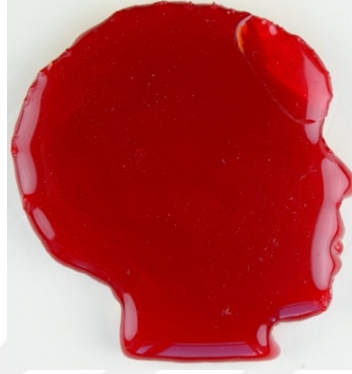
Görsel 4.70. Kırmızı renkli camın 700 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

700 °C tepe sıcaklığında ısıtılma işlemi sonrası elde edilen cam renk tonu ile 675 °C (Görsel 4.69) tepe sıcaklığında yapılan ısıtılma işlemi sonrası elde edilen cam renk tonu arasında koyulaşmanın arttığı görülmektedir. Yüzey pürüzlülüğü en aza inmiştir. Kalıp duvarlarına temas eden kısımlarda da keskin kenarların oluşum göstermesi devam etmektedir (Görsel 4.70).



Görsel 4.71. Kırmızı renkli camın 725 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

725 °C tepe sıcaklığında ısıtıl işlem sonrası elde edilen cam renk tonu 700 °C (Görsel 4.70) tepe sıcaklığında ısıtıl işlem sonrası elde edilen cam renk tonuna göre şeffaflığını kaybederek opaklaşmaya başladığı görülmektedir. Homojen bir ergitme gerçekleşmiştir. Hava kabarcığı oluşumu mevcuttur (Görsel 4.71).



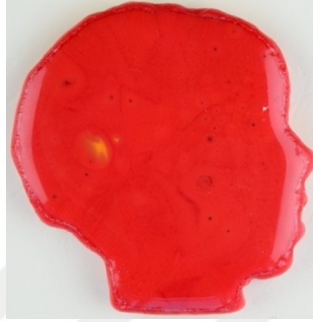
Görsel 4.72. Kırmızı renkli camın 750 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonra üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

Tepe sıcaklığı 750 °C olduğu ergitme denemesinde ışık geçirgenliğinin 700 °C (Görsel 4.71) tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesine göre oldukça azaldığı, opaklaşmanın ise arttığı görülmektedir. Keskin kenarlar kısmen bulunmaktadır ve cam yüzeyinde pürüzsüzlük elde edilmiştir. Yüzey tamamen pürüzsüz hale geldiğinden bu cam rengi için tam füzyon sıcaklığında ısıtıl işlemi benzer bir etkinin olduğu görülmektedir (4.72).



Görsel 4.73. Kırmızı renkli camın 800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

800 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi ile 750 °C (Görsel 4.72) tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesine göre renk tonunun belirgin bir şekilde açıldığı görülmektedir. Keskin kenarların yumuşayarak kaybolması nedeniyle burun, ağız ve çene gibi girintili uzuvlar diğer düşük tepe sıcaklıkta yapılan ısıt işlemlerine göre daha yuvarlak hatlara sahiptir. Yüzeyde hava kabarcığı oluşumu mevcuttur (Görsel 4.73).



Görsel 4.74. Kırmızı renkli camın 850 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı arşivinden)

Tepe sıcaklığının 850 °C olduğu ergitme denemesinde elde edilen sonuç 800 °C (Görsel 4.73) tepe sıcaklığında ergitilen deneme sonucuna göre opaklaşan kırmızı renk tonunda açılma ile sonuçlanmıştır. Homojen bir ergitme elde edilmiştir. 850 °C tepe sıcaklığında uygulanan ısıt işlem sonunda yüzeyden de görüleceği gibi bazı kısımlarda hava kabarcığı oluşumu ve kalıba temas eden camın yüzeylerinde kısmen bozulma (devitrifikasyon) görülmektedir (Görsel 4.74).



Görsel 4.75. Kırmızı renkli camın 900 °C tepe sıcaklığında yapılan ergitme sonrası üstten beyaz ışık altında çekilen fotoğrafı (Ayşenur Sarı arşivinden)

900°C tepe sıcaklığında yapılan ergitme denemesi sonucunda diğer tepe sıcaklıklarında yapılan deneme sonuçlarına göre en açık opak kırmızı cam renk tonu elde edilmiştir. 850 °C (Görsel 4.74) tepe sıcaklığında ısıtma işlemi sonucuna göre kalıba temas eden yüzeyin üst kısımlarında bozulmanın (devitrifikasyon) arttığı görülmektedir (Görsel 4.75).

4.4. Denemeler Doğrultusunda Belirlenen Renkler ile Cam Eser Üretimi

Yapılan cam renk denemelerinde elde edilen sonuçların, üç boyutlu eser üretiminde boyutların değiştirilmesiyle tekrardan elde edilebilirliğini test etmek için cam eserler üretilmiştir. Bu etkiyi gözlemlemek için denemelerde uygulanan iki boyutlu bir formdan ziyade daha detaylı olabilecek bir beyin, bal mumu ile şekillendirilmiştir (Görsel 4.76).



Görsel 4.76. Balmumu ile oluşturulan model (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

Bal mumu model oluşturulduktan sonra refrakter kalıp yapımı için % 50 alçı ve % 50 kuvars kuru karışımı kullanılmıştır. Su ile karıştırılarak elde edilen harç uygun şekillerde konumlandırılmış plastik kalıp duvarları içine dökülerek tamamen donmanın gerçekleşmesi beklenmiştir (Görsel 4.77). Sonrasında ise donan refrakter kalıp içerisinden olan bal mumu, buhar fırını yardımıyla kalıptan tahliye edilmiştir. Böylelikle içi boş bir beyin kalıbı oluşturulmuştur. Kullanılacak cam miktarı belirlenerek fırınlama için uygun şartlar hazırlanmıştır.



Görsel 4.77. Refrakter kalıp için hazırlanan harcın döküm için hazırlanma süreci (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

Oluşturulan refrakter kalıpta kullanılacak cam parçaları uygun boyutlara getirilip, dikkatli bir şekilde kalıba yerleştirilmiştir. Beyin modeli için şeffaf cam rengi tercih edilmiştir. Bu cam renginde kullanılacak tepe sıcaklığı 675 °C tepe sıcaklığında elde edilen etkinin, üç boyutlu bir formda tekrardan elde edilebilirliği üzerine uygulamalar yapılmıştır. Modelin boyutu ve kalıp kalınlığı göz önünde bulundurularak oluşturulan diyagram aşağıda gösterilmektedir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Beyin formu fırın diyagramı 1

Süre (Dakika)	Sıcaklık (°C)	Süre (Dakika)
360	590	90
180	675	900
90	550	10000
300	425	90
180	275	60
210	30	End

Model 10 x 10 x 15 cm boyutlarındadır ve 4.1 kg şeffaf cam kullanılmıştır. Tepe sıcaklığının düşük olmasından dolayı cam parça boyutunun eritmeyi kolaylaştırması için camlar küçük parçalar haline getirilmiştir. Aynı zamanda camın akmasını kolaylaştırmak adına kalıba baskı basıncı yapması için ekstra cam, seramik pota içinde kalıbın döküm ağzına denk gelecek şekilde sabitlenmiştir. Fırınlama sürecinin sonunda model ve fırın içi sıcaklığının oda sıcaklığına düşmesiyle model kalıptan temizlenmiştir.



Görsel 4.78. Fırınlama işleminden sonra ve kalıp açılmadan önce elde edilen sonuç (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

Camın tam olarak ergimemesi ile kalıbın şeklinin kısmen oluştuğu görülmektedir (Görsel 4.78). Beyin modelinin üst kısımları mum ile şekillendirildiği gibi oluşurken, alt ön ve arka kısımları planlandığı gibi oluşmamıştır. Cam renk tonu iki boyutlu silüet formunda uygulanan ısı işlemi eritme denemesi ile karşılaştırıldığında, hedeflendiği gibi opaklaşma eğilimi ve ışık geçirgenliği olan bir cam renk tonu elde edilmiştir (Bkz. Görsel 4.4). Elde edilen olumlu cam renk tonu sonucunun yanında, üç boyutlu formun cam halinin oluşması için uygun görülen cam renk tonu tepe sıcaklığının ($675^{\circ}\text{C}/900$ dakika) camın eritilmesi için yeterli olmadığı tespit edilmiştir (Görsel 4.79).



Görsel 4.79. 675°C tepe sıcaklığında üç boyutlu form çalışması (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)

Elde edilen sonuca rağmen üç boyutlu beyin formu tekrar modellenerek, kalıbı alınmıştır. Bu süreçte fırın diyagramı tepe sıcaklığı 725 °C olarak belirlenmiştir. Opaklığın oluşmaya başladığı görülen 725 °C tepe sıcaklığında bekleme süresi 675°C olduğu gibi sabit (900 dakika) bırakılmıştır (Tablo 4.8).

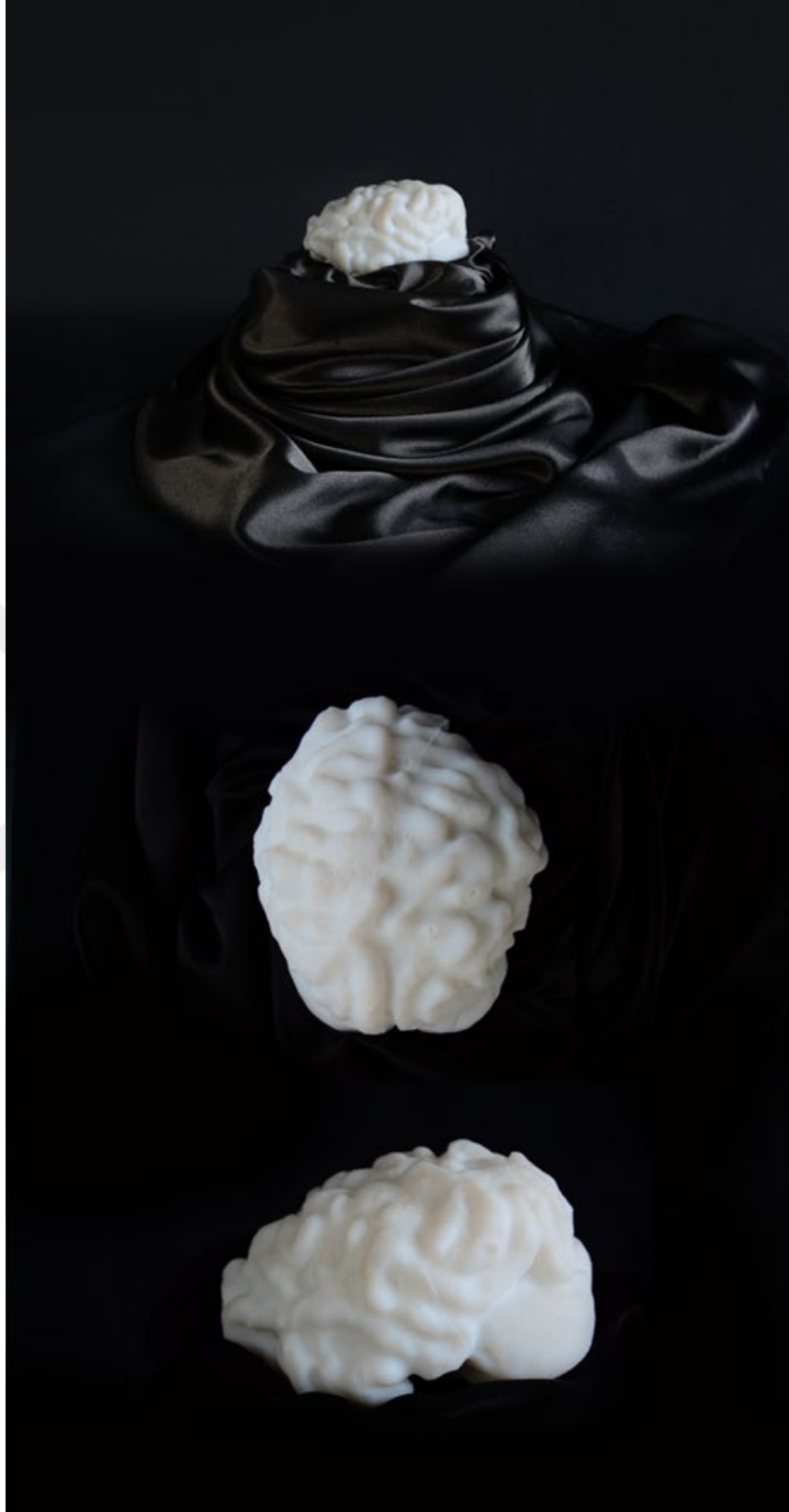
Tablo 4.8. Beyin fırın diyagramı 2

Süre (Dakika)	Sıcaklık (°C)	Dakika (Dakika)
360	590	90
180	725	900
90	550	10000
300	425	90
180	275	60
210	30	End

Fırınlama sürecinin sonunda kalıbın temizlenmesi için 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Açılan kalıp sonrasında camın ergitme tepe sıcaklığının yeterli olduğu ve kalıbın şeklini tam olarak aldığı görülmektedir. Döküm ağızı modelden testere yardımıyla temizlenmiştir ve cam yüzeyindeki çapakların giderilmesi için kumlanmıştır (Görsel 4.80). Gerekli soğuk işlemler tamamlandıktan sonra cam üründe herhangi bir olumsuz sonuca rastlanmamıştır. Daha sonra model sergilenmeye uygun hale getirilmiştir (Görsel 4.81).



Görsel 4.80. Döküm ağızının modelden temizlenmesi (Ayşenur Sarı fotoğraf arşivinden)



Görsel 4.81. *Ayşenur Sarı, “Aydınlık Rüya ile Soğuk Gerçek Çarpıştığında”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 14 x 14 x 21 cm, 2021 (Fotoğraflayan Kubilay Civelek)*

4.5. Kişisel Çalışmalar

Yapılan cam renk denemeleri sonunda kalıba uygun görülen cam renkleri belirlenmiştir ve kalıpla cam şekillendirme tekniği kullanılarak üretilmiştir. Üretilen sanatsal cam eserler strafor ve bal mumu kullanılarak şekillendirilmiştir ve alçı kuvars kalıp karışımı ile kalıplamaları gerçekleştirilmiştir. Döküm ağzı amacıyla ve cam eserinde bir parçası olacak şekilde kullanılan straforlar kontrollü bir şekilde kalıp içerisinden çıkartılmıştır. Strafora bağlı olarak modellenen bal mumu buhar fırını kullanılarak tahliyesi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra kullanılacak camlar kalıba yerleştirilmiştir. Fırınlama sürecinin ardından cam eserde uygun görülen kısımlar soğuk işlem uygulanarak sergilenmeye hazır hale getirilmiştir.

4.5.1. Tasarım süreci

Üretilen cam eserlerde genellikle el ve ayakları deforme edilmiş insan formu ele alınarak yorumlanmıştır. Deforme edilen uzuvlar ile bir anlatım dili oluşturulmaya çalışılmıştır. Tasarım sürecinde sanatçının yaşadığı duygu durumları ilham kaynağı olmuş ve sürecin içselleştirilmesini sağlamıştır. Üretilen sanatsal cam eserler kullanılan renkler ve taşıdığı anlam ile birleştirilerek yaşam içinde verdiğimiz tepkiler ya da tepkisizlikler ile anlamlandırılmaya çalışılmıştır.

Uygulanan cam renk tonu, yapılan cam ergitme renk tonları referans alınarak belirlenmiştir. Uygun görülen cam renk tonu ise opaklaşma eğiliminin ve ışık geçirgenliğinin olduğu turuncu cam rengi olmuştur (Bkz. Görsel 4.65). Hedeflenen cam renk tonu ile üç boyutlu artistik cam uygulamasında elde edilen cam renk tonu arasında opaklaşmanın yoğun bir şekilde elde edildiği görülmüştür. 750 °C tepe sıcaklığında 1200 dakika bekletilerek elde edilen üç boyutlu artistik cam uygulamasında ergitme tam olarak sağlanırken, cam renk tonunun bekleme süresine bağlı olarak ışık geçirgenliğini kaybettiği ve opaklaştığı bir sonuç elde edilmiştir. Daha çok 800 °C tepe sıcaklığında elde edilen cam renk tonunun olduğu görülmektedir (Görsel 4.82).

Uygulanan cam renkleri göz önünde bulundurulduğunda saydam, yarı saydam, opaklaşma eğilimi gösteren ya da opak olan sonuçlar üç boyutlu formla birleştirilerek anlatım dilini bir nebze olsun değiştirmesi ve dönüştürmesine katkı sağlamaktır.

4.5.2. Bir Yer Edinme Olarak Kapının Ardı

Derin bir yara izi, eski bir öykü, gökyüzü ve suya olan tahammül edilemez sevgi, daha derin bir hayatı özlemek hepsi birer kapıdır. Her şeyin üzerine de bir kapıyı aralayacakmışçasına bakmak, dokunmak, hissetmek ve tüm bunlara eğilerek yaşamının derinden farkındalığı anlatılmak istenmiştir.



Görsel 4.82. Ayşenur Sarı, “Bir Yer Edinme Olarak Kapının Ardı”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 40 x 29 x 17 cm, 2022 (Fotoğraflayan Kubilay Civelek)

4.5.3. Görme Payı

Her insan fiziksel olarak belli başlı kuşatılmışlıklarla doğar, yaşar ve ölür. Bu süreçte fiziksel varlığımızla dünya üzerinde yaşarken farklı boyutta anlamlandırmalar içerisindeyizdir. Bu anlamlandırma hali ise yatay ve dikey bir düzlemde gerçekleşmektedir. Genel olarak yatay düzlemde hayatın ilerleyişi, bize öğretilen doğrusal zaman kavramıyla ve mekânla direkt olarak uygun hareket etmesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla yatay düzlem, zaman ve mekânın sınırları ile çerçevelenirken onu belirleyen unsurlar açık, somut ve objektiftir. Çoğu zaman farkında olsak da olmasak da bu somut ve materyal hayatın uzağında değil ama hemen altında ikinci bir hayat tüm canlılığıyla gürül gürül devam etmektedir. Nesnelerin iç hakikatini oluşturan ve bizim de iç dünyamızı içine alan bu görünmez, soyut hayat, sınırları olmayan bir sonsuzluktur (Görsel 4.83). Bu iki düzlem arasında insanın, aynı anda hem dikey hem yatay yönde hareket etmesi mümkün değildir (Kaya, 2020, s. 15-19).



Görsel 4. 83. Ayşenur Sarı, “Görme Payı”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 30 x 28 x 17 cm, 2023
(Fotoğraflayan Kubilay Civelek)

Bakmak, yürümek, yatay eylemlerken, görmek, düşünmek, hayal etmek dikey eylemlerdir. Ve bu iki eylemin kesiştiği andır; görme payı. Dolayısıyla her şey dikeye açılan bir kapıyı barındırmaktadır nihayetinde. Görmeyi becerebilen orada, o anın içinde dikeye açılan bir kapıda durup kalır. Yatay varlığımız orada son derece güçlü bir şekilde daralmak durumunda kalırken, dikey varlığımıza doğru bir ilerleyiş ise başlamıştır artık (Görsel 4.84) .



Görsel 4. 84. Ayşenur Sarı, “Görme Payı”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 30 x 28 x 17 cm, 2023
(Fotoğraflayan Kubilay Civelek)

4.5.4. Kapı Aralığında Sessizliğin Ortasında

Bir gün, varlıklar hakkında bilinenlerin sonuna varıldığında dipteki kapı açılacak ve her ne idiysek ister insan ister yıldız artıkları olalım hepsi içeri süpürülecek. Ki böylelikle var olanlar, dış çizgileri olmayan iç-heykellere ya da asla kurulmamış dış hayallere yeniden dönüşebilsinler (Görsel 4.85).



Görsel 4.85. Ayşenur Sarı, “Kapı Aralığında Sessizliğin Ortasında”, kalıpla cam şekillendirme tekniği, 32 x 20 x 24 cm, 2023 (Fotoğraflayan Kubilay Civelek)

SONUÇ

Bu tez kapsamında yapılan araştırmalar ve günümüzde cam alanında yaşanan teknolojik gelişmeler birlikte düşünöldüğünde cam sanatı uygulama alanlarında da gelişmelerin yaşandığı görölmektedir. Cam üretim yöntemi ve malzemesi gibi birçok alanda görölen gelişmeler cam sanatı ile uğraşan öğrenci, uygulayıcı, sanatçı ve üreticilere çeşitli olanaklar sunmaktadır.

Fırında kalıpla cam şekillendirme yöntemi, artistik cam uygulamalarında her dönem sıklıkla tercih edilen bir ifade aracı olmuştur. Günümüzde bu teknik kullanılarak üretilen cam eserlerin görsel ve estetik açıdan eskiden yapılan üretimlere göre daha güçlü olması kullanılan malzeme olanaklarının çeşitlenmesiyle doğru orantılıdır. Bu teknik açıdan ele alındığında, Türkiye’de artistik cam uygulamalarında kullanılan ve ulaşılabilen cam renklerine alternatif olabilecek seçenekler araştırılarak teknik açıdan kullanılabilirliğı üzerine çalışmalarda bulunulmuştur.

Fırında kalıpla cam şekillendirme standartlarına uygun en çok renkli camlar ABD ve Çek Cumhuriyeti’nde üretilmekte ve birçok öлкеye satılmaktadır. Bu durum Türkiye’de istikrarlı bir şekilde renkli cama ulaşılabilirlik sürecini güçleştirmektedir. Geleneksel Çek Camı, ölkemize ulaşılabilirliğı olan ve fırında kalıpla şekillendirmeye uygun renkli cam türüdür. Bu nedenle cam sanatıyla ilgilenen sanatçı, uygulayıcı ve öğrencilerin cam eser uygulamalarında tercih ettiğı cam türüdür.

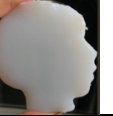
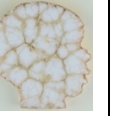
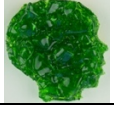
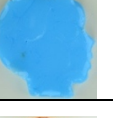
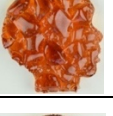
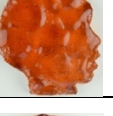
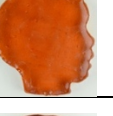
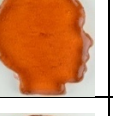
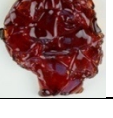
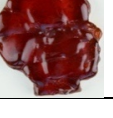
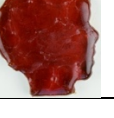
Çoğunlukla fırında kalıpla cam şekillendirme tekniğinde tercih edilen renkli camların, kristal etkisi yüksek ve şekillendirmeye uygun yumuşaklıkta kurşun camları olduğı tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında da geleneksel Çek Camı kullanılmıştır. Ticari olarak temin edilen bu cam renklerinin diğeri cam renklerinden ayıran en önemli özelliğı sıcaklığa bağılı olarak cam renginin değışiklik göstermesidir. Bu özellikte cam renklerinin çalışma konusu olarak belirlenmesindeki en önemli amaç hem ticari olarak ulaşılabilen tek cam türü olması hem de sıcaklığa bağılı cam renk değışimlerini tespit ederek, kalıpla cam şekillendirme tekniğinde kullanımına uygun hale getirilmesini sağılamak olmuştur.

Araştırmalar camın sıcaklığa bağılı renk değışiminin ön göröldüğü on iki farklı cam renginin belirlenerek temin edilmesiyle başlamaktadır. Temin edilen cam renkleri; şeffaf, opak beyaz, yeşil, mavi, pembe, amber, açık pembe, lila, neon yeşil, opak sarı, turuncu ve kırmızıdır. Cam renk değışiminin test edilebilmesi için de on tane farklı tepe sıcaklığı belirlenmiştir. Bunlar; 600 °C, 625 °C, 650 °C, 700 °C, 725 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C,

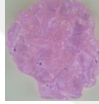
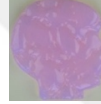
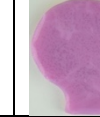
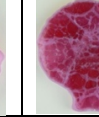
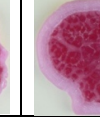
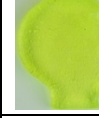
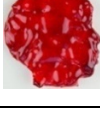
900 °C, 925 °C ve 950 °C’lerde 300 dakika bekletilerek cam renk değişimi test edilmiştir. Her cam rengi için tüm tepe sıcaklıklarında renk değişim denemesi yapılmamıştır.

Belirlenen cam renkleri ve tepe sıcaklıkları sonrasında strafor kullanılarak 15 x 8 x 3,5 cm boyutlarında siluet formu oluşturulmuştur. Oluşturulan formun kalıbı alındıktan sonra her cam renk denemesi için yaklaşık 130 ile 150 gram arasında cam kullanılmıştır. Denemeler sonrası yapılan artistik cam uygulamalarında düşük tepe sıcaklıkların daha çok iki boyutlu ve yüksek tepe sıcaklıkların üç boyutlu işlerde tercih edilmesi sağlıklı sonuçların elde edilmesini sağladığı grlmştir. Bu bağlamda yapılan araştırma, fırında kalıpla cam şekillendirme tekniğinde kullanılmak üzere aynı camın ısıl işlem tepe sıcaklığını değiştirerek farklı cam renklerinin elde edilebilirliği tespit edilmiştir. Tepe sıcaklıklarına bağlı test sonuçları yüzeyde oluşan pürüzlülük, cam renginde görülen reaksiyon ve cam yüzeyinde bozulma tespit edilmiştir. Pürüzlülük derecesine göre cam şekillendirme tekniklerinden biri olan füzyon (tack), yarı füzyon ve tam füzyona benzer etkilerin elde edilmesinden dolayı iki boyutlu artistik uygulamalar çerçevesinde değerlendirilmiştir. Aynı zamanda tepe sıcaklığının arttırılmasıyla yapılan ısıl işlem denemelerinde elde edilen sonuçlar gözlemlendiğinde cam renginde oluşan şeffaflık, opaklaşma eğilimi ve opaklaşan camlar olarak yine üç başlık altında yorumlanmıştır.

Tablo 4.9. Ticari olarak temin edilen camlar ve yapılan deneyler

Cam renkleri ve tepe sıcaklıkları	600°C	625°C	650°C	675°C	700°C	725°C	750°C	800°C	850°C	900°C	925°C	950°C
Şeffaf												
Opak beyaz												
Yeşil												
Mavi												
Pembe												
Amber												

Tablo 4.10. (Devam) Ticari olarak temin edilen camlar ve yapılan deneyler

Cam kodları ve tepe sıcaklıkları	600°C	625°C	650°C	675°C	700°C	725°C	750°C	800°C	850°C	900°C	925°C	950°C
Açık pembe												
Lila												
Neon Yeşil												
Opak Sarı												
Turuncu												
Kırmızı												

Bir camın ısıt ışlem görmeden önceki ve ısıt ışlem gördükten sonraki farklı renk-renk tonu sonuçlarının görülmesi, bu camların artistik uygulamalarda kullanılması diğer cam türleri ile kıyaslandığında kullanılan malzeme, zaman ve maliyet açısından tasarruf sağlamaktadır. Böylelikle cam ile uğraşan sanatçı, uygulayıcı,   renci ve atölyelerde kullanılan cam renk-renk tonu seçeneklerine alternatif sağlayacağı düşünülmektedir (Tablo 4.9 ve 4.10). Bu tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar; literatüre katkı sağlayacak ve yeni fikirlerin oluşmasına zemin oluşturacaktır. Dolayısıyla renk seçeneklerinin ve cam şekillendirme uygulamalarının genişletilebilmesi adına benzer çalışmalara devam edilmesi planlanmaktadır. Ticari olarak temin edilen renkli camların, artistik cam uygulamalarında uygulayıcılar tarafından aynı camı kullanarak farklı renk ve etkilerde camların elde edilebileceği görülmüştür.

KAYNAKÇA

Kitaplar, Makaleler, Bildiriler, Dergiler ve Sergi Katalogları

- Ağatekin, M. (Tarihsiz). Cam ders notları.
- Ağatekin, M. (2022). Araf sergisi künyesi.
- Aydın, M. (2016). *Cam sanatında fırında cam biçimlendirme yöntemlerinde kullanılarak refrakter kalıp karışımları ve cama etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Aydın, M. (2008). Camın tarihsel sürecinde Pâte de Verre tekniği, *Anadolu Sanat ve Tasarım Dergisi*, 19, s. 29-36.
- Albers, J. (2013). *Rengin etkileşimi*, İstanbul: Hayalperest Yayınevi.
- Akkın C., Eğrilmez, S., Afrashi, F. (2004). Renklerin insan davranış ve fizyolojisine etkileri, 33, s. 274-282. Bu derleme Türk Oftalmoji Derneği İzmir şubesi aylık bilimsel toplantıları çerçevesinde, ekim 2001 renk görme panelinde sunulmuştur.
- Brachlow, H. (2012). *Shaping colour: destiny, light and form in solid glass sculpture*, a thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the Royal College of Art for the degree of Doctor of Philosophy.
- Baker, H. W. (2010). *Kiln forming glass*, England: The Crowood Press Ltd.
- Barrett, T. (2010). *Sanat üretimi form ve anlam*, İstanbul: Hayalperest Yayınevi.
- Bon, E. (2003). *Structural opportunities for glass*. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of the Massachusetts Institute of Technology for the degree of Doctor of Technology.
- Cummings, K. (2009). *Çağdaş cam sanatı tarihi fırın teknikleri ve uygulamalar*. (Çev: M. Ağatekin). İzmir: Karakalem Kitabevi Yayınları.
- Curran, J. (2008). *The yellow emperor's classic of internal medicine*, University of California of Press, First Edition.
- Campen, C. v. (1997). Synesthesia and artistic experimentation, *Psyche: An Interdisciplinary Journal of Research On Consciousness*, 3, s. 1-8.
- Çiftçi, F. ve Ağatekin, M. (2019). Cam ve renk, *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 1, s. 164-177.
- Çalışkan, N. ve Kılıç, E. (2014). Farklı kültürlerde ve eğitimsel süreçte renklerin dili, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3, s. 69-85.

- Dilek, Y. (2022). Eski Mezopotamya ve eski Mısır'da mavi renk kullanımının sembolik anlamları, *Uluslararası Eskiçağ Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 1, s. 163-179.
- Davison, S. (2003). *Conservation and restoration of glass*, by Butterworth-Heinemann Printed in Oxford.
- Demir, E. (1999). *Antik Çağda cam ve perge konut alanı "A" evi cam eserleri kataloğu*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Elibol, G.C., Boerescu, B. (2020). Sanat ve tasarımda sinestezi etkisi: çoklu algı yaratmak, *Sanat Yazıları*, 42, s. 119-140.
- Gogh, V.V. (2017). *Theoya mektuplar*. (Çev: A. Erhat). İstanbul: Remzi Kitabevi
- Griffith, B., (2007). *Kiln formed glass*, Printed in the New York, Published by Lark Books, A Division of Sterling Publishing Co, Inc.
- Hubert, M., Faber, A., Sesigür, H., Akmaz, F., Kahl, S.R., Alejandro, E., Maehara, T. (2017). *Impact of redox in industrial glass melting and importance of redox control*, s. 115-129, Publisher: Wiley, a division of 77th Conference on Glass Problems: Ceramic Engineering and Science Proceedings.
- Harvey, J. P., (2013). Sensory perception: lessons from synesthesia, *Yale Journal of Biology and Medicine*, s.203-216.
- Haunstein, L., (2012). *Basic glass fusing*, Printed in the United State, Published by Stackpole Books.
- Kula, E. (Tarihsiz) Yüksek dereceli kalıp reçetesi ders notları.
- Kaya, Nihan. (2020). *Yazma cesareti acının yaratıcılığa dönüşümü*, İstanbul: İthaki Yayınları
- Kula, E. (2018). Pate de Verre ve şeker kristali görünümlü tasarımlar, *İdil Dergisi*, 48, s. 1043-1049.
- Karasu, B., Bereket, O., Bıryan, E., Sanoğlu, D. (2017). The latest developments in glass science and technology, *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2, s. 209-233.
- Kandinsky, W. (2015) *Sanatta ruhsallık üzerine*, Ankara, Altıkırkbeş Yayın.
- Koloğlu, D. (2013). *Günümüz sanatında renk ve ışığın dramatik etkileşimi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kayabaşı, N. ve Arlı, M. (2001). Cehri (Rhamnus Petiolaris)'den elde edilen renkler, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3, s. 128-134.
- Karasu, B., Ay, N. (2000). *Kız meslek liseleri için cam teknolojisi*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.

- Kervin, J and Fanton, D. (2000). *Pâte de Verre and kiln casting of glass*. Published by Glass Wear Studios Livermore California.
- Kohler, L. (1998). *Glass an artist's medium*. Iola: Krause Publications.
- Küçükerman, Ö. (1985). *Cam sanatı ve geleneksel Türk camcılığında örnekler*, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 39, s. 20-38.
- Lundstrom, B. (1983). *Advanced fusing techniques*, Canada: Vitreous Publications.
- Masood, Z. (2015). *Real time colour perception enhancement*, Master's Thesis, Ireland: University of Dublin.
- MEGEP. (2020). *Cam şekillendirme işlemleri*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEGEP. (2013a). *Cam türleri ve camı oluşturan oksitler*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEGEP. (2013b). *Cam üretimi ve şekillendirme yöntemleri*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEGEP. (2012). *Emaye Boyalar*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEGEP. (2009). *Değerli madenlerle el dekoru-1*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEGEP. (2008). *Seramik ve cam teknolojisi*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- MEGEP. (2007). *Lüster boya*, Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Özgümüş, Ü., Kocabaş, U., Kızıltan, Z., Algan, O., (2010). Marmaray Sirkeci kurtarma kazıları cam buluntularının değerlendirilmesi, 1. *Marmaray-Sirkeci Kurtarma Kazıları Sempozyumu* 'nda sunulan bildiri. İstanbul, İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğü
- Pfaff, G. (2022). *İnorganik pigmentlerin dünyası*, ChemTexts 8, 15, s. 14-20.
- Paktur, M. (2019). *Fırında cam şekillendirme tekniklerinde kullanılan farklı renk ve türlerdeki camların birbirleriyle uyumluluğunun araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Per, M. (2012). Renk teorilerine tarihsel bir bakış. *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*, 8, s. 18.
- Samur, D. (2019). *Sanat yapıtında renklerin fizyolojik ve psikolojik etkilerinin sarı renk bağlamında incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sopcak, J. E. (1986). *Handbook of lost wax of investment casting*, by CA: Gem Guides Book Company in ABD.
- Thwaites, A. (2011). *Mould making for glass*, by A&C Black Publishers in London.

- Yıldırım, C. (2017). Rengin arkeolojisi kırmızının simge tarihi, *Journal of Interdisciplinary and Intercultural Art*, 3, s. 1-15.
- Yılmaz, Ü. (1991). *Renk psikolojisi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Weeks, E. R. (2017). *Introduction to the colloidal glass transition*, Washington: Acs Publications.
- Watkins-Baker, H. (2010) *Kiln forming glass*, Published by The Crowood Press Ltd. Rumsbury, Marlborough.
- Whitfield, T. W., Wiltshire, T. J. (1990). Color psychology: a critical review, *National Center for Biotechnology*, s.385-411.

Künye Bilgileri Olmayıp Sadece İnternet Ortamında Yer Alan Kaynaklar

- http-1:** <https://lk.tc/JlkyX>, (Erişim Tarihi: 03.06.2022).
- http-2:** <https://l24.im/cCTQPh>, (Erişim Tarihi: 03.06.2022).
- http-3:** [https://it.wikipedia.org/wiki/File:Lazurite_\(Afghanistan\)_6.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Lazurite_(Afghanistan)_6.jpg),
<https://tr.pinterest.com/pin/316729786302196957/>, (Erişim Tarihi: 03.06.2022).
- http-4:** <https://l24.im/Oe4N0m>, (Erişim Tarihi: 24.06.2022).
- http-5:** <https://l24.im/GRrP>, (Erişim Tarihi: 24.06.2022).
- http-6:** <https://l24.im/biQ>, (Erişim Tarihi: 24.06.2022).
- http-7:** <https://l24.im/P7aO4w>, (Erişim Tarihi: 24.06.2022).
- http-8:** <http://chemart.rice.edu/images/PigmentGrainsizeComparison.jpg>,
(Erişim Tarihi: 24.06.2022).
- http-9:** <https://lk.tc/NXd6Y>, (Erişim Tarihi: 24.06.2022).
- http-10:** <http://chemart.rice.edu/Pigments&Dyes.html>, (Erişim Tarihi: 24.06.2022).
- http 11:** <https://en.wikipedia.org/wiki/Pigment>, (Erişim Tarihi: 17.09.2022).
- http-12:** <https://en.wikipedia.org/wiki/Colloid>, (Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-13:** <https://l24.im/1PFN>, (Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-14:** <https://www.gomalak.com/lak-boceginin-mucizesi-gomalak-cila-6166/> (Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-15:** <https://l24.im/Xf7AE>, (Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-16:** <https://www.cmog.org/artwork/tumbler-175?image=>
(Erişim Tarihi: 18.09.2022).

- http-17:** <https://tr.pinterest.com/pin/370632244335130633/>, (Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-18:** <https://aerospacemetalsllc.com/what-is-silver-plating/>,
(Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-19:** https://michaelglancyglassworks.com/work/p-submerged-sterlin_black_2014/,
(Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-20:** <https://124.im/C4zbM>, (Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-21:** <https://www.conservation-wiki.com/wiki/Devitrification>,
(Erişim Tarihi: 18.09.2022).
- http-22:** <https://124.im/J0PGA> (Erişim Tarihi: 18.09.2022)
- http-23:** https://www.conservation-wiki.com/wiki/File:Devitrification_1.jpg,
(Erişim Tarihi: 21.09.2022).
- http-24:** <https://coolglassdesign.com/sik-sorulan-sorular/>, (Erişim Tarihi: 22.09.2022).
- http-25:** <https://124.im/GjaC>, (Erişim Tarihi: 22.09.2023).
- http-26:** <http://bilsenbesergil.blogspot.com/p/devitrifikasyon-devitrification.html>
(Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-27:** <https://allaboutglass.cmog.org/definition/devitrification> (Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-28:** <http://www.clearwaterglass.com/Tutorials/Devitrification.html>,
(Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-29:** <https://124.im/N3yBa>, (Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-30:** <https://amosdudley.com/weblog/Casting-Glass-from-3D-Printed-Molds>,
(Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-31:** <https://www.bilgiustam.com/hayvanlar-tarafindan-sentezlenen-dogal-mumlar/>,
(Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-32:** <https://124.im/KEwnqm>, (Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-33:** <https://lk.tc/6RqRr>, (Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-34:** <https://124.im/zkKX>, (Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-35:** https://www.glassonweb.com/sites/default/files/inline-images/Fig6_36.jpg,
(Erişim Tarihi: 23.09.2022).
- http-36:** <https://lk.tc/mS6ku>, (Erişim Tarihi: 24.09.2022).
- http-37:** https://galleryjapan.com/locale/en_US/technique/otherworks/70203/,
(Erişim Tarihi: 24.09.2022).
- http-38:** <http://www.europeanglassfestival.com/en/node/185>,

- (Erişim Tarihi: 24.09.2022).
- http-39:** <https://www.bullseyeglass.com/what-is-tack-fusing.html>
(Erişim Tarihi: 06.02.2023).
- http-40:** <https://videos.bullseyeglass.com/videos/tips-for-tack-fusing/>
- http-41:** <https://124.im/YdZB>, (Erişim Tarihi: 25.09.2022).
- http-42:** <https://124.im/ezEdCF>, (Erişim Tarihi: 25.09.2022).
- http-43:** <https://glassart.paivikekalainen.fi/fi/lasista/lasin-uuniteknikat>,
(Erişim Tarihi: 25.09.2022).
- http-44:** <https://124.im/EJsUdQ>, (Erişim tarihi: 25.09.2022).
- http-45:** <https://www.youtube.com/watch?v=tBvbXK5WJLI>,
(Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-46:** <https://www.preciosa.com/en/history>, (Erişim Tarihi: 02.19.2022).
- http-47:** <https://www.youtube.com/watch?v=tBvbXK5WJLI>,
(Erişim Tarihi: 02.10.2022)
- http-48:** <https://www.preciosa-ornela.com/glass>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-49:** https://en.wikipedia.org/wiki/Color_psychology, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-50:** <https://124.im/KcM>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-51:** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Sar%C4%B1>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-52:** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Turuncu>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-53:** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mavi>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-54:** <https://www.kisiselgelisim.com/mavi-renk-ve-anlami-mavi-rengin-anlami-ve-renklerin-psikolojisi/>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-55:** <https://burcuaramaci.com/2021/05/07/renk-secimini-etkileyen-kriterler/>
(Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-56:** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mor>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-57:** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Pembe>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-58:** <https://124.im/xJYyW>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-59:** <https://124.im/4MFL>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-60:** <https://www.colorpsychology.org/green/>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-61:** <https://www.colorpsychology.org/white/>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-62:** <https://persimmontree.org/summer-2022/carol-steen-evolving-synesthetic-worldscape/>, (Erişim Tarihi: 02.10.2022).
- http-63:** <https://mavidalga.org/sinestezi/>

http-64: <https://www.sanatlaart.com/sanatta-duyular-sinestezi/>

(Erişim Tarihi: 03.10.2022).

http-65: <https://www.blowfishglassart.com/glass-art-shop/black-lemon-elliott-walker/>,

(Erişim Tarihi: 03.10.2022).

http-66: <https://124.im/V3AM>, (Erişim Tarihi: 03.10.2022).

http-67: <https://www.evanburnetteart.com/about>, (Erişim Tarihi: 03.10.2022).

http-68: <https://www.evanburnetteart.com/work#/dichroic-glitter-chickens/>,

(Erişim Tarihi: 03.10.2022).

http-69: <https://www.karenlamonte.com/Biography-Artist>, (Erişim Tarihi: 03.10.2022)

http-70: <https://www.karenlamonte.com/Contemporary-Sculpures-Prints/Nocturnes-Monumental-Sculpture/>, (Erişim Tarihi: 03.10.2022).

http-71: <https://124.im/FyXd3TU> (Erişim Tarihi: 03.10.2022).