

**CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ
VE KİŞİSEL YORUMLAR**

Esin Kűçűkbiçmen

Sanatta Yeterlik

Seramik Anasanat Dalı

Anadolu Őniversitesi Gűzel Sanatlar Enstitűsű

Aralık 2015

CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ VE KİŞİSEL YORUMLAR

Esin Kűkűbiçmen

SANATTA YETERLİK

Seramik Anasanat Dalı

Danışman: Prof. Soner Genç

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Gűzel Sanatlar Enstitüsü

Aralık 2015

ÖZET

CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ VE KİŞİSEL YORUMLAR

Esin Küçükbiçmen

Seramik Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Aralık, 2015

Danışman: Prof. Soner Genç

Zengin bir kültür üzerinde yaşadığımız Türkiye toprakları birçok farklı alanlarda olduğu gibi, cam alanında da köklü bir mirasa sahiptir. Geçmişten gelen üretimdeki tasarım ve teknik zenginlik, günümüzdeki cam üretim yöntem çeşitliliğine de yansımaktadır. Bu nedendir ki tezin yazımında, cam üretim yöntemlerinin çeşitliliği ve bu yöntemlerin barındırdığı teknik incelikler araştırılmıştır. Bu tez kapsamında çok geniş bir araştırma ve uygulama alanına sahip olan cam üretim yöntemlerinin öncelikle tarihçesi özetle verilmiştir; ayrıca Türkiye'deki cam üretiminin geçmişten günümüze, tarihçesine değinilmiştir.

Bugüne kadar bilinen cam üretim yöntemlerine ek olarak kişisel cam üretim yöntemi önerileri de sunulmuştur. Şekillendirme yöntem önerisi ile ilgili atölye deneyleri yapılmış, sonuçlarına yer verilmiştir. Sonuç kısmında ise tez kapsamında uygulamaları yapılmış olan farklı şekillendirme yöntemleri tartışılmıştır. Tezin içerdiği araştırmaların, açıklamalı uygulamalarının literatürü zenginleştireceği, ilgili sanatçı ve araştırmacılara faydalı bir kaynak oluşturacağı umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cam, Şekillendirme, Üretim, Yöntem, Sanat, Yorum

ABSTRACT

TECHNIQUES OF GLASS PRODUCTION AND PERSONAL INTERPRETATIONS

Esin KÜÇÜKBİÇMEN

Ceramic Department

Anadolu University Post Graduate School of Fine Arts, December, 2015

Advisor: Prof. Soner GENÇ

Turkey, as in many other fields, also owns a very old heritage in the field of glass production. The diversity that derives from the past, reflects itself as a versatility in today's glass production. With this study, different kinds of glass production methods and the hints that each technique keeps inside has been aimed to be observed. In the wide field of the subject 'glass production', the history of glass production has been mentioned firstly. Afterwards, the known techniques that have been used in glass production have been explained with suitable examples.

Besides, personal suggestions about glass shaping have also been discussed. These technical suggestions have been applied in the glass workshop. Tests about the suggested methods have been done and the results observed. In the conclusion part, the applications of the methods that have been mentioned in the thesis, have been discussed. It is hoped that this thesis, will be a useful source in the literature of glass art for other artists and researchers in this field.

Keywords: Glass, Shaping, Technique, Production, Art, Interpretation

29/12/2015

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tez/proje çalışmasının bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumunda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan bilimsel intihal tespit programıyla 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.

Esin Küçükbiçmen

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Esin KÜÇÜKBİÇMEN'in "**Cam Şekillendirme Yöntemleri ve Kişisel Yorumlar**" başlıklı tezi **29 Aralık 2015** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, **Seramik Anasanat Dalı Sanatta Yeterlik** tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Soner GENÇ

Üye : Prof. Emel ŞÖLENAY

Üye : Prof. Dr. Münevver ÇAKI

Üye : Doç. Nurettin GÜLAÇTI

Üye : Yrd. Doç. Nazlı Gülgün ELİTEZ

Prof. Sıdıka Sibel SEVİM
Anadolu Üniversitesi
Güzel Sanatlar Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Sanatta yeterlik tez danışmanlığımı yürüten değerli hocam Seramik Bölüm Başkanı Prof. Soner Genç'e bana verdiği değerli fikirler, destek ve gösterdiği sabır için çok teşekkür ederim. Tez için sunduğu fikirler ve katkıları sayesinde konuyu daha farklı bir bakış açısı ile ele almamı sağlayan Yrd. Doç. Nazlı Gülgün Elitez'e teşekkürü borç bilirim. Ayrıca, Güzel Sanatlar Fakültesi Dekanı Prof. Emel Şölenay'a, Cam Bölüm Başkanı Prof. Mustafa Ağatekin'e teşekkür ederim.

