

ALEVDE CAM ŐEKILLENDİRME TEKNİĞİNDE
YAYGIN OLARAK KARŞILAŞILAN
PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
Yüksek Lisans Tezi
Begüm TOSUN AKIN
Eskişehir 2022

**ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE YAYGIN OLARAK
KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Begüm TOSUN AKIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cam Anasanat Dalı

Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr. Öğr. Üy. Gökтуğ GÜNKAYA

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Güzel Sanatlar Enstitüsü

Mayıs, 2022

ÖZET

ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE YAYGIN OLARAK KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Begüm TOSUN AKIN

Cam Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Mayıs 2022

Danışman: Dr. Öğr. Üy. Gökтуğ GÜNKAYA

Cam; sert olmasına karşın ateşin büyüyle yumuşak bir hal alarak, mucizevi işlerlik sunan bir malzemedir. Cam şekillendirme alanında, alevde cam şekillendirme ve sıcak cam şekillendirme çalışmaları günümüzde en yaygın olanlarıdır. Ülkemizde alevde cam şekillendirme alanında yapılan çalışmalar; boncuk, biblo, dekoratif eşya ve cam ev eşyası konumunda değerlendirilmektedir. Tasarıma göre büyük, küçük çalışmalar bu teknikle yapılabilmektedir. Tasarım planlanıp işleme geçildiğinde çalışma esnasında birtakım problemlerle karşılaşmak mümkündür. Bunlar yaygın olarak camın yapısından alevde cam şekillendirme cihazından ve bilgi eksikliğinden kaynaklanan problemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Camda ısıl genleşme katsayısı, uyumluluk ve tavlama sıcaklığı, tüm ısıl işlem içeren cam çalışmalarında önemli noktalardır. Alevde cam şekillendirirken yapılan tasarımlarda belli hatalarla karşılaşmamak için dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Bu çalışmada alevde cam şekillendirme tekniğinin tanımı ve tarihine kısaca yer verilmiş, teknikte kullanılan yöntemlerle uygulama aşamalarında yaygın olarak karşılaşılabilecek problemler ve onları önleyici çözüm önerileri araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Alevde cam şekillendirme tekniği, Alevde çalışmada yaygın hatalar, Çözüm yolları ve öneriler

ABSTRACT
COMMON PROBLEMS AND SOLUTION SUGGESTIONS
IN FLAME WORKING TECHNIQUE

Begüm TOSUN AKIN

Department of Glass

Anadolu University, Graduate School of Fine Arts, May 2022

Supervisor: Dr. Öğr. Üy. Göktuğ GÜNKAYA

Glass is a solid material, it becomes soft by the touching of fire, thereby it provides a miraculous functionality. Flameworking and hot glass processing are one of the most common studies in the glass-forming field. The studies that are made in our country are evaluated as beads, trinkets, decorative items, and glassware. Depending on the design big and small works can be done with these techniques. It is possible to encounter problems when the design is planned and the process is started. These problems are caused by the texture of glass, glassworking torch and lack of knowledge. Thermal expansion coefficient, compatibility, and annealing temperature are primary elements in studies that are made with a thermal expansion coefficient. There are some essential points in designs which are made while flameworking the glass in order to prevent certain mistakes. In this study, the definition of flameworking technique and its history are explained briefly. The ways that are used in the technique, the common problems that might be encountered during the implementation, and solutions for these problems are investigated.

Key Words: Flame working technique, Common problems in flame working technique, solution suggestions

ÖNSÖZ

Cam, kendine özgü işlerliğiyle geniş kullanım alanlarına sahip bir malzemedir. Çok eski zamanlardan günümüze kadar gelen, neredeyse hayatın her alanına girmiş olan cam ürünler; sofrada ve ev dekorasyonlarında, aydınlatma ürünlerinde, takı tasarımlarında, endüstriyel alanlarda karşımıza çıkan geniş bir yelpazeye sahiptir. Cam; günümüze ulaşana kadar harmanında kullanılan katkı maddeleri, teknik ve stilleri gibi birçok konuda değişim geçirmiştir.

Camın, ateşin karşısında sertliğini kaybedip akışkan bir hal alarak, işlerlik kazanması ve cam sanatçısının alevin içerisinde seri hareketlerle eriyik haldeki camı istenilen şekle getirmesi mucizenin kendisidir. Alevin sihri ve el mahareti ile cam bir form kazanarak, camseverlerin gerçeğiyle buluşmaktadır. İşin en heyecanlandırıcı kısmı ise bir sınırının olmamasıdır. Cam sanatının bir sınırı yoktur. Cam, her şekle girebilmekte ve estetik değerini kaybetmeden her şeye dönüşebilmektedir.

Bu sebeple; böyle değerli bir sanatın bir nebze olsun gelişimine katkı sağlayabilmek ve gelecek nesilde camın büyümesini yaşatabilmek adına bu çalışmayı gerçekleştirdim. Son zamanlarda popülerliği artan, alevde cam şekillendirme çalışmaları hakkında geniş bir kaynağın olmaması nedeniyle başlamış olduğum tez çalışmamda, yaşadığım tüm zorluklara rağmen manevi desteğini, bilgi birikimini ve deneyimini esirgemeyen değerli danışmanım Dr. Öğr. Üy. Göktuğ GÜNKAYA'ya, tezimin gelişiminde bilgileriyle destek veren, yol gösteren değerli öğretmenim Prof. Mustafa AĞATEKİN'e, bana her olanağı sağlayan, sevgilerini her zaman yanımda hissettiğim canım ailem; annem, babam ve kardeşime, benimle bu yolda yürüyen, mücadele eden, beni yüreklendiren kıymetli eşim Ali AKIN'a teşekkürlerimi sunarım. Umuyorum ki; hayatımızın her alanında karşımıza çıkan cam, sanatıyla yaşayarak ve kıymet bilinip yaşatılarak nesilden nesile aktarılır.

Begüm TOSUN AKIN

Mayıs,2022

ETİK İLKE VE KURALLARINA UYGUN BEYANNAMESİ

Bu tezi 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 çalışmanın 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 sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Begüm TOSUN AKIN

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARINA UYGUN BEYANNAMESİ.....	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Çalışmanın Kapsamı	1
1.3. Çalışmanın Yöntemi.....	1
2. CAMIN TANIMI:.....	2
2.1. Genel Tanımıyla Cam	2
3. ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİ TANIMI VE TARİHÇESİ	4
3.1. Tanım	4
3.2. Tarihçe	4
4.ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN MALZEMELER, ALETLER VE CİHAZLAR.....	18
4.1. Alevde Cam Şekillendirme Atölyesi Kurulum Malzemeleri ve Başlıca Özellikleri.....	18
4.2. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Yaygın Olarak Kullanılan Camlar ve Başlıca Özellikleri.....	25
4.2.1. Soda-kireç ve borosilikat camları	27
4.2.2. Effetre camlar	28
4.2.3. Kurşun camlar	28
4.2.4. Diğer cam türleri	29
4.3. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Dikkat Edilmesi Gereken İşlem Süreçleri.....	32
4.3.1 Tavlama.....	32
4.3.2. Rafinasyon.....	40
4.3.3.Devitrifikasyon.....	40
4.4. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Yaygın Olarak Kullanılan El Aletleri, Araçlar ve Başlıca Özellikleri.....	41

4.4.1. Grafit malzemeden yapılmış aletler	42
4.4.2. Tungsten ve çelikten yapılmış aletler	44
4.4.3. Ayırıcılar	49
4.4.4. Diğer aletler	49
5. ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE YAYGIN OLARAK KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	52
5.1. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Uygulanan Başlıca Biçimlendirme Yöntemlerinde Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri	52
5.1.1. Küre oluşturma.....	52
5.1.2. Sarma.....	53
5.1.3. Akıtma	57
5.1.4. Ayırma	58
5.1.5. Çubuk bükme.....	61
5.1.6. Ekleme	61
5.1.7. Çubuk çekme	64
5.1.8. Kesme.....	67
5.2. Alevde Cam Şekillendirme Tekniği Kalıpla Biçimlendirme Yöntemlerinde Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri.....	68
5.3. Alevde Cam Şekillendirme Tekniği Cam Boru ile Biçimlendirme Yöntemlerinde Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri	71
5.3.1. Üfleme	72
5.3.2. Sap çekme.....	74
5.3.3. Ağız açma	75
5.4. Alevde Cam Şekillendirme Tekniği Dekor Yöntemleri, Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri	77
5.4.1. Sıcak yüzey dokuları oluşturma.....	77
5.4.1.1. Renk ekleme.....	78
5.4.1.2. Noktalama.....	79
5.4.1.3. Cam altı dekoru oluşturma	80
5.4.1.4. Cam yüzeyine farklı malzeme uygulamaları.	80
5.4.2. Kumlama.....	83
5.4.3. Serbest form yapımı.....	84
6. KİŞİSEL ÇALIŞMALAR	86
6.1. Göz.....	86
6.2. Toplum Baskısı	89

6.3. Gelenekselin İçinden	91
6.4. Dilek Tut	94
6.5. Mutluluğa Boya Beni	97
6.6. Sadece Sen.....	99
6.7. Sınırsız.....	101
SONUÇ	104
KAYNAKÇA.....	108
ÖZGEÇMİŞ.....	121

GÖRSELLER DİZİNİ

Görsel 2.1. SiO ₂ 'in kristal yapı (a) ve amorf yapı (b).....	3
Görsel 3.1. Üfleme borusu ile lambada çalışan bir kadın ve üfleme borusu	6
Görsel 3.2. Antonio Neri – Vitraria kitabı	7
Görsel 3.3. Edison, Maxim, Swam ampülün bulunuşu, alevde şekillendirilmiş ilk ampül modelleri.....	7
Görsel 3.4. ‘Minyatür Üfleme Cam Sanatı’ alevde cam çalışma tekniği uygulama aşaması	8
Görsel 3.5. Alevde cam çalışma tekniği uygulama aşaması	9
Görsel 3.6. Pete Hunner, üfleme borusu ve mum ile boncuk yapımı	12
Görsel 3.7. Masa altına yerleştirilmiş bir körük	13
Görsel 3.8. Bunsen Burner şaloma, çalışma aşaması.....	14
Görsel 3.9. Blast Burner şaloma gelişim süreci	15
Görsel: 4.1. Tek yakıtlı şaloma(a) ve Çift yakıtlı şalomo örnekleri(b).....	18
Görsel 4.2. Günümüz çift yakıtlı şaloma modelleri.....	19
Görsel 4.3. 1.Propan Regülatörü, 2.Oksijen Regülatörü, 3.Propan ve Oksijen Emniyet Valfleri, 4.Propan ve Oksijen Hortumları.....	20
Görsel 4.4. a) Oksijen tüpü regülatörü, b) Propan tüpü regülatörü	20
Görsel 4.5. Şaloma ucunda beliren koniler	21
Görsel 4.6.1) Erime bölgesi, 2)Dekoratif işlem bölgesi, 3)Isıtma bölgesi	21
Görsel 4.7. Didymium cam çalışma aşaması.....	22
Görsel 4.8. Oksijen konsantratörü	23
Görsel 4.9. Şaloma konumlandırılması	24
Görsel 4.10. Şaloma Havalandırma Sistemi	25
Görsel 4.11. İçi boş saydam cam çubuk	26
Görsel 4.12. İçi dolu opak cam ve opak tel camlar(string).....	26
Görsel 4.13. Double Helix (reaktif gümüş cam) uygulama aşaması	29
Görsel 4.14. Striking Glass alevde şekillendirme uygulama aşaması.....	30
Görsel 4.15. Bullseye şeffaf ve opak tel (Stringers) cam örnekleri	31
Görsel 4.16. Vermikülit içerisinde soğumaya bırakılmış cam	35
Görsel 4.17. Tavlama kabarcıkları ve tamamlanmış ürünler.....	36
Görsel 4.18. Fiber battaniye içerisinde soğumaya bırakılmış cam.....	37
Görsel 4.19. Tavlama fırını.....	37
Görsel 4.20. Gaz kabarcıkları	40
Görsel 4.21. Cam da devitrifikasyon oluşumu.....	41

Görsel 4.22. Farklı boyutlardaki grafit çubuklar	42
Görsel 4.23. Düz Grafit Plaka Çeşitleri.....	43
Görsel 4.24. Saplı grafit plaka çeşitleri	43
Görsel 4.25. Metal ve grafit kalıplar.....	43
Görsel 4.26. 2,0mm. Mandrel(a), yüzük mandreli(b), düğme mandreli(c), özel tasarım mandreller(d).....	44
Görsel 4.27. Maşa çeşitleri.....	45
Görsel 4.28. Küçük boy cımbız (12cm)(a), büyük boy cımbız (25cm)(b), yaylı cımbız (16,5cm)(c), Büyük boy cımbız dişli	45
Görsel 4.29. İnce detaylar için sivri sıcak cam kesme makası(a), sıcak cam kesme makası küçük(b), cam boğma makasları.....	45
Görsel 4.30. Tungsten cam delme alet çeşitleri.....	46
Görsel 4.31. Cam parmak tutucular (Kıskaç, Pençe)	46
Görsel 4.32. Üfleme mandreli, pipo	47
Görsel: 4.33. Cam ile kullanılabilir tel	47
Görsel 4.34. Tekli cam çubuk ısıtıcısı	47
Görsel 4.35. Cam çubuk ısıtıcısı.....	48
Görsel 4.36. Özel tasarlanmış çok amaçlı araçlar	48
Görsel 4.37. Toz ve akışkan haldeki ayırıcı örnekleri.....	49
Görsel 4.38. Üfleme borusu ve aparatları	49
Görsel 4.39. Mandrel çubuk tutucu.....	50
Görsel 4.40. Cam çubuk tutucu	50
Görsel 4.41. Elmas boncuk oyucu	51
Görsel 5.1. Küre oluşturma	53
Görsel 5.2. Fazla savrulmuş cam	53
Görsel 5.3. Mandrele cam sarma işlemi	54
Görsel 5.4. Geometrik form boncuklar; yuvarlak boncuk (a), kare boncuk (b), silindir boncuk (c), amorf yapıda boncuk (d).....	54
Görsel 5.5. Mandrelden ayrılan ayırıcı	55
Görsel 5.6. Fazla sürülmüş ayırıcı (a), ayırıcının ateşte uzun süre tutulması (b)	56
Görsel 5.7. Yaş ayırıcı hatası.....	56
Görsel 5.8. Disk boncuk yapım aşaması.....	57
Görsel 5.9. Disk boncuk yapım aşaması (a), disk boncuk tasarımı bitmiş ürün(b)	57

Görsel 5.10. Akıtma tekniği uygulanarak yapılmış cam boncuklar	57
Görsel 5.11. Akıtma tekniği uygulama aşamaları	58
Görsel 5.12. Ayırma tekniği uygulama aşaması	58
Görsel 5.13. Ayırma tekniği.....	59
Görsel 5.14. Ayırma işlemi sırasında, noktasal ısıtma hatası.....	59
Görsel 5.15. Ayırma tekniği biblo uygulama aşaması	60
Görsel 5.16. Boncuk çıkarım işlemi sırasında yamulmuş mandrel	60
Görsel 5.17. Çubuk bükme uygulama aşaması	61
Görsel 5.18. Ekleme işlemi gerçekleşmiş cam.....	62
Görsel 5.19. Birbirine eklenecek iki camın ısıtılma işlemi	62
Görsel 5.20. Cam da renk değişikliği, oksitlenme (a), hava kabarcıkları (b)	63
Görsel 5.21. Şaloma başlıkları.....	63
Görsel 5.22. Yusuf Görmüş hava kabarcıkları.....	63
Görsel 5.23. Çubuk çekme işlemi yapılmış camı bütünden ayırma aşaması.....	64
Görsel 5.24. Bölgesel farklı kalınlıklara sahip cam çubuklar	65
Görsel 5.25. Çubuk çekme dekor uygulama çalışması 'Silüet'	66
Görsel 5.26. Çekme işlemi uygulanmış cam boncuk tasarımı.....	66
Görsel 5.27. Sıcak camı, içe doğru çekme tekniği ile elde edilmiş ürün.....	67
Görsel 5.28. Materyale yapışmış cam	67
Görsel 5.29. Kesme yöntemi uygulama aşaması.....	68
Görsel 5.30. Alevde cam şekillendirme için kullanılan kalıp örnekleri	69
Görsel 5.31. İç Kalıp Şekillendirme.....	70
Görsel 5.32. Cam boru ile şekillendirme uygulama	71
Görsel 5.33. Renkli cam çubuk ekleme işlemi (a), şekil almış, son hali (b).....	72
Görsel 5.34. Cam boru üfleme yöntemi uygulama	73
Görsel 5.35. Üfleme işlemi uygulanarak yapılmış cam nar tasarımı.....	74
Görsel 5.36. Borosilikat cam sap çekme işlemi.....	75
Görsel 5.37. Alevle ağız açma işlemi uygulama şekilleri	76
Görsel 5.38. Makas yardımıyla boğularak ağız açma tekniği uygulama	76
Görsel 5.39. Farklı materyaller kullanılarak ağız açma işlemi.....	77
Görsel 5.40. Sıcak cam yüzeyine doku oluşturma yöntemi	78
Görsel 5.41. İçi dolu renkli cam çubuklar.....	78
Görsel 5.42. İçi dolu renkli cam biblolar.....	79
Görsel 5.43. Noktalama yöntemi, cam boncuk tasarım çalışmaları	80

Görsel 5.44. Cam altından çalışma yöntemi	80
Görsel 5.45. Cam yüzeyine farklı malzeme (oksitleme, tel ekleme, asitleme) uygulanmış cam boncuklar	81
Görsel 5.44. Cam üzerine varak uygulaması	81
Görsel 5.47. Drammel ile kazıma işlemi gerçekleşmiş cam	82
Görsel 5.48. Kuşlama makineleri	83
Görsel 5.49. Kuşlama kremi uygulanmış cam boncuk.....	84
Görsel 5.50. Alevde şekillendirme tekniğiyle heykel yapımı	84
Görsel 5.51. Cam heykel yapımı	85
Görsel 6.1. Göz.....	86
Görsel 6.2. Tablo yapım aşamaları.....	87
Görsel 6.3. Göz boncuğu yapım aşamaları	87
Görsel 6.4. Hatalı uygulama	88
Görsel 6.5. Üçüncü Göz, detay	89
Görsel 6.6. Şalomada alevde cam Şekillendirme teknikleri uygulanarak borosilikat cam el yapım aşaması	89
Görsel 6.7. Toplum Baskısı.....	90
Görsel 6.8. Toplum Baskısı, sunum	91
Görsel 6.9. Geleneksel cam boncuk fırınında ergimiş camın asebeye sarılması işlemi.....	91
Görsel 6.10. Boncuk kalıpları yardımıyla şekillenen cam (a), effetre ve fırın camı kullanılarak yapılmış cam boncuk (b), stres oluşum sonucu (c)	92
Görsel 6.11. Geleneksel cam boncuk fırınında ergimiş camın şekillendirme aşaması	93
Görsel 6.12. Geleneksel cam boncuk bitmiş ürün	93
Görsel 6.13. Geleneksel cam boncuk, takı tasarımı bitmiş ürün	94
Görsel 6.14. Dilek Tut, detay.....	94
Görsel 6.15. Uygulama aşaması	95
Görsel 6.16. Dilek Tut, sunum aşaması	96
Görsel 6.17. Uygulama hataları	96
Görsel 6.18. Mutluluğa Boya Beni, detay.....	97
Görsel 6.19. Boya modeller uygulama aşaması	97
Görsel 6.20. Cam fırça modeli.....	98
Görsel 6.21. Hatalı cam boya modellerinin farklı şekilde değerlendirilmesi.....	98
Görsel 6.22. Mutluluğa Boya Beni, sunum	99

Görsel 6.23. Sadece Sen, detay	99
Görsel 6.24. Sadece Sen uygulama aşamaları, denemeler	100
Görsel 6.25. Sadece Sen, sunum	101
Görsel 6.26. Sınırsız.....	101
Görsel 6.27. Uygulamada kullanılan effetre cam çubuklar.....	102
Görsel 6.28. Camı döndürerek burkma işlemi	102
Görsel 6.29. Sınırsız, detay	103
Görsel 7.1. Oluşan deformasyonun estetik açıdan değerlendirilmesi	106

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1. Ayak körüğüyle çalışan bir lamba işleme tezgâhı	4
Şekil 3.2. Denis Diderot, lamba ile uygulama aşaması.....	10
Şekil 3.3. Thomas Bolas, cam üfleme ve cam işleme	11
Şekil 3.4. Bunsen Burner şaloma	14
Şekil 5.1. Çeşm-i Bülbül uygulamalarında stringer camlarının kullanımı.....	65

TABLO DİZİNİ

Tablo 4.1. Viskozite referans sıcaklıkları.....	33
Tablo 4.2. Bullseye camı örnek diyagramı.....	38
Tablo 4.3. Effetre camı örnek diyagramı	39
Tablo 7.1. Cam türlerine göre tavlama ve gerinim noktaları	105

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, cam şekillendirme tekniklerinden biri olan alevde cam şekillendirme tekniğinin geçmişten günümüze kadar olan gelişim sürecini incelemek, günümüzde popülerliğini koruyan alevde cam şekillendirme tekniğinde çalışma esnasında yaygın olarak karşılaşılan problemlerin çözümleri hakkında kapsamlı bir kaynak oluşturmaktır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Araştırma tarihsel olarak alevde şekillendirme tekniğinin ortaya çıkışından günümüze kadar olan sürecini kapsamaktadır. Alevde şekillendirme tekniğinde pek çok problemle karşılaşılmaktadır. Bunlar; şekillendirme öncesinde, şekillendirme sırasında ve sonrasında meydana gelebilmektedir. Uygulama türü ve uygulayıcılardan kaynaklanabilecek pek çok hata ya da problem ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle araştırma, yaygın olarak karşılaşılan problemler ve çözüm yollarıyla sınırlandırılmıştır.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışma süresince cam sanatı, alevde şekillendirme tekniğiyle ilgili yerli ve yabancı kaynaklardan, tez, makale, dergi, internet ve kitaplardan, müzelerden, günümüz atölye imkânlarından, yazarın kendi çalışmaları sırasında alınan görsellerden yararlanılarak kapsamlı bir kaynak oluşturulmaya çalışılmıştır.

2. CAMIN TANIMI:

2.1. Genel Tanımıyla Cam

Türkçede ‘Cam’ sözcüğünün anlamı; eski sözlüklerde “*Sırça, cam; bardak, kadeh, şişe ve toprak cinsinden şarap kadehi*” olarak geçmektedir.¹ Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlüğü’nde cam; ‘*soda veya potas katılmış silisli kumun ateşte eritilmesiyle yapılan sert, saydam ve çabuk kırılır cisim*’ olarak tanımlanmıştır.² Oysa cam bugün neredeyse birçok kişi için sıradanlaşmıştır.

Prof. Önder Küçükerman, kaynağında camın; yüzyıllar önce yalnızca sihirler dünyasından gelenlerin yaptığı bir sanat olarak görüldüğünden bahsetmektedir. Silis kumu, soda, kireç gibi birkaç katı malzemenin yüksek sıcaklıklarda su gibi olması, yardımcı aletlerle ve çok özel tekniklerle şekillendirilerek yeniden katılması, cam formların sonsuz bir zenginliğe sahip olduğunu göstermektedir.³ Çok eski zamanlardan günümüze kadar gelen cam ürünler, yaşamımızın birçok alanında karşımıza çıkan geniş bir yelpazeye sahiptir. Bununla birlikte cam; bileşimi, kalitesi, üretim yöntemleri ve uygulama alanlarında, günümüze ulaşana kadar değişim göstermiştir.

Cam erimiş haldeyken; akışkan, şekillendirilebilir görünümündedir. Soğuması ile sertleşir, şeffaflaşır ve sıcakken oluşan şekli korur.⁴

Üzlfat Canav Özgümüş camı; “*Parlak, saydam, ısıtıldığında yüksek derecede akıcılık kazanan, soğutuldukça katılaştıran ve sonunda durgunlaşan anorganik bir maddedir.*” şeklinde tanımlamıştır.⁵

¹ Ö. Küçükerman, (1985). Cam Sanatı ve Geleneksel Türk Camcılığında Örnekler. 1.Basım. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. Ankara. s, 156

² http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.55deef1bc749f5.56835755 (Erişim Tarihi: 08.01.2020)

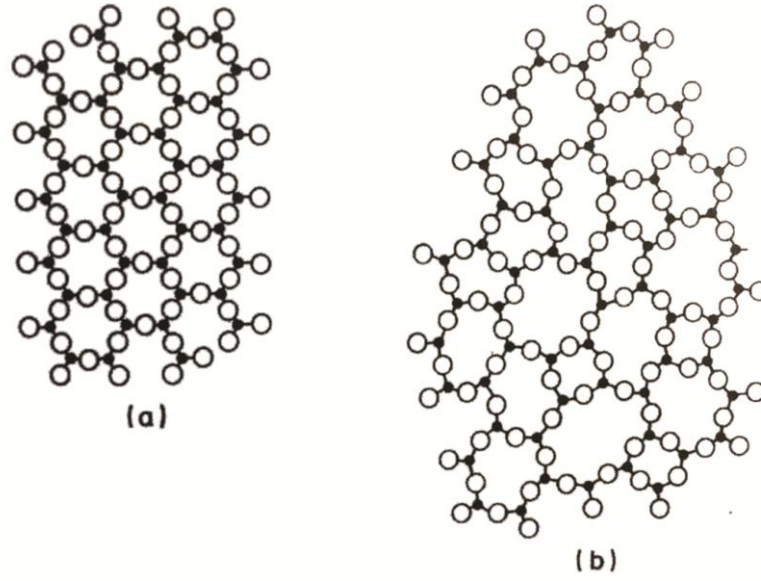
³ Ö. Küçükerman, (1987). 3000 Yıllık Akdeniz Camcılığının Anadolu’daki Son İzleri Göz Boncuğu. 1. Basım. Apa Ofset Basımevi Sanayi ve Ticaret AŞ. İstanbul. s, 10

⁴ L. Dilbas Andic, (2012). Turkish Glass Culture, Turkish Glass Culture And Its Relationship With Contemporary Glass And Education. Lap Lambert Academic Publishing. Saarbrücken, Germany. s, 10

⁵ Ü. Canav Özgümüş, (2013), Çağlar Boyu Cam Tasarımı. Arkeoloji ve Sanat Yayınları. İstanbul. s, 1

Prof. Dr. Önder Küçükerman ise cam tanımlamasını şu şekilde yapmaktadır;

“Cam, gerçekte bir maddenin adı değil, bir ‘Yapı düzeninin’ adıdır. Camsı durum, katı, sıvı, gaz veya plazma gibi, maddenin durumlarından birisidir. Madde ısıtıldıkça atomları hareketlilik kazanır ve belli bir sıcaklıkta birbirlerinden ayrılırlar. Bu ‘Erime’dir. Böyle eritilmiş sıvılar, yavaşça soğutulursa atomların hareketleri de yavaşlar ve eski düzenlerini alarak ‘Dururlar’. Yeniden kristal yapıya dönerler. Eğer soğuma bu düzenlemeye izin veremeyecek kadar hızlı olursa, sıvılar, sıvı haldeki düzensiz yapılarıyla katılaşırlar. İşte bu tür katılara genel olarak ‘Cam’ adı verilmiştir.”⁶ (Görsel 2.1).



Görsel 2.1. *SiO₂'in kristal yapı (a) ve amorf yapı (b)*

(B. Karasu ve N. Ay s. 7, 2000)

O halde camın en genel tanımı; yüksek sıcaklıklara ulaştığında eriyik, akıcı bir hal alan; soğurken ise verilmiş şekli koruyan, sertleşen ve kırılğan bir yapıya sahip bir malzemedir şeklinde özetlenebilir.

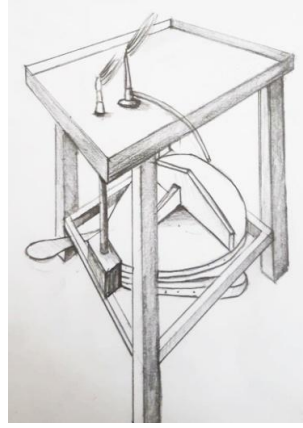
⁶ Küçükerman, 1987, a.g.k., 76

3. ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİ TANIMI VE TARİHÇESİ

3.1. Tanım

Türkçe’de alevle çalışma, ateşle çalışma olarak adlandırabileceğimiz teknik⁷; İngilizce’de; flameworking, lampworking, torchworking isimleriyle karşımıza çıkmaktadır.⁸

Alevde cam şekillendirme tekniğinde; alevin ısıyla cam yumuşayarak, tasarıma uygun şekillendirilmektedir. Eski dönemde alevin kaynağı, bir yağ ya da parafin lambası olarak bilinmektedir. Bu alev, körüklerle kuvvetli hale getirilmektedir (Şekil 3.1) Günümüzde ise gaz ile çalışan şalomalar kullanılmaktadır. Kuvvetli alev için gaza oksijen takviyesi yapılmaktadır.⁹



Şekil 3.1. Ayak körüğüyle çalışan bir lamba işleme tezgâhı

(https://www.bigbeadlittlebead.com/guides_and_information/guide_to_making_lampwork_glass_beads.php)

3.2. Tarihçe

Camın binlerce yıllık bir geçmişi vardır ve günümüze ulaşana kadar çok sayıda teknik gelişim göstermiştir. Bunun başlıca sebebi, hızla gelişen teknoloji ve Endüstri Devrimi’dir. Cam, yüksek ısı sanatıdır. Yüksek ısının getirdiği teknik problemler çözülebildiği sürece, cam malzemesi ile her türlü üretim gerçekleştirilebilmektedir.¹⁰

⁷ İ. U. Çelik, (2009). Açık Alev Karşısında Kıvrırma, Bükme, Üfleme Teknikleri. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul. s, 20

⁸ N. Ertürk, (2017). Cam Sanatında Alevde Çalışma Tekniği. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir. s, 2

⁹ E. Küçükbiçmen, (2005). Cam Şekillendirme Yöntemleri ve Kişisel Yorumlar. Sanatta Yeterlik Tezi. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir. s, 75

¹⁰ Küçükerman, 1985, **a.g.k.**, 29

Alevde cam şekillendirme, geniş bir uygulama alanına sahiptir. Kullanılan camın, yakıtla yüksek sıcaklıklarda ve uygulama aşamalarıyla orantılı değişimi hayal gücünün ve tasarımın sınırlarını zorlama imkânı yaratmaktadır.¹¹ Antik dönem ürünler ile günümüz ürünlerini karşılaştırmak cam teknolojisinin geldiği noktayı göstermek açısından oldukça önemlidir.

Alevde cam şekillendirme tekniği torch (şaloma) kullanımıyla başlamıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle, büyük fırınlar yerine, hesaplı bir şekilde üretimi sağlayacak daha küçük bir alevin ihtiyacı doğmuştur. Bu teknik muhtemelen Mısırlılar Dönemi'nde sıcak cam şekillendirme işlemlerinden biridir. "Geniş tarihsel araştırmalarının sonucunda Rosemarie Lierke, doğrulanmış en erken alevde çalışma örneklerinin kabaca M.Ö. 5. yüzyıla tarihlendiğini belirtmektedir."¹² Alevde cam şekillendirmedeki en yaygın uygulamalar boncuklardır. Boncuk uygulamalarının erken dönem örnekleri her ne kadar sıcak cam şekillendirme fırınlarında yapılsa da uygulamalardaki benzerlikler alevde cam şekillendirme tekniğinde de görülmektedir. O dönem ustaları camı, değerli taşların yerine kullanmaya başlamış ve cam gibi yarı değerli taşların da ateşte yumuşayabildiğini farketmişlerdir. Eski yöntemlere göre daha hızlı ve kolay ilerleyebildikleri sarma yöntemini de uygulayarak, cam boncuklar üretmişlerdir. Başlangıç noktası olarak M.Ö. 2000'li yıllarda üretilmiş boncuklar bu yeni teknolojinin aslında ilk örnekleri olarak kabul edilebilmektedir.¹³

Venedikli cam ustaları, zaman içinde kaybolmuş birçok yöntemi yeniden canlandırmıştır. Özellikle içi boş çubuk çekip kesme yöntemi ile çok daha hızlı, ucuz ve çok miktarda boncuk üretimi gerçekleştirilmiştir.¹⁴ Venedik'te boncuk sanatına ilgi büyüktür ve sadece Venedik'te 1606 yıllarına doğru 251 boncuk üreticisi var olmuştur.

Sayıların giderek artmasıyla; alevde çalışma tekniği ve sıcak cam arasında, her anlamda birbirlerinden farklı bir ayrım oluşmuştur. Alevde çalışma tekniği ile gerçekleştirilen üretim çeşitlenmeye ve yaygınlaşmaya başlamış, böylece diğer tekniklerden ayrılarak, bağımsız bir teknik olarak tanınmıştır.¹⁵ Haçlı seferlerinden sonra Avrupa'da seyahat daha kolay yapılabilmiş, küçük girişimciler tarafından Venedik camı Avrupa çapında yayılmıştır.

¹¹ Çelik, 2009, a.g.k., 22

¹² Ertürk, 2017, a.g.k., 5

¹³ Ertürk, 2017, a.g.k., 8

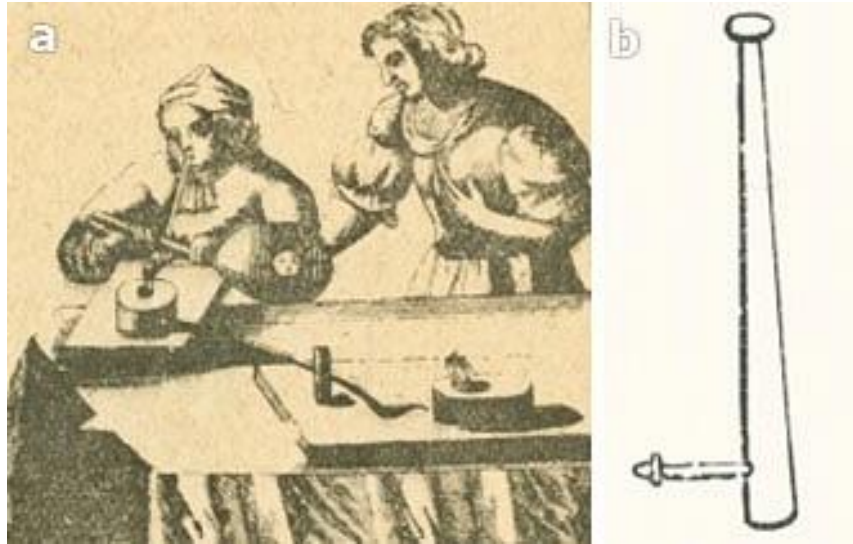
¹⁴ Ertürk, 2017, a.g.k., 13

¹⁵ Ertürk, 2017, a.g.k., 14

Cam ustaları, kolay taşınabilen şekillendirici aletleri sayesinde bu tüccarlara eşlik etmiştir. Bu durum yerinde cam üretimini canlandırmıştır.

Alevde çalışma tekniği ile ilgili yazılmış en erken tarihli referansın; 1454 yılında Fransa'da ortaya çıkarıldığı düşünülmektedir. Tarihsel süreçte Fransa'da bu tekniğe yönelik en fazla örnek ise Nevers'da ele geçirilmiştir. Küçük figürlerden oluşan Verre file ismiyle bilinen; resim çerçeveleri ya da üst kısmı açık kutuların içinde alevde şekillendirme tekniğiyle yapılmış üç boyutlu çeşitli cam figürler gelenek haline gelmiştir. Dini simgeleri de içeren bu çalışmalar, sonraki yıllar boyunca alevde çalışmanın gelişiminde önemli bir rol oynamıştır.¹⁶ Innsbruck, Amsterdam, Floransa ve Nevers'da M.S. 16. ve 17. yüzyılda alevde çalışma tekniğine dair buluntular ortaya çıkarılmıştır. Bu yerlerde Venedik stilini takip eden cam boncuk üretimi gözlemlenmektedir.¹⁷

1612 yılında İtalyan din adamı olan Antonio Neri, camın bilinmeyenleri ve uygulama yöntemleriyle ilgili Vitruvia isimli bir kitap çıkarmıştır (Görsel 3.2)¹⁸ Alevde şekillendirme tekniğinden de bahseden Neri, yağ lambalarıyla kadınların boncuk üretimleri, üfleme cam çubuklar hakkında bilgiler vermektedir (Görsel 3.1).¹⁹



Görsel 3.1. Üfleme borusu ile lambada çalışan bir kadın ve üfleme borusu
(<https://www.cmog.org/article/lamp>)

¹⁶ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 16

¹⁷ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 17

¹⁸ Ö. Küçükerman, (1978). Cam ve Çağdaş Tasarım İçindeki Yeri. 1. Basım. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.s, 109, Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 19

¹⁹ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 19



Görsel 3.2. Antonio Neri – *Vitraria* kitabı
(N. Ertürk, s.20, 2017)

M.S. 17. yüzyıl ortaları İtalyan Galileo, günümüz termometrenin öncüsü sayılabilecek nitelikte bilimsel aletler üzerine çalışmış ve bu aletler alevde şekillendirme tekniği ile yapılmıştır. Almanlar alevde şekillendirmede, üfleme yöntemlerini uygulamış ve geliştirmişlerdir.²⁰ Alevde şekillendirme tekniği; ampül, labratuar gereçleri gibi birçok buluşun yapılışında kullanılmış aynı zamanda artistik uygulamalarda da yaygınlaşmıştır (Görsel 3.3).²¹



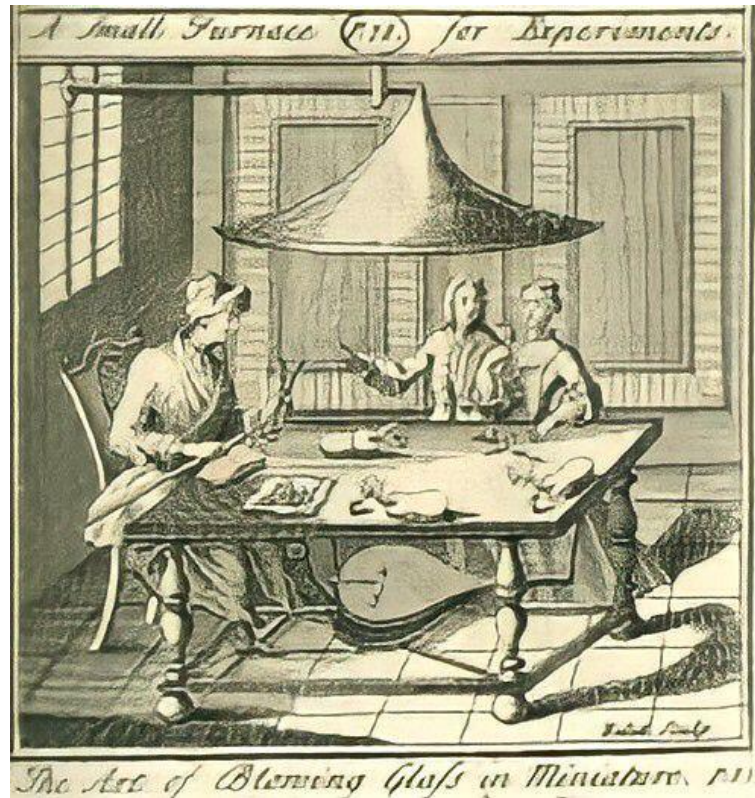
Görsel 3.3. Edison, Maxim, Swam ampülün bulunuşu, alevde şekillendirilmiş ilk ampül modelleri
(<https://yeserenerji.com/aydinlatma-cagina-isik-veren-ampulu-kim-icat-etti/>)

²⁰ Ertürk, 2017, a.g.k., 20

²¹ Ertürk, 2017, a.g.k., 22

Günümüzde; tekniklerin doğuşu ile ilgili sayılı bilgi olmakla birlikte bunların en önemlilerinden, 1738'de George Smith'in yazdığı, ders kitabı The Laboratory veya School of Arts'ta tarihsel süreçten bahsedilmektedir. Kitapta alevde cam şekillendirme gelişim süreci ve uygulama aşamaları ile ilgili çok önemli bilgiler yer almaktadır.

İlk olarak; alevde cam şekillendirme işlemi için içi boş ve farklı boyutlarda olan cam borular (tüpleri), renkli camlar temin etmek gerektiğinden bahsedilmektedir. Çalışabilmek için Görsel 3,4'de gösterildiği gibi bir masanın olması, bükülmüş büyük bir pamuk fitili olarak isimlendirilen ve uygun bir yağ ile döşenmiş antik dönem şaloması olarak bilinen lamba (şaloma), havalandırmayı sağlayacak kalaydan yapılmış huni bir de masanın altına yerleştirilen körük gerekmektedir.²² Cam ustası körüklere tutturulmuş basamağı bastırıldığında; körük, masanın altındaki borulardan, yukarı küçük sivri bir açıklığa sahip boruya taşınmaktadır. Körükten pompalanan hava, küçük bir nokta şeklindeki delikten çıkarak (rüzgâr üflemesi gibi) lamba alevi ile buluşmaktadır. Bu işlem, en sert camı bile eritecek kadar yüksek bir ısı meydana getirmektedir.

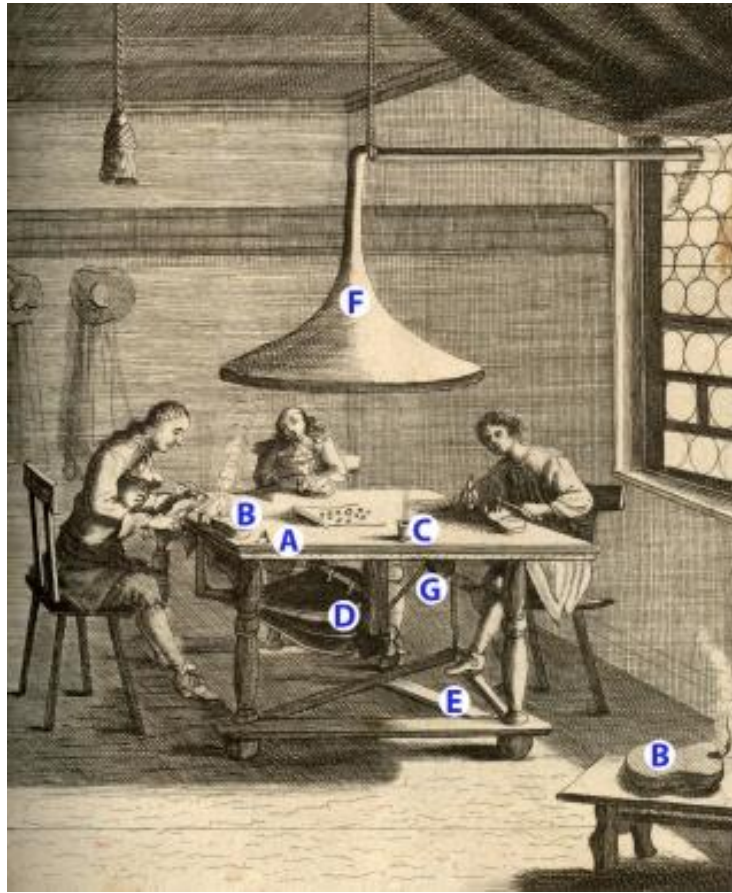


Görsel 3.4. 'Minyatür Üfleme Cam Sanatı' alevde cam çalışma tekniği uygulama aşaması
(<https://www.cmog.org/article/lamp>)

²² <https://www.cmog.org/article/lamp> (Erişim Tarihi: 15.02.21)

Alevde şekillendirme tekniği uygulanma sırasında cam borunun ısıtılan kısmının yumuşamasıyla oluşan çukur üflenerek, istenilen tasarım oluşturulmaktadır. Bu tekniğe göre geliştirilen el yapımı aletler ile cam, tasarıma uygun şekillendirilmektedir. Aynı zamanda farklı renkteki camlar da yine bu yöntemle kaynaştırılabilmektedir.

Kullanılan lambalar, isli bir alev ürettiği için havalandırma sistemleri, dışarıya açılan bir davlumbaz gibi tasarlanmıştır.²³ Johannes Kunckel'in 1679 yılında yapmış olduğu gravürde alfabetik olarak sıralama yapılarak, kullanılan aletler hakkında bilgi verilmektedir.



Görsel 3.5. Alevde cam çalışma tekniği uygulama aşaması
(<https://www.cmog.org/article/lamp>)

Görsel 3.5'de görülen harflerin tanımlamaları aşağıda verilmiştir.

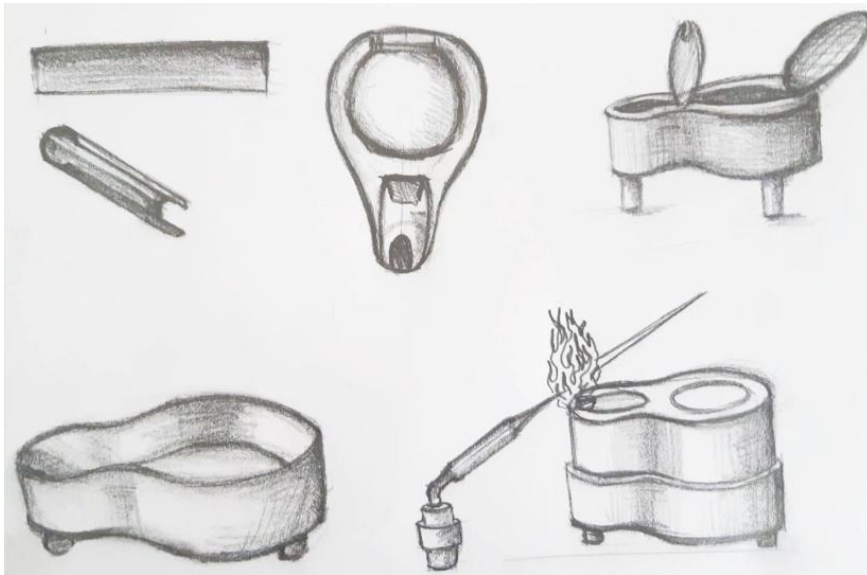
- A - Aynı anda dört kişinin çalışabileceği masa
- B - Yağ ve güçlü bir pamuk fitili ile dolu lamba (şaloma)

²³ (http-2)

- C - Konik üfleme borusunun takıldığı delik. (Böylece hava, alevle yoğunlaşarak ve camı eritecek bir alev üreterek yönlendirilmektedir. Kuyumcular da metal lehimlemek için benzer bir sisteme sahiptir.)
- D - Masanın altına gizlenmiş teneke borulara tutturulmuş körükler
- E - Ayak pedalına takılı kol
- F - Havalandırma davlumbazı
- G - Çalışan tarafından basılan körükler için ayak pedalı.

Kimyagerler, gezici cam üreticileri ve hobi olarak cam üretenler gibi, tüm lamba çalışanları benzer şekilde üretim sağlamıştır. Bu sistemle cam büyük atölyelere gerek olmadan, küçük bir odada üretilebilmiştir.²⁴ Bir masada üç-dört kişi çalışıyorsa, hava sağlayan körüğü bir kişi çalıştırabilmektedir. Çalışma masaları, genellikle çalışan kişinin el aletlerini muhafaza ettiği çekmecelere sahiptir. Kullanılan el aletleri basit formlarda üretilmiştir. Pense, makas, cımbız ve tel kelepçeler bunlardan bazılarıdır ve çoğu el yapımıdır.

En başından beri lamba ustaları doğaçlamacılar olarak bilinmektedir. Camı, alevle eritmek için, yaygın olarak kullanılan bir aydınlatma cihazını uyarlamışlardır. Gösterilen "lambalar" döneme özgüdür. Metal kenarları ve menteşeli veya döner kapaklı armut biçimli metal bir tavaya sahiptirler (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Denis Diderot, lamba ile uygulama aşaması
(<https://www.cmog.org/article/lamp>)

²⁴ (http-2)

Tava yakıtla doldurulmuş ve genellikle yakıt için kullanılan sıvı yağlara veya sıvılaştırılmış hayvansal yağlara bükülmüş bir pamuk fitil yerleştirilmiştir. Bazı camları bir mum veya kandil alevinde minyatür çalışmalar oluşturabilecek kadar yumuşatabilmek mümkün olsa da, aleve oksijen açısından daha fazla hava eklemek daha sıcak bir alevle elde edilmesini sağlamıştır.²⁵

M.S. 15. yüzyılın başlarında, cam üfleyiciler dar bir hava akışını, bir üfleme borusu yardımıyla aleve uygulamayı öğrenmişlerdir. Bu; alev sıcaklığını daha çok arttırarak, camın şekillendirilebilirliğini kolaylaştırmıştır. Şekil 3.3'de alevin çıkış yönünden gelen hava darbesiyle, bir mum alevinin hareketini göstermektedir.



Şekil 3.3. Thomas Bolas, cam üfleme ve cam işleme
(<https://www.cmog.org/article/lamp>)

Kaynaklarda geçen, "üfleme borusu" terimi, yalnızca fırında cam üfleme için kullanılan içi boş metal boruya atıfta bulunmak için kullanılmamaktadır. Alevde şekillendirmede kullanılan "Ağız borusu", körüklerden lambanın alevine hava üfleyen konik metal boru gibi, genellikle bir üfleme borusu olarak da adlandırılmaktadır (Görsel 3.6). Her iki teknikte de kullanılan benzer işleme sahip cam üfleme araçları birbiri ile karıştırılabilmektedir.

Ağız üfleyiciler, özellikle boncuk ve yapay inci çalışmaları için tercih edilmektedir. Fakat körüklerden ve gazlı meşalelerin piyasaya sürülmesinden çok sonra kullanılmaya başlanmıştır.

²⁵ (http-2)



Görsel 3.6. Pete Hunner, üfleme borusu ve mum ile boncuk yapımı
(K. Karklins vd., s. 11, 2009)

Alevde şekillendirmede, camı üfleme ile şekillendirebilmek için genellikle üç basit üfleme yöntemi kullanılmaktadır:

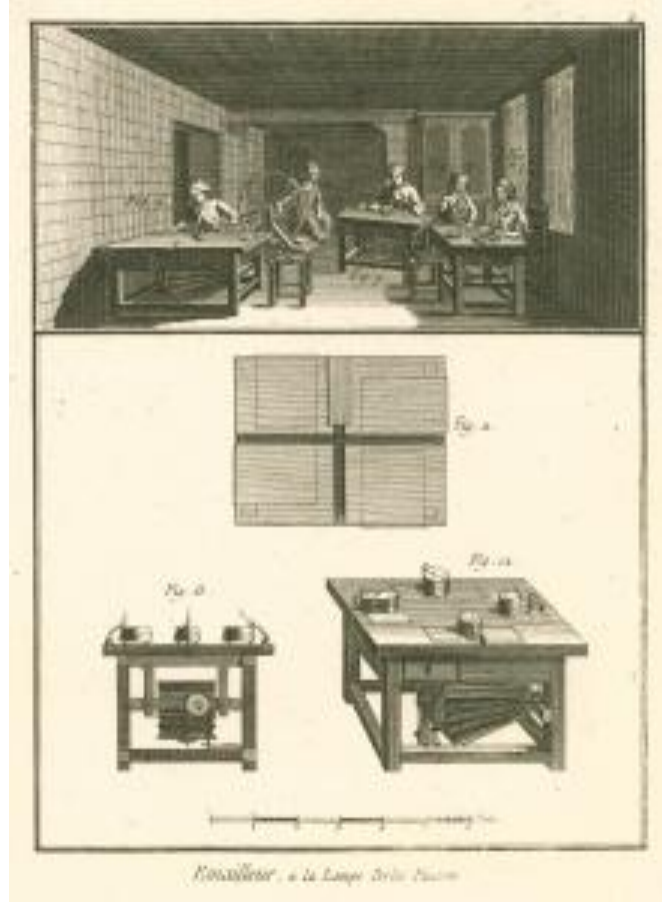
1. Ağız üfleyici ya da genel üfleme borusu. *(Yanaklar bir hava deposu olarak kullanılmaktadır. Ağızdan üfleme borusu yardımıyla hava akışı sağlanmaktadır.)*
2. Ayak üfleyiciler, körükler. *(Masanın altına yerleştirilmiş, borulara tutturulmuş hava akışını sağlayan körüklerdir.)*
3. El üfleyiciler. *(Ayak üfleyici ile aynı görevi görmektedir sadece daha küçüktür ve masanın üzerine yerleştirilmiştir. El ile çalıştırılmaktadır.)²⁶*

Daha büyük nesne çalışmaları için körük kullanımı tercih edilmektedir. Körük, havayı bir tüpten veya üfleme borusundan dışarı atmaya zorlayarak (akordeon benzeri) büzülen ve genişleyen esnek, bazen valfli bir hava odasından oluşan bir cihazdır. Bir lamba işleme masasına bağlanan ve bir ayak pedalıyla çalıştırılan körükler, cam üfleyicilerin çok daha sıcak bir alev sağlayan, ellerin serbest bir şekilde çalışmasına izin veren güçlü, kontrollü bir hava akımı üretmektedir (Görsel 3.7).

Yıllar geçtikçe, lamba işçiliğini öğrenen kimyagerler ve hobi sahipleri için eski ve ucuz yöntemler varlığını sürdürürken, profesyonel (bilimsel) cam üfleyiciler sürekli olarak daha gelişmiş ekipmanlar tasarlamışlardır.

²⁶ (http-2)

1957 yılına kadar körükler hala yararlı araçlar olarak kullanılmıştır. Rakow koleksiyonundaki en eski lamba işleme kılavuzları bile, çeşitli kimyasal aparatlar ve süs tasarımları yapmak için yönergeler içermektedir.²⁷



Görsel 3.7. Masa altına yerleştirilmiş bir körük
(<https://www.cmog.org/article/lamp>)

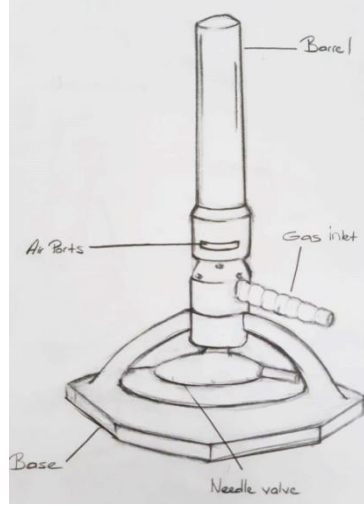
Günümüz ismiyle şaloma; gaz meşaleleri olarak da isimlendirilebilmektedir. M.S. 19. yüzyıl ortalarına doğru, alevde şekillendirme tekniğindeki en önemli gelişmelerden biri, Bunsen Burner şaloma aletinin bulunuşu olmuştur (Şekil 3.4).

Bunsen, 1855 yılında Michael Faraday ve Peter Desdega'nın tasarımlarından faydalanarak şalomayı geliştirmiştir.²⁸ Bunsen şaloma adını Robert Bunsen'den almıştır.²⁹

²⁷ (http-2)

²⁸ Ertürk, 2017, a.g.k., 23

²⁹ https://tr.wikipedia.org/wiki/Bunsen_beki (Erişim Tarihi: 16.02.2021)



Şekil 3.4. Bunsen Burner şaloma

(<https://www.scienceprofonline.com/microbiology/how-to-light-a-Bunsen-burner.html>)

Bir ayak üzerine oturtulmuş, metal bir borudan oluşmaktadır. Bir gaz girişi ve ayarlanabilir vanası vardır (Görsel 3.8). Bu icat ile alevde şekillendirme tekniğinde ihtiyaç duyulan yüksek sıcaklık kolaylıkla elde edilebilmektedir. Fırın yakıcı ve gazlı ocakların öncüsü sayılmaktadır.



Görsel 3.8. Bunsen Burner şaloma, çalışma aşaması

(<https://www.scienceprofonline.com/microbiology/how-to-light-a-Bunsen-burner.html>)

Daha sonra Blast Burner aletinin bulunuşuyla daha güçlü bir etki elde edilmiş, işlerin boyutlarında büyümeler görülmüştür (Görsel 3.9).³⁰

³⁰ Ertürk, 2017, a.g.k., 24



Görsel 3.9. Blast Burner şaloma gelişim süreci

(<https://www.aliexpress.com/i/4001065477604.html> ,

https://www.thomasci.com/Equipment/Burners/_/Utility-Blast-Burner , <https://www.hackrölt.com/new-advanced-glass-blow-pipe-blast-burner-torch-with-2-interchangeable-nozzles-p-102651.htm>)

Alevde şekillendirme tekniğini kullanarak çalışan usta ve zanaatkârlara, Almanya Lauscha'da günümüz yüksekokullarına denk, sertifika sağlayan okullar kurulmuştur. Okullara giriş için, alanında iki yıl pratik yapmış olmak gerekmektedir. 1880 yılında cam üfleme tornası buluşuyla üretim kolaylaşarak, hız kazanmış, bilimsel ve sanatsal cam üretiminde gelişmeler yaşanmıştır.

Sanayi Devrimi ile sadece işlevselliğe yönelik üretilen, estetik değerden yoksun sanat eserlerinin sayısı artmıştır. Sanatçılar, kalıplaşmış ve seri üretime olanak sağlayan kaynakları, estetik değer taşıyan üretimleri için kullanmaya başlamışlardır. Teknolojinin gelişimiyle iletişimin ve ulaşımın hız kazanması sonucunda sanatçılar arası etkileşim artmıştır.³¹ Sanatçı etkileşimleri ile Art Nouveau akımı, Avrupa'da mimari - iç mimari, cam, grafik tasarım, illüstrasyon alanlarında kendini göstermiştir.³² Konu olarak doğa ele alınmıştır. İnsan ve hayvan figürler, bitkisel ve geometrik biçimler bu akımda ön plandadır. Doğadan esinlenerek yapılan egzotik tasarımlar için en uygun tekniklerden biri alevde cam şekillendirme tekniğidir.³³

³¹ G. Günkaya, (2020). Arts and Crafts & Art Nouveau, Tasarım Tarihi ders notları. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir. si 15

³² Günkaya, 2020, a.g.k., 29

³³ Ertürk, 2017, a.g.k., 26

Carl Müller ve Karl Koepping bu tarz ürünler elde eden sanatçılardandır. Teknolojik gelişmeler cam sanatının gelişimini de etkilemektedir. 1898 yılında neon gazı keşfedilmiştir. O dönemde alevde şekillendirme tekniği ile çalışan cam ustaları neon tabela uygulamalarındaki ilk adımı atmış ve Claude; 1914 yılında Paris'te Grand Palas'ta, ilk ticari neon tabelayı uygulamıştır.³⁴

1962 yılında John Burton'un çıkardığı; 'Glass: Handblown, Sculpted, Colored' isimli kitap, alevde cam şekillendirme tekniğine ilgi uyandırmış önemli eserlerden biridir. Kitap içerisinde alevde borosilikat cam ile çalışma süreciyle ilgili önemli bilgiler yer almaktadır. 1962 yılında başlayan Stüdyo Cam Hareketi ile cam, fabrikaların dışına taşınmış, bireysel ve deneysel yeni teknikler, uygulamalar görülmeye başlanmıştır. Cam; yaratıcı sesin ve kişisel felsefi görüşün yansıtıldığı temalarla canlanarak, izleyiciyle konuşmaya başlamıştır. Bireysel olarak varlık gösteren camın, yaratıcı potansiyeliyle olanaklarını zorlayan zanaatkâr, tasarımcı, sanatçı ve sanat okulları hızla artmaya başlamıştır. Ürünlerin tek ve özgün olması, sanatsal değerinin artmasına sebep olmuştur. Cama karşı tutum bu sayede önemli ölçüde değişime uğramıştır.³⁵

“1971 yılında Cam Sanatı Derneği kurulmuş; alevde şekillendirme tekniği ile ilgili çeşitli programlar düzenlenmiş, bu durum tekniğe karşı ilginin artmasına sebep olmuştur. Benzer kuruluşlar; Meksika, İngiltere, Avustralya, Japonya, Kanada'da ortaya çıkmıştır. Japonya'da; alevde çalışma tekniği bir adım ileriye taşınarak, özgün boncuk dekor ve iç kalıplama yöntemleri geliştirilmiştir. Kendi üretimleri olan Satake Camı ve şaloması ise, günümüzde hala birçok sanatçı tarafından tercih edilmektedir. Alevde şekillendirme tekniği ile ilgili önemli bir diğer gelişme; Pilchuck Cam Okulu'nda 1983 yılında oluşturulan alevde çalışma sınıfıdır. Eğitimin başlaması, insanların alevde çalışma tekniğine yöneliminin artmasına sebep olmuştur. Zamanla birçok kuruluşta alevde cam şekillendirme tekniğiyle ilgili eğitimler vermeye başlanmıştır.³⁶”

Cam sanatçıları; tek başlarına ve yardım almadan, fabrika ortamına gerek olmadan, stüdyo cam hareketi sayesinde cam üretimi gerçekleştirmişlerdir. Bilgi ve tecrübelerin gelecek nesle aktarımı okullaşmayı oluşturmuştur.³⁷

³⁴ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 27

³⁵ M. Ağatekin, ve M. Aydın, (2010). Plastik Sanatlarda Cam ve Tarihsel Gelişimi. Camgeran Uluslararası Katılımlı Uygulamalı Cam Sempozyumu Bildiri Kitabı. Anadolu Üniversitesi. G.S.F Yayınları. Eskişehir. s,55

³⁶ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 30

³⁷ Ağatekin ve Aydın, 2010. **a.g.k.**, 57

Cam eğitimine katkıda bulunan öncü ülkeler; Çek Cumhuriyeti, Amerika, Almanya, İtalya, Büyük Britanya ve Japonya'dır. Daha sonra birçok yerde cam okullaşmaya başlamıştır.³⁸

Türkiye'de cam okullaşma adı altında; Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik ve Cam eğitimleri şeklinde, aynı bölümde eğitim verilmektedir. Akademik anlamda cam bölümü olarak eğitim veren tek kurum ise Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Cam Bölümü'dür. Bazı devlet üniversitelerinin meslek yüksekokullarında da daha çok teknik ekip/meslek uzmanı yetiştirmek amacıyla cam eğitimi verilmektedir.

Üniversiteler haricinde, stüdyo cam hareketi ilkeleri ile eğitim veren tek kurum ise İstanbul Cam Ocağı Vakfı'dır. Kuruluşundan bu yana sayısız kişinin camı sevmesine aracı olmuş, cam eğitimi vermiştir. Kısa zamanda dünya çapında bir cam merkezine dönüşerek eğitim ve üretim faaliyetlerine kesintisiz devam etmektedir.

Ülkemizde, 1968 yılında Paşabahçe bünyesinde kurulmuş olan Teknik Cam Sanayi A.Ş ile ısıya dayanıklı cam ev eşyası ve laboratuvar cihazları üretimi için 28 yıl boyunca cam torna ve alevle şekillendirme teknikleri kullanılmıştır. İstanbul ve Ankara'da ülkenin kimya ve gıda laboratuvarlarının borosilikat cam malzeme ihtiyacını karşılamak için özel firmalar kurulmaya başlamıştır. Bugün sayıları 11 civarında olan bu firmalar aydınlatma ve hediyelik eşya sektörleri için de üretim yapmaktadırlar.³⁹ Bunun dışında ülkemizde küçük ve orta ölçekte bireysel ya da kurumsal cam atölyelerinin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde düzenlenen, Karma Tasarım Atölyesi'nin küratörlüğünü üstlendiği Uluslararası Denizli Cam Bienali; yurtiçi ve yurtdışından birçok cam sanatçısının katılımıyla, camın bir sanat ve tasarım malzemesi olarak algılanmasını ve kültürel bir değer olmasını sağlamaktadır.

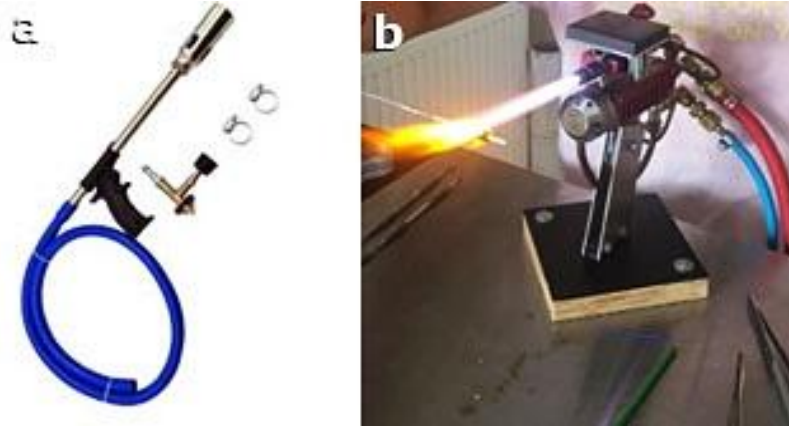
³⁸ Ağatekin ve Aydın, 2010. **a.g.k.**, 57

³⁹ E. Arda, (2018). Cam Tornası ve Çömlekçi Çarkı ile Artistik Cam Uygulamaları. Hacettepe Üniversitesi. G.S.E. Seramik Anasanat Dalı, Sanatta Yeterlilik Tezi. Ankara s,1

4.ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE YAYGIN OLARAK KULLANILAN MALZEMELER, ALETLER VE CİHAZLAR

4.1. Alevde Cam Şekillendirme Atölyesi Kurulum Malzemeleri ve Başlıca Özellikleri

Alevde cam şekillendirme tekniği için başlangıç noktamız, çalışma alanın hazırlığıdır. Şaloma, havalandırma sistemi, tüpler, hortumlar kurularak çalışma için hazır hale getirilmelidir. Alevde çalışma tekniğinin en önemli malzemelerinden biri şalomadır. Tek ve iki yakıtlı olmak üzere ikiye ayrılır (Görsel 4.1).



Görsel: 4.1. Tek yakıtlı şaloma(a) ve Çift yakıtlı şalomo örnekleri(b)

(https://cdn.cimri.io/image/240x240/nurgaz-ng2600-yakyak-purmuz-set_311349978.jpg),

(B. Tosun Akın, 2021)

Tek Yakıtlı Şaloma;

Başlangıç seviyesinde çalışanlar genellikle tek yakıtlı şaloma tercih etmelidir. Bu şalomada yalnızca gaz kullanılmakta, oksijen kullanılmamaktadır. Bunun nedeni geniş hava girişine sahip olmasıdır. Yeni başlayanlar için idealdir. Fakat çalışma sırasında açık renkli camların kararmasına neden olabileceği unutulmamalıdır.⁴⁰ Tek yakıtlı şaloma aynı zamanda tavlama işlemleri içinde alınıp, kullanılabilir. Verdiği enerji biraz düşüktür. Sert camı eritemezler. Borosilikat camı eritmek için tek yakıtlı şaloma alevinden daha güçlü bir alev gerekmektedir.

⁴⁰ J. Gordon, (2010). Creative Lampworking. 1.Basım. C&C Offset Printing Co. Ltd, s, 32

Çift Yakıtlı Şaloma;

Çift yakıtlı şalomalar ise, propan ve saf oksijen ile birlikte çalışan şaloma tipidir. Profesyonel cam çalışanları için tercih edilmektedir (Görsel 4.2). Çift yakıtlı şalomalarda oksijen sayesinde alevin enerjisi yüksektir. Oksijen, alevin sıcaklığını arttırarak hızlandırıcı görevi görmektedir.⁴¹



Görsel 4.2. *Günümüz çift yakıtlı şaloma modelleri*

(<https://www.cammalzeme.com/salumolar-kat57.html> ve <https://www.alexmakina.com/smith-little-torch>)

Çift yakıtlı şaloma ve oksijen-propan gazını içeren tüpler arasındaki bağlantı hortumlar aracılığıyla sağlanmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken, hortumların kalitesi, gaz kaçağını önlemek ve sıkılaştırmak için kullanılan kelepçe sistemidir.⁴² Bu bağlantıyı sağlayan parçalardan biri de rekor ismi verilen; gazın, tüplerden şalomaya kaçak yapmadan ulaşmasını sağlayan ve hortumların uçlarına bağlanan araçtır.⁴³

Kırmızı hortum modelleri genellikle gaz için, mavi ya da yeşil hortum modelleri ise oksijen için tercih edilmektedir. Hortumlardaki gazın geri tepip patlamasını önleyen emniyet valfi bir diğer önemli husustur. Başta, ortada, sonda kullanılan üç tipi vardır. Emniyet valfleri de regülatör setine bağlıdır (Görsel 4.3).⁴⁴

⁴¹ Gordon, 2010, **a.g.k.**, 33

⁴² Gordon, 2010, **a.g.k.**, 27

⁴³ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 35

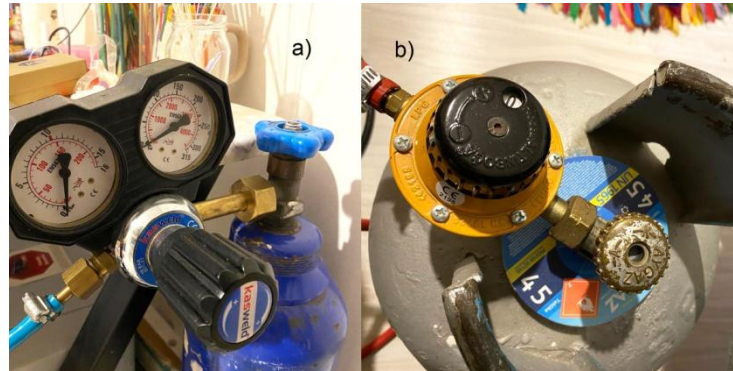
⁴⁴ E. Ryland Mears, (2003). *Flameworking creating glass beads, sculptures & functional objects*, Lark Books , a division of Sterling Publishing Co. s,16



Görsel 4.3. 1.Propan Regülatörü, 2.Oksijen Regülatörü, 3.Propan ve Oksijen Emniyet Valfleri, 4.Propan ve Oksijen Hortumları

(<https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Atolye-Kitleri/Kit-1-p597c69c100.html>)

Regülatör ise; gaz miktarını ve basıncı gösteren araçtır (Görsel 4.4). Ayarlanabilir basınç göstergesine sahiptir. Propan gazı ve oksijen gazı ile çalışılırken mutlaka regülatör kullanılmalıdır. Bu materyaller çift yakıtlı şaloma aletlerinin atölye ortamında sağlıklı çalışmasındaki en büyük yardımcılarıdır.⁴⁵

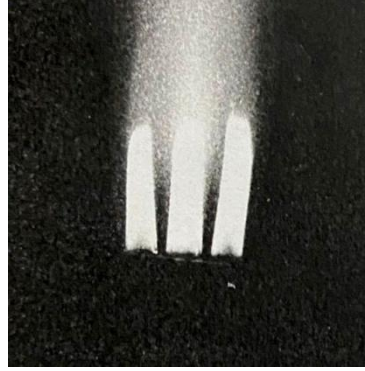


Görsel 4.4. a) Oksijen tüpü regülatörü, b) Propan tüpü regülatörü
(B. Tosun Akın, 2021)

Şaloma çalıştırılırken, önce propan gazı açılmalı ve sonra içine oksijen gazı verilmelidir. Alevin enerjisi doğru bir şekilde ayarlanmalıdır. Alevin uzunluğu yaklaşık 7 inç (17,8cm) olarak ayarlandıktan sonra oksijen yavaşça açılmalıdır.

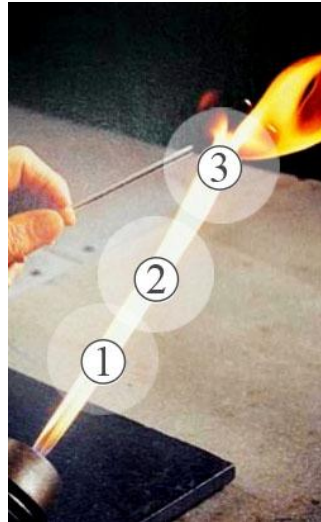
⁴⁵ Ryland Mears, 2003, a.g.k., 14

Şaloma ucunda beliren koniler yaklaşık 1/4 inç - 1/2 inç (6-8 mm) uzunluğa erişene ve şekil olarak belli olana kadar propan gazına yavaşça oksijen verilmelidir (Görsel 4.5).



Görsel 4.5. Şaloma ucunda beliren koniler
(J. Gordon,s,32, 2010)

Şaloma kapatma zamanı geldiğinde, önce oksijen, ardından propan gazı kapatılmalıdır. Alevin çeşitli bölümlerinin tümü, lamba işleme sürecinde önemli bir rol oynar. En sıcak kısım ve boncuğunuzun eritilmesinin ve ısıtılmasının gerçekleştirildiği yer, alevin mavi konisinin ucunda, torçtan yaklaşık 2 inç (5 cm) uzaktadır, alev biraz daha soğuktur ve dekoratif alan olarak bilinir, dış uç ise ön ısıtma alanıdır (Görsel 4.6).⁴⁶



Görsel 4.6. 1) Erime bölgesi, 2)Dekoratif işlem bölgesi, 3)Isıtma bölgesi
(J. Gordon,s,32, 2010)

⁴⁶ Gordon, 2010, a.g.k., 41

Alevde cam çalışırken sodyumun etki ettiği parlaklığı engelleyecek didymium cam çalışma gözlüğü bir cam sanatçısı için en önemli kullanım nesnesidir (Görsel 4.7). Aynı zamanda camın kırılması durumunda sıcak cam parçalarından gözü korumaktadır, sağlıklı çalışmak adına temin edilmesi gerekmektedir. Çalışma gözlüğü takılmadan şaloma açılmamalıdır.⁴⁷



Görsel 4.7. Didymium cam çalışma aşaması

(https://www.youtube.com/watch?v=WUg7MUu3NyE&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yO8m_qb-jwkg&index=11), (B. Tosun Akin, 2021)

Oksijen kendi başına yanıcı bir malzeme değildir ancak başka maddelerin alev almasında kolaylık sağlamaktadır. Yağlı ve kremlilerle ellerle oksijen tüplerine dokunulmamalı, alevde cam çalışılmamalıdır. Oksijen tüpünün yanına yağlı bir bez konulmamalıdır.⁴⁸ Propan yüksek derecede yanıcı bir malzemedir. Bu sebeple mutlaka dış mekânda tutulmalıdır. Tüplerin konumu çok önemlidir. Tüpler atölye dışında durmalı ve duvara sabitlenmelidir.⁴⁹ Yalnız soğuk havalarda gazın küçülebileceği (genleşme) unutulmamalıdır. Bu sebeple tüpün duracağı yer tüm bu maddeler dikkate alınarak belirlenmelidir. Oksijen tüpü genellikle propan gazından daha hızlı tükenmektedir. Çalışmanın aksamaması için yedek bir oksijen tüpü bulundurmak fayda sağlayacaktır. Alevde cam çalışma sırasında çalışma alanından bir anlık uzaklaşmada bile alev kapatılmalı, daha sonra hortumun içinde kalan oksijen ve propan gazı boşaltılmalıdır.⁵⁰

⁴⁷ <https://www.lizbowdenbeads.com/tools-of-the-trade.html>

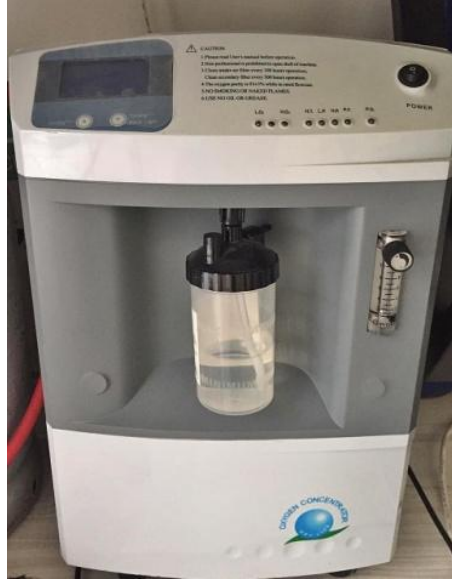
⁴⁸ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 14

⁴⁹ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 15

⁵⁰ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 14

Herhangi bir gaz sızıntısı köpüklü su ile kontrol edilebilmektedir. Olası bir durumda gerekli önlemler alınmalıdır.⁵¹ Daha güvenilir bir çalışma alanı için, günümüzde oksijen tüplerinin yerine oksijen konsantratörleri tercih edilmektedir (Görsel 4.8).

Oksijen konsantratörleri, bulunan ortamdaki oksijeni saf oksijen haline çevirerek çalışmaktadır. Bu özelliğinden dolayı alevde çalışma içinde kullanılabilir. Oksijen konsantratörleri, oksijen tüpündeki sürekli dolun işlemi problemini çözmektedir. Oksijen konsantratörlerinde elde edilen alev gücü tüplere nazaran güçsüz kalmaktadır. Küçük çaplı yapılan işlerde bu durum problem oluşturmamaktadır.⁵²



Görsel 4.8. Oksijen konsantratörü

(B. Tosun Akın, 2021)

Güvenli çalışma alanı için, şalomanın kurulacağı tezgâh olası bir sıcak cam düşme durumunda, düştüğü yüzeyin alev almaması için, paslanmaz çelik saç ya da granit karodan oluşması gerekmektedir (Görsel 4.9).⁵³ Atölyede zeminde ve masalarda yanıcı olmayan ateşe dayanıklı malzemeler tercih edilmelidir. Beton ya da çelik kaplama kurtarıcı olacaktır.

⁵¹ Gordon, 2010, a.g.k., 27

⁵² Gordon, 2010, a.g.k., 28

⁵³ (http-4)



Görsel 4.9. Şaloma konumlandırılması

(<https://www.lizbowdenbeads.com/tools-of-the-trade.html>)

Atölyenin farklı yerlerinde yangın tüpleri, atık camlar için sıcağa dayanıklı bir teneke kutu, ilkyardım seti bulundurulmalıdır.⁵⁴ Çalışma sırasında sıcak bir camın sıçraması durumu göz önünde bulundurularak, oturulan yerden hızlıca uzaklaşmayı sağlayacak tekerlekli sandalye ve mümkünse çalışma masasının arkada kalan tarafının geniş bir alandan oluşması tercih edilmelidir.⁵⁵ Atölye ortamının mümkün olduğunca temiz tutulması da çok önemlidir. Ortamdaki bir toz, alevde çalışma sırasında cama yapışarak camda çatlamalara neden olabilmektedir.⁵⁶

İyi bir havalandırma sistemi alevde cam şekillendirme atölyesinde hayati önem taşımaktadır. Alevde çalışma tekniğinde oksijen ve propan gazının havaya yaymış olduğu gaz buharı sağlığa etki edebilmektedir. Çekiş gücü yüksek bir havalandırma sistemi şalomanın hemen üzerine konumlandırılarak, tehlike arz edebilecek gaz buharı en aza indirgenmiş olur (Görsel 4.10). Havalandırma sisteminin dışında da atölye sıklıkla havalandırılmalıdır. Sistem açıkken alevde çalışma esnasında, alevde dalgalanmanın oluşmamasına dikkat edilmelidir ve işlem bittikten sonra belli bir süre açık bırakılmalıdır.⁵⁷

⁵⁴ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 20

⁵⁵ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 17

⁵⁶ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 20

⁵⁷ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 41



Görsel 4.10. Şaloma Havalandırma Sistemi
(<https://www.cammalzeme.com/page.php?act=arama>)

Alevde cam çalışma atölyesinde bir havalandırma sistemi kurulamıyorsa, pencereler açılarak atölyede hava sirkülasyonunun sağlanması gerekmektedir.⁵⁸ Fakat çalışma sırasında açık olan pencereden giren havanın, oda sıcaklığını etkileyeceği ve alevden ayrılan sıcak camı çatlatabileceği unutulmamalıdır. Çalışmaya başlamadan önce elde edilecek tasarım belirlenmeli, uygun camlar seçilmelidir. Uygulanacak tasarım için kullanılacak teknikler belirlenmeli onlara uygun ekipmanlar hazır edilmelidir.

4.2. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Yaygın Olarak Kullanılan Camlar ve Başlıca Özellikleri

Cam, içerdiği katkı maddeleriyle birbirinden farklı özelliklere sahip olabilmektedir. Bu sebeple her cam ustası yapmak istediği işe uygun cam için farklı hammaddeler kullanmaktadır.⁵⁹ Bu da çeşitli cam türlerinin doğmasına sebep olmaktadır. Cam kimyası çok farklı ve karmaşıktır. Camın en önemli hammaddesi cam yapıcı Silika (silisyumdioksit-SiO₂)'dır.⁶⁰ Cam yapıcı temel oksitlere başka oksitlerin eklenmesiyle birbirinden ayrı özelliklere sahip camlar üretilebilmektedir.

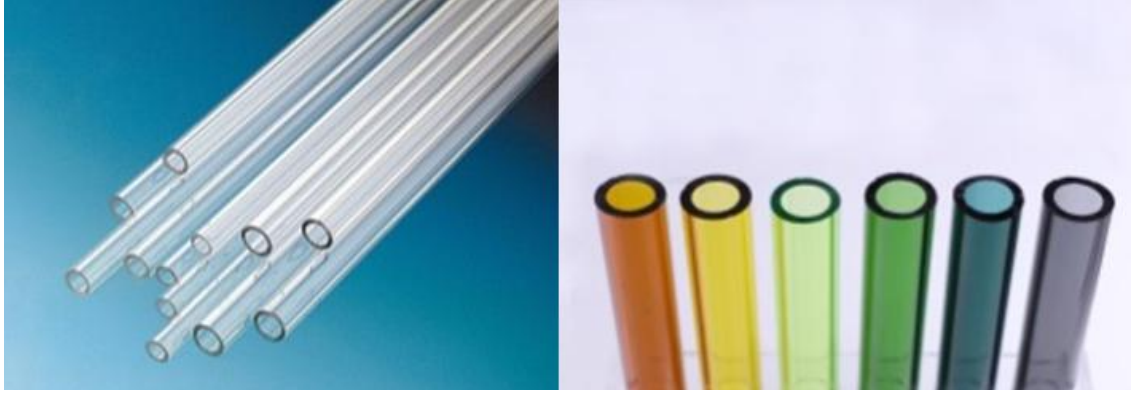
Ülkemizde genellikle alevde cam şekillendirme tekniğinde kullanılan en yaygın camlar; soda-kireç, effetre camları, borosilikat camları ve kurşun camlarıdır. Soda-kireç camları; yumuşak cam olarak, borosilikat camları ise sert cam olarak bilinmektedir. Bu sıfatlar camın kırılma özelliği ile ilgili değildir; camın yüksek veya düşük ısılarda yumuşamasıyla ilgilidir.

⁵⁸ Gordon, 2010, **a.g.k.**, 28

⁵⁹ Küçükerman, 1978, **a.g.k.**, 98

⁶⁰ Küçükerman, 1978, **a.g.k.**, 93

Bu camlar genellikle; ince bloklar, içi boş borular, içi dolu çubuklar ve stringer (2mm-3mm kalınlığında ince cam çubuk) camlar halinde, Şeffaf veya opak olarak dışarıdan temin edilebilmektedir (Görsel 4.11, Görsel 4.12).



Görsel 4.11. İçi boş saydam cam çubuk

(<https://sc04.alicdn.com/kf/Ha8503a57a48b45d292e77ea5d7e7efceQ.jpg>)

<https://www.okulstore.com/ProductImages/97013/big/gp9005etc.jpg>)

Şeffaf cam, ışığın içinden geçmesine izin verirken, opak camın ışık geçirgenliği yoktur. ÇalıŐmalardaki Őeffaflık derecesi kullanılan camın renginden ve miktarından etkilenmektedir. Uyumluluk olduğu sürece Şeffaf ve opak cam birlikte kullanılarak farklı efektler elde edilebilmekte, cama derinlik kazandırılabilir. ⁶¹



Görsel 4.12 İçi dolu opak cam ve opak stringer camlar(string)

(<https://www.cammalzeme.com/images/kategoriler/Effetre-String-resim-80.jpg>)

⁶¹ <https://www.lizbowdenbeads.com/glass-for-making-beads.html> (Erişim Tarihi: 24.03.21)

4.2.1. Soda-kireç ve borosilikat camları

Soda, kireç ergiticileri camın düşük sıcaklıklarda erimesini sağlamaktadır. Sert cam boraks içerdiği için ergime derecesi çok daha yüksektir.⁶² İçeriklerinden dolayı iki cam türü de farklı özellikler göstermektedir. Yumuşak camlar genellikle boncuk ve küçük boyutlu figürlerin yapımına uygunken, sert camlar daha büyük boyuttaki tasarımlar için kullanılabilir. ⁶³

Soda-kireç camlarının termal genişleme katsayıları (COE:Coefficient of Thermal Expansion) 104×10^{-7} , borosilikat camlarının termal genişleme katsayıları (COE) ise $30 - 33 \times 10^{-7}$ aralığındadır. ⁶⁴ Tasarımda kullanılacak birden fazla cam çubukların yapısal olarak birbiriyle uyumlu olması gerekmektedir. Eğer genişleme katsayıları (COE) birbirine uymazsa ve birlikte kullanılırsa, biten üründe soğudukça stres oluşur ve bu da cam üzerinde çatlamalara, kırılmalara neden olmaktadır. Cam ısıtıldığında belirli bir oranda genişler. Aynı şekilde cam soğudukça küçülür. Genişleme ve daralma hızı COE olarak bilinmektedir. COE, söz konusu cam çubuğun genişleme katsayısı ile ilgilidir. Farklı termal genişleme katsayılarına (COE) sahip iki veya daha fazla cam türü birlikte eritilirse, farklı oranlarda soğuma gerçekleşmektedir. Oranlardaki fark ise uyumsuzluk çatlaklarına, iç gerilimlere neden olmaktadır. Aynı termal genişleme katsayılarına sahip cam kullanmak, bu tür çatlakların oluşma riskini en aza indirmeye yardımcı olmaktadır. Yalnızca termal genişleme katsayılarını (COE) eşleştirmek kullanılan camların uyumluluğunu garanti etmemektedir. Farklı cam türlerinin uyumlu olup olmayacağını belirleyen birçok başka faktör olduğu unutulmamalıdır. ⁶⁵ Camda ısı genleşme katsayısı, tavlama sıcaklığı, uyumluluk tüm ısı işlem gerektiren cam çalışmalarında oldukça önemli noktalardır.

Borosilikat camlar, ön ısıtma işlemi yapılmadan doğrudan alev girebilirken, soda-kireç camlarının ön ısıtma işlemi yapıldıktan sonra alev girmesi gerekmektedir. Aksi halde camda çatlama ve kırılarak sıçramalar olabilmektedir. Bunun yanı sıra yumuşak camın alevden çıkarıldıktan sonraki çalışma süreci, sert camın çalışma süresinden çok daha uzundur. Borosilikat camları alevde geç yumuşar ve alevden çıktığı anda sertleşmeye başlar.

⁶² E. Küçükbiçmen, (2011). Açık Alevde Cam Şekillendirme Yöntemleri İçin Temel Bilgiler Ders Notu. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.s,1

⁶³ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 32

⁶⁴ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 46 , <https://www.cammalzeme.com/effetre-591213> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

⁶⁵ (<http-5>)

Çalışma boyunca, yumuşak cam yüzeyinde oluşan çatlaklar, çoğu zaman kütle camın büyüklüğüne bir etki etmez fakat borosilikat camda çalışma anında bu çatlak giderilmezse, zamanla ilerleyerek tüm kütlenin kırılmasına sebep olabilmektedir. Camda yavaş soğutma işlemi çatlakları, kırılmaları önlemektedir.

Yumuşak cam türündeki hazır renk çeşitleri, renkli sert cam çeşitlerinden çok daha fazladır.⁶⁶ Borosilikat cam ile büyük ebatlı çalışılabilirken, soda-kireç cam ile genellikle büyük obje çalışması gerekli aletler ve koşullar sağlanmadan mümkün değildir.

4.2.2. Effetre camlar

Alevle cam çalışmaları için imal edilmiş çok geniş renk yelpazesi olan dünyanın en popüler soda cam markalarından biridir. Ülkemizde de yoğun olarak tercih edilmektedir. Effetre, termal genişleme katsayısı (COE) 104×10^{-7} olan cam çubuklar üreten bir İtalyan şirkettir (ABD'de Moretti olarak bilinir). Tüm 104×10^{-7} termal genişleme katsayılı camlarla uyumludur⁶⁷. Effetre fabrikasının merkezi şimdilerde dünyanın dört bir yanına üretim yapan Resana'dır.⁶⁸ Filigrano, opalino, stringer cam türleri de sunmaktadırlar.

Filigrano; şeffaf camla çevrili opak çekirdekli bir çubuktur. Çiçek veya desenler yaparken kullanışlıdır. Opalino; şeffaf ve opak arasında ortada görünebilen yumuşak opal benzeri renklerdir. Stringer (ince çubuk) camlar; kullanılan renkli cam çubukların ince olanlarıdır. İnce çubuk camlar, çubuklardan daha hızlı ve daha detaylı çalışmalar yapabilmek için kullanılmaktadır.⁶⁹ Bu camlarla boncuklar, biblolar, düğmeler, kâğıt ağırlıkları, bilyeler yapılmakta bunlara ek olarak ise Effetre'nin füzyon plakaları ile birlikte de kullanılabilir. ⁷⁰

4.2.3. Kurşun camları

Alevde çalışma tekniğinde kullanılan bir diğer cam türü ise; kurşun camlarıdır. Kurşunlu cam tüpler, genel olarak neon tabelaların yapılmasında kullanılmaktadır.⁷⁰

⁶⁶ Küçükbiçmen, 2011, **a.g.k.**, 1

⁶⁷ <https://www.prometheushobby.com/Alevle-Cam-Calisma/Effetre-Filigran-Cubuklar/Beyaz-Filigran-5-6mm-592208-p737c69c117.html> (Erişim Tarihi: 25.06.21)

⁶⁸ Gordon, 2010, **a.g.k.**, 34

⁶⁹ (http-5)

⁷⁰ Çelik, 2009, **a.g.k.**, 94

Soda – kireç camına göre daha dayanıklı ve esnek bir yapıya sahiptir. Düşük viskozitelidir. Cama parlaklık kazandırır fakat camı kırılğan hale getirir.⁷¹ Termal genişleme katsayıları (COE) 75×10^{-7} ve 90×10^{-7} arasında değişmektedir.⁷² Kurşun camlarıyla çalışma sırasında çok oksijen, az propan gazı ile çalışma gerçekleştirilmelidir. Bu sayede renklerin oksidasyonu engellenmiş olmaktadır. Çalışma sırasında alevden çıkarıldıktan sonra bile akışkandır bu da uzun çalışma süresi sağlamaktadır. Geniş renk yelpazesine sahiptir.⁷³

4.2.4. Diğer cam türleri

Double Helix camları; reaktif gümüş cam olarak bilinmektedir. Termal genişleme katsayısı(COE) 104×10^{-7} 'tür. Bu cam ile çalışırken renkleri ve parlak yüzeyleri çıkarmak için özel işlem gerekmektedir (Görsel 4.13).⁷⁴ Gaz ve oksijen ayarıyla oynandıkça farklı efektler elde edilebilmektedir.⁷⁵ Dikkat edilmezse rengi kolaylıkla kahverengiye ve kirli, çamurumsu bir renge dönüşebilmektedir.⁷⁶



Görsel 4.13. Double Helix (reaktif gümüş cam) cam uygulama aşaması
(<https://www.lizbowdenbeads.com/blog/learning-all-about-double-helix-glass>)

Az rastlansa da metalik görünlü redüksiyon cam çubukları da alevde cam şekillendirme tekniğinde kullanılmaktadır. Bu yapıdaki camlarda metal görünüm son ısıtma aşamasında çıkacak alev niteliğine bağlıdır.⁷⁷

⁷¹ Gordon, 2010, **a.g.k.**, 35

⁷² <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1021> Erişim Tarihi: 04.04.22

⁷³ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 33

⁷⁴ <https://www.lizbowdenbeads.com/blog/learning-all-about-double-helix-glass> (Erişim Tarihi: 24.03.21)

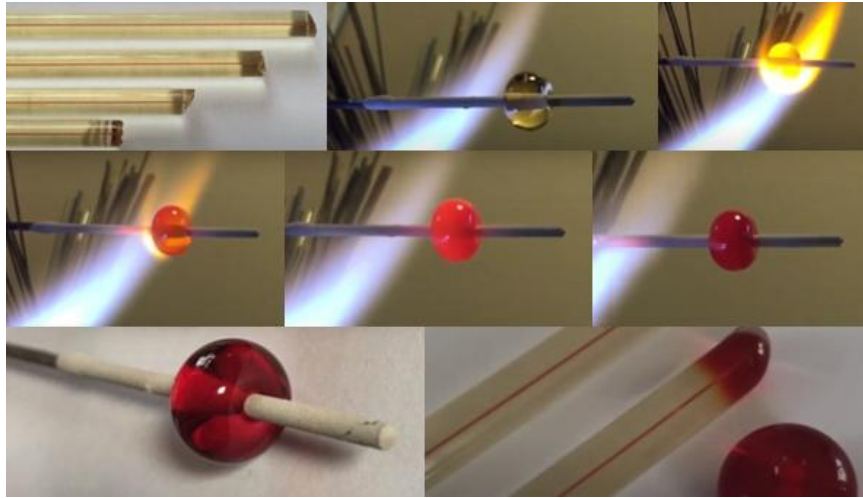
⁷⁵ <https://www.prometheushobby.com/Alevle-Calisma/Double-Helix-Cubuklar-c69c99.html?language=tr> (Erişim Tarihi: 08.09.21)

⁷⁶ (http-9)

⁷⁷ Gordon, 2010, **a.g.k.**, 36

İlk olarak oksijen ve propan oranı nötr (eşit) bir alevde çalışma gerçekleştirilmelidir. Daha sonra çalışma, camın kızıl parlaklığı yok olana kadar soğutulmalıdır. Alevdeki propan oranı arttırılarak ya da oksijen oranı azaltılarak, propanca zengin bir alev elde edilmelidir. Kızıl parlaklığı giderilmiş olan cam çalışmasını, propanca zengin alevde tekrar ısıtarak ve maruz bırakma süresini değiştirerek farklı efektler elde edilebilmektedir. İstenilen efekt yerine farklı bir efekt elde edildiğinde alevdeki oksijen arttırılarak bazı redüksiyon efektlerini silmek mümkün olabilmektedir.

Dilimize çarpıcı, dikkat çekici, vurgu olarak çevrilen Striking Glass (çarpıcı cam) alevde cam şekillendirme tekniğinde karşılaştığımız bir diğer cam türüdür. Çoğu cam, alevde ısıtıldığında turuncu, kızıl tonlarında bir renk alır ve renk değiştiriyor gibi görünür fakat soğuduktan sonra aleve girmeden önceki rengine geri dönmektedir. Çarpıcı camda ise bu durum tam tersidir. Isı uygulandığında renk değiştirir ve o renkte kalır. Bu cam türü şeffaf sarı, turuncu, kırmızı ya da belirli opak renk türlerinde bulunabilmektedir (Görsel 4.14).



Görsel 4.14. Striking Glass alevde şekillendirme uygulama aşaması

(<https://youtu.be/gOzIroP7jII>)

Çarpıcı camdan beklenen rengi elde etmek için ısıtılmalı, hafifçe soğutulmalı ve ardından hafifçe tekrar ısıtılmalıdır. Bu işlem camın renk değiştirmesine neden olmaktadır.⁷⁸ Uygulama aşamasında sıcaklık çok önemlidir.

⁷⁸ (http-5)

Cama yeterli ısı uygulanmazsa, tam renk elde edilemeyebilmektedir. Çok fazla ısı uygulanırsa, cam aşırı ısınabilmekte bu da cam rengini değiştirmek için meydana gelen kimyasal reaksiyonun “başarısız” olmasına neden olabilmektedir. İşlem sonunda renksiz cam, kararmış, yanık bir cam görünümü ile sonuçlanabilmektedir. Cam işlem gördükten sonra bir fırında tavlaniırsa bu da sorun oluşturabilmekte, uzun süreli ısıya maruz kalma durumunda camın rengi değişerek süreci olumsuz bitirebilmektedir. Bu sebeple ısı ayarının çok iyi ayarlanması gerekmektedir.

Trautman sanat camı (Tag); termal genişleme katsayısı (COE) 33×10^{-7} ve 104×10^{-7} 'te bulunan yüksek kaliteli cam çubuklar üreten Amerikan merkezli bir şirkettir. Double Helix gibi camlarının çoğu reaktif, çarpıcı veya indirgeyicidir, yani mevcut tüm hassas ve yanardöner renk seçeneklerini üretmek için ısıtılmaları, soğutulmaları ve ardından belirli torç koşullarında alevde tutulmaları gerekmektedir.

Reichenbach camı; alevle çalışma camları, zengin bir renk çeşidi olan ve termal genişleme katsayıları (COE) 96×10^{-7} ve 104×10^{-7} 'te bulunan camlardır. Bazı özel reaktif camları da alevle çalışma tekniğinde kullanılmaktadır.

Lauscha camı; diğer üreticilerin paletlerinde bulunmayan bazı benzersiz renkleri sunan bir başka Alman merkezli cam üreticisidir. Alevde çalışma cam çubukları termal genişleme katsayısı (COE) 104×10^{-7} 'e göre üretilmektedir.

Bullseye camı; birçok farklı amaç için cam üreten bir Amerikan şirkettir. Alevle işleme için gerekli olan cam çubukları, aksesuar camı olarak bilinmektedir ve termal genişleme katsayısı (COE) 90×10^{-7} 'dır. Bullseye camları geniş renk yelpazesine sahiptir. (Görsel 4.15).⁷⁹



Görsel 4.15. Bullseye şeffaf ve opak tel (Stringers) cam örnekleri

(<https://warm-glass.co.uk/bullseye-stringers-05mm-mixed-transparent-opal-p-4003.html>)

⁷⁹ (http-5)

Cam tiplerine göre camların bazı özellikleri değişkenlik göstermektedir. Bunlar; tavlama, rafinasyon ve devitrifikasyondur.

4.3. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Dikkat Edilmesi Gereken İşlem Süreçleri

4.3.1 Tavlama

“Tavlama; üretim ya da şekillendirme sırasında camda meydana gelen gerilmeleri ısıtma işlemiyle yok etme işlemidir. Böylece cam mikro yapısı, kararlı hale getirilerek nihai cam özelliklerinin oda sıcaklığında değişmemesi sağlanmış olur.”⁸⁰ Isıtma işlemi görmüş her cam çalışmasının iç gerilimini engellemek için mutlaka tavlama 'annealing' işleminin yapılması gerekmektedir. Tavlama işlemi çok önemlidir. İşlenmiş bir cam tasarımında hatalarla karşılaşılacak istenmiyorsa bu işlem en doğru şekilde uygulamalıdır.⁸¹ Camın yapısı sıvı formdan katı forma geçerken, akışkanlığı değiştiğinde ve katılaşmaya başladığında bu değişikliklere uyum sağlamalıdır.⁸²

Ergimiş sıvı haldeki camın viskozitesi düşüktür. Viskozite; akışkanlığa karşı iç direnç olarak tanımlanabilir.⁸³

“1000°C’de sıvı halde olan camın viskozitesi, en koyu yağdan daha yüksektir. Böyle bir cam soğutulduğunda moleküller, sıvı halin moleküler yapı düzeninden, katı halin düzgün kristal yapısına geçemez. Çünkü yüksek viskozite ve ağır molekül hareketleri nedeniyle yeni bir moleküler yapı oluşturabilecek süreleri yoktur. Bunun sonucunda sıvı haldeki cam molekülleri, sıvı maddelerin moleküler yapı düzeni içinde sabit hale geçerler. Cam ısıtıldığında viskozite kademeli olarak düşer, soğutulduğunda ise kademeli olarak yükselir.”⁸⁴

Genellikle herhangi bir akış sırasında akışkanın tabakaları farklı hızlarda hareket ederler ve akışkanın akmama durumu, uygulanan kuvvete karşı direnç gösteren tabakalar arasındaki yüzey gerilimlerinden dolayı ortaya çıkar.⁸⁵ Herhangi bir camın ergime noktası olarak ifade edilen sıcaklık, o camın viskozitesinin temellerine bağlı bir tanımdır.

⁸⁰ M.Ağatekin, (2009). Cam Temel Eğitimi, Cam Tekniklerine Giriş Ders Notları. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir. s.1.

⁸¹ E. Küçükbiçmen, (2011). **a.g.k.**, 1.

⁸² Dilbas Andic, 2012. **a.g.k.**, 13

⁸³ <https://tr.wikipedia.org/wiki/Viskozite>

⁸⁴ <https://tolgakaranfil.webnode.com.tr/products/cam-ve-teknik-ozellikleri/>

⁸⁵ (http-11)

Camın biçimlendirilecek kadar yumuşak olduğu durumu, çalışma aralığı üzerinden konuşmak daha net ifade sağlamaktadır.⁸⁶ Soda-kireç-silika eriyiği viskozite referans sıcaklık örneği tablo 4.1’de gösterilmiştir.⁸⁷

Tablo 4.1. Viskozite referans sıcaklıkları

Referans Sıcaklıklarının Adı	Viskozite (Pa·s)
Pratik Erime Sıcaklığı	≈ 1 ve 10 arası
Çalışma Noktası	10 ³
Littleton Yumuşama Noktası	10 ^{6.6}
Dilatometrik Yumuşama Sıcaklığı	10 ⁸ ve 10 ⁹ arası
Cam Dönüşüm Sıcaklığı	≈10 ^{11.3}
Tavlama Noktası	10 ¹² ya da 10 ^{12.4}
Gerilim Noktası	10 ^{13.5}

Tablo 4.1’de görüldüğü üzere, viskozitenin 10¹² (Pa·s) olduğu sıcaklığa karşılık gelen bölgede, tavlama işlemi önerilmektedir. Bu sıcaklıkta cam şeklini korur ama içindeki atomlar hareket edebilir ve dolayısıyla iç gerilim giderilebilir.⁸⁸

Sıcak cam oda sıcaklığına getirilirken, camın yapısındaki gerilmeleri önlemek için belirli bir sıcaklığı korumak gerekmektedir. Her cam bileşimi farklı tavlama sıcaklıklarına ve sürelerine sahiptir. Camın yapısına, şekline, boyutlarına göre değişiklik göstermektedir.⁸⁹

Cam yüzeyden içe doğru soğumakta ve soğurken küçülmektedir. Eğer soğutma işlemi hızlı olursa, küçülmede uyumsuzluk oluşur bu da cam da stres oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle yavaş soğutma işlemi gerçekleştirilmelidir. Bu gerilimlerin en aza indirilmesi işlemine tavlama işlemi denir.

Tavlama işlemi dört kademe gerçekleştirilmektedir.

- 1- Tavlama noktasına kadar ısıtma
- 2- Camın iç yapısının yeniden düzenlenebilmesi için bu noktada bekletme.

Bekletme süresi camın özelliklerine (Şekil, ağırlık, boyut) göre değişmektedir.

Bu süreye ısıtma (emdirme-demleme) kademesi denir.

⁸⁶ S, Dunham, Bandhu. (2002). Contemporary Lampworking. Malaysia: Salusa Glassworks, s, 47

⁸⁷ J.E. Shelby, Introduction to glass science and technology, 2.Basım. s,112

⁸⁸ Shelby, J.E, a.g.k., 112

⁸⁹ Dilbas Andic, 2012. a.g.k., 13

Bu kademedede ıslatma sıcaklığı düşük olmamalıdır. Bu gerilime sebep olmaktadır. Düşük bir sıcaklıkta ne kadar beklenirse beklesin stres alınmaz.

- 3- Bekleme süresinin sonunda camın deformasyon noktasına kadar yavaşça soğutma kademesidir.
- 4- Oda sıcaklığına hızlı soğutma kademesidir.

Sıcakken işlenip soğutulan camda bir gerilim oluşmaktadır. Eğer kontrol edilmezse bu gerilim cam çalışmasının çatlayarak parçalanmasına sebep olur. Sıcaklık değişimine bağlı olarak cam da iki tip gerilim oluşmaktadır.

Gerilime neden olan sıcaklık farklılığı sürdüğü sürece devam eden, fark ortadan kalktığı zamanda kaybolan bu gerilim geçici gerilim olarak adlandırılmaktadır. Yani camın soğutulma sırasında gerilim noktasının altında oluşan stres geçicidir. Sıcaklık farkının olmamasına rağmen varlığını sürdüren gerilim ise, kalıcı gerilim olarak adlandırılmaktadır. Bu gerilim noktasının üzerinde olan streştir.

Kalıcı gerilim camın dış yüzeyinde baskı, iç yüzeyinde ise çekme şeklinde ortaya çıkmaktadır. Çoğu cam için gerilim noktası 440 °C civarındadır.⁹⁰ Tavlanmış olan bir cam çalışmasında zamanla yeniden çatlama oluşabilmektedir. Bunun nedeni tavlama süresinin iyi ayarlanamamasından kaynaklanmaktadır. Yeterli süre tavlamanamamış bir camda yeniden gerilim oluşabilmektedir. Bu da çatlamalara sebep olur. Tavlama noktası belirlerken dikkat etmemiz gereken şeylerden biri, gerçekte bu noktanın camın viskozitesinin 10^{12} pa.s olduğu sıcaklığa karşılık gelmesidir. Yalnız bu nokta sabit değildir ve her cam türüne bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla tavlama noktası da farklıdır. Tavlama noktası belirlenirken gerilim noktasının 35-40 °C üstü ele alınmalıdır.

Camın tavlama noktasını belirleme de; renk, kalınlık ve kullanılan camın harmanı etken rol oynamaktadır. Tavlama noktasında uzun ıslatma yapmamak da çatlamalara neden olabilmektedir.⁹¹ Camı 'fazla tavlama' mümkün değildir. Küçük cam çalışmaları alevde karbon ile kaplanarak tavlatabilmektedir. Karbon, camın etrafında yalıtım tabakası oluşturmakta ve camın daha geç soğumasını sağlamaktadır.⁹²

⁹⁰ M. Ağatekin, (2009). Cam Temel Eğitimi, Cam Tekniklerine Giriş Ders Notları. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir. 1

⁹¹ Ağatekin, (2009). **a.g.k.**, 2

⁹² Küçükbiçmen, 2015, **a.g.k.**, 77

Tavlama işleminden oluşabilecek hataları önlemek için, ilk aşamada camdaki gerilimlerin çok kısa bir sürede giderilebileceği bir sıcaklığa erişmemiz gerekmektedir. Camın her tarafı eşit sıcaklığa ulaşana kadar bu sıcaklıkta tutmamız gerekmektedir. Bu sıcaklığın camın şeklini koruyabileceği bir seviyede olması önemlidir. Sonraki aşamada cam kontrollü bir şekilde soğutulmalıdır. Günümüz şalomasında çalışırken, fırın harici yavaş soğutmayı gerçekleştirmek için kullanılan farklı gereçler ve malzemeler bulunmaktadır. Bunlar tavlama kumları ve fiber battaniyelerdir.

Tavlama Kumları:

Tavlama kumu olarak farklı malzemeler kullanılmaktadır. En yaygın olanı, mikanın doğal yollarla aşınarak oluşturduğu bir çeşit magnezyum alümina silikat kil minerali olan vermikülittir (Görsel 4.16).⁹³ Isıtıldığında genleşen doğal bir mineraldir. Vermikülit parçalarıyla dolu büyük bir kâse, ılık boncukları yavaş yavaş soğutmak için kullanılabilir. Vermikülit; kalın ve parlak kum görüntüsündedir. Parça parça ve hafiftir. Isıyı uzun süre içinde tutabilmesiyle bilinmektedir. Mutlaka derin bir kapta tercih edilmelidir.⁹⁴



Görsel 4.16. Vermikülit içerisinde soğumaya bırakılmış cam
(B. Tosun Akın, 2021)

⁹³ <https://tr.wikipedia.org/wiki/Vermik%C3%BClit> (Erişim Tarihi: 05.04.21)

⁹⁴ https://www.bigbeadlittlebead.com/guides_and_information/guide_to_making_lampwork_glass_beads.php (Erişim Tarihi: 05.04.21)

Tavlama kumlarından bir diğeri ise; silikadan yapılmış küçük, içi boş mikro kürelerden oluşan tavlama kabarcıklarıdır. Büyük bir kâseye ya da güveç kaplarına yerleştirilerek, ılık boncukları kademeli olarak soğutmak için kullanılmaktadır (Görsel 4.17).



Görsel 4.17. Tavlama kabarcıkları ve tamamlanmış ürünler
(*Guide To Making Lampwork Glass Beads BIG BEAD LITTLE BEADS*)

Tavlama kabarcıkları stres oluşumlarını en aza indirerek camın yavaşça soğumasını sağlamaktır. Isıyı uzun süre içinde tutar. Bu ürün vermikülit veya fiber battaniye kullanımının yerini almaktadır. Vermikülitte farklı olarak bu malzemeye bir boncuk yerleştirmek neredeyse zahmetsizdir. Ve bu malzeme, vermikülit veya elyaf battaniyenin sahip olduğu toz veya lif kaygılarına sahip değildir.⁹⁵

Fiber Battaniye:

Yalıtkan seramik elyaflardan yapılmış bu battaniyeler, ılık cam boncukları kademeli olarak soğutmak için kullanılmaktadır (Görsel 4.18).⁹⁶ Küçük ebatlı işler için tavlama işleminde tercih edilmektedir. Yapılan cam boncuklar iki kat battaniye arasına konarak soğuma süreci yavaşlatılmış olur. Battaniyenin el ile temasından kaçınılmalıdır. Fiberin ciltle teması zararlıdır. Battaniyeyi alüminyum bir folyo ile sarmak ve arada bir değiştirmek faydalı olacaktır.⁹⁷

⁹⁵ https://www.artcoinc.com/annealing_bubbles.php (Erişim Tarihi: 10.07.21)

⁹⁶ (http-14)

⁹⁷ B.D. Geylani, (2015). Çağdaş Cam Sanatında Açık Alev İle Şekillendirmenin Yeri. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi. İstanbul. s, 47



Görsel 4.18. *Fiber battaniye içerisinde soğumaya bırakılmış cam*
(B. Tosun Akın, 2021)

Ayrıca tavlama işlemi için üretilmiş, tavlama fırınları da büyük ebatlı işlerin tavlama işleminde en sağlıklı yoldur (Görsel 4.19). Cam tasarım boyutu büyük olduğunda tavlama işlemi fırınlarda gerçekleştirilmelidir. Aynı zamanda çok parçalı işler, alevde birleşim aşamasından önce tavlama fırınlarında ısıtılabilir. Çeşit bakımdan farklı modelleri olan tavlama fırınlarının ısı işlem sıcaklıkları 1000 °C dereceden oda sıcaklığına kadar ayarlanabilir. Dijital diyagram programlama sistemi ile sıcaklık ve zaman ayarı yapılarak tavlama işlemi gerçekleştirilmektedir.⁹⁸



Görsel 4.19. *Tavlama fırını*

(<https://www.cammalzeme.com/karma-s1-cam-boncuk-tavlama-cok-amacli-firin>)

⁹⁸ Gordon, 2010, a.g.k., 39

Bullseye firmasından alınan örnek tavlama diyagramı aşağıdaki gibidir.⁹⁹

Tablo 4.2. Bullseye camı örnek diyagramı

Kalınlık	Isıtma Hızı	Sıcaklık	Tavlama Bekleme Süresi	Birinci Soğutma Aşaması	Sıcaklık	İkinci Soğutma Aşaması	Sıcaklık	Nihai Soğutma Aşaması	Sıcaklık	Toplam
6mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	1:00	83	427 °C	150	371 °C	500	21 °C	~3:00
12mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	2:00	55	427 °C	99	371 °C	330	21 °C	~5:00
19mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	3:00	25	427 °C	45	371 °C	150	21 °C	~9:00
25mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	4:00	15	427 °C	27	371 °C	90	21 °C	~14:00
38mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	6:00	6.7	427 °C	12	371 °C	40	21 °C	~28:00
50mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	8:00	3.8	427 °C	6.7	371 °C	22	21 °C	~47:00
62mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	10:00	2.4	427 °C	4.3	371 °C	14.4	21 °C	~70:00
75mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	12:00	1.7	427 °C	3.1	371 °C	10	21 °C	~99:00
100mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	16:00	0.94	427 °C	1.7	371 °C	5.6	21 °C	~170:00
150mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	24:00	0.42	427 °C	0.76	371 °C	2.5	21 °C	~375:00
200mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	482 °C	32:00	0.23	427 °C	0.42	371 °C	1.4	21 °C	~654:00

Tavlama sıcaklığı haricindeki sıcaklıklarda bekleme yapılmamaktadır.

Bullseye camının tavlama sıcaklığı 482 °C'dir. Et kalınlığına bağlı olarak Bullseye firması tarafından Tablo 4.2'de görüldüğü gibi bir tavlama diyagramı önerilmektedir. "Effetre gibi düşük sıcaklıklar da eriyen camlarda tavlama derecesi 516 °C derecedir. Borosilikat camlar için tavlama noktası ise 566 °C derecedir."¹⁰⁰ Soda-kireç camının tavlama sıcaklığı 555 °C, kurşun camının tavlama sıcaklığı 450-470 °C arasındadır. Kurşun camının, içerisindeki kurşun miktarına göre tavlama sıcaklığı değişmektedir.¹⁰¹ Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus ise tavlama sürecinin camın kalınlığına bağlı olduğunun unutulmaması gerektiridir.

⁹⁹ https://www.bullseyeglass.com/images/stories/bullseye/PDF/other_technical/2020_annealing_thick_slabs_celsius.pdf

¹⁰⁰ Küçükbiçmen, 2015, **a.g.k.**, 77

¹⁰¹ G. Stone, Firing Schedules for Glass The Kiln Companion, First Edition, Melbourne, 2000, s,

Tablo 4.2’de görülen diyagram, her camın tavlama sıcaklığına göre sıcaklıkları değiştirilerek, et kalınlıkları ve soğuma hızları aynı kalacak şekilde geliştirilebilmektedir.

Effetre camı için; 4.2’deki tavlama diyagramı aşağıdaki gibi geliştirilmiştir.

Tablo 4.3. Effetre camı örnek diyagramı

Kalınlık	Isıtma Hızı	Sıcaklık	Tavlama Bekleme Süresi	Birinci Soğutma Hızı	Sıcaklık	İkinci Soğutma Hızı	Sıcaklık	Nihai Soğutma Hızı	Sıcaklık	Toplam
6mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	1:00	83	461 °C	150	405 °C	500	55 °C	~3:00
12mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	2:00	55	461 °C	99	405 °C	330	55 °C	~5:00
19mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	3:00	25	461 °C	45	405 °C	150	55 °C	~9:00
25mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	4:00	15	461 °C	27	405 °C	90	55 °C	~14:00
38mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	6:00	6.7	461 °C	12	405 °C	40	55 °C	~28:00
50mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	8:00	3.8	461 °C	6.7	405 °C	22	55 °C	~47:00
62mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	10:00	2.4	461 °C	4.3	405 °C	14.4	55 °C	~70:00
75mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	12:00	1.7	461 °C	3.1	405 °C	10	55 °C	~99:00
100mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	16:00	0.94	461 °C	1.7	405 °C	5.6	55 °C	~170:00
150mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	24:00	0.42	461 °C	0.76	405 °C	2.5	55 °C	~375:00
200mm	Mümkün Olduğunca Hızlı	516 °C	32:00	0.23	461 °C	0.42	405 °C	1.4	55 °C	~654:00

Tavlama süreçleri incelendiğinde; ince ve küçük camların vermikülit, tavlama kabarcıkları, fiber battaniye ile tavlatabildiği gözlemlenmiştir.

Tavlama fırın diyagramlarında da görüldüğü gibi et kalınlığı arttıkça soğutma hızının daha yavaş olması ve uygun tavlama sıcaklığında daha uzun süre bekletilmesi gerekmektedir. Bu işlemler yapılmadığında camda çatlaklıklar gözlemlenmektedir. Tavlama aşamasına geçilmeden önce camdaki tüm çatlakların giderildiğinden emin olunmalıdır. Çünkü tavlama çatlakların giderilmesine yardımcı olmaz. Camdaki çatlaklar, tavlama işleminden önce kaynak yolu ile giderilmezse, zamanla kırılmalara sebep olabilmektedir.¹⁰²

¹⁰² Küçükbiçmen, (2011), a.g.k., 2

4.3.2. Rafinasyon

Camın ergitilmesi aşamasında, yüksek sıcaklıklara çıkararak kimyasal reaksiyonların oluşumunu sağlamak homojen bir cam elde etmek için yeterli değildir. Ergitme işlemi adımlarından biri olan eriyik cam içinde bulunan gaz kabarcıklarının uzaklaştırılma evresi saflaştırma (rafine etme) olarak adlandırılmaktadır. Özellikle nihai ürünün kimyasal, fiziksel ve dekoratif özelliklerini bozan gaz kabarcıklarının camın biçimlendirilmesi işleminden önce giderilmesi gerekmektedir.

Ergitme işlemi aşamasında oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucu karbondioksit (CO_2), sülfür dioksit (SO_2), azot dioksit (NO_2) ve oksijen (O_2) gaz çıkışları gözlenir. Ortaya çıkan gaz kabarcıklarından hacim olarak büyük olanlar eriyik malzemeyi terkederken, boyutları küçük olanlar viskoziteninde etkisiyle cam içerisine hapsolurler.¹⁰³ Alevde cam şekillendirilmede de cam tipine göre, camın erime ve yumuşama sıcaklığına bağlı olarak farklı sıcaklıklarda bu hava kabarcıkları görülebilmektedir (Görsel 4.20). Alevin sıcaklığını ya da ısıtım süresini arttırarak hava kabarcık oluşumunun önüne geçmek mümkündür.



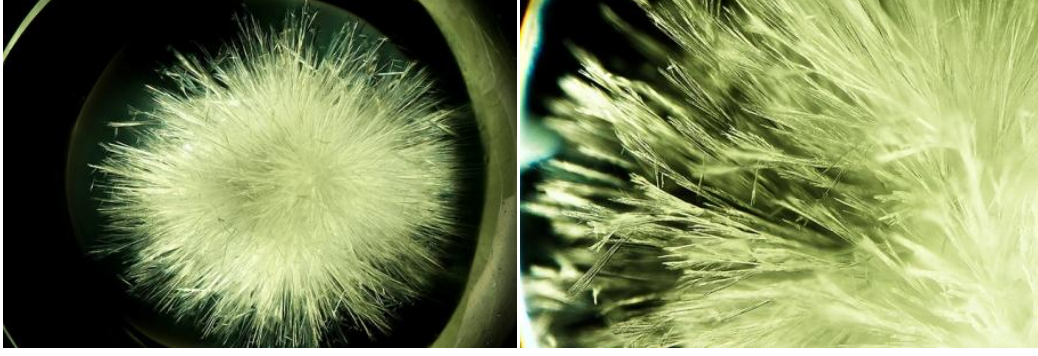
Görsel 4.20. Gaz kabarcıkları
(B. Tosun Akın, 2021)

4.3.3. Devitrifikasyon

Cam, sıvılaştırma sıcaklığının tam altında belli bir zaman aralığında tutulursa, kristallenme oluşur ve bu durum devitrifikasyon olarak bilinmektedir.¹⁰⁴

¹⁰³ file:///C:/Users/KULLANICI/Downloads/6.%20hafta.pdf s,1

¹⁰⁴ <https://slideplayer.biz.tr/slide/2003458/>



Görsel 4.21. Camda devitrifikasyon oluşumu

(<https://www.gia.edu/gems-gemology/summer-2018-microworld-wollastonite-in-devitrified-glass-imitating-horsetail-inclusions-in-demantoid-garnet>)

Camdaki moleküller yapılarını kristal katılara dönüştürdüğçe, camın yüzeyinde pürüzsüz bir parlaklık yerine beyazımsı bir leke, çatlak veya kırışıklıklar gelişmektedir. Bu durum normalde istenmeyen bir durum olsa da cam sanatında devitrifikasyonun bilinçli bir sanatsal teknik olarak kullanılması mümkündür (Görsel 4.21).

Devitrifikasyon oluşumunun nedenleri arasında, yüksek bir sıcaklıkta çok uzun süre tutulması yer alabilmektedir. Camın yüzeyinde veya tavlama fırınının içinde toz gibi yabancı maddelerin varlığı da devitrifikasyona neden olabilmektedir. Bazı cam türlerinin kimyasal bileşimleri onları diğer cam çeşitlerine göre devitrifikasyona karşı daha savunmasız hale getirebilmektedir. Örneğin, yüksek kireç ($\text{CaCO}_3/\text{MgCO}_3$) içeriği bu durumu tetikleyen faktörlerden biridir.

Devitrifikasyonu önlemek için, cam yüzeyleri toz veya istenmeyen maddelerden arındırılmalı, istenen sıcaklığa ulaştığında, sıcaklık tavlama sıcaklığına yaklaşıncaya kadar hızlı soğutma işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Alevde cam şekillendirme uygulama aşamalarında kontrollü ısıtma işlemi habbe oluşumunu engellemektedir.

4.4. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Yaygın Olarak Kullanılan El Aletleri, Araçlar ve Başlıca Özellikleri

Alevde çalışma için gerekli el aletlerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli şeylerden biri; kullanılacak materyalin ergimiş camın yüksek sıcaklığına dayanıklı olması ve uygulama aşamasında camın şekillendirici el aletlerine yapışmaması gerektiğidir.

Bu sebeple, grafit plakalar sıcak cam uygulamada en çok tercih edilen araçlardır. İçinde karbon bulunmasından dolayı kristal bir yapıya sahip grafit, çok yüksek sıcaklıklara dayanabilen ve cama yapışmayan bir malzemedir.¹⁰⁵

4.4.1. Grafit malzemedен yapılmış aletler

Genellikle antrasit renkte karşımıza çıkan ısıya dayanıklı, erimiş bir sıcak cam ile metal arasında ısıyı absorbe etme özelliğine sahiptir. Bu sebeple sıcak cam işlemede fazlasıyla tercih edilen bir araçtır. Farklı boyutlarda, çok sayıda cam şekillendirmede kullanılacak grafit alet çeşitliliği bulunmaktadır.¹⁰⁶

Grafit çubuklar:

Uçları açılmamıştır. Zımpara kâğıdı ya da bir bıçak yardımıyla uçları sivrileştirilebilmektedir. Farklı şekil ve boyutlarda bulunabilir (Görsel 4.22).¹⁰⁷



Görsel 4.22. Farklı boyutlardaki grafit çubuklar

(https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1oXrPmPqhSKJjSspnq6A79XXab/Grafit-ubuk-ubu-u-Y-ksek-Saf-Karbon-Grafit-Elektrot-ubuklar-Pirolitik-Grafit-Karbon-ubuklar-Y.jpg_Q90.jpg_.webp)

Grafit plaka:

Camı şekillendirmede kullanılmaktadır. Bazı küçük boyutlu plakalar, şalomaların üst bölgesinde cam şekillendirmek için, büyük boyutlu plakalar şalomaların konulduğu masanın üzerinde, koruma amaçlı da kullanılabilir (Görsel 4.23).¹⁰⁸ Grafit plakalar çeşitlilik bakımından zengindir. Düz plakalar, kalıplı, oluklu, açılı, damgalı plakalar gibi birçok çeşidi vardır.¹⁰⁹

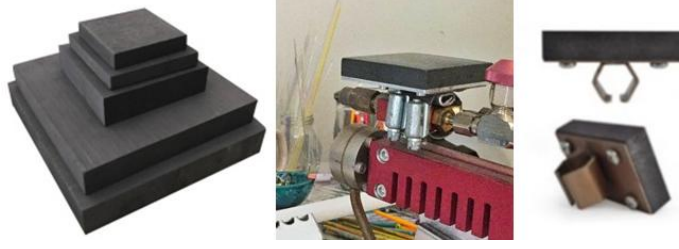
¹⁰⁵ Ertürk, (2017), **a.g.k.**, 37

¹⁰⁶ Çelik, (2009), **a.g.k.**, 102

¹⁰⁷ Küçükbiçmen, (2011), **a.g.k.**, 3

¹⁰⁸ Geylani, 2015, **a.g.k.**, 38

¹⁰⁹ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 37



Görsel 4.23. Düz Grafit Plaka Çeşitleri

(https://pazarogeleri.news/4/thumb-73902_Saf1%C4%B1k-99-99-grafit-blok-levha-plaka/pics.jpg)

(B. Tosun Akın, 2021)

Saplı grafit plaka:

Çeşitli boyutlarda ve formlarda olan, camı düzlemek ya da şekillendirmek için uygulamada kolaylık sağlayan grafit plakalardır (Görsel 4.24).¹¹⁰

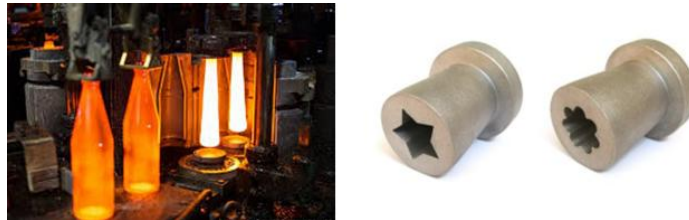


Görsel 4.24. Saplı grafit plaka çeşitleri

(<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=grafit>)

Grafit ve metal kalıplar:

Genellikle seri üretimlerde tercih edilen, uygulamayı hızlandırmak amacıyla kullanılan ısıya dayanıklı kalıplardır (Görsel 4.25). Tasarıma uygun şekillendirilebilmektedir. Üfleme tekniğinde ya da presleme işleminde kullanılmaktadır. Camın kalıp içerisinde şekillendirilmesini sağlar.¹¹¹



Görsel 4.25. Metal ve grafit kalıplar

<http://www.e-nasilyapilir.net/cam-nasil-yapilir/cam-kalip-dokum/>,

<https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri-c69c79.html?page=34>

¹¹⁰ <https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=sap1%C4%B1%20grafit>
(Erişim Tarihi: 25.03.21)

¹¹¹ Dunham, Bandhu, S, 2002, **a.g.k.**, 72

4.4.2. Tungsten ve çelikten yapılmış aletler

Mandrel:

Şalomada cam şekillendirmede en çok kullanılan aletlerden biri mandreldir. Paslanmaz çelik çubuklar olarak bilinmektedir. Çeşitli kalınlık ve boyutlarda bulunabilmektedir. En çok tercih edilenleri; 1,6 mm. 2 mm. 3 mm. kalınlığıdır.¹¹² Uzunlukları genellikle 25 cm. civarındadır. Mandrele erimiş cam uygulanır, daha sonra alevde döndürülerek sarma işlemi gerçekleştirilir ve bir cam boncuk oluşturulur. 5 mm. kalınlığında bir mandrel, boncukta 5 mm'lik bir delik bırakacaktır. Küçük bir boncuk deliği için ince bir mandrel tercih edilmelidir. Mandreller; içi boş boncuk üfleme mandreli, yüzük-halka mandreli, düğme mandreli, kabaşan mandreli, tasarıma göre özel hazırlanmış mandreller gibi çeşit bakımından zengindir (Görsel 4.26).¹¹³



Görsel 4.26. 2,0mm. Mandrel(a), yüzük mandreli(b), düğme mandreli(c), özel tasarım mandreller(d)
(<https://www.cammalzeme.com/page.php?page=1&act=arama&str=mandrel>)

Maşa:

Isıya dayanıklı paslanmaz çelik ya da pirinçten yapılan metal el aletlerinden biridir. Camı ezmek, tutmak, şekil vermek, çekmek, sıcak cama elle dokunmadan her türlü müdahaleyi yapmak için kullanılmaktadır (Görsel 4.27). Farklı boyutlarda, açılı, damgalı gibi pek çok çeşidi bulunmaktadır.¹¹⁴

¹¹² Geylani, 2015, **a.g.k.**, 40

¹¹³ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 38

¹¹⁴ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 37

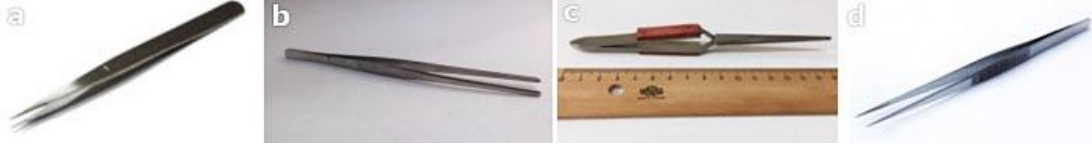


Görsel 4.27. Maşa çeşitleri

(<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=ma%C5%9Fa>)

Cımbız:

Alevde cam şekillendirme uygulama aşamalarında, sıcak bir boncuktan fazla cam veya kalıntıları çıkarmak için kullanılan, paslanmaz çelikten yapılmış araçtır. İşleve göre farklı tür ve boyutlarda bulunabilmektedir (Görsel 4.28).¹¹⁵

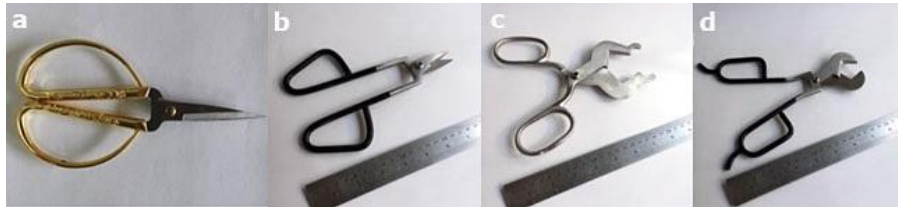


Görsel 4.28. Küçük boy cımbız (12cm)(a), büyük boy cımbız (25cm)(b), yaylı cımbız (16,5cm)(c), Büyük boy cımbız dişli (20,5cm)(d)

(<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=c%C4%B1mb%C4%B1z>)

Makas:

Sıcak camı kesme, şekil ve doku verme amacıyla kullanılmaktadır.¹¹⁶ Paslanmaz çelikten üretilmektedir (Görsel 4.29). Tasarımın büyüklüğüne göre farklı boyutlarda ve türlerde bulunabilmektedir. Cam boğma makası; borosilikat cam boru ve yumuşak cam çalışmalarında temiz, net ve keskin açıklıklar yapmak için kullanılmaktadır.¹¹⁷



Görsel: 4.29. İnce detaylar için sivri sıcak cam kesme makası(a), sıcak cam kesme makası küçük(b), cam boğma makasları(c-d)

(<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=makas>)

¹¹⁵ (http-4)

¹¹⁶ Ertürk, 2017, a.g.k., 38

¹¹⁷ <https://www.prometheushobby.com/Alevle-Cam-Calisma/Cam-Ufleme-Aletleri/Sicak-Cam-Kesme-Makasi-kucuk-p706c69c115.html?search=makas> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

Tungsten aletler:

Volfram ya da tungsten olarak bilinen, şaloma ile yapılan cam çalışmalarında cama delikler açmada, çekmede kullanılmaktadır (Görsel 4.30). Ucun Tungsten olması, camın uca yapışmasını engeller ve çalışmalarda rahatlık sağlar. Isıya karşı çok dayanıklıdır.¹¹⁸



Görsel 4.30. Tungsten cam delme alet çeşitleri

(<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=tungsten>)

Cam tutucu (Parmak tutucu):

Mandrelsiz çalışmalarda; parmak tutucu kullanarak, sıcak camları kolaylıkla tutup şekil verebilmeyi sağlamaktadır (Görsel 4.31). Kilit sistemi sayesinde tek el ile çalışma imkânı vermektedir. Ağız kısmı ayarlanabilir. Daha çok üfleme tekniği uygulanan çalışmalarda tercih edilmektedir.¹¹⁹



Görsel 4.31. Cam parmak tutucular (Kıskaç, Pençe)

(<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=tutucu>)

İçi boş üfleme piposu:

Paslanmaz çelikten üretilmiştir. Mini boy cam üfleme piposu olarak kullanılmaktadır. Üfleme boncuk, vazo vb. tasarımları yapmak için idealdir. Kullanım amacına göre mandrel ayırıcı tozla ya da tozsuz kullanılabilir (Görsel 4.32).¹²⁰

¹¹⁸ Çelik, 2009, a.g.k.,103

¹¹⁹ <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Cam-Ufleme-Aletleri/Parmak-Tutucu-En-Kucuk-Boy-p229c69c115.html?search=parmak%20tutucu> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

¹²⁰ <https://www.cammalzeme.com/cam-ufleme-borusu-8mm-> (Erişim Tarihi: 25.06.21)



Görsel 4.32. Üfleme mandreli, pipo

(<https://www.cammalzeme.com/cam-ufleme-borusu-8mm-> <https://www.cammalzeme.com/ufleme-mandreli>)

Tel:

Çelik tel ya da bakır tel, mandrel kullanılmayan çalışmalarda kulp ya da asma halkası yapmak için tercih edilmektedir (Görsel 4.33). Farklı ebatlarda ve kalınlıklarda dışarıdan temin edilebilmektedir.¹²¹



Görsel 4.33. Cam ile kullanılabilir tel

(<https://www.cammalzeme.com/tel-08mm>)

Tekli cam çubuk tutucu – ısıtıcı:

Elin kolayca kavrayabilmesi ve elde ağırlık yapmaması için 10 mm. çapında çelik borudan imal edilmiştir. Isıya dayanıklıdır. Uygulama aşamasında boyu kısalmış cam çubukların, kolay işlem görmesini sağlamaktadır (Görsel 4.34).¹²²



Görsel 4.34. Tekli cam çubuk ısıtıcısı

(<https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri-c69c79.html?page=2>)

¹²¹ <https://www.cammalzeme.com/tel-08mm> (Erişim Tarihi: 25.06.21)

¹²² <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri/Cam-Cubuk-Tutucu-p447c69c79.html?search=cam%20C3%A7ubuk%20tutucu> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

Cam çubuk tutucu – ısıtıcı:

Ayaklı sehpa şeklindedir. Cam çubukların konulması için bölmelere ayrılmıştır (Görsel 4.35). Uygulama aşamasında kullanılan çeşitli renklerdeki camların sıcak tutulması için kullanılmaktadır. Aleve yakın olan kısmı ısıya dayanıklı grafit ya da çelikten oluşmaktadır. Farklı çeşit ve boyutları mevcuttur.¹²³



Görsel 4.35. Cam çubuk ısıtıcısı

(<https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri-c69c79.html?page=2>)

Şekillendirici özel tasarım araçlar:

Çelikten üretilen, sıcak cam yüzeyine yapışmaması için alev dışında kullanılması gereken araçlardır (Görsel 4.36). Çok amaçlı kullanıma sahiptir. Cam sertleşmeden önce ve akışkan değilken tasarıma uygun şekillendirmede yardımcı materyallerdir.¹²⁴



Görsel 4.36. Özel tasarlanmış çok amaçlı araçlar

(<https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p230.html>)

¹²³ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 40

¹²⁴ <https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p230.html> (Erişim Tarihi: 30.06.21)

4.4.3. Ayırıcılar

Kaolin esaslı, alümina ve yüksek ısıya dayanıklı camın mandrele yapışmasını önleyen ve mandrelden kolaylıkla ayrılmasını sağlayan bir maddedir (Görsel 4.37).

Toz halde, koyu akışkan halde ya da sıvı halde olabilmektedir. Kolay ve zor temizlenen, hızlı kuruyan, dayanıklılığı yüksek şeklinde birçok çeşidi vardır. Mandrel önceden hazırlanmış ya da hazır halde alınabilen ayırıcıya batırılmakta ve kuruma gerçekleştiğinde alevde cam şekillendirme uygulamalarında kullanılabilir.¹²⁵



Görsel 4.37. Toz ve akışkan haldeki ayırıcı örnekleri

(<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=ay%C4%B1r%C4%B1c%C4%B1>)

4.4.4. Diğer aletler

Üfleme borusu ekipmanı:

Üfleme borusunu tekrar tekrar alevden ağıza hareket ettirmeden çalışma ve üfleme sağlamaktadır (Görsel 4.38).¹²⁶



Görsel 4.38. Üfleme Borusu ve Aparatları

(<https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/d26.html>)

¹²⁵ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 39

¹²⁶ https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p4041_Product_4000.html (Erişim Tarihi: 25.06.21)

Mandrel çubuk tutucu:

Ayırıcıya batırılıp, çıkarılmış mandrel çubuklarının, uygulama aşamasından önce kuruması için bırakıldıkları yerdir (Görsel 4.39). Farklı çeşitleri ve boyutları mevcuttur. En çok tercih edilen, ahşap bir bloğa mandrel kalınlığında deliklerin delinmesiyle üretilmiştir.¹²⁷

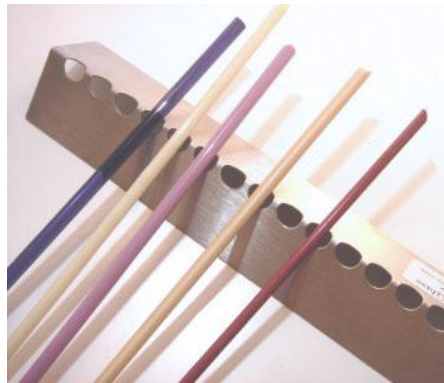


Görsel 4.39. Mandrel çubuk tutucu

(https://www.bigbeadlittlebead.com/guides_and_information/guide_to_making_lampwork_glas_beads.php)

Cam çubuk dayama plakası:

Cam çubuk dayama plakaları, uygulama aşamasında sıcak camın ve sıcak cam aletlerinin çalışma tezgâhına zarar vermesini önlemektedir. Çalışma sırasında birden fazla kullanılan sıcak cam çubuğun birbirine değmesini engellemek amacıyla kullanılmaktadır (Görsel 4.40):¹²⁸



Görsel 4.40. Cam çubuk tutucu

(<https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p343.html>)

¹²⁷ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 40

¹²⁸ <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri/Cam-Cubuk-Dayama-Plakasi-p136c69c79.html> (Erişim Tarihi: 27.03.21)

Elmas boncuk oyucu aracı:

Elde edilen boncuk tasarımlarını delik kısmını temizlemek, delik kenarlarını düzelterek pürüzsüzleştirmek için üretilmiş bir elmas oyucudur (Görsel 4.41). Farklı başlık çeşitleri temin edilebilmektedir. Kullanım aşamasında su ile çalışmak materyalin uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır.¹²⁹



Görsel 4.41. Elmas boncuk oyucu

(https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p4605_Diamond_Reamer_Tool.html)

¹²⁹ https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p4605_Diamond_Reamer_Tool.html (Erişim Tarihi: 30.06.21)

5. ALEVDE CAM ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNDE YAYGIN OLARAK KARŞILAŞILAN PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Cam, içerdiği katkı maddeleriyle birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Her cam ustasının; yapmak istediği işe en uygun cam oluşumu için farklı hammaddeler kullanabileceğinden bahsedilmiştir. Aynı zamanda her cam ustası, yapacağı işe göre kendisine en uygun yöntemi kullanmaktadır. Bu yöntemler cama birçok nitelik kazandırmaktadır. Bu çalışmada alevde cam şekillendirme için en yaygın kullanılan yöntemlerden, uygulama aşamalarında karşılaşılabilecek olası problemlerden ve onların çözüm önerilerinden bahsedilmektedir.

5.1. Alevde Cam Şekillendirme Tekniğinde Uygulanan Başlıca Biçimlendirme Yöntemlerinde Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

Cam şekillendirme bir sıcak sanattır. Isısını, uygulama aşamasında hızlı bir şekilde kaybettiği için, hızla şekillendirilmesi gereken sıcak bir sıvıdır.¹³⁰ Pek çok camcılık yönteminde birden fazla değişik işlemin bir arada kullanıldığı anlaşılmaktadır.¹³¹ En yalın cam ürün bile birden fazla işlemin bir arada kullanılmasıyla üretilmektedir. Fakat hepsi belli bir sıraya göre uygulanmaktadır.¹³²

Nasıl bir tasarım ve biçimlendirme yöntemi olursa olsun, alevde cam şekillendirmede ilk yapılması gereken şey camda küre oluşturmaktır.

5.1.1. Küre oluşturma

Şaloma kullanılarak yapılan, cam heykel tasarımı ya da boncuk tasarımlarının şekillendirilmesinde uygulanan ilk aşama, küre oluşturmaktır. Sıcak cam, içi dolu cam çubuğun ucunda ya da mandrel üzerinde döndürülerek biriktirilir, yuvarlak bir form haline getirilir ve daha sonra tasarıma uygun şekillendirilir (Görsel 5.1)¹³³

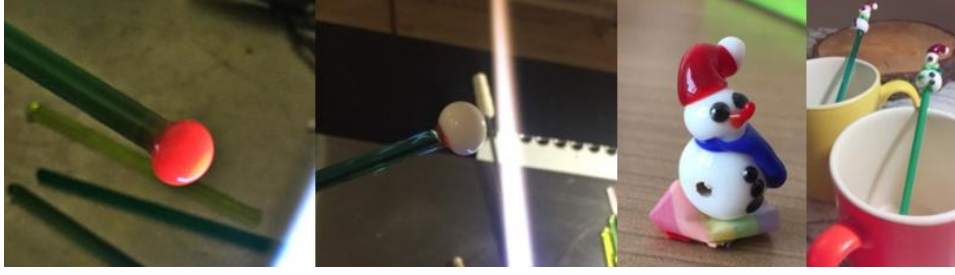
Burada dikkat edilmesi gereken şey ağırlık merkezini dengede tutabilmektir. Devamlı döndürme işlemi gerçekleştirilmelidir. Çok hızlı bir döndürme işlemi formda savrulmalara sebep olabilmektedir. İstenilen küre formunda deformasyonlar oluşarak yuvarlak şekil bozulabilmektedir. İşlem sırasında akışkan cam, aşağı-yukarı hareket ettirilerek ve döndürülerek denge kolaylıkla kurulabilmektedir.

¹³⁰ Küçükerman, 1978, **a.g.k.**, 131

¹³¹ Küçükerman, 1985, **a.g.k.**, 98

¹³² Küçükerman, 1985, **a.g.k.**, 90

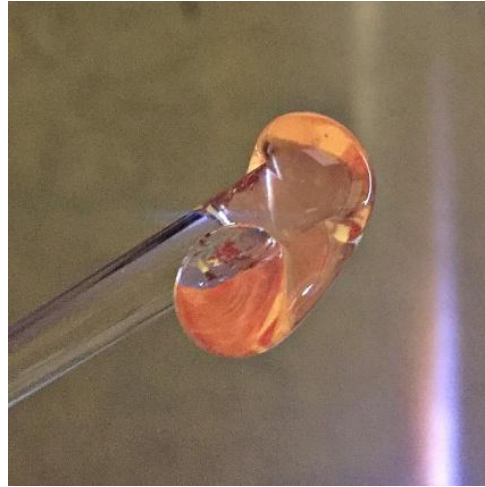
¹³³ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 49



Görsel 5.1. Küre oluşturma

(B. Tosun Akın, 2021)

Camın her köşesinin eşit bir şekilde ısıtılması önemlidir. Sarılan sıcak cam, uygun bir hızda döndürülerek savrulmakta ve buna bağlı çeşitli formlar oluşturmaktadır. Döndürme hızı ne kadar hızlı olursa cam o kadar savrulmaktadır. Döndürme işlemi camın yavaşça soğumasına sebep olacaktır (Görsel 5.2). Tasarıma uygun eşit bir şekilde yayılma isteniyorsa, döndürme işlemi hızlı bir şekilde yapılmamalıdır.¹³⁴ Cam yüzeylerinin, küre ya da düz şekilli olması döndürme ve savurma işleminin sonucudur.¹³⁵



Görsel 5.2. Fazla savrulmuş cam

(B. Tosun Akın, 2021)

5.1.2. Sarma

Sarma işlemi antik dönemden günümüze kadar ulaşılmış, alevde cam şekillendirme tekniğinin temel yöntemlerinden biridir. Sarma tekniği ile çeşitlilik bakımından zengin örnekler oluşturulabilmektedir.

¹³⁴ Küçükerman, 1985, a.g.k., 64

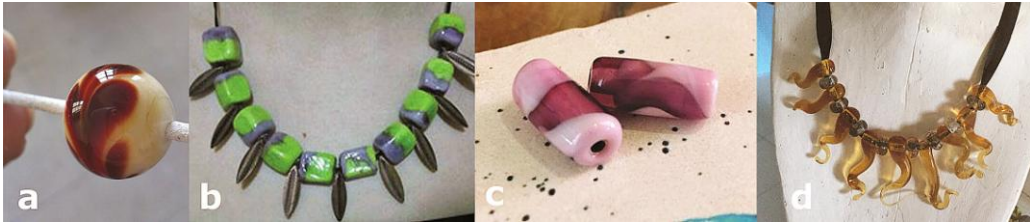
¹³⁵ Küçükerman, 1985, a.g.k., 68



Görsel 5.3. Mandrele cam sarma işlemi

(https://www.youtube.com/watch?v=nRx0q5rEXcw&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=9)

Disk yapımı, geometrik form boncuk yapımları, biçimsiz yapılar gibi çeşitli plaka, tabla ve el aletleriyle şekillendirilerek çok farklı ürünler elde edilebilmektedir (Görsel 5.4).



Görsel 5.4. Geometrik form boncuklar; yuvarlak boncuk (a), kare boncuk (b), silindir boncuk (c), amorf yapıda boncuk (d)

(B. Tosun Akın, 2021)

Sarma yönteminde, küre oluşturmada olduğu gibi aynı aşamalarla ilerlenmektedir. Cam çubuklar alevde eritilerek cam biriktirme işlemi gerçekleştirilir (Görsel 5.3). Ergitilip biriktirilmiş camın, dik bir şekilde sabit tutularak akması sağlanır. Dik tutulmasının sebebi; camın ergimiş yüzeyinin bir noktada birikmeden eşit bir şekilde akmasını sağlamaktır. Sıcak camın mandrele tutunmasıyla, mandrel ileriye doğru alev içerisinde döndürülerek camın sarma işlemi gerçekleştirilmektedir. Alev içerisinde sarılan camın dengeli olması önemlidir. Küre oluşturma tekniğindeki gibi; ergiyerek sarılmış camın akışkanlığından ve yer çekiminden faydalanarak, aşağı yukarı çevirme hareketleriyle camın denge oluşumu, eşit dağılımı kolaylıkla sağlanabilmektedir. Burada sıklıkla karşılaşılan hatalar ise; camın fazla ısıtılması ya da her noktasının eşit ısıtılmamasıdır.

Yapılan tasarıma uygun doğru bir alevde, kontrollü ısıtma işlemi gerçekleştirilmelidir. Küçük boyutlu bir iş için yüksek enerjili bir alev tercih edilmemelidir. Bu durum camın ve mandrelin fazla ve kontrolsüz ısınmasına sebep olmaktadır.

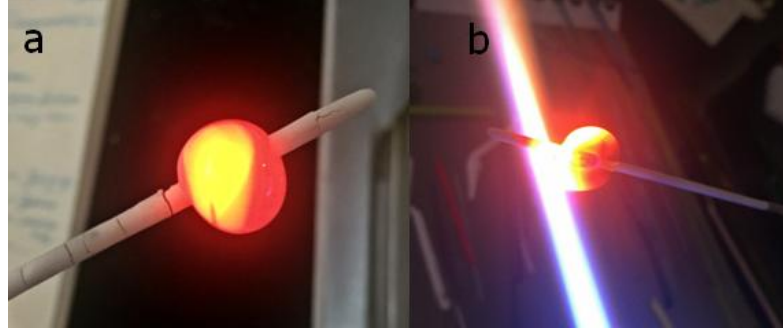
Ayırma işlemi de yine alev içerisinde gerçekleştirilmelidir. Bu aşamadan sonra tasarıma uygun şekillendirme işlemi uygulanmaktadır.¹³⁶ Sarma işlemi yapıldıktan sonra akıtılan camı mandrelden ayırmak için ısıtıp yumuşatmak gerekmektedir. Ayırma işlemi, alev dışında gerçekleştirilmeye çalışılırsa, alevden çıkan camda soğumalar gerçekleşir ve ayırma için uygulanan güç ile camda deformeler oluşabilmektedir. Mandrele yapışan cam, mandrelden ayrılabilir. Kaynaştırmak için tekrar ateşe sokulmasında ise soğuyan camda şok etkisi ile çatlama, kırılmalar gerçekleşebilmektedir. Ateşe uzaktan girilerek cam ısıya alıştırsa bile, mandrelden ayrılan cam üzerinde ayırıcı tozları ısıyla cama yapışabilmekte, cam ile tepkimeye girerek çatlamalara neden olabilmektedir. Mandrel üzerindeki ayırıcı soyulduğunda uygulamaya yeniden başlamak gerekmektedir. Devam edilirse, sıcak cam mandrele yapışarak, mandrelden ayrılması güçleşecektir. Bu durum camda kırılmalara sebep olmaktadır (Görsel 5.5).



Görsel 5.5. Mandrelden ayrılan ayırıcı
(B. Tosun Akın, 2021)

Ayırıcının mandrelden ayrılmasına; sıcak cama çeşitli materyallerle biçim verilirken, aracın mandrele dokunması, ayırıcının mandrele fazla sürülmüş olması ya da ayırıcının yüksek enerjili ısıda uzun süre tutulması kaynaklı hatalar sebep olabilmektedir (Görsel 5.6).

¹³⁶ Gordon, 2010, a.g.k., 45



Görsel 5.6. Fazla sürülmüş ayırıcı (a), ayırıcının ateşte uzun süre tutulması (b)
(B. Tosun Akın, 2021)

Karşılaşılan bir diğer hata ise; mandrele sürülen ayırıcı daha kurumadan işleme başlanmasıdır (Görsel 5.7). Mandrel üzerindeki ayırıcı, henüz kurumadan aleve sokulduğunda şok etkisiyle mandrelden ayrılabilir. Uzaktan yavaş yavaş aleve girerek ayırıcının kurumasını sağlamaya çalışmak da yanlış bir hamle olacaktır. Kurduğu sanılan ayırıcı üzerine cam sarıldığında mandrelden ayrılarak cama karışabilmektedir. Bu da cam da çatlamalara, renk bozulmalarına, kırılmalara, hava kabarcıklarına neden olabilmektedir. Bu sebeple alevde cam çalışmaya geçmeden önce mandrel kullanılacaksa, ayırıcı önceden sürülmeli, kurduğundan emin olduktan sonra uygulama aşamasına geçilmelidir.



Görsel 5.7. Yaş ayırıcı hatası
(B. Tosun Akın, 2021)

Disk boncuk yapımı; ısıtılıp yumuşatılan cam ince katmanlar halinde üst üste sarılarak oluşturulmaktadır¹³⁷. Bu da sarma tekniği uygulanarak yapılan cam tasarımlarından bir tanesidir.

¹³⁷ Gordon, 2010, a.g.k., 62



Görsel 5.8. *Disk boncuk yapım aşaması*
(L. Kopp, vd., s. 51, 2011)

Sarılan cam aynı kalınlıkta olacaksa camın her noktasının eşit bir şekilde ısıtılmasına ve çok fazla ısınarak kontrolsüz akma durumuna dikkat edilmeli, çok güçlü bir alev tercih edilmemelidir. (Görsel 5.8, Görsel 5.9).



Görsel 5.9. *Disk boncuk, et kalınlığı farklı ürün (a), disk boncuk eşit et kalınlık verilmiş ürün (b)*
(B. Tosun Akın, 2021)

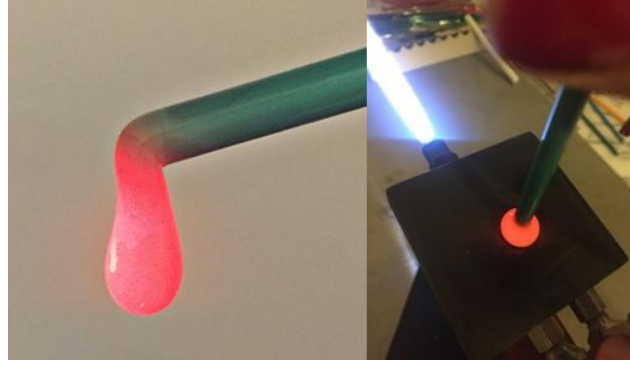
5.1.3. Akıtma

Bu yöntem; içi dolu cam çubukların ertitilip, yer çekiminin etkisiyle hafif akıtılarak düz bir zeminde ya da camın en uç noktasında biriktirilmesi işlemidir. Takı tasarımlarında, dekorlama tekniklerinde sıklıkla karşımıza çıkmaktadır (Görsel 5.10).



Görsel 5.10. *Akıtma tekniği uygulanarak yapılmış cam boncuklar*
(B. Tosun Akın, 2021)

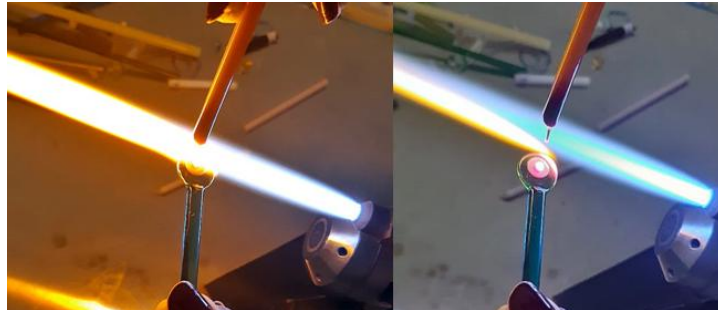
İşlemi uygularken, ağırlık merkezi dengede olacak şekilde bir küre oluşumu sağlanır ve akıtma işlemi gerçekleştirilir (Görsel 5.11). İşlem sırasında dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Düz bir zemin üzerine akıtılmış cam, bağlı olduğu cam çubuk ile dengede tutulmalı ve merkezden uzaklaştırılmamalıdır. Zemin üzerinde 90 derecelik açı sağlanarak tutulan cam çubuk, akıtılmış eriyik camın üzerine bastırılmamalıdır.¹³⁸



5.11. Akıtma tekniği uygulama aşamaları
(B. Tosun Akın, 2021)

5.1.4. Ayırma

Ayırma işlemi; alevde cam çalışma tekniğinin, son evresinde ya da ekleme durumlarında gerçekleşen işlem türüdür (Görsel 5.12). Ayırma yöntemi; şalomada soyut ya da somut formlu biblo, heykel yapılırken kullanılanıldığı gibi, boncuk tasarımlarında içi dolu cam çubuğun alevde eritilerek biriktirilip, mandrele sarılmasıyla bütünden ayrılması oluşumunda da kullanılmaktadır (Görsel 5.13).¹³⁹



Görsel 5.12. Ayırma tekniği uygulama aşaması
(B. Tosun Akın, 2021)

¹³⁸ Ertürk, 2017, a.g.k., 51

¹³⁹ Gordon, 2010, a.g.k., 45



Görsel 5.13. *Ayırma tekniği*
(B. Tosun Akın, 2021)

Elde edilen tasarım küçük boyutlu ise, ayırma işleminde alevin enerjisinin yüksek olması, camın komple erimesine sebep olmaktadır. Ayrılmak istenilen kısma uygulanacak noktasal ısıtma ve döndürme hareketleri işlem sırasında dikkat edilmesi gereken noktalardan biridir.



Görsel 5.14. *Ayırma işlemi sırasında, noktasal ısıtma hatası*
(B. Tosun Akın, 2021)

Tek bir noktanın ısıtılması ile ayırma işleminin uygulanması cam tasarımında deformasyona sebep olarak, bir sonraki adımı olumsuz etkileyebilmektedir (Görsel 5.14). Ayrılmak istenilen kısmın her noktasının eşit bir şekilde ısınmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Yapılan bu hata nedeniyle, tasarım sıfırdan şekillendirilebilmektedir (Görsel 5.15).



Görsel 5.15. *Ayrırma tekniği biblo uygulama aşaması*
(<https://www.youtube.com/watch?v=FYEQncNI4W0>)

Bitmiş cam ürünü mandrelden ayırma işleminde ise, camın iyice soğuduğundan emin olmak gerekmektedir. İyice soğumamış bir cam mandrelden çıkarılırken zarar görebilir ve kırılmalar, çatlamlar oluşabilir. Camı mandrelden ayırırken, mandreli sabit tutmayı sağlayacak kargaburun, pense gibi materyallerden yardım almak, sakın ve yavaş bir şekilde hafif döndürme, çekme işlemi uygulamak ayrılma işlemini kolaylaştırmaktadır. Camın ince bir mandrelden ayrılma aşamasında fazla güç uygulandığında, mandrelde eğilmeler, bükülmeler yaşanabilmektedir (Görsel 5.16). Bu durum elde edilmiş boncuk tasarımına zarar vermekte ve boncuğun mandrelden ayrılma işlemi zorlaştırmaktadır.



Görsel 5.16. *Boncuk çıkarım işlemi sırasında yamulmuş bir mandrel*
(B. Tosun Akın, 2021)

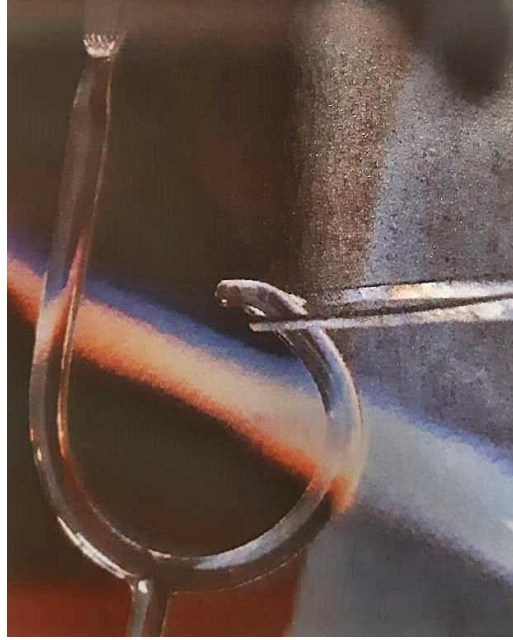
Soğuyan camı mandrelden kolay bir şekilde ayırmanın bir diğer yolu ise mandreli ılık bir suyun içerisinde bir süre bekletmektir. Böylece cam ile mandrel arasında yer alan ayırıcının yumuşayarak çözünmesi sağlanmaktadır.¹⁴⁰

¹⁴⁰ <https://www.lizbowdenbeads.com/how-to-make-a-bead.html> (Erişim Tarihi:24.03.21)

5.1.5. Çubuk bükme

Çubuk bükme yönteminde ısı çok önemlidir. Camın her tarafı eşit bir şekilde ısıtılmaktadır fakat fazla ısıtılmış bir cam bükme işlemini zorlaştırmaktadır. Alevde hafif hareketlilik kazanmış cam çubuk yer çekiminden de faydalanarak, tasarıma uygun kolaylıkla bükülüp şekillendirilebilmektedir (Görsel 5.17).¹⁴¹ Bükme işlemi cam yumuşama noktasına eriştiğinde alev dışında yapılmalıdır.

İnce cam çubuk, kalın cam çubuğa göre alev içerisinde daha hızlı yumuşamaktadır. İnce cam çubuğun çok ısıtılması alevde kontrol kaybına sebep olmaktadır. Sıcaklık derecesi düşürülerek bu sorunun önüne geçilebilir.



Görsel 5.17. Çubuk bükme uygulama aşaması
(L. Kopp, vd., s. 144, 2011)

5.1.6. Ekleme

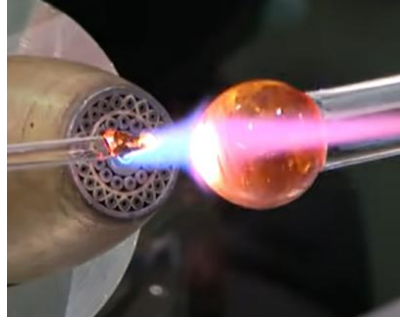
İki sıcak camın uygulama aşamasında birbirine eklenmesiyle oluşmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, eklenecek camların termal genleşme katsayılarının birbiriyle uyumlu olmasıdır (Görsel 5.18).

¹⁴¹ R. Hemachandra, (2011). The Penland Book of Glass, Master Classes in Flamework Techniques, 1.Basım. New York. s,144



Görsel 5.18. Ekleme işlemi gerçekleştirilmiş cam
(B. Tosun Akın, 2021)

Ekleme yapılacak yer ve eklenecek cam eşit bir şekilde ısıtılarak kaynaşım işlemi gerçekleştirilmektedir (Görsel 5.19). Bir cam soğuk diğer cam sıcak olursa bu durum çatlamalara ya da camların bir süre sonra birbirlerinden ayrılmasına, kırılmalarına sebep olmaktadır.



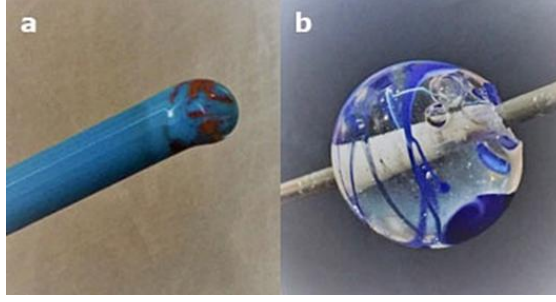
Görsel 5.19. Birbirine eklenecek iki camın ısıtılma işlemi

(https://www.youtube.com/watch?v=YsJxlXiez8&list=PL0E9063C833CBBC08&index=4&ab_channel=CorningMuseumofGlass)

Dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise; çubuk çekme yöntemi uygulanarak üretilmiş ince cam çubukların, tasarıma uygun ekleme işlemi sırasında, alevin doğru kullanılmasıdır. Yüksek sıcaklıkta bir alev, detay için kullanılacak ince yapıdaki cam çubuğun ergimesini hızlandırmaktadır.

Alevin enerjisinin doğru bir şekilde ayarlanması çok önemlidir. Gazın kısılması, oksijenin artırılmasıyla alev genişliği daraltılabilmektedir. Böylece daha noktasal çalışılabilmektedir. Fakat oksijenin artırılması kullanılan cama göre farklı tepkimelere neden olabilmektedir. Renk değişiklikleri, oksitlenme, çalışma süresine bağlı hava kabarcıkları (habbe) oluşumu bunlardan bazılarıdır (Görsel 5.20).¹⁴²

¹⁴² Çelik, 2009, a.g.k., 94



Görsel 5.20. Cam da renk değişimi, oksitlenme (a), hava kabarcıkları (b)
(B. Tosun Akın, 2021)

Günümüz şalomalarında bu problem; alevin çıkış noktasına takılabilecek çeşitli şaloma başlıkları üretilerek çözüme kavuşturulmuştur. (Görsel 5.21). Yeni dönem şalomalarda bu başlıklar sayesinde daha ince alev çıkışı ile noktasal ve kontrollü çalışmalar yapılabilmektedir.



Görsel 5.21. şaloma başlıkları
(B. Tosun Akın, 2021)

Bazı sanatçılar, oluşan gaz kabarcık hatalarını (habbe) alışmalarında isteyerek, ustalıkla elde ederek, bir simetri üzerine oturtup sanatta estetik eserler ortaya koymuşlardır. Yusuf Görmüş'ün çok özel yöntemlerle gövde içinde oluşturulan hava kabarcıkları, bütünüyle el hüneri ile sarılarak düzenlenmektedir. Eserler, sanata yeni bir anlam kazandırmıştır (Görsel 5.22).

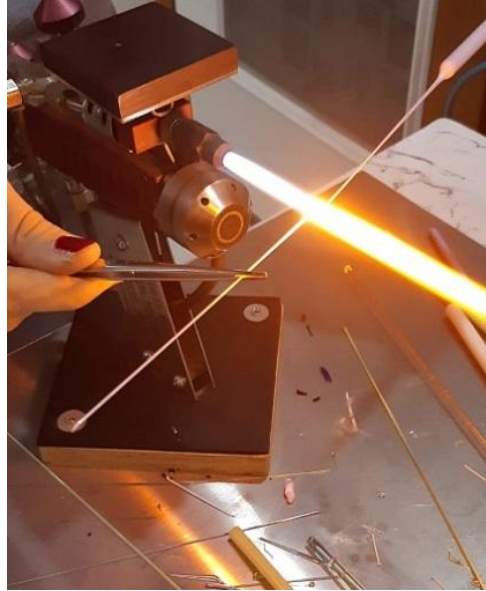


Görsel 5.22. Yusuf Görmüş hava kabarcıkları
(Küçükerman, Ö. S. 76, 207, 1985)

5.1.7. Çubuk çekme

Çekme yönteminde, ergimiş cam farklı bir cam çubuk ya da uygun materyal yardımıyla tutulup çekilerek uzatılmaktadır. Cam sıcaklığını koruduğu sürece çekilip uzatılabilmektedir. Günümüzde sıklıkla uygulanan önemli bir tekniktir.¹⁴³ Sıcak camda kulp yapma işleminde, sap yapma işleminde, millefiori ve mozaik tekniğinde, boncuk yapımında ilginç ürünler ortaya konulmuştur.¹⁴⁴

Kullanılan içi dolu cam çubuklardan 2 mm, 3 mm, 4 mm kalınlıklarında ince cam çubuklar da bu yolla üretilmektedir (Görsel 5.23). Bu çubuklar stringer olarak da bilinmektedir. İsteğe göre tek renk ya da birkaç renkte, spiral ya da düz bir üretim uygulanarak elde edilebilmektedir.



Görsel 5.23. Çubuk çekme işlemi yapılmış camı bütünden ayırma aşaması
(B. Tosun Akın, 2021)

Çubuk çekme yöntemi için dikkat etmemiz gereken en önemli nokta; çekilecek içi dolu cam çubuğun, her tarafının eşit bir şekilde ısıtılması işlemidir. Temel çekme işleminde denge sağlanamazsa, elde edilmek istenen tasarımın et kalınlığında bölgesel farklılıklar oluşmaktadır (Görsel 5.24). Kolların duruşu birbirine paralel olacak şekilde, yer çekimi de göz önünde bulundurularak, belli bir hızda çekim işlemi gerçekleştirilmelidir.

¹⁴³ Küçükerman, 1985, a.g.k., 81

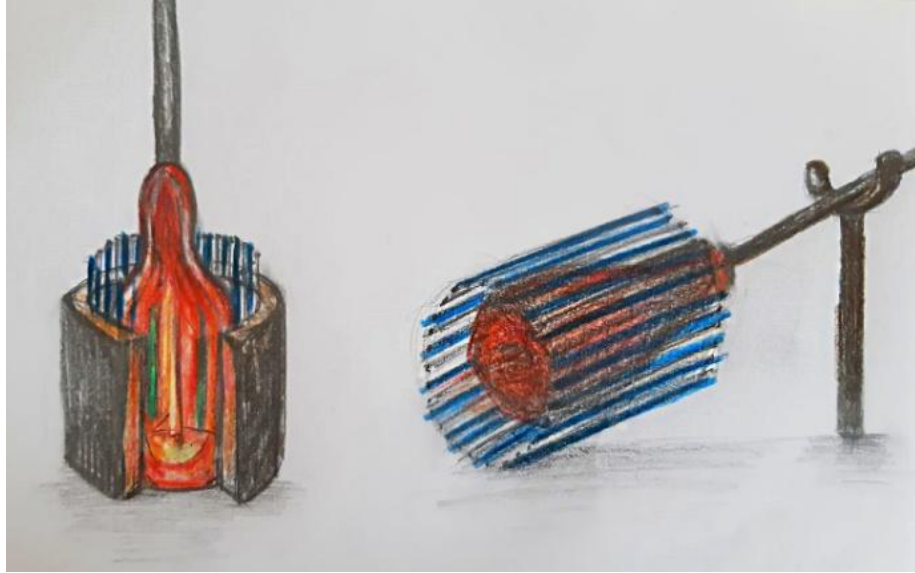
¹⁴⁴ Küçükerman, 1985, a.g.k., 85



Görsel 5.24. Bölgesel farklı kalınlıklara sahip cam çubuklar

(https://www.youtube.com/watch?v=YsJxlXiez8&list=PL0E9063C833CBBC08&index=4&ab_channel=CorningMuseumofGlass), (B. Tosun Akın, 2021)

Çekilecek cam birkaç renkten oluşacaksa, parçalar birleştirilirken ısı yönünden dengeli olunması gerekmektedir.¹⁴⁵ Uygulama sırasında olası hataları önlemek için; doğru sıcaklık belirlendikten sonra, çekme işlemi durağan artış gösteren bir ivmede gerçekleştirilmelidir. Elde edilen çubuklar; serbest şekillendirme yöntemlerinde ince dekor çalışmaları sırasında ya da çeşm-i bülbül uygulamalarında kullanılabilir (Şekil 5.1, Görsel 5.25).⁴¹¹



Şekil 5.1. Çeşm-i Bülbül uygulamalarında stringer camlarının kullanımı

(Ö. Küçükerman, s. 130, 2002)

¹⁴⁵ Küçükerman, 1985, a.g.k., 88



Görsel 5.25. *Çubuk çekme dekor uygulama çalışması 'Silüet'*
(B. Tosun Akın, 2021)

Borosilikat içi boş boru camlarıyla çalışırken hem sap oluşturma aşamasında hem de tasarıma uygun çekme yöntemi uygulanabilmektedir (Görsel 5.26). Burada dengenin korunabilmesi, üflenecek bölgeye verilen eşit sıcaklık ve el çabukluğu yine büyük önem taşımaktadır.¹⁴⁶



Görsel 5.26. *Çekme işlemi uygulanmış cam boncuk tasarımı*
(https://www.instagram.com/p/B7G__WenNPV/)

Bazı tasarımlarda, cama uygulanan noktasal işlem, çekme yöntemiyle birleştirilebilmektedir (Görsel 5.27). İşlem, eriyik haldeki cama yapışmayacak uygun bir materyal yardımıyla ve alev dışında, döndürme işlemi uygulanarak yapılmaktadır.

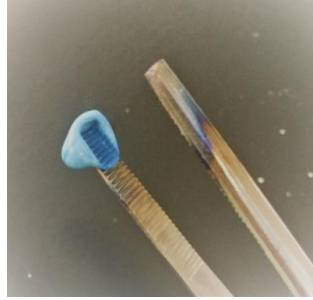
¹⁴⁶ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 124



Görsel 5.27. Sıcak camı, içe doğru çekme tekniği ile elde edilmiş ürün
(B. Tosun Akın, 2021)

Çekme işlemi için ya da herhangi bir ısıtma işlemi sırasında kullanılacak aletlerin çok soğuk olmamasına dikkat edilmelidir. Yüksek sıcaklığa erişmiş bir cama, aletin temas etmesi durumunda camda gerilmeler oluşabilmektedir.

Çok ısıtılan materyalin cama yapışma riski vardır. Alevin içerisine direkt girmeden, alevin en uç noktasında hafif ısıtılması yeterli olacaktır. Alevde çalışma sırasında kullanılan aletlerin direkt ateşle teması söz konusunda ise araç cama yapışabilmekte ve tasarımda deformelere neden olabilmektedir (Görsel 5.28).



Görsel 5.28. Materyale yapışan cam
(B. Tosun Akın, 2021)

5.1.8. Kesme

Alevde ergimiş cama belli bir şekil verildikten sonra cam makası kullanılarak, farklı etkiler kazandırılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, cam henüz tam anlamıyla yumuşamadan kesme işleminin yapılmaması gerektiğidir. Bu durum camda kırılmalara, sıçramalara, makasının ömrünün kışalmasına sebep olmaktadır.

Eşit ısıtma ve döndürme işlemi yapılarak, tasarıma uygun bir şekilde yumuşamış cam kolaylıkla cam makası ile kesilebilmektedir. Cam makasları paslanmaz çelikten üretilmiş ve ısıya dayanıklı yardımcı materyallerden biridir.¹⁴⁷ Makas; işlem öncesi alevde ısıtılmalı, işlem sırasında ergimiş cam alev dışında kesilmelidir (Görsel 5.29). Tasarıma uygun yapılacak kesme işlemleri ile cam çok yaratıcı, bambaşka bir boyut kazanabilmektedir.



Görsel 5.29. Kesme yöntemi uygulama aşaması

(https://www.youtube.com/watch?v=pRRK8Y9qpcU&ab_channel=SalemCollegeNJ)

5.2. Alevde Cam Şekillendirme Tekniği Kalıpla Biçimlendirme Yöntemlerinde Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

Eriyik haldeki cama; tasarıma uygun önceden hazırlanmış bir kalıp yardımıyla şekil verme işlemidir (Görsel 5.30). Bu kalıplar genellikle dışarıdan hazır bir şekilde temin edilmektedir. Kalıplar sayesinde işlem süresi hız kazanmakta, çok karışık formlar hızlıca ve kolayca çözüme kavuşturulmaktadır. İçi dolu cam çubukların uygulamalarında kullanılan kalıplara örnek olarak, optik kalıplar, çift taraflı baskı (lens) kalıpları, isteğe göre özel olarak üretilmiş cnc kesim kalıplar, boncuk şekillendirme tablaları, yüzük ve bilezik uygulamalarında kullanılan kalıplar, kenar düzeltici roller şekillendiricileri gösterilebilmektedir.

Ergitilen camlar, kullanılacak kalıpların ebatlarına uygun biriktirilmeli daha sonra kalıp içerisine yerleştirilip şekillendirilmelidir. Kalıp içerisine çok az konulacak camın ince et kalınlığına sahip olacağı, çok fazla konulacak camın ise kalıp dışına taşabileceği unutulmamalıdır.

¹⁴⁷ Ertürk, 2017, a.g.k., 52



Görsel 5.30. Alevde cam şekillendirme için kullanılan kalıp örnekleri
(<https://www.instagram.com/p/Ben6cilnVeo/>)

Grafit kalıplar kullanılırken; camın iyi bir şekilde ısıtılmış olması gerekmektedir. Kalıp soğuk ya da çok sıcak olmamalıdır. Kalıp soğuk olduğunda ve cam yeterince ısıtılmadığında detaylar istenildiği gibi çıkmayacaktır. Kalıp ve cam çok sıcak olduğunda metal kalıp tercih edildiyse camın yapışma riski olacaktır. Grafit kalıplar cama yapışmadığı için metal kalıplara göre daha iyi sonuçlar verebilmektedir. İstenilen işe uygun kalıp tercih edilmelidir.

Bu uygulamaların yanı sıra, antik dönemden günümüze ulaşmış iç kalıpla biçimlendirme yöntemi de kalıpla biçimlendirme yöntemlerinden biridir.

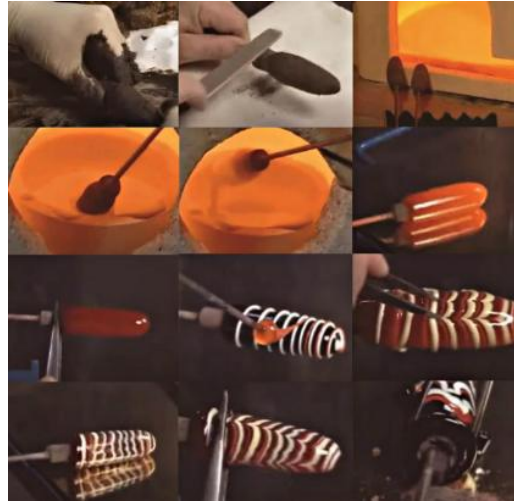
İç kalıp şekillendirme (core forming):

Cam tarihinin ilk sıcak cam uygulamalarından biridir. Metal bir çubuğun ucuna; teorilere göre hayvan gübresi, kurutulmuş kil ya da samandan yapılmış istenilen tasarıma uygun bir form şekillendirilerek takılmaktadır.¹⁴⁸ Başka bir bilgide ise; kalıp olarak kumun ya da çamurun kullanıldığı bitki elyafıyla kalıbın güçlendirildiğinden bahsedilmektedir. Bu form çekirdek kalıp olarak da isimlendirilmektedir. Uygulama aşamasında; sıcak camda ergitilmiş bir cam hamurunun içine, önceden hazırlanan bir iç kalıp sokularak, kalıbın dış yüzeyine cam sarılmaktadır. Kalıbın yüzeyine sarılan cam tasarıma uygun şekillendirilmektedir. Cam sıcak haldeyken yüzeyine, renk eklemeleri, bezeme çalışmaları yapılabilmektedir (Görsel 5.31). Alevde cam şekillendirme tekniğinde de aynı şekilde hazırlanan kalıp üzerine cam sarma işlemi, çubuk camlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Sonraki işlem sıcak cam iç kalıp yöntemi ile aynı şekilde ilerlemektedir. İç kalıp pürüzsüz bir şekilde yapılmış olsa dahi, kalıbın çıkarıldığı camın iç kısmındaki yüzey, hafif pürüzlü ve mat bir görünümde kalmaktadır.

¹⁴⁸ Ertürk, 2017, a.g.k., 57

Bunun nedeni kalıp parçalarının sıcak cam yüzeyine yapışmasıyla ilgilidir. Bu problem, camın belirli bir ısıda yeniden ısıtılmasıyla çözülebilmektedir. Günümüzde şeffaf cam uygulanarak bu dezavantaj, avantaja çevirilebilmektedir. Saydam ve parlak cam ürünün, iç yüzeyinde mat bir tasarım oluşturulabilmektedir. Şekillendirme işlemi tamamlanan iç kalıp, üzerine cam sarma işlemi gerçekleşmeden önce muhakkak kurutulmalıdır. Kurutma evresinde oluşabilecek çatlaklıklar aynı karışımla onarılabilmektedir. İç kalıp tekniğinde dikkat edilmesi gereken diğer noktalardan biri ise; cam tasarımı tamamlandıktan ve cam soğuduktan sonra, kalıbın camın içerisinden çıkarılma işlemidir. Elde edilmiş cam formun içinden kalıp tamamen boşaltılmadan, camın içi suyla temizlenmemelidir.

Günümüzde iç kalıp tekniği uygulamaları için hazırlanacak karışımın, işlem sonunda camın içerisinden kolayca çıkarılabilen ve işlem sırasında camın yüksek sıcaklığına dayanabilecek bir malzemeden olması gerekmektedir.¹⁴⁹ Brian Kerkvliet, bu kalıbı hazırlamak için; %20 kil, %35 silika kumu, %20 alümina hidrat, %25 küçük halde ayrılmış saman ya da talaş karışımını önermektedir. Çelik çubukların çevresine sıkıştırarak çelik yünü dolamak ve boncuk ayırıcıyla kaplamaktır. Iwao Matsushima çelik yünü sarmak için; %45 - %50 kaolin kili, %45 - %50 silika tozu, %5 oranında bentonit içeren karışımı önermektedir.¹⁵⁰



Görsel 5.31. İç kalıp şekillendirme

(https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=uMHqT1v2C4&ab_channel=CorningMuseumofGlass)

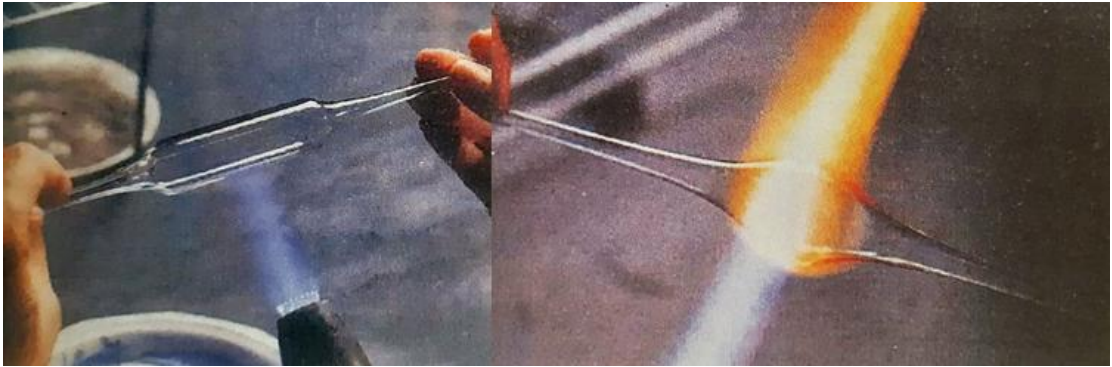
¹⁴⁹ https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=uMHqT1v2C4&ab_channel=CorningMuseumofGlass

¹⁵⁰ Ertürk, 2017, a.g.k., 57

5.3. Alevde Cam Şekillendirme Tekniği Cam Boru ile Biçimlendirme Yöntemlerinde Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

Cam borular farklı çaplarda bulunabilmektedir. Çapların artmasıyla tasarım boyutu büyümektedir. Cam boru ile şekillendirmede dikkat edilmesi gereken noktalardan biri merkezdeki boşluğun, alev içerisinde kontrol altında tutulabilmesidir (Görsel 5.32).

Alev karşısında ergiyen camın et kalınlığında farklılıklar ya da boşluğunda kapanmalar, fazla açılmalar istenmeyen hatalara girmektedir. Bu tarz durumları önlemek için kontrollü ısıtma işlemi gerçekleştirilmektedir. İçi boş cam borular, alev içerisinde hızla akışkan hale gelebilmektedir. Bu sebeple çalışırken, yumuşak bir alev tercih edilmelidir. Oksijenin daha az açılması camın fazla ısınmasını önlemektedir.



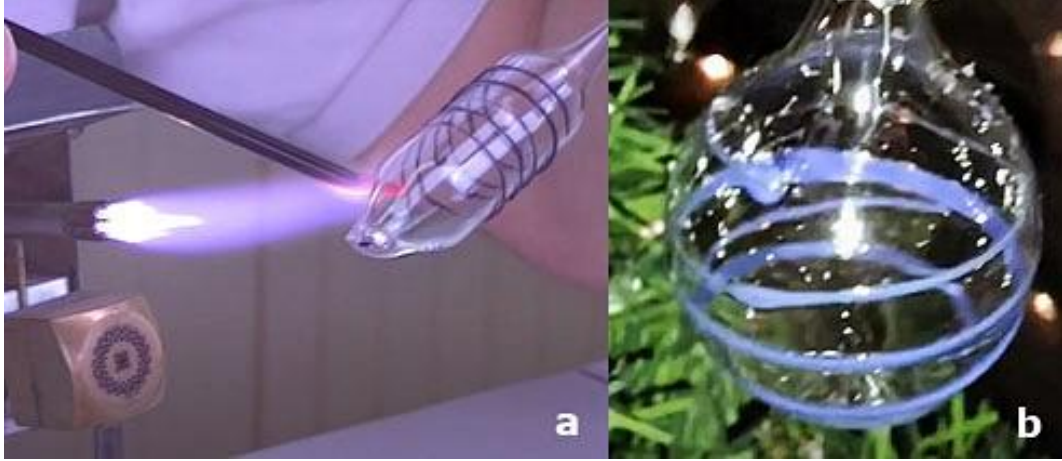
Görsel 5.32. Cam boru ile şekillendirme uygulama

(L. Kopp, vd., s. 37, 227, 2011)

Uygulama aşamasında ergimiş camın merkezde tutulması, tutuş biçimleri büyük önem taşımaktadır. Akışkanlığı ve yer çekimi göz önünde bulundurularak döndürme işlemi gerçekleştirilmeli fakat hızlı, savurucu bir işlem uygulanmamalıdır.¹⁵¹

Borosilikat boru cam şekillendirme işlemlerinde farklı renklerde borosilikat cam çubuklarla desenler oluşturulabilmekte, birbirinden renkli tasarımlar üretilebilmektedir (Görsel 5.33). Eklenecek renkli camların borosilikat cam ile kimyasal açıdan uyumlu olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

¹⁵¹ Ryland Mears, 2003, a.g.k., 95



Görsel 5.33. Renkli cam çubuk ekleme işlemi (a), şekil almış, son hali (b)

(<https://youtu.be/TKPzCZDOwEO>)

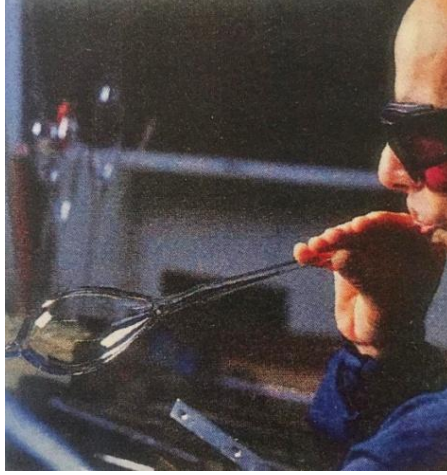
5.3.1. Üfleme

Tasarımda kullanılan cam borunun iç kısmındaki boşluk, üfleme olanağı tanımaktadır. Üfleme işlemine geçmeden önce boru uçları kontrol edilmelidir. Borunun bir ucu alev içerisinde kapatılmalıdır. Alevin cama etkisiyle cam ergimeye başlar ve delik yavaş yavaş kapanır. Buradaki kapanma süresi camın et kalınlığına göre değişiklik göstermektedir. Tercih edilen cam boru kalın ise, bu işlem uygulanırken camın kapanma kısmında cam birikmesi yaşanabilmektedir. Bu sorun biriken camın daha sonra cımbız kullanarak alınmasıyla çözülebilmektedir.¹⁵² Kalınlık arttıkça işlemi uygulamak zorlaşacaktır. Pratik yapıldıkça zamanla daha kolay bir şekilde uygulama gerçekleştirilebilmektedir. Alevde ucu kapatılmış cam borunun, kapalı ucu ısıtılarak ergitme işlemine geçilir. Bu işlem sırasında camın merkezde tutulması için sürekli döndürülmesi gerekmektedir.

Üfleme işlemi camın tek bir noktasına etki edecekse sadece o nokta ısıtılmalı, camın tüm noktalarına etki edecekse cam, eşit şekilde ısıtılarak üfleme hazırlanmalıdır. Camı çok fazla üfleme et kalınlığını düşürerek incelmeye ve patlamalara neden olabilir. Üfleme işlemini yavaşça gerçekleştirmek daha sağlıklı bir sonuç sunacaktır.¹⁵³

¹⁵² Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 59

¹⁵³ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 96



Görsel 5.34. Cam boru üfleme yöntemi uygulama
(L. Kopp, vd., s. 217, 2011)

Camın üflemeye hazır hale geldiği, sert camın yumuşayarak hareket edilebilirliği ve ısınmış camın rengindeki turunculuk ile anlaşılabilir. Kontrol edilemeyecek akıcılıktan kaçınılmalıdır.

Çapı geniş bir cam borunun tek seferde üflenmesi hatalara neden olabilmekte, yamuk şişirilebilmektedir. Bu sebeple birkaç seferde üfleme işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Üfleme yapılırken cam döndürme işlemi de gerçekleştirilmelidir (Görsel 5.34). Böylece her noktanın eşit şişirilmesi sağlanır. Aksi halde, akışkan camda üfleme sırasında, yer çekimi etkisi ile eğilmeler olabilmektedir. Üfleme işlemi yapıldıktan sonra tasarıma uygun çöktürme işlemleri de gerçekleştirilebilmektedir.¹⁵⁴

Çöktürme yapılırken genellikle camın kendi ağırlığından faydalanılmaktadır. Çökmesi istenilen kısım, yeniden ısıtılmaktadır. Burada camın çok fazla ısıtılmaması önemlidir. Hafif ısıtılarak hareketlilik kazandırılmış cam, alevden çıkartılarak içe doğru akma işlemi gerçekleştirilir. Yer çekiminden faydalanarak, camın kendini içe doğru salmasıyla çöktürme işlemi uygulanır. Kusursuz bir iş, pratik yapıldıkça ortaya çıkacaktır. Bu teknikte en önemli nokta alevin yumuşaklığıdır. Çok keskin, noktasal ateşler bu teknikte tercih edilmemelidir. Keskin bir alev camın her noktasını eşit şekilde ısıtmamaktadır. Bu durum camda deformelere, deliklere neden olabilmektedir. Tüm bu maddelere dikkat edildiğinde kullanılan cam boruda balon oluşturma işlemi hatasız gerçekleştirilebilmektedir. Oluşturulan balon daha sonra çeşitli el aletleriyle tasarıma uygun biçimlendirilebilmektedir (Görsel.5.35).

¹⁵⁴ Ryland Mears, 2003, a.g.k., 96



Görsel 5.35. Üfleme işlemi uygulanarak yapılmış cam nar tasarımı
(B. Tosun Akın, 2021)

5.3.2. Sap çekme

Uçlarının iki tarafı da açık olan bir cam boru ile üfleme işlemi yapabilmek için ilk aşama sap çekme işlemidir. Borosilikat camlarında sap çekme işlemi, üfleme işlemini kolaylaştırmaktadır. Bu yöntemin amacı; üflenecek balonun her iki yanında üfleme kanalları ve dar çaplı tutamaklar oluşturmaktır (Görsel 5.36). Bu sayede cam, üfleme ve döndürme işlemleri sırasında kolay tutulabilmektedir. Bu işlemde uygulanacak cam tasarımının büyüklüğüne göre sap çekme işlemi yapılmalıdır.¹⁵⁵

Tasarım boyutu büyük, saplar küçük ve ince olursa işlem sırasında kırılmalar, cam üzerinde deformasyonlar, dönüş hareketlerinde kısıtlamalar yaşanabilmektedir. Döndürme işlemi sırasında iki elin de aynı anda aynı hizada dönüş yapması gerekmektedir. Aksi halde ergimiş cam formunda yamulmalar, burulmalar olabilmektedir. Sap çekme yöntemi kontrollü bir şekilde uygulanarak camın bütünden ayrılma işlemi gerçekleştirilmektedir. Böylece üfleme hazır parçalar elde edilir. Üfleme işleminden önce, cam borunun bir tarafının hava girişi için açık olması, diğer tarafının ise üflenecek kısma etki etmesi için kapalı olması gerekmektedir. İşlem öncesi her iki uç da kapalı ise bir uç elmas yardımıyla açılabilir.¹⁵⁶

¹⁵⁵ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 92

¹⁵⁶ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 91

Çekme yöntemi uygulanarak oluşturulan saplar, cam borunun çapının merkez noktasından çıkmalıdır. Böylece üfleme işlemi, aynı doğrultudaki sapların açık ucundan doğru bir şekilde yapılabilir. ¹⁵⁷



Görsel 5.36. Borosilikat cam sap çekme işlemi
(L. Kopp, vd., s. 216, 2011)

Sapları çekilmiş bir boruyu üflemeden önce oksijenin az açılmış ve alevin yumuşak olduğundan emin olunması gerekmektedir. Döndürme hareketleriyle eşit bir şekilde ısıtılarak, balon üfleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

İşlem sırasında sapların ortadaki boruyla birleştiği kısmın, çok fazla ısınmamasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde; cam borunun dar çaplı sap uçları, alevin etkisiyle yumuşayarak kapanabilmektedir. Üfleme işlemi gerçekleştikten sonra da kontrollü bir şekilde uygulama işlemi devam ettirilmelidir.

5.3.3. Ağız açma

Alevde cam şekillendirme tekniğinde boncuk tasarımlarının yanı sıra biblo, bardak, vazo, heykel vb. çalışmaların da yapılabildiğinden bahsedilmişti. Ağız açma işlemi ile de birçok tasarım kolaylıkla üretilebilmektedir. Bu yolla; sap çekme işlemi uygulanarak üfleme işlemi yapılmış bir cam balonun ağzının açılması sağlanabilmekte, bardak, vazo ya da istenilen tasarıma uygun bir form elde edilebilmektedir (Görsel 5.37). Ayırma işlemi aynı zamanda sıcak işlem bittikten ve cam soğuduktan sonra elmas veya karbid bıçağı yardımıyla da uygulanabilmektedir ya da cam sıcakken, bir noktadan ısıtılmakta ve makas yardımıyla boğularak parçanın, bütünden ayrılması sağlanabilmektedir (Görsel 5.38). ¹⁵⁸

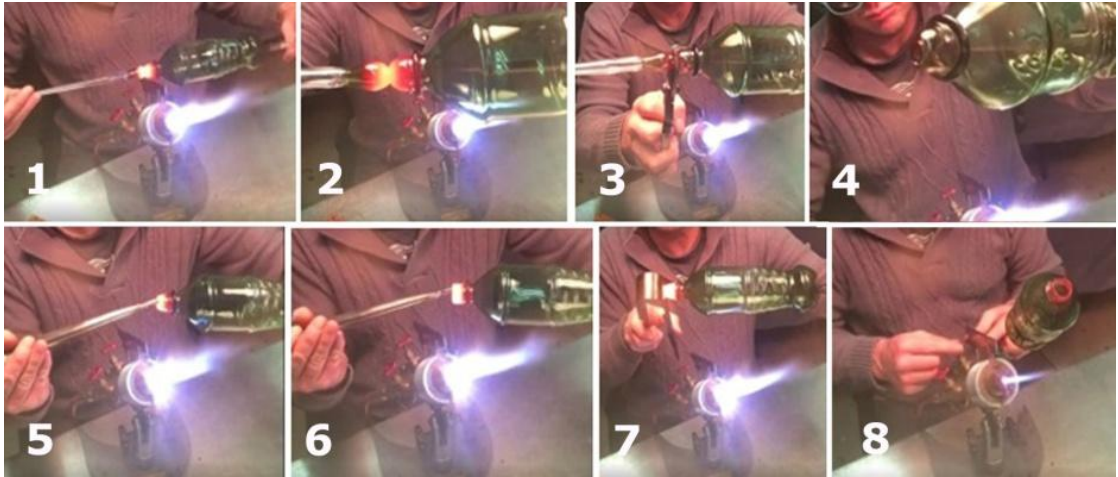
¹⁵⁷ Hemachandra, R, 2011, **a.g.k.**, 220

¹⁵⁸ Ryland Mears, 2003, **a.g.k.**, 97



Görsel 5.37. Alevle ağız açma işlemi uygulama şekilleri
(<https://www.instagram.com/p/B6EievFJEC3/>)

Ağız açma yönteminin uygulama yollarından bir diğeri ise; alev içerisinde üflenen bölge ile sapın birleştiği noktanın ısıtılıp üflenerek ya da bir makas yardımıyla boğulup kesilerek, ısıtılan kısımda delik açılması ve açılan deliğin esnetilerek gövdeden ayrılması ile gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda bu teknik, yumuşayan camın kalınlaşmaya başlaması sırasında döndürülürken grafit bir çubuk ile merkez noktadan dışarıya doğru baskı uygulanarak da yapılabilmektedir (Görsel 5.39).¹⁵⁹



Görsel 5.38. Makas yardımıyla boğularak ağız açma tekniği uygulama
(<https://www.instagram.com/p/CKuBkQVJ5I2/>)

Ağız açma yöntemi birçok şekilde birçok farklı yöntemle birlikte uygulanabilmektedir. İşlem uygulanırken herhangi bir sorun yaşamamak için camın yumuşak bir alevle çalışıldığından ve her noktasının eşit bir şekilde ısınmış olduğundan emin olmak gerekmektedir.

¹⁵⁹ Hemachandra, R, 2011, **a.g.k.**, 220

Böylece akıcı bir şekilde kesintisiz bir dönüş sağlanabilmektedir. Biçimlendirme işlemi bittikten sonra alevden çıkarılan cam tamamiyle soğuyup sertleşene kadar döndürme işlemine devam edilmelidir.



Görsel 5.39. Farklı materyaller kullanılarak ağız açma işlemi

(https://www.youtube.com/watch?v=x4V7Cj5z1OE&list=PL0E9063C833CBBC08&index=7&ab_channel=CorningMuseumofGlass)

5.4. Alevde Cam Şekillendirme Tekniği Dekor Yöntemlerinde Yaygın Olarak Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri

5.4.1. Sıcak yüzey dokuları oluşturma

Sıcak camın yüzeyine doku, iz oluşturmak için çeşitli dokulardaki; grafit levha, el aletleri ve çeşitli kalıplardan yararlanılmaktadır (Görsel 5.40). Camın sıcak ve eriyik halde olmasına dikkat edilmelidir. Camın yapısına göre ısıtma işlemleri farklılık gösterebilmektedir. Soda-kireç içerikli camlar hızlıca akışkan hale gelebilirken, borosilikat camları daha uzun sürede akışkan hale gelmektedir. Bu sebeple doku oluştururken camın ergimiş olduğundan emin olunmalıdır. Çok ergimiş bir camın, akışkanlığının çok olacağı unutulmamalıdır. Doku işlemi kalıp içerisinde uygulanacaksa, kalıba uygun ebatta cam ergitilip şekillendirilerek uygulama işlemine geçilmelidir.



Görsel 5.40. Sıcak cam yüzeyine doku oluşturma yöntemi

(https://www.youtube.com/watch?v=t-Ii6OiBsQ&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=11, <https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p3545.html>)

5.4.1.1. Renk ekleme

Önceden belirlenmiş tasarıma uygun bir ya da birkaç renkli cam ile uygulanabilmektedir. Uygulanacak renkli camlar toz halde, küçük parçalar halinde, çubuk ve granül vb. halde önceden hazırlanarak, uygulama aşamasında sıcak cam yüzeyine işlenmektedir (Görsel 5.41). Daha sonra tasarıma uygun az ya da çok ısıtılarak şekillendirilmektedir (Görsel 5.41). Renkler yuvarlanarak, şablon yardımıyla eklenebilmektedir. Alevde cam şekillendirme tekniklerinde kullanılan camların renk yelpazesi çok geniştir. Bu da tekniksel açıdan incelendiğinde bizi camlar arası uyumluluk konusuna götürmektedir. Farklı renkteki camların bir arada kullanılması ancak birbirleri arasında kimyasal uyum varsa mümkündür. Aynı zamanda alev enerjisinin güçlü ya da düşük seviyede olması, alevin içindeki oksijenin az ya da çok olması da tekniksel açıdan önemlidir.



Görsel 5.41. İçi dolu renkli cam çubuklar

(<https://www.instagram.com/p/CK9Ot49nckU/>, https://www.youtube.com/watch?v=UnZ-QYAcMTA&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=7)

Eklenecek bazı renkli camların yapılarına göre, alevde durma süreleri değişkenlik gösterebilmektedir. Çok fazla uygulanacak ısı bazı camların olduğu renkten başka bir renge dönmesine sebep olabilmektedir. Uygulamada kullanılacak camların kimyasal reaksiyonlarını önceden bilmek olası problemleri önleyecektir. Örneğin, sarı rengindeki bir camı uzun süre alevde tuttuğumuzda renginde değişimler gözlemlenmektedir. İşlem süresi tonda farklılık yaratacaktır. Bu sebeple biçimlendirme yöntemlerinde çalışma süresi de oldukça önemlidir.



Görsel 5.42. İçi dolu renkli cam biblolar
(B. Tosun Akın, 2021)

5.4.1.2. Noktalama

Sıcak cam yüzeyini kontrollü bir şekilde dekorlama işlemidir. Noktalama yöntemi, tasarıma göre farklı çeşitlerde yapılabilmektedir. Birbirinden farklı renklerde ve boyutlarda uygulanabilmektedir. Adından da anlaşılacağı gibi istenilen renkteki bir cam, istenilen incelikte ya da kalınlıkta noktasal hareketlerle eritilerek yüzeye konumlandırılmaktadır.¹⁶⁰ Tasarıma uygun bir şekilde eklenen cam kabartı şeklinde bırakılabilir ya da yüzeye kaynaştırılabilir (Görsel 5.43). Burada dikkat edilmesi gereken, konulan noktanın cam yüzeye kaynaşması işlemidir. Sabit döndürme işlemi uygulanarak konulan noktanın, bütüne eşit bir şekilde yayılması sağlanmalıdır. Yüzeye kaynaşan nokta; çekilerek, ezilerek, yaydırılarak ya da iç içe farklı boyutlarda ve renklerde noktalar konularak dekor zengileştirilebilmektedir.¹⁶¹ Konulan noktaların eşit büyüklükte olması isteniyorsa, stringer camlar ile noktalama işlemi daha kontrollü ve kolay bir şekilde uygulanabilmektedir. Stringer camların uygulamaya başlamadan önce hazır edilmesi önemlidir.

¹⁶⁰ Gordon, 2010, a.g.k., 78

¹⁶¹ (http-20)

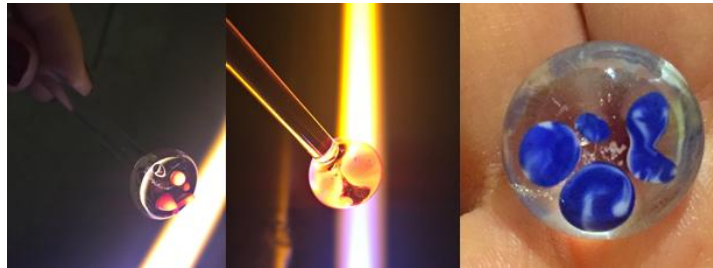


Görsel 5.43. Noktalama yöntemi, cam boncuk tasarım çalışmaları

(<https://www.instagram.com/p/CT4sXUJAbfD/> , https://www.instagram.com/p/COsypYxH_ny/ ,
<https://www.instagram.com/p/CN2TkTsnDsm/>)

5.4.1.3. Cam altı dekoru oluşturma

Saydam camın alt yüzeyine uygulanan bir işlemdir (Görsel 5.44). Ergitilmiş cama akıtma yapılarak düzleştirilmektedir. Düzleşen yüzeye çeşitli renklerle ya da tek bir renkle, tekdüze ya da dağınık bir şekilde, farklı boyutlarda, çizgisel ya da noktasal hareketlerle dekorlama yapılmaktadır. Çeşitli şekillendirme aletleri ile daha zengin içerikli tasarımlar elde etmek mümkündür. Yapılan dekor, alevin etkisiyle şeffaf camın içerisine hapsedilmektedir. Elde edilen camın küresel kısmından bakıldığında tasarıma derinlik vermektedir.¹⁶² Düzleşen cama dekor işlemleri uygulanırken, ısıtma işleminde çok dikkatli olunmalıdır. Yüksek enerjili bir alev camın tamamını ısıtabilmektedir. Uygulanacak noktasal ısıtma işlemi, olası problemlerin önüne geçer.



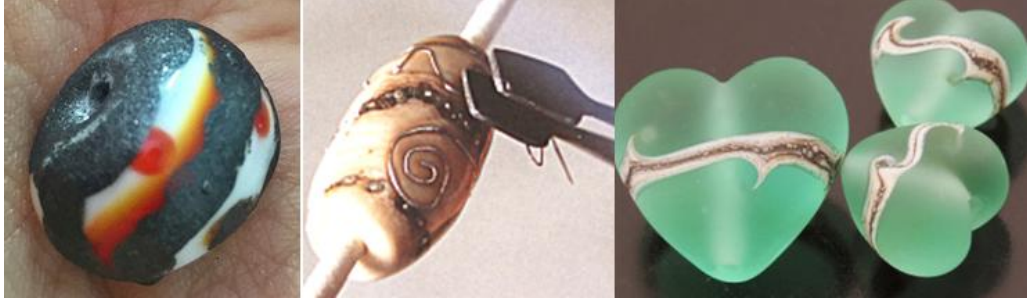
Görsel 5.44. Cam altından çalışma yöntemi

(B. Tosun Akın, 2021)

5.4.1.4. Cam yüzeyine farklı malzeme uygulamaları

Camın yüzeyine sıcakken ya da soğuduğunda çeşitli malzemeler uygulanarak özgün, yaratıcı tasarımlar elde edilebilmektedir. Varak, asit, oksit, karbonat, mika tozu, bakır ya da gümüş tel vb. malzemeler tasarıma zenginlik kazandırmaktadır (Görsel 5.45).

¹⁶² Ertürk, 2017, a.g.k., 66



Görsel 5.45. Cam yüzeyine farklı malzeme (oksitleme, tel ekleme, asitleme) uygulanmış cam boncuklar
(B. Tosun Akın, 2021 - N. Ertürk, s.68, 2017)

Tüm malzemeler içeriklerine göre camda farklı etkiler yaratmaktadır. Asit; cam soğuduktan sonra yüzeyine uygulanarak aşındırma işlemi ile matlaştıran bir doku kazandırabilmektedir.



Görsel 5.46. Cam üzerine varak uygulaması

(https://www.youtube.com/watch?v=KkwJdtRyv9U&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=12)

Varak ile camı birleştirmek de parlıtlı, yaldızlı bir görünüm sağlamaktadır (Görsel 5.46).¹⁶³ Tasarımda gümüş ve bakır tel uygulamalarında, oksitleme işlemi gerçekleştirilecekse tel parçaları sıcak cam yüzeyine uygulanıp camın oksitlenmesi sağlanmaktadır. Uygulama aşamasında önceden şekillendirilen teller de yine cam yüzeyine ısı yardımıyla sabitlenerek dekorlama işlemi gerçekleştirilebilmektedir.¹⁶⁴ Burada önemli nokta; tellerin uygulama aşamasından önce şekillendirilip hazır edilmesi gerektiğidir.

¹⁶³ Gordon, 2010, a.g.k., 94

¹⁶⁴ Gordon, 2010, a.g.k., 98

Sıcak camda uygulanacak tel ateşe çok yaklaşır, çok ısınırsa kopabilmektedir. Bu yüzden teli alev dışında sıcak cama sarmak ya da dekor için şekillendirilmiş teli sıcak cam yüzeyine alev dışında yerleştirmek olası problemlerin önüne geçecektir.¹⁶⁵ Sıcak cam alev içerisinde son halini aldıktan sonra soğumaya bırakılmaktadır. Soğuyan camın yüzeyine tasarıma uygun çeşitli materyaller yardımıyla dekorlama işlemi yapılabilmektedir.

Soğuk cam işleme; el aletleri ya da çeşitli diskler kullanılarak uygulanabilmektedir. Dremel aletinin elmas profillere sahip uçları yardımıyla, çok ince olmayan tasarımlara kazıma işlemi uygulanabilmektedir (Görsel 5.47). Burada önemli olan, camın içerisinde herhangi bir stres, çatlak oluşumunun olmadığına emin olunması gerektiğidir. Herhangi bir çatlak oluşumu söz konusu olduğunda el aletleriyle çalışırken, çatlak yürüyerek kırılmalara sebep olmaktadır.

Uygulama aşamasında cam ile aşındırıcı arasında ateş oluşumunu engellemek ve camın ısınarak çatlamasını, kırılmasını önlemek için su ile çalışmak gereklidir. Kazıma-oyma işlemlerinde uygulamaya başlamadan önce hangi noktaların aşındırılacağını önceden belirlemek işlem sırasında kolaylık sağlamaktadır. Aşındırma işlemlerinden sonra parlak cam yüzeyi matlaşmaktadır. Mat görünüm korunmak istenmezse, parlatılabilmektedir.¹⁶⁶



Görsel 5.47. Dremmel ile kazıma işlemi gerçekleştirilmiş cam boncuk
(B. Tosun Akın, 2021)

¹⁶⁵ Ertürk, 2017, **a.g.k.**, 68

¹⁶⁶ N. Gülgün Elitez, (2003). Plastik Sanatlarda Cam Malzemenin Uygulanışı. Sanatta Yeterlik Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Üniversitesi. s, 46

5.4.2. Kuşlama

Cam yüzeyinin kum ile aşındırılarak matlaştırılması işlemidir. Hava almayan özel kuşlama makineleri yardımıyla; bazalt, silis, grit granüllerinin basınçlı hava ile birlikte soğumuş ve kuru cam yüzeyine çarptırılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Görsel 5.48). Bu işleme kuşlama denir.



Görsel 5.48. Kuşlama makineleri

(https://ae01.alicdn.com/kf/H720a4bcda702498b9ad8a62b5cc5bd8ew/E-ik-manuel-k-k-elmas-kuru-sprey-kumlama-makinesi-alt-n-g-m-bak-r.jpg_50x50.jpg_.webp)

Kuşlama işlemi ile cam yüzeyinde pürüzlü bir doku elde edilmektedir. Tasarıma göre farklı boyutlarda yapılabilmektedir.¹⁶⁷ Günümüzde kuşlama yöntemi büyük kuşlama makinelerine gerek kalmadan da yapılabilmektedir. Yumuşak camlar için üretilmiş cam matlaştırma sıvısı ve kremi sayesinde, alevde şekillendirilmiş camlar soğuduktan sonra son aşama olarak bu özel karışım sıvıya batırılmaktadır. Çok kısa bir süre içerisinde yüzey matlaşmaktadır. Dekorlama işlemlerinde de sıklıkla kullanılmaktadır.

¹⁶⁷ Ertürk, 2017, a.g.k., 68



Görsel 5.49. Kumlama kremi uygulanmış cam boncuk
(<https://www.cammalzeme.com/cam-matlastirma-sivisi-550gr>)

Belirlenen desen, folyo ya da kâğıt üzerine çizilerek kumlanmak istenilen yer boyutunda kesilmektedir. Daha sonra krem ya da sıvı, matlaştırılacak cam yüzeye sürülerek, bir süre bekledikten sonra temizlenmektedir (Görsel 5.49). Dikkat edilmesi gereken noktalardan biri, tüm yüzey kumlanacaksa, yüzeyin elle teması kesilmelidir.

Tasarım, cam çubukta ya da mandrel üzerinde bırakılarak, daldırma ve kuruma işlemlerinde el ya da herhangi bir yüzey ile teması kesilebilmektedir. Kumlama işlemi bittikten sonra cam çubuktan ayrılmalıdır.¹⁶⁸

5.4.3. Serbest form yapımı

Yapılacak tasarıma göre işlem sırası değişiklik gösterebilmektedir fakat genellikle bu tarz çalışmalarda bütünden parçaya doğru ilerleme tekniğın püf noktasıdır. Temel hareket verildikten sonra detaylara geçilmektedir. Uygulanacak tasarım insan ise temel duruş verildikten sonra baş, kol, bacak gibi uzantılar yapılmaktadır (Görsel 5.50). Bir bitki uygulanacaksa, tasarımın bütününe uygun, ayrı ayrı işlenerek daha sonra birleştirilmektedir. Böylece işlem hızlı ve problemsiz bir şekilde uygulanabilmektedir.



Görsel 5.50. Alevde şekillendirme tekniğiyle heykel yapımı
(B. Tosun Akın, 2021)

¹⁶⁸ <https://www.cammalzeme.com/cam-matlastirma-sivisi-550gr> (Erişim Tarihi: 25.06.21)

Biçimlendirme işlemi tamamlandığında bitmiş cam tasarımını tutan başka bir camın birleşim kısmı heykelden ayrılmalıdır (Görsel 5.51). Tasarımın boyutuna göre en uygun tavlama işlemi yapılarak, cam soğumaya bırakılır. Bu işlem ile çeşitli boyutlarda tasarımlar elde etmek mümkündür. Büyük boyutlu bir tasarım için parçalı çalışma işlemi en doğru işlem olacaktır. Tasarım parçalara ayrılarak çalışılmalıdır. Tavlama işlemi yapıldıktan sonra cam soğutulduğunda ultraviyole yapıştırıcı yardımıyla parçalar birbirine birleştirilebilmektedir. Sıcak işlemde, parça ekleme işlemi yapılacaksa, eklenecek parçaların önceden ısıtılması gerekmektedir. Birleşecek iki camın sıcaklığı da eşitlenmelidir. Aksi halde camda çatlama, kırılmalar gerçekleşebilmektedir. Birleşim yerlerine küçük cam parçaları eklenerek yapıştırma yöntemi de kolaylıkla yapılabilmektedir.



Görsel 5.51. Cam heykel yapımı

(<https://www.youtube.com/watch?v=R3RBgtyQxQE>)

Alevde çok uzun süre durmuş ve fazla işlem görmüş bir cam, sürekli akışkan hale gelip, katılaşmış bir camdır. Bu durum camın yapısını olumsuz yönde etkilemektedir. Pratik yapıldıkça, el çabukluğu kazanılarak ve camın alev içerisindeki yapısını deneyimleyerek, hızlı bir şekilde uygulama gerçekleştirmek ve uygulama sonu tavlama işlemleri ile bu problemin önüne geçilebilmektedir.

6. KİŞİSEL ÇALIŞMALAR

Araştırmacı; kişisel çalışmalar kısmında araştırmayla ilgili denemelerden, uygulama aşamalarında karşılaştığı problemlerden ve çözüm önerilerinden bahsetmektedir. Çalışmaların hepsi bir tema üzerine hazırlanarak manifestosu ile birlikte sunulmuştur. Çalışmalarda camın esnekliği ve uyumu üzerinde durulmuştur. Farklı teknikler birarada kullanılarak, farkındalık kazandırılmak istenmiştir.

6.1. Göz



Görsel 6.1. Göz
(B. Tosun Akın, 2021)

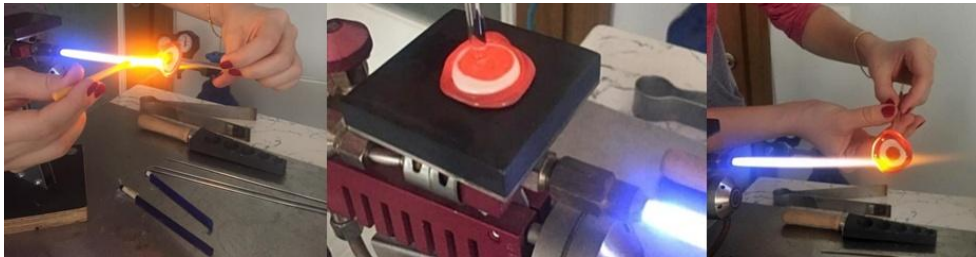
Bilindiği gibi cam üzeri resim çalışmaları, vitray çalışmaları adı altında toplanmaktadır. Bu çalışmada; farklı bir bütünlük aranarak, cam sanatı ile resim sanatını bambaşka bir boyutta birleştirmek hedeflenmiştir. İki alan arasında tek odak noktası gözlerdir. Çalışmada üç adet göz işlenmiştir. Göz boncuğu, üçüncü gözü simgelemektedir. Üçüncü gözün çakra rengi gece mavisidir. Fakat somut değildir. Bir kadın portresi üzerinde, cam olarak işlenerek somutlaştırılmıştır. Bunun sebebi algılamadır. Teorilere göre, üçüncü göz hayata dair farkındalığı, algıyı arttırmakta, egodan arınarak, sevgiyi, şefkati, birlik olma duygusunu yansıtmaktadır.

Üçüncü göz olarak anlatılan göz boncuğu nazar efekti ise, geçmişten bugüne yer edinmeyi başarabilmiş, koruyuculuğu yüksek mistik bir güç olarak bilinmektedir. İnsanların üzerinde sıklıkla taşıdığı nazar boncuğu genellikle mavi renk işlenir ve rengin nötrlüğü ön plana alınarak, kötü enerjiyi uzaklaştırdığına inanılır. Daha çok geleneksel sanat alanlarında karşımıza çıkan nazar boncuğu, bu çalışma ile modern, farklı bir perspektif kazanmıştır (Görsel 6.1).



Görsel 6.2. *Tablo yapım aşamaları*
(B. Tosun Akın, 2021)

Tuval boyutu 25x25 cm'dir. Akrilik boya kullanılarak arka fon renklendirilmiştir. Daha sonra resim kalemi ile detay girilmeden eskiz çizimi yapılarak boyama aşamasına geçilmiştir. Akrilik boyalar ile detaylar verilerek tablo tamamlanmıştır (Görsel 6.2).



Görsel 6.3. *Göz boncuğu yapım aşamaları*
(B. Tosun Akın, 2021)

Tasarıma uygun cam boncuk yapımı için alevde şekillendirme tekniğinden yararlanılmıştır. Çift yakıtlı şaloma ve effetre renkli, şeffaf camlar tercih edilmiş, uygulama aşamasında birden fazla teknik kullanılmıştır. Küre oluşturma, ezme, sarma, noktalama, akıtma ve delme işlemi uygulanarak, küpe oluşumu bakır tel üzerine işlenmiştir (Görsel 6.3). Daha sonra cam tavlanaarak fiber battaniyede yavaş soğumaya bırakılmıştır.



Görsel 6.4. Hatalı uygulama, termal genleşme katsayısı uyumsuz cam kullanımı
(B. Tosun Akın, 2021)

Camın soğuma işlemi gerçekleştikten sonra küpe oluşumu için çeşitli aparatlarla ve önceden kurutulmuş bitkiler ile cama eklemeler yapılarak, tuvale tasarıma uygun bir şekilde yerleştirilmiştir (Görsel 6.5). Birbirine uyumlu camların bir arada kullanılmasına özen gösterilmiştir. Tasarıma başlamadan hemen önce camların birbiriyle uyumlu olup olmadığı şalomada küçük parçalar halinde denenebilmektedir. Bu sayede daha sonra oluşacak kırılmaların, çatlama riskinin önüne geçilmektedir. Ekleme işlemleri yapılırken işlem gören camın ve eklenecek camın benzer ısıda olması hatasız kaynaşma işlemini sağlamaktadır. İki camın da aynı anda alevin içerisinde ısıtılma işlemi gerçekleştikten sonra renk ekleme işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem görmüş camın, eklenecek camın ısıtılması sırasında alevin dışarısında tutulması camın hızlı soğumasına ve çatlamasına neden olabilmektedir (Görsel 6.4). Bu sebeple iki cam da alevin içerisinde tutulmaya çalışılmıştır. Maşa, cımbız gibi yardımcı materyaller alevin uç kısmında birkaç saniye ısıtıldıktan sonra sıcak cam ile teması gerçekleştirilmiş, herhangi bir çatlama riskine izin verilmemiştir.



Görsel 6.5. *Üçüncü Göz, detay*
(B. Tosun Akın, 2021)

6.2. Toplum Baskısı

Borosilikat saydam ve renkli camlar kullanılarak yapılmıştır. Belirlenen konu üzerinde yoğunlaşılırken, el formları kullanılmıştır. Parmak izleri insanları birbirinden ayırır, herkes eşsizdir. Baskı altında kalan, direniş gösteren, kendi rengini bulmaya çalışan insanlar el formları ile simgelenmektedir. Günümüzde sıklıkla rastlanılan rahatsız edici, bireylerin hareketlerinin kısıtlandığı, anlamsız kurallara dikkat çekmek amacıyla üretilmiştir. Eserde eller; kişileri simgelemekle birlikte, renklerinin farklı olması yine aralarındaki farklılıkları anlatmaktadır. Cam fanus, toplumdur. Eller, cam fanusun içine kapatılarak baskı altına alınmıştır.



Görsel 6.6. *Şalomada alevde cam Şekillendirme teknikleri uygulanarak borosilikat cam el yapım aşaması*
(B. Tosun Akın, 2021)



Görsel 6.7. Toplum Baskısı
(B. Tosun Akın, 2021)

Borosilikat camları sert camlar olarak bilinmektedir ve zor eriyen camlardır. Bu sebeple sıcaklık derecesi yüksek enerjili bir alevde çalışılmıştır. Parmaklar yapılırken alevin daha noktasal çıkmasına özen gösterilmiştir. Serbest form yapım tekniklerinde olduğu gibi bütünden parçaya doğru ilerlenmiştir. Avuç içi yapıldıktan sonra parmak eklemleri sırasıyla ve tek tek uygulanmıştır (Görsel 6.6).

Cam noktasal ısıtılırken bütünün soğumasına izin verilmemiş, belli aralıklarla bütünü ısıtma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Parmaklar ince ve saydam çubuklarla çekme işlemi yapılarak yapılmış, alev ve çeşitli materyaller yardımıyla, el formu ve dokuları verilmeye çalışılmıştır. Çalışmayı bitirmeden tavlama işlemi yapılarak vermikülit ve fiber battaniyede soğutma işlemi yapılmıştır. Camlar soğuduktan sonra ellerin bağlı olduğu uzun olan çubuklar alev yardımıyla belli bir oranda kısaltılmış ve fanusa yapışabilmesi için, alt kısımları grafit düz plaka üzerinde düzleştirilmiştir (Görsel 6.7). Tekrar soğumaya bırakılmıştır.

Fanus için hazır olan el formları ultraviyole yardımıyla fanusa yapıştırılmış, sunuma hazırlanmıştır (Görsel 6.8). Bu işlemler sırasında vermikülitte soğumaya bırakılan birkaç camda hızlı soğuma kaynaklı stres oluşmuş, çatlamlar görülmüştür. Fiber battaniyede soğumaya bırakılan camlarda çatlaklık gözlemlenmemiştir.



Görsel 6.8. *Toplum Baskısı, sunum*
(B. Tosun Akın, 2021)

6.3. Gelenekselin İçinden

Nazarköy cam ustası Uğur Karataş'ın yardımlarıyla araştırmacı, geleneksel cam boncuk fırınlarında çalışma fırsatı yakalayarak 3000 yıllık boncuk sanatını yerinde deneyimleme şansına erişmiştir. Alevde cam şekillendirme tekniğinde boncuk yapımı ile benzer işlemlere sahip, geleneksel cam boncuk yapımı şaloma yerine geleneksel sıcak cam fırınında gerçekleştirilmiştir. Fırın içerisinde yüksek enerjili alev sayesinde hammaddeler eriyerek camlaşmaktadır. Daha sonra çeşitli materyaller yardımıyla cam biçimlendirilmektedir. Ustalar camı kendileri elde etmektedir. Alevde cam şekillendirme tekniğinde ise camlar dışarıdan hazır bir şekilde temin edilmektedir.

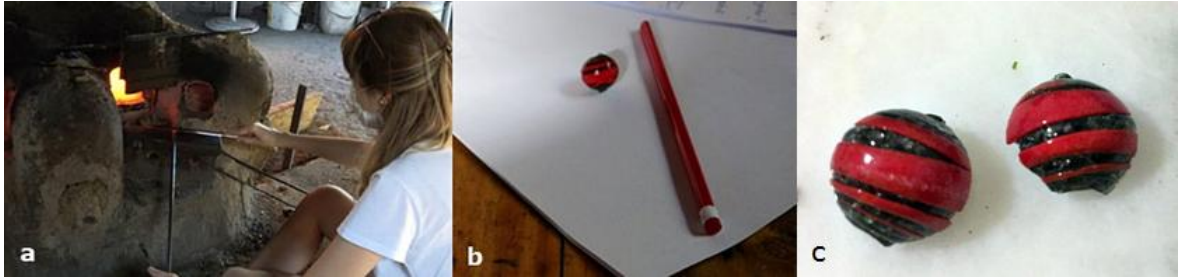


Görsel 6.9. *Geleneksel cam boncuk fırınında ergimiş camın asebeye sarılması işlemi*
(B. Tosun Akın, 2021)

Sıcak cam tekniği boncuk uygulamasında; alevde cam şekillendirme tekniği cam boncuk uygulamasında olduğu gibi, ilk işlem küre oluşturma için sarma işlemidir.

Fırının içerisindeki ergimiş cam kazaki yardımıyla kaldırılmakta ve asabeye yavaşça sarılmaktadır (Görsel 6.9). Daha sonra cam, boncuk kalıpları ile biçimlendirilmektedir. İsteğe göre ezme gibi farklı işlemler de uygulanabilmektedir. Alevde cam şekillendirme tekniğinde ise bu işlem direkt mandrele sarılarak uygulanmaktadır. İsteğe göre maşa, cıvız, kalıplar yardımıyla cam şekillendirilebilmektedir.

Cama ekstra bir ısıtma işlemi uygulamadan hızlıca göz boncuğundaki renkler eklenebilir ya da farklı renkte başka bir cam üzerine sarılabilmektedir. Araştırmacı hem fırındaki camı deneyimlemek hem de günümüz şalomasında kullanılan camı fırında ergiterek denemeler yapmıştır. Alevde cam şekillendirme tekniğinde kullanılan effetre kırmızı renginde bir cam çubuk, sıcak cam fırınında uygun bir noktada ergitilerek asebe üzerine sarılmıştır. Effetre kırmızı cam ve fırın içerisindeki hazır halde bulunan siyah cam ile bir tasarım oluşturulmuştur. İki camın uyumluluğu kontrol edilmiştir. Şekil alan cam boncuk, asebeden ayrılarak kavaraya (tavlama bölümü) bırakılmıştır.



Görsel 6.10. *Boncuk kalıpları yardımıyla şekillenen cam (a), effetre ve fırın camı kullanılarak yapılmış cam boncuk (b), stres oluşum sonucu (c)*

(B. Tosun Akın, 2021)

Herhangi bir kırık, çatlak oluşumu gözlemlenmemiştir fakat birkaç gün sonra camın kırıldığı görülmüştür (Görsel 6.10). Bunun sebebi içerisinde oluşan tansiyon, cam uyumsuzluğu (termal genişleme katsayısı) nedenidir. Camların birbiriyle uyumsuzluğu, camlar saydam olmadığı için farkedilememiş ve iç kısımlardaki çatlak zamanla yürüyerek camın kırılmasına sebep olmuştur.



Görsel 6.11. Geleneksel cam boncuk bitmiş ürün
(B. Tosun Akın, 2021)

Geleneksel cam boncuk fırınında nazar boncuğu renkleri kullanılarak, nazar boncuğunun dışında farklı bir boncuk şekli denenmiştir (Görsel 6.11). Cam ustası Uğur Karataş ile farklı bir cam boncuk çalışması uygulanmıştır. Heykel yapımını andıran bu işlemle boncuk üzerinde hızlıca bir profil çıkartılmıştır. Alevde cam şekillendirme tekniği serbest form yapımında olduğu gibi bütünden parçaya doğru şekillendirme işlemi gerçekleştirilmiştir.



Görsel 6.12. Geleneksel cam boncuk fırınında ergimiş camın şekillendirme aşaması
(B. Tosun Akın, 2021)

Camı, sarma ve ezme işlemi tamamlandıktan sonra nazar boncuğu renkleri beyaz, sarı, siyah camlar çalışmaya eklenerek, ezme işlemi tekrar uygulanmıştır. Burun, dudak işlemi yapıldıktan sonra cam harmana değdirilmeden ısıtılmış ve yeniden yumuşaması sağlanmıştır. Isınan camdaki dudak iki yana doğru merdan yardımıyla uzatılmıştır. Kulak için cam eklenmiştir (Görsel 6.12). İşlem kavaraya bırakılarak, fırınla birlikte yavaş yavaş soğutulmuştur. Fırın içerisinde hazır olan camlar kullanıldığı için uyumsuzluk yaşanmamış, herhangi kırık, çatlama olmamıştır (Görsel 6.13).



Görsel 6.13. *Geleneksel cam boncuk, takı tasarımı bitmiş ürün*
(B. Tosun Akın, 2021)

6.4. Dilek Tut



Görsel 6.14. *Dilek Tut, detay*
(B. Tosun Akın, 2021)

Dilekler çok güçlü bir enerjiyi serbest bırakır. Bize maddesel ya da nesnel unsurlarla engellenmemiş bir dünya hayal etmemiz için alan açarlar. Dilek tutmanın kuralı yoktur, böylece bir an için hayallerimizin sesini bulmasına izin veririz ve bu da kalbimizin en derin sesiyle bağ kurmamıza yardımcı olur. Bütün kültürlerde pek çok küçük şey dilek dilemek için bir fırsattır. Yanağa düşmüş bir kirpik, kayan bir yıldız ya da bir dilek ağacı.

Evren insanların içinden onlarla birlikte akıp geçer. İçimizden geçirdiklerimiz, dileklerimiz ne zaman gerçek olur bilinmez. Doğa izliyor, yaşıyor, nefes alıyor, nefes aldırıyor. Bir ağacın gövdesine dokunurken mucizeyi hissetmek ve o mucizenin bir parçasına dönüşmek. Doğa evrenin bir parçasıdır, biz de öyle. Bir dilek tuttum ve başucuma koydum (Görsel 6.14).



Görsel 6.15. Uygulama aşaması

(B. Tosun Akın, 2021)

Çalışmada borosilikat cam kullanılmıştır. Doğa yeşildir. Bu sebeple, borosilikat, opak yeşil cam ve şeffaf cam tercih edilmiştir. Parçadan bütüne doğru gidilmiş, yapraklar ve dallar tek tek yapılmış, uygulama sonunda iki camın birbirine kaynaşma işlemiyle birleştirilmiştir. Çalışmada; küre oluşturma, akıtma, çekme, bükme işlemleri sırasıyla uygulanmıştır (Görsel 6.15).

Birleşim ve parçaları tutma aşamalarında şeffaf cam kullanılmıştır. Yaprak formları alev dışında verilerek, materyale yapışma ve olası deformasyonlara izin verilmemiştir. Borosilikat cam aleve direkt olarak sokulmuş, camda herhangi bir çatlama, stres oluşumu gözlemlenmemiştir. Yaprak formları farklı ebatlarda yapılmıştır. Dallar için tel çubuk çekilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken şey, stringer camların üzerine eklenecek cam parçaları taşıyabilir kalınlıkta olması gerektiğidir (Görsel 6.16). Çalışmalar, fiber battaniyede soğumaya bırakılmıştır.



Görsel 6.16. *Dilek Tut, sunum aşaması*
(B. Tosun Akın, 2021)

Tasarım üç parçadan oluşmaktadır. Bir parçada birleştirilecek camların birbiriyle kaynaşmaları yapılmadan işlem gerçekleştirilmiştir. Sadece cam yaprak birleşim noktası ısıtılarak, dal soğuk bırakılmış, cam yaprak dala yapıştırılmıştır. Yaprakların bir süre sonra dal formundan düşerek ayrılmaları gözlemlenmiştir. Birleşim yerlerinden ayrılan parçalar, ultraviyole yardımıyla yeniden bir bütün haline getirilmiştir (Görsel 6.17).



Görsel 6.17. *Uygulama hataları*
(B. Tosun Akın, 2021)

6.5. Mutluluğa Boya Beni

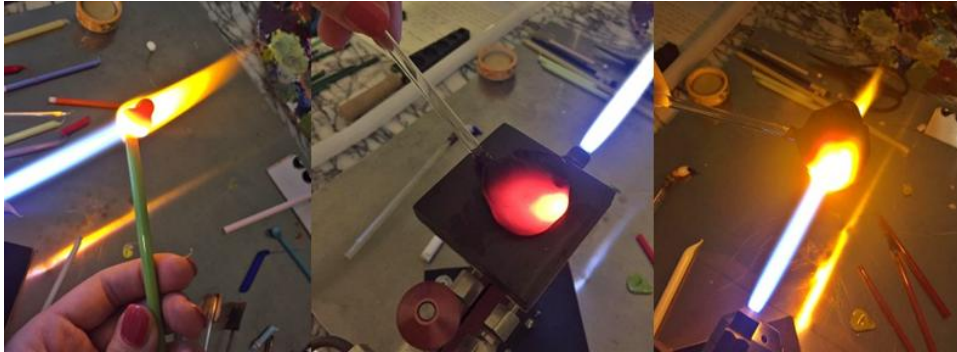


Görsel 6.18. *Mutluluğa Boya Beni, detay*
(B. Tosun Akın, 2021)

Etrafımızdaki insanların ne denli farkındayız?

Ne zaman dünyayı bir başkasının gözlerinden görmeye çalıştık?

Bazen kendi hayatımıza o kadar çok odaklanıyoruz ki, dünyaya başkalarının gözünden bakmayı unutuyoruz. Bu durum bizi başkalarının hayatlarına karşı körleştiriyor. Aslında sadece içimizdeki o saf enerjiyi, sevgiyi yaşamayı denemiş, içimizdeki rengi bir başkasına bulaştırmış olsaydık, her yer ne güzel renklenirdi. Birbirimizin hayatlarına her an dokunuyor, hayatlarını her an etkiliyoruz. Mutluluğu yaymanın sonsuz yolu var. İçimizi ısıtan, hissettiğimiz o rengi bir başkasına yayarak birbirimizi mutluluğa boyayabiliriz (Görsel 6.18).



Görsel 6.19. *Boya modeller uygulama aşaması*
(B. Tosun Akın, 2021)

Çalışmada; effetre renkli, saydam ve opak cam çubuklar kullanılmıştır. Küre oluşturma, ezme yöntemi, akıtma ve çekme yöntemleri kullanılmıştır (Görsel 6.19. Görsel 6.20) Boya formları oluşturmak için, bölgesel ısıtma işlemi uygulanmış, farklı et kalınlıklarında bırakılmıştır. Yer yer inceliği verebilmek için, geniş çaplı eklemeler yapılmış, büyük boy maşa yardımıyla ezme yöntemi uygulanarak dışa doğru çekilmiştir. Elde edilen cam boya formlarının ebatları birbirinden farklıdır. Mümkün olduğunca kısa sürede uygulama aşaması sonlanmış, fiber battaniye kullanılarak soğumaya bırakılmıştır.



Görsel 6.20. Cam fırça modeli
(B. Tosun Akın, 2021)

Uygulama aşamasında, cam boya modellerindeki ince et kalınlığı, ısıtma işleminde deformasyonlara sebep olmuştur. Deforme olan camlar, düz bir zemin üzerinde eğimli ve yükselti duruşu sebebiyle, tasarımda kullanılamamıştır (Görsel 6.21.). Diğer modellerde noktasal alev yardımıyla sorun çözülmüştür. Hafif eğim oluşmuş camlar, yüzük ve broş çalışmalarında değerlendirilmiştir.



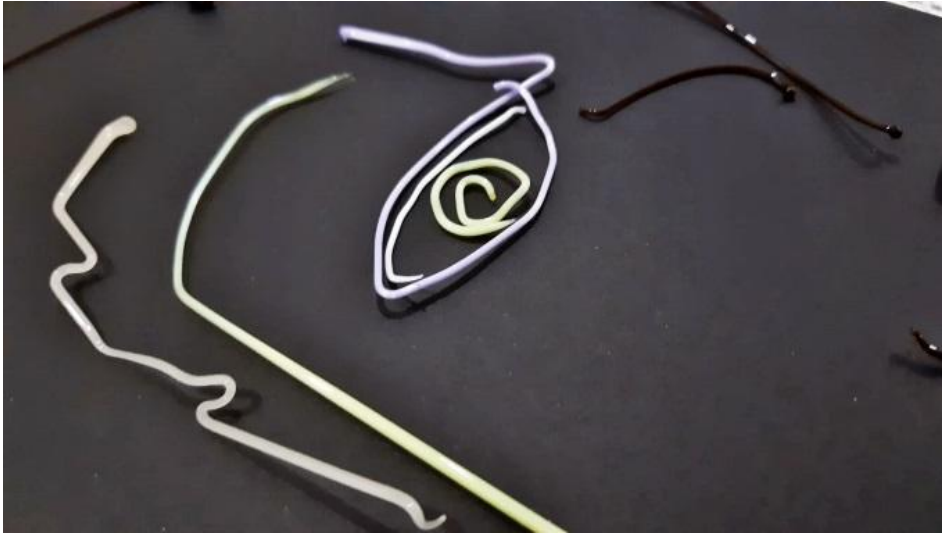
Görsel 6.21. Hatalı cam boya modellerinin farklı şekilde değerlendirilmesi
(B. Tosun Akın, 2021)

Soğuyan camlar, önceden hazırlanılmış palete yerleştirilerek, hızlı yapıştırıcı yardımıyla sabitlenmiştir.



Görsel 6.22. *Mutluluğa Boya Beni, sunum*
(B. Tosun Akın, 2021)

6.6. Sadece Sen



Görsel 6.23. *Sadece Sen, detay*
(B. Tosun Akın, 2021)

Kendini gerçekleştirme; insanın özünde varolan potansiyelin açığa çıkması ve bu potansiyeli en mükemmel şekilde kullanmasıdır. Maslow; insanın değerli, kendine özgü ve iyiye yönelik bir özbene sahip olduğundan bahsetmektedir.

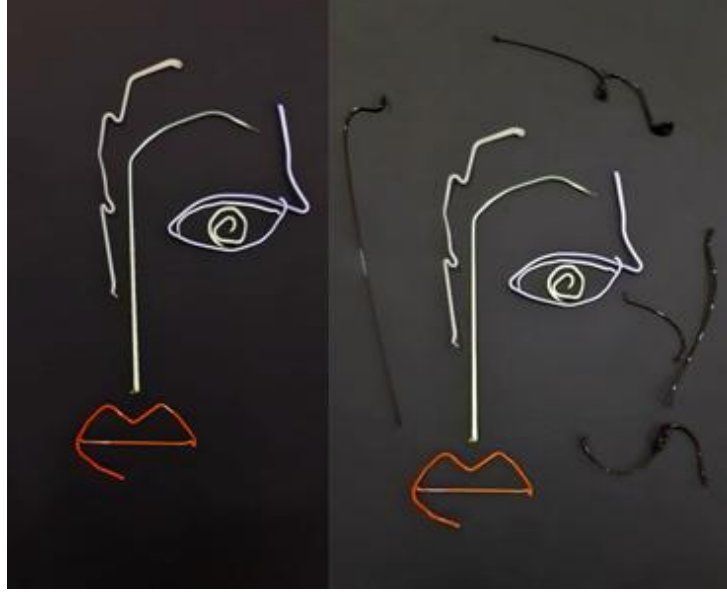
Çalışmada; doğumdan bu yana süregelen kendini gerçekleştirme eylemine yer verilmek istenmiştir. Hepimiz içimizde bireysel bir güçle doğarız. İhtiyaçlarımız, kendimiz olduğumuz anları kapsar. Kendini gerçekleştiren kişiler; insanların ve kendilerinin, kuvvetli - zayıf yönleriyle barışıktır. Özerk bir yapıya sahiptirler. Bu sebeple figür, cam ile çizgisel verilmeye çalışılmış ve henüz tamamlanmamış kısımlardan oluşmaktadır. Tamamlanmak bir süreçtir. Yaşam boyu sürer. Dünyaya ilk geliş anımızda renklerimiz yoktur. Kendimizi bulduğumuz, içimizdeki güzelliği keşfettiğimiz her yerde renkleniriz. Bu sebeple figür; siyah fon üzerine, renkli cam çubuklarla verilmiştir (Görsel 6.23).



Görsel 6.24. *Sadece Sen* uygulama aşamaları, denemeler
(B. Tosun Akın, 2021)

Çalışmada Effetre içi dolu renkli cam çubuklar kullanılmıştır. Uygulama öncesinde eskiz hazırlanmış, denemeler yapılmıştır. Çubuk bükme tekniği ve stringer cam çekme tekniği uygulanarak tasarıma uygun şekil verilmiştir (Görsel 6.24). Stringer camların inceliği sebebiyle noktasal ısıtma işlemi uygulanmış, az enerjili bir alev tercih edilmiştir. Böylece ince cam çubukların alev içerisinde kontrolsüz eriyerek deforme olma olasılığı önlenmiştir. Cımbız ve maşa yardımıyla çubuk bükme işlemi gerçekleştirilmiştir. Fiber battaniye kullanılarak soğutma gerçekleştirilmiştir.

Soğuyan camlar, siyah bir fon üzerine tasarıma uygun dizilmiş ve cam yapıştırıcısı ile yapıştırılmıştır (Görsel 6.25).



Görsel 6.25. *Sadece Sen, sunum*
(B. Tosun Akın, 2021)

6.7. Sınırsız



Görsel 6.26. *Sınırsız*
(B. Tosun Akın, 2021)

Hatalar bir ceza mıdır, yoksa ödül mü?

Öyle ki herhangi bir sorun için karşımıza bin farklı çözüm önerisi çıkmaktadır. Peki biz sorunların içindeki sabır ve zenginliğin ne kadarını görebiliyoruz? Yanlıkların içinde, en güzel ödüllerin gizli olabileceğini hep atlıyoruz. Bir konuda istikrar sağlandığında, bir hata değerlendirildiğinde sonuç bambaşka bir şekilde değişebiliyor.

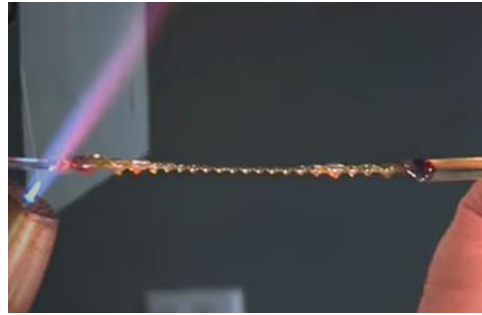
Bir tasarımı uygulama aşamasında yapılan herhangi bir hata bozabiliyor, işe sıfırdan başlanabiliyor. Peki yanlış olduğunu düşündüğümüz uygulamanın üzerine gidilmiş olunsaydı, neler değişirdi?

Hayat da bu şekilde değil mi? (Görsel 6.26)



Görsel 6.27. Uygulamada kullanılan effetre cam çubuklar
(B. Tosun Akın, 2021)

Uygulamada effetre, renkli şeffaf çubuklar birlikte kullanılmıştır. Camların birbiri ile uyumu tasarım öncesi kontrol edilmiş herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır. İki cam üst üste bindirilerek, ısıtılıp ergitildiğinde burkma işlemi ile kaynaşma gerçekleşmiş daha sonra çekme işlemi uygulanmıştır (Görsel 6.27). Çekme işlemi gerçekleşirken, döndürme sırasında oluşan dokunun, alev içerisinde eriyerek düzleşmesine izin verilmemiştir.



Görsel 6.28. Camı döndürerek burkma işlemi

(https://www.youtube.com/watch?v=YsJxlXiez8&list=PL0E9063C833CBBC08&index=4&ab_channel=CorningMuseumofGlass)

Çekme işlemi yapılırken camın eşit bir şekilde ısıtılarak çekilmesi, eşit et kalınlığı oluşumunu sağlamaktadır (Görsel 6.28). Burada yapılmış bir hatanın devamı getirilerek farklı et kalınlığına sahip stringer camlar çekilmiş ve farklı bir tasarıma dönüştürülmüştür.

Parçalar tek tek hazırlanarak, daha sonra noktasal ısıtma işlemiyle camlar birbirine kaynaştırılmıştır. Alev içerisinde çok fazla durmadığı için fiber battaniyede soğuma işlemi gerçekleştirilmiştir. Herhangi bir çatlak oluşumu gözlemlenmemiştir.



Görsel 6.29. *Sınırsız, detay*
(B. Tosun Akın, 2021)

Uygulama için hazırlanmış kurutulmuş yaprak ve çiçek süsü, kıyafet şeklinde yeniden tasarlanmış ve camların üzerine yerleştirilmiştir (Görsel 6.29). Camlar, tasarım için özel olarak kesilmiş kütük parçasına, hızlı yapıştırıcı kullanılarak sabitlenmiştir. Hızlı yapıştırıcı spreyi camı matlaştırmaktadır. Kullanım aşamasında, zemine noktasal uygulanarak olası problem engellenmiştir. Araştırmacı; bu tasarım ile hataların sınır tanımadan değerlendirilebileceğini anlatmaktadır.

SONUÇ

Bu tez çalışmasında; camın tanımı, alevde cam şekillendirme tekniğinin tanımı, tarihsel süreci, kullanılan cam türleri, güvenli çalışma alanı için atölye donanımında gerekli olan araçlardan bahsedilmiştir. Ayrıca; alevde cam şekillendirme tekniğinde yaygın olarak kullanılan araçlar ve yaygın olarak kullanılan yöntemler, yöntemlerin uygulama aşamaları, çalışma sırasında karşılaşılabilecek olası problemler ve onların çözüm önerileri aktarılmıştır. Alevde cam şekillendirme uygulama aşamaları hakkında denemeler yapılarak ve yazılı kaynaklardan faydalanılarak bilgiler, örneklendirilerek görsellerle birlikte sunulmuştur.

Alevde cam şekillendirme tekniğinin, günümüze yaşayarak ve gelişerek gelebilmeyi başarmış, ulaşılabilirliği yüksek bir teknik olduğu belirtilmeye çalışılmıştır. Günümüzde şalomalar sayesinde küçük bir odada herkes tarafından yapılabilen, her yere kolaylıkla taşınabilen popüler bir uygulama haline gelmiş, bu sayede tekniksel gelişim süreci hızla devam etmiştir. Alevde şekillendirme tekniğinde kullanılan cam türleri karşılaştırılarak avantajları ve dezavantajları belirtilmiştir.

Ülkemizde alevde cam şekillendirme tekniğinde yaygın olarak kullanılan camların soda-kireç camı, borosilikat camı ve kurşun camı olduğu belirtilerek, camlar hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Borosilikat camları, ön ısıtma işlemi yapılmadan doğrudan aleve girebilirken, soda-kireç camlarının ön ısıtma işlemi yapıldıktan sonra aleve girmesi gerektiği gözlemlenmiştir. Yumuşak cam olarak tanımlanan soda – kireç camının düşük alev içerisinde kolaylıkla işlenebildiği, sert cam olarak bilinen borosilikat camın biçimlendirme aşamasının yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilmesi gerektiği görülmüştür. Oksijen konsantratörlerinin borosilikat camın eritilmesinde yetersiz kalabildiği, soda-kireç camları için daha uygun olabileceği gözlemlenmiştir. Sert camların alevde geç yumuşaması ve alevden çıktığı anda sertleşmeye başlaması, uygulama aşamasının daha dikkatli ve hızlı olması gerektiği üzerinde durulmuştur. Alevde cam çalışma tekniğinde kullanılan camların soda-kireç ve borosilikat camları ile sınırlı kalmadığı, farklı cam türlerinin de kullanıldığı örneklerle birlikte sunulmuştur. Yapılan araştırmada kullanılan diğer camlarda uygulama aşamaları ve dikkat edilmesi gereken noktalar vurgulanmıştır.

Tavlama işleminde kullanılacak malzemelerden ve tavlama aşamalarından detaylıca bahsedilmiştir. Isıl işlem görmüş her cam çalışmasının iç gerilimini engellemek için mutlaka tavlama işleminin yapılması gerekmektedir. Camların et kalınlıklarına bağlı olarak tavlama işleminin gerçekleştirilmesi gerektiği üzerinde durularak, örnek diyagramlar tablo halinde sunulmuştur. Her cam bileşimi farklı tavlama sıcaklıklarına ve gerilim sıcaklıklarına sahiptir.

Tablo 7.1.Cam türlerine göre tavlama ve gerilim noktaları

	Soda - Kireç Camı	Borosilikat Camı	Effetre Camı	Kurşun Camı
Tavlama Noktası	555 °C	566 °C	516 °C	450-470 °C
Gerilim Noktası	515 °C	526 °C	476 °C	410-430 °C

Tablo 7.1’de alevde cam şekillendirme tekniğinde ülkemizde yaygın olarak kullanılan cam türlerinin tavlama ve gerilim noktaları verilmiştir. Camların tavlama sıcaklıkları camın yapısına, şekline, boyutlarına göre değişiklik göstermektedir. Camın tavlama noktasını belirlemede; renk, kalınlık ve kullanılan camın harmanı etken rol oynamaktadır. Soda-kireç camı gibi düşük sıcaklıklarda eriyen camın tavlama sıcaklığı 555 °C’iken, borosilikat camının tavlama sıcaklığı 566 °C’dir. Borosilikat camların ısıl özellikleri soda camlarına oranla daha güçlüdür. Kurşun camının tavlama noktası, cam içerisindeki kurşun miktarına göre değişmektedir. Tavlama noktası belirlenirken gerilim noktasının 35-40 °C üstü ele alınmalıdır.

Tavlama işleminden oluşabilecek hataları önlemek için, ilk aşamada camdaki gerilimlerin çok kısa bir sürede giderilebileceği bir sıcaklığa erişmemiz gerekmektedir. Camın her tarafı eşit sıcaklığa ulaşana kadar bu sıcaklıkta bekletilmelidir. Bu sıcaklığın camın şeklini koruyabileceği bir seviyede olması önemlidir. Sonraki aşamada cam kontrollü bir şekilde soğutulmalıdır. Tavlama süreçleri incelendiğinde; ince ve küçük camların tavlama kumları, fiber battaniyeler ile tavlanabildiği, büyük boyutlu, parçalı camlar için ise tavlama fırınlarının kullanılması gerektiği gözlemlenmiştir.

Yaygın olarak karşılaşılan hataların; şaloma alevinin sıcaklığının yüksek ya da düşük olmasına, camı alevde tutma süresinin uzun ya da kısa olmasına, camın alev içerisinde doğru konumlandırılmamasına bağlı olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, farklı cam türlerinin bir arada kullanılmasına, birlikte kullanılacak camların termal genleşme (COE) katsayılarının ve yumuşama sıcaklıklarının farklılıklarına, yanlış tavlama sıcaklıklarına, kullanılan aletlerin uygun olmayan kullanımına bağlı olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çözüm önerileri, teknik bilgilerle desteklenmiştir.

Alevde cam şekillendirme tekniğinde yaygın olarak kullanılan yöntemler tek tek açıklanarak hatalı ürün ve hatasız ürün görselleri paylaşılmış, oluşan hataların nasıl giderileceği ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Alevde cam şekillendirme tekniği; tez çalışmasında bahsedilen yöntemlerle sınırlı gibi gözükse de her cam sanatçısı kendine uygun bir şekilde teknikleri daha da geliştirerek ve yeni denemeler yaparak, sınır tanımayan sonsuz sayıda birbirinden eşsiz ürünler ortaya koyabilmektedir. Cam sanatında sabırla ve devamlı pratik yapıldıkça gelişim sağlanmaktadır. Uygulama sırasında oluşabilecek problemler karşısında, yılmadan çalışılmalı, kapsamlı kaynaklardan yararlanılmalı, farklı yöntemler denenerek çözüme ulaşılmalıdır. Alevde cam şekillendirme tekniği uygulama aşamalarında sonuca ulaşmak için alternatif yollar her zaman bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Ağatekin, M. (2009). Cam Temel Eğitimi, Cam Tekniklerine Giriş Ders Notları. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.
- Ağatekin, M. ve Aydın, M. (2010). Plastik Sanatlarda Cam ve Tarihsel Gelişimi. Camgeran Uluslararası Katılımlı Uygulamalı Cam Sempozyumu Bildiri Kitabı. Anadolu Üniversitesi. G.S.F Yayınları. Eskişehir.
- Arda, E. (2018). Cam Tornası ve Çömlekçi Çarkı ile Artistik Cam Uygulamaları. Hacettepe Üniversitesi. G.S.E. Seramik Anasanat Dalı, Sanatta Yeterlilik Tezi. Ankara.
- Canav Özgümüş, Ü. (2013). Çağlar Boy Cam Tasarımı. Arkeoloji ve Sanat Yayınları. İstanbul.
- Çelik, İ. U. (2009). *Açık Alev Karşısında Kıvrırma, Bükme, Üfleme Teknikleri*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.
- Dilbas Andic, L. (2012). Turkish Glass Culture, Turkish Glass Culture And Its Relationship With Contemporary Glass And Education. Lap Lambert Academic Publishing. Saarbrücken, Germany.
- Dunham, Bandhu. S, (2002). Contemporary Lampworking. Malaysia: Salusa Glassworks
- Ertürk, N. (2017). *Cam Sanatında Alevde Çalışma Tekniği*. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.
- Geylani, B. D. (2015). *Çağdaş Cam Sanatında Açık Alev İle Şekillendirmenin Yeri*. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi. İstanbul.
- Gordon, J, (2010). Creative Lampworking. 1.Basım. C&C Offset Printing Co. Ltd
- Gülgün Elitez, N. (2003). *Plastik Sanatlarda Cam Malzemenin Uygulanışı*. Sanatta Yeterlilik Tezi. Mimar Sinan Üniversitesi. İstanbul.
- Günkaya, G. (2020). Arts and Crafts & Art Nouveau, Tasarım Tarihi ders notları. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.
- Hemachandra, R. (2011). The Penland Book of Glass, Master Classes in Flamework Techniques, 1.Basım. New York.
- Küçükbiçmen, E. (2011). Açık Alevde Cam Şekillendirme Yöntemleri İçin Temel Bilgiler Ders Notu. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.

- Küçükbiçmen, E. (2005). *Cam Şekillendirme Yöntemleri ve Kişisel Yorumlar*. Sanatta Yeterlik Tezi. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.
- Küçükerman, Ö. (1978). *Cam ve Çağdaş Tasarım İçindeki Yeri*. 1. Basım. Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
- Küçükerman, Ö. (1985). *Cam Sanatı ve Geleneksel Türk Camcılığında Örnekler*. 1. Basım. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. Ankara.
- Küçükerman, Ö. (1987). *3000 Yıllık Akdeniz Camcılığının Anadolu'daki Son İzleri Göz Boncuğu*. 1. Basım. Apa Ofset Basımevi Sanayi ve Ticaret AŞ. İstanbul
- Ryland Mears, (2003). *Flameworking creating glass beads, sculptures & functional objects*, Lark Books , a division of Sterling Publishing Co
- Shelby, J.E, *Introduction to Glass Science and Technology*, 2. Basım.
- Stone, G, (2000) *Firing Schedules for Glass The Kiln Companion*, First Edition, Melbourne.
- Tosun Akın, B. (2021). *Uğurlu Boncuk Cam Atölyesi, Uğur Karataş ile Röportaj*. Nazarköy.

İnternet Kaynakları

- http1:** http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.55deef1bc749f5.56835755 (Erişim Tarihi: 08.01.2020)
- http-2:** <https://www.cmog.org/article/lamp> (Erişim Tarihi: 15.02.21)
- http-3:** https://tr.wikipedia.org/wiki/Bunsen_beki (Erişim Tarihi: 16.02.2021)
- http-4:** <https://www.lizbowdenbeads.com/tools-of-the-trade.html> (Erişim Tarihi: 24.03.2021)
- http-5:** <https://www.lizbowdenbeads.com/glass-for-making-beads.html> (Erişim Tarihi: 24.03.21)
- http-6:** <https://www.cammalzeme.com/effetre-591213> (Erişim Tarihi: 25.03.21)
- http-7:** <https://www.prometheushobby.com/Alevle-Cam-Calisma/Effetre-Filigran-Cubuklar/Beyaz-Filigran-5-6mm-592208-p737c69c117.html> (Erişim Tarihi: 25.06.21)
- http-8:** <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1021> (Erişim Tarihi: 04.04.22)
- http-9:** <https://www.lizbowdenbeads.com/blog/learning-all-about-double-helix-glass> (Erişim Tarihi: 24.03.21)
- http-10:** <https://www.prometheushobby.com/Alevle-Calisma/Double-Helix-Cubuklar-c69c99.html?language=tr> (Erişim Tarihi: 08.09.21)
- http-11:** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Viskozite> (Erişim Tarihi: 04.04.22)
- http-12:** <https://tolgakaranfil.webnode.com.tr/products/cam-ve-teknik-ozellikleri/> Erişim Tarihi: 04.04.22
- http-13:** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Vermik%C3%BClit> (Erişim Tarihi: 05.04.21)
- http-14:**
https://www.bigbeadlittlebead.com/guides_and_information/guide_to_making_lampwork_glass_beads.php (Erişim Tarihi: 05.04.21)
- http-15:** https://www.artcoinc.com/annealing_bubbles.php (Erişim Tarihi: 10.07.21)
- http-16:**
https://www.bullseyeglass.com/images/stories/bullseye/PDF/other_technical/2020_annealing_thick_slabs_celsius.pdf (Erişim Tarihi: 04.04.22)
- http-17:** <file:///C:/Users/KULLANICI/Downloads/6.%20hafta.pdf> sf1 (Erişim Tarihi: 04.04.22)
- http-18:** <https://slideplayer.biz.tr/slide/2003458/> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

http-19:

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=sapl%C4%B1%20grafit> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

http-20: <https://www.lizbowdenbeads.com/how-to-make-a-bead.html> (Erişim Tarihi: 24.03.21)

http-21: <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Cam-Ufleme-Aletleri/Sicak-Cam-Kesme-Makasi-kucuk-p706c69c115.html?search=makas> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

http-22: : <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Cam-Ufleme-Aletleri/Parmak-Tutucu-En-Kucuk-Boy-p229c69c115.html?search=parmak%20tutucu> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

http-23: <https://www.cammalzeme.com/cam-ufleme-borusu-8mm-> (Erişim Tarihi: 25.06.21)

http-24:https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p4041_Product_4000.html (Erişim Tarihi: 25.06.21)

http-25: <https://www.cammalzeme.com/tel-08mm> (Erişim Tarihi: 25.06.21)

http-26:<https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri/Cam-Cubuk-Tutucu-p447c69c79.html?search=cam%20%C3%A7ubuk%20tutucu> (Erişim Tarihi: 25.03.21)

http-27: <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri/Cam-Cubuk-Dayama-Plakasi-p136c69c79.html> (Erişim Tarihi: 27.03.21)

http-28: <https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p230.html> (Erişim Tarihi: 30.06.21)

http-29:https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p4605_Diamond_Reamer_Tool.html (Erişim Tarihi: 30.06.21)

http-30: <https://www.cammalzeme.com/cam-matlastirma-sivisi-550gr> (Erişim Tarihi: 25.06.21)

http-31: <https://www.matteskuche.com/about> (Erişim Tarihi: 24.02.21)

Görsel Kaynakları

Görsel 2.1. B. Karasu ve N. Ay, (2000). Cam Teknolojisi Temel Ders Kitabı. 1. Baskı. Milli Eğitim Basımevi. Ankara. s, 7 Erişim Tarihi: 09.01.2020

Görsel 3.1. <https://www.cmog.org/article/lamp> Erişim Tarihi: 15.02.2021

Görsel 3.2. J. Gordon, (2010). Creative Lampworking. 1.Basım. C&C Offset Printing Co. Ltd

Görsel 3.3. J. Gordon, (2010). Creative Lampworking. 1.Basım. C&C Offset Printing Co. Ltd

Görsel 3.4. <https://www.cmog.org/article/lamp> Erişim Tarihi: 15.02.2021

Görsel 3.5. <https://www.cmog.org/article/lamp> Erişim Tarihi: 15.02.2021

Görsel 3.6. K. Karklins vd.,(2009). Beads Journal of the Society of Bead Researchers. Vol. 21. Canada.s,11 Erişim Tarihi: 21.02.21

Görsel 3.7. <https://www.cmog.org/article/lamp> Erişim Tarihi: 15.02.2021

Görsel 3.8. <https://www.scienceprofonline.com/microbiology/how-to-light-a-Bunsen-burner.html> Erişim Tarihi: 15.02.2021

Görsel 3.9. <https://www.aliexpress.com/i/4001065477604.html> ,
https://www.thomassci.com/Equipment/Burners/_/Utility-Blast-Burner ,
<https://www.hackroft.com/new-advanced-glass-blow-pipe-blast-burner-torch-with-2-interchangeable-nozzles-p-102651.htm> Erişim Tarihi: 15.02.2021

Görsel 4.1.

https://cdn.cimri.io/image/240x240/nurgaz-ng2600-yakyak-purmuz-set_311349978.jpg
, Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.2. <https://www.cammalzeme.com/salumolar-kat57.html> ve

<https://www.alexmakina.com/smith-little-torch> Erişim Tarihi: 15.02.2021

Görsel4.3. [https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Atolye-](https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Atolye-Kitleri/Kit-1-p597c69c100.html)

[Kitleri/Kit-1-p597c69c100.html](https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Atolye-Kitleri/Kit-1-p597c69c100.html) Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.4. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.5. J. Gordon, (2010). Creative Lampworking. 1.Basım. C&C Offset Printing Co. Ltd, s, 32

Görsel 4.6. J. Gordon, (2010). Creative Lampworking. 1.Basım. C&C Offset Printing Co. Ltd, s, 32

Görsel 4.7. <https://youtu.be/gOzlroP7j1I> Erişim Tarihi: 21.10.21, Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi Erişim Tarihi: 04.02.21

Görsel 4.8. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi Erişim Tarihi: 04.02.21

Görsel 4.9. <https://www.lizbowdenbeads.com/tools-of-the-trade.html> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.10. <https://www.cammalzeme.com/page.php?act=arama> Erişim Tarihi: 25.06.21

Görsel 4.11. <https://sc04.alicdn.com/kf/Ha8503a57a48b45d292e77ea5d7e7efceQ.jpg>
<https://www.okulstore.com/ProductImages/97013/big/gp9005etc.jpg> Erişim Tarihi: 18.11.21

Görsel 4.12. <https://www.cammalzeme.com/images/kategoriler/Effetre-String-resim-80.jpg> Erişim Tarihi: 18.11.21

Görsel 4.13. <https://www.lizbowdenbeads.com/blog/learning-all-about-double-helix-glass>
Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.14. <https://youtu.be/gOzlroP7j1I> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.15. <https://warm-glass.co.uk/bullseye-stringers-05mm-mixed-transparent-opal-p-4003.html> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.16. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 4.17. Guide To Making Lampwork Glass Beads BIG BEAD LITTLE BEADS
Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.18. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 4.19. <https://www.cammalzeme.com/karma-s1-cam-boncuk-tavlama-cok-amacli-firin> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.20. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 4.21. <https://www.gia.edu/gems-gemology/summer-2018-microworld-wollastonite-in-devitrified-glass-imitating-horsetail-inclusions-in-demantoid-garnet>
Erişim Tarihi: 20.09.21

Görsel 4.22. https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1oXrPmPqhSKJjSspnq6A79XXab/Grafit-ubuk-ubu-u-Y-ksek-Saf-Karbon-Grafit-Elektrot-ubuklar-Pirolitik-Grafit-Karbon-ubuklar-Y.jpg_Q90.jpg_.webp Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.23. https://pazarogeleri.news/4/thumb-73902_Saf1%C4%B1k-99-99-grafit-blok-levha-plaka/pics.jpg Begüm Tosun Akın fotoğraf arşivi Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel4.24.

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=grafit>
Erişim Tarihi: 25.03.21

Görsel 4.25. <http://www.e-nasilyapilir.net/cam-nasil-yapilir/cam-kalip-dokum/>

<https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri-c69c79.html?page=3> Erişim Tarihi: 27.03.21

Görsel4.26. <https://www.cammalzeme.com/page.php?page=1&act=arama&str=mandrel>
Erişim Tarihi: 25.06.21

Görsel4.27.

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=ma%C5%9Fa> Erişim Tarihi: 25.03.21

Görsel4.28.

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=c%C4%B1mb%C4%B1z> Erişim Tarihi: 25.03.21

Görsel4.29.

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=makas> Erişim Tarihi: 25.03.21

Görse4.30.

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=tungsten> Erişim Tarihi: 25.03.21

Görsel4.31.

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=tutucu> Erişim Tarihi: 25.03.21

Görsel 4.32. <https://www.cammalzeme.com/cam-ufleme-borusu-8mm->

<https://www.cammalzeme.com/ufleme-mandreli> Erişim Tarihi: 25.06.21

Görsel 4.33. <https://www.cammalzeme.com/tel-08mm> Erişim Tarihi: 25.06.21

Görsel 4.34. <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri-c69c79.html?page=2> Erişim Tarihi: 25.03.21

Görsel 4.35. <https://www.prometheushobby.com/Aevle-Cam-Calisma/Aevle-Calisma-Malzemeleri-c69c79.html?page=2> Erişim Tarihi: 27.03.21

Görsel 4.36. <https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p230.html> Erişim Tarihi: 30.06.21

Görsel4.37.

<https://www.prometheushobby.com/index.php?route=product/search&search=ay%C4%B1r%C4%B1c%C4%B1> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 4.38. <https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/d26.html> Erişim Tarihi: 25.06.21

Görsel4.39.

https://www.bigbeadlittlebead.com/guides_and_information/guide_to_making_lampwork_glas_beads.php Erişim Tarihi: 15.02.21

Görsel 4.40. <https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p343.html> Erişim Tarihi: 27.03.21

Görsel 4.41.

https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p4605_Diamond_Reamer_Tool.html Erişim Tarihi: 30.06.21

Görsel 5.1. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.2. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel5.3.

https://www.youtube.com/watch?v=nRx0q5rEXcw&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=9 Erişim Tarihi: 15.10.2020

Görsel 5.4. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.5. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.6. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.7. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.8. L. Kopp, vd., The Penland Book of Glass, Master Classes in Flamework Techniques. Lark Crafts, NewYork, First Paperback, 2011, s, 51 Erişim Tarihi: 15.10.2020

Görsel 5.9. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.10. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.11. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.12. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.13. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.14. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.15. <https://www.youtube.com/watch?v=FYEQncN14W0> Erişim Tarihi: 06.11.21

Görsel 5.16. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.17. L. Kopp, vd., The Penland Book of Glass, Master Classes in Flamework Techniques. Lark Crafts, New York, First Paperback, 2011, s, 144 Erişim Tarihi: 15.10.2020

Görsel 5.18. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel5.19.

https://www.youtube.com/watch?v=YsJjIXiez8&list=PL0E9063C833CBBC08&index=4&ab_channel=CorningMuseumofGlass Erişim Tarihi: 27.10.21

Görsel 5.20. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.21. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.22. Küçükerman, Ö.(1985). Cam Sanatı ve Geleneksel Türk Camcılığında Örnekler. 1.Basım. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. Ankara. s, 76,207 (Erişim Tarihi: 19.10.21)

Görsel 5.23. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel5.24.

https://www.youtube.com/watch?v=YsJjIXiez8&list=PL0E9063C833CBBC08&index=4&ab_channel=CorningMuseumofGlass Erişim Tarihi: 27.10.21 , Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.25. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.26. https://www.instagram.com/p/B7G__WenNPV/ Erişim Tarihi: 25.10.21

Görsel 5.27. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.28. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel5.29.

https://www.youtube.com/watch?v=pRRK8Y9qpcU&ab_channel=SalemCollegeNJ Erişim Tarihi: 10.10.21

Görsel 5.30. <https://www.instagram.com/p/Ben6cIlNveo/>, Erişim Tarihi: 25.10.21

Görsel 5.31. <https://www.youtube.com/watch?v=uM-HqT1v2C4&t=38s> Erişim Tarihi: 03.07.21

Görsel 5.32. L. Kopp, vd., The Penland Book of Glass, Master Classes in Flamework Techniques. Lark Crafts, New York, First Paperback, 2011, s, 37,227 Erişim Tarihi: 15.10.2020

Görsel 5.33. <https://youtu.be/TKPzCZDOWeE0> Erişim Tarihi: 25.10.21

Görsel 5.34. L. Kopp, vd., The Penland Book of Glass, Master Classes in Flamework Techniques. Lark Crafts, New York, First Paperback, 2011, s, 217 Erişim Tarihi: 15.10.20

Görsel 5.35. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.36. L. Kopp, vd., The Penland Book of Glass, Master Classes in Flamework Techniques. Lark Crafts, New York, First Paperback, 2011, s, 216 Erişim Tarihi:15.10.2020

Görsel 5.37. <https://www.instagram.com/p/B6EievFJEC3/> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 5.38. <https://www.instagram.com/p/CKuBkQVJ5l2/> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel5.39.

https://www.youtube.com/watch?v=x4V7Cj5z1OE&list=PL0E9063C833CBBC08&index=7&ab_channel=CorningMuseumofGlass Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 5.40. <https://www.youtube.com/watch?v=t->

[li6OiBsQ&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=11,](https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p3545.html)

<https://www.tuffnellglass.com/contents/en-uk/p3545.html> Erişim Tarihi: 04.07.21

Görsel5.41.

<https://www.instagram.com/p/CK9Ot49nckU/>,https://www.youtube.com/watch?v=UnZ-QYAcMTA&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=7 Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 5.42. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.43. <https://www.instagram.com/p/CT4sXUJAbfD/> ,

https://www.instagram.com/p/COsypYxH_ny/ ,

<https://www.instagram.com/p/CN2TkTsnDsm/> Erişim Tarihi: 21.10.21

Görsel 5.44. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.45. Begüm Tosun Akın fotoğraf arşivi - N. Ertürk, (2017). Cam Sanatında Alevde Çalışma Tekniği. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, s. 68 Erişim Tarihi: 05.07.21

Görsel5.46.

https://www.youtube.com/watch?v=KkwJdtRyv9U&list=PLHeWAP4kvLdSpazM_HaVB8yQ8mqb-jwkg&index=12 Erişim Tarihi: 19.10.21

Görsel 5.47. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.48. <https://ae01.alicdn.com/kf/H720a4bcda702498b9ad8a62b5cc5bd8eu/E-ik->

manuel-k-k-elmas-kuru-sprey-kumlama-makinesi-alt-n-g-m-bak-
r.jpg_50x50.jpg_.webp Erişim Tarihi: 12.11.21

Görsel 5.49. <https://www.cammalzeme.com/cam-matlastirma-sivisi-550gr> Erişim
Tarihi: 25.06.21

Görsel 5.50. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 5.51. <https://www.youtube.com/watch?v=R3RBgtyQxQE> Erişim Tarihi:
14.09.21

Görsel 6.1. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.2. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.3. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.4. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.5. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.6. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.7. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.8. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.9. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.10. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.11. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.12. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.13. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.14. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.15. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.16. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.17. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.18. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.19. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.20. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.21. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.22. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.23. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.24. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.25. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.26. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel 6.27. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Görsel6.28.

https://www.youtube.com/watch?v=YsJxlXiez8&list=PL0E9063C833CBBC08&index=4&ab_channel=CorningMuseumofGlass Erişim Tarihi: 27.10.21

Görsel 6.29. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Şekil Kaynakları

Şekil 3.1.

https://www.bigbeadlittlebead.com/guides_and_information/guide_to_making_lampwork_glass_beads.php Erişim Tarihi: 15.02.2021 (Çizim: B,Tosun Akın)

Şekil 3.2. <https://www.cmog.org/article/lamp> Erişim Tarihi: 15.02.2021 (Çizim: B,Tosun Akın)

Şekil 3.3. <https://www.cmog.org/article/lamp> Erişim Tarihi: 15.02.2021 (Çizim: B,Tosun Akın)

Şekil3.4. <https://www.scienceprofonline.com/microbiology/how-to-light-a-Bunsen-burner.html> Erişim Tarihi: 19.02.2021 (Çizim: B,Tosun Akın)

Şekil 5.1. Begüm Tosun Akın Fotoğraf Arşivi

Tablo Kaynakları

Tablo 4.1. J.E. Shelby, Introduction to glass science and technology, 2.Basım.

Tablo 4.2.

https://www.bullseyeglass.com/images/stories/bullseye/PDF/other_technical/2020_annealing_thick_slabs_celsius.pdf Erişim Tarihi: 04.04.2022

Tablo 4.3. Begüm Tosun Akın Arşiv

Tabla 7.1. G. Stone, (2000) Firing Schedules for Glass The Kiln Companion, First Edition, Melbourne. S,