Dr. Nuray Öncül'e, Ferhan Kızıltepe'ye, Gülben Aslan'a, Gökçen Kılınç'a, Latife Erden Kemmitt'e, Cam Bölümü teknisyen ve öğrencilerine, sergi hazırlıkları aşamasında emeği geçen arkadaşlarıma ayrıca teşekkür ederim.

Çok özel bir teşekkürü ise annem Ursula Küçükbiçmen, babam Orhan Küçükbiçmen, kardeşim Selda Küçükbiçmen Cebeci'ye ithaf etmek istiyorum.

Esin Küçükbiçmen, 2015 Eskişehir

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZGEÇMİŞ	viii
TABLolar LİSTESİ	xiv
GÖRSELLER LİSTESİ	xvii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM CAM VE CAMIN TARİHÇESİ

1. CAMIN TANIMI VE TARİHÇESİ	4
1.1. Camın Tanımı	4
1.2. Cam Çeşitleri (Doğal Camlar, Yapay Camlar)	5
1.3. Camın Tarihçesi	8
1.3.1. Tarih Öncesi ve Günümüz Camı	8
1.3.2. Anadolu Camının Tarihçesi	13
2. CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ	23
2.1. Sıcak Cam Şekillendirme Yöntemleri	25
2.1.1. Ana Teknikler	28
2.1.1.1. Döküm İle Şekillendirme Yöntemi	28
2.1.1.1.a. Serbest Şekillendirme	29
2.1.1.1.b. Kalıp İçinde Şekillendirme	30
2.1.1.2. Üfleme İle Şekillendirme Yöntemi	35
2.1.1.2.a. Serbest Üfleme	38

2.1.1.2.b. Kalıba Üfleme	41
2.1.1.3. Serbest Sıcak Cam Şekillendirme Yöntemi	44
2.1.2. Ara Teknikler	51
2.2. Isı ile Cam Şekillendirme Yöntemleri	58
2.2.1. Ana Teknikler	59
2.2.1.1. Fırında Şekillendirme	59
2.2.1.1.a. Füzyon ile Cam Şekillendirme	62
2.2.1.1.b. Bükülme ve Uzamaya Dayalı Şekillendirme Yöntemleri	73
2.2.1.2. Açık Alevde Cam Şekillendirme	75
2.2.1.2.a. Üfleme ile Şekillendirme	80
2.2.1.2.b. Serbest Şekillendirme	82
2.2.1.2.c. İç Kalıp Üzerinde Şekillendirme	87
2.2.2. Ara Teknikler	90
2.3. Soğuk Cam Şekillendirme Yöntemleri	91
2.3.1. Aşındırma Yöntemi	91
2.3.1.1. Mekanik Aşındırma	92
2.3.1.2. Kimyasal Aşındırma	110
2.3.2. Kırma ve Kesme	111
2.3.3. Yapıştırma ve Laminasyon	113

İKİNCİ BÖLÜM

FARKLI CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE UYGULAMALAR VE ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİNE ALTERNATİF ÖNERİLER

1. FARKLI CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE “EV KAVRAMI” KONULU UYGULAMALAR	118
1.1. ‘Hane İçinde Hane’	118
1.2. ‘Sırça Köşkler’	122
1.3. ‘Bütünleşen Anılar’	126
1.4. ‘Tepedeki Evler’	127
1.5. ‘Evsiz’	128

1.6. ‘Çocuk Oyunu’	129
1.7. ‘Üçüncü Boyut’	130
1.8. ‘Züccaciye Dükkanı Gibi Evler’	134
1.9. ‘Cadde Boyunca Yükselenler’	135
1.10. ‘Kuşbakışı Standart Yaşamlar’	136
1.11. ‘Her Evde Başka Yaşamlar’	138
2. KUM KALIP İÇİNDE ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMİNE ALTERNATİF	
UYGULAMA OLARAK AÇIK ALEVDE FÜZYON.....	139
2.1. Uygulama İçin Modelin Hazırlanması.....	140
2.2. Çalışmanın Yürütülmesi	142
SONUÇ	156
KAYNAKÇA	160

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Pencere camının imalatında kullanılan SKS camı reçetesi.....7 Kaynak: Warm Glass, 26, 2005.	7
Tablo 2. Farklı dönemlere ait, farklı cam şekillendirme yöntemleri ile üretilmiş eser örnekleri.....13	13
M.Ö. 1352-1336, Mısır, İç kalıp üzerinde şekillendirme Kaynak: Five Thousand Years of Glass, 28, 1991.	
M.Ö.1.yy- M.S.1.yy, Mısır, mozaik cam (kalıp içinde füzyon) Kaynak: Early Glass of The Ancient World, 375, 1994.	
8.-9. yy İran yapımı, üfleme ve diskte şekillendirme Kaynak: Five Thousand Years of Glass, 117, 1991.	
Antik Yunan Dönemi, kalıp içine üfleme Kaynak: Five Thousand Years of Glass, 83, 1995.	
Roma Dönemi Diatreum cam, 4.yy. soğuk cam işleme Kaynak: Warm Glass, 14, 2005.	
Suriye kökenli cam, M.S. 8.-9.yy. sıcak cam üfleme ve ekleme yöntemi Kaynak: Five Thousand Years of Glass, 123, 1995.	
Amalric Walter (1870-1959), Art Nuoveau Dönemi, Fransa, pate de verre yöntemi Kaynak: Çağdaş Cam Sanatı, 43, 2012.	
Maurice Marinot (1882-1960), Stüdyo Camcılığı hareketi, Fransa, sıcak cam üfleme, HF asit ile indirgeme Kaynak: Five Thousand Years of Glass, 21, 1995	
Harvey Littleton (1922-2013), Stüdyo Camcılığı Hareketi, ABD, dolu sıcak cam şekillendirme, kesme Kaynak: http://www.cmog.org/audio/voices-contemporary-glass-harvey-littleton , (Erişim Tarihi: 24.02.2014)	
Tablo 3. Cam sektöründe üretilen bazı ürünler ve üreticileri21 Kaynak: MEGEP http://ismek.ibb.gov.tr/ismek-el-sanatleri-kurslari/webedition/file/2013_hbo_program_modulleri/turkiyede_cam_sektoru.pdf (Erişim Tarihi: 12.11.2014)	21
Tablo 4. Sıcak cam şekillendirme yöntemleri.....26	26

Tablo 5. Sıcak cam şekillendirme yöntemlerinde kullanılan fırın ve ısıtıcı ekipmanlar	26
Pipo ısıtma fırını:	
Kaynak: http://mikegigi.com/glostool.htm (Erişim Tarihi: 21.01.2013)	
Ergitme tankı:	
Kaynak: http://mrjfurnaces.co.uk/mrjfurnaces.co.uk/products/index.html (Erişim Tarihi: 21.01.2013)	
Trommel:	
Kaynak: http://www.vesta.com.tr/firinlar/cam/sicak-camla-calisma/tromeller-ve-ekipmanlari/ (Erişim Tarihi: 21.01.2013)	
Kargez:	
Kaynak: http://www.vesta.com.tr/firinlar/cam/sicak-camla-calisma/tromeller-ve-ekipmanlari/ (Erişim Tarihi: 21.01.2013)	
Tablo 6. Sıcak cam şekillendirme yöntemlerinde yardımcı ısı kaynakları ve hava soğutucular	27
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Tablo 7. Sıcak cam şekillendirme kullanılan el aletleri ve malzemeler	27
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Tablo 8. Kalıplar	28
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Tablo 9. Koruyucu malzemeler	28
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Tablo 10. K. Pawlak'ın uyguladığı alçı kalıba cam döküm uygulamasının fırın çizelgesi	34
Tablo 11. Isı ile cam şekillendirme yöntemleri	58
Tablo 12. Fırın ısısına göre camda gözlenen değişimler	61
Kaynak: Firing Schedules For Glass, 25, 2000	
Tablo 13. Kalıp içinde ergitme yöntemi için Bray'in önerdiği başka bir kalıp reçetesi	67
Kaynak: Glass Dictionary, 69, 2001.	
Tablo 14. Pişirim aşamasında kullanılan fırın diyagramı	69
Tablo 15: Açık alevde cam şekillendirme aşamasında ihtiyaç duyulabilecek teçhizat, alet ve edevat	79
Tablo 16: Soğuk cam şekillendirme yöntemleri	91

Tablo 17: Soğuk cam şekillendirme esnasında kullanılan alet ve edevattan bazıları.....	93
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen	
Tablo 18. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları.....	144
Tablo 19. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	145
Tablo 20. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	146
Tablo 21. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	147
Tablo 22. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	148
Tablo 22. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	149
Tablo 24. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	150
Tablo 25. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	151
Tablo 26. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	152
Tablo 27. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	153
Tablo 28. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları	154

GÖRSELLER LİSTESİ

- Görsel 1.** Obsidyen örneği.....6
Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Obsidian...> (Erişim Tarihi:12.01.2013)
- Görsel 2.** Fulgurit örnekleri.....6
Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Fulgurite...> (Erişim Tarihi:12.01.2013)
- Görsel 3.** Moldavit örneği.....6
Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Moldavite...> (Erişim Tarihi:12.01.2013)
- Görsel 4.** Libya Çöl Camı örneği.....6
Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Libyan_desert... (Erişim Tarihi:12.01.2013)
- Görsel 5.** Cam Boncuklar (M.Ö. 6.-2.yy Akdeniz Körfezi), İç kalıpta şekillendirilmiş parfüm şişeleri (M.Ö. 6-4.yy, Akdeniz Körfezi).....10
Kaynaklar: Warm Glass, 11, 2005., Early Glass of the Ancient World, 8, 1994.
- Görsel 6.** Seramik pipolar ile cam üflendiğini gösteren, yağ kandili üzerindeki tasvir..11
Kaynak: Early Glass of the Ancient World, 82, 1994.
- Görsel 7.** Toledo Deneyi'nde Cathleen McCarthy seramik pipo ile cam üflerken.....11
Kaynak: Early Glass of the Ancient World, 85, 1994.
- Görsel 8.** Göbekli Kase, Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi.....14
Kaynak: <http://sites.museum.upenn.edu/gordion/articles/artefacts/30-glass> (Erişim Tarihi:18.02.2013)
- Görsel 9.** 'Cam Fırını ve Camcılar' ile 'Camcıların Geçisi' adlı minyatür çalışmaları..15
Kaynak: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Surnamei_H%C3%BCmayun_glassblowers (Erişim Tarihi:11.02.2015)
- Görsel 10.** Beykoz camlarından örnekler, Şişecam Sergisi, İş Bankası Binası, İstanbul.....17
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2009
- Görsel 11.** Çeşm-i Bülbül tabak ve pipo, Şişecam Sergisi, İstanbul.....17
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2009
- Görsel 12.** 1935: Paşabahçe'nin pazara sürülecek, ilk ürünlerin elde edildiği cam fırını.....18
Kaynak: <http://www.sisecam.com.tr/tr/kurumsal/tarihce/fotograflarla/> (Erişim Tarihi:03.01.2013)
- Görsel 13.** Paşabahçe'nin açılışında (1934) İsmet İnönü'nün üretimi incelemesi.....18
Kaynak: <http://www.sisecam.com.tr/tr/kurumsal/tarihce/fotograflarla/> (Erişim Tarihi:04.09.2012)
- Görsel 14.** Geleneksel yöntemlerle sürdürülen cam boncuk yapımı.....22
Kaynak: Nazar Boncuğu, 4, 2010.

Görsel 15. İç gerilime sahip cam kaynağının polariskop yardımıyla görülmesi.....	25
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 16. Serbest cam döküm yöntemi ile cam şekillendirme.....	29
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 17. Metal kalıp içine cam dökümü.....	31
Kaynak: http://serceparmak.com/edebiyat/?i=298&cam_kati_mi,_sivi_midir.. (Erişim Tarihi: 20.06.2014)	
Görsel 18. Metal kalıp içine döküm ile şekillendirilmiş cam balık, E. Kula, 2012.....	31
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2012	
Görsel 19. Kuma döküm ile şekillendirme; Marmara Üniv. GSF, 2011.....	32
Fotoğraf: Tülin Akgül, 2011	
Görsel 20. Kuma döküm ile şekillendirme, Anadolu Üniv. GSF, 2012.....	32
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2012	
Görsel 21. Alçı kalıp içine döküm ile şekillendirme, GSF. A.Ü.....	33
Fotoğraf: Kazimierz Pawlak, 2010	
Görsel 22. Kalıp içine cam dökümü ile üretilen form, K. Pawlak, 2010.....	35
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2010	
Görsel 23. İlk üfleme ile oluşan hava kabarcığı.....	35
Kaynak: http://entertainment.howstuffworks.com/arts/artwork/glassblowing2.htm (Erişim Tarihi: 09.10.2014)	
Görsel 24. Sıcak cam çalışma tezgahı.....	36
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 25. Haznenin şekillendirilmesi Gövde ve ayak kısımlarının eklenmesi.....	37
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 26. Ayağın düzeltilip puntiyeye alınması, Ağızın açılması, kadehin puntiden ayrılması.....	37
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 27. ‘Hiyerarşi’, Esin Küçükbiçmen, 2008, Serbest üfleme, açık alevde cam şekillendirme ve soğuk şekillendirme.....	38
Fotoğraf: Filiz Dinç, 2011	
Görsel 28. Filgözü cam örneği.....	39
Kaynak: http://www.glasmalereibern.ch/kunstglaserei/ornamentverglasung/ (Erişim Tarihi: 09.07.2014)	
Görsel 29. ‘Üfleme ile oluşturulmuş bilinen en eski pencere camı’.....	39
Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Glass (Erişim Tarihi: 09.07.2014)	

Görsel 30. Sıcak camın punti ucunda savrulması yöntemiyle düz cam elde edilmesi.....	39
Kaynak: Warm Glass, 28, 2005.	
Görsel 31. Silindir şeklinde üflenen camın kesilerek plaka cam haline getirilmesi.....	40
Kaynak: Warm Glass, 28, 2005.	
Görsel 32. İncalmo tekniğinde şekillendirme.....	41
Çizim: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 33. İncalmo yöntemi ile şekillendirilmiş vazo, E. Küçükbiçmen, F. Enami, Ushio Atölye, 2008.....	41
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 34, 35. Metal ve ahşap sıcak cam üfleme kalıpları.....	43
Kaynak: http://www.glassblower.info/glassblowing-wood-blocks-and-wood-molds (Erişim Tarihi: 23.02.2015)	
Görsel 36. Ahşap kalıp içine cam üfleme yöntemi, ‘Taşma’ E. Küçükbiçmen, 2009.....	44
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2009	
Görsel 37. Punti ucunda şekillendirilmiş formlar, kağıt ağırlığı, 2015 ve ‘İsyankar Denizyıldızı’, E. Küçükbiçmen, 2007.....	45
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2007	
Görsel 38. Punti ucunda dolu cam şekillendirme çalışmaları: ‘Küçük Ağaç’ (9 cm) ve ‘Kırmızı Burgu’ (14 cm), E. Küçükbiçmen, 2007.....	46
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2007	
Görsel 39. ‘Bülbül’ün Göz Yaşları’ 2012, Tasarım: E. Küçükbiçmen.....	47
Fotoğraflar: Serhat Özdemir, 2012	
Görsel 40. Roll-up yönteminde kullanılacak murrini camlarının Fujiko Enami tarafından hazırlanması.....	48
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 41. Murriniler kullanılarak yapılan roll-up (F.Enami).....	49
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 42. Yuvarlama (Roll up) çalışması ile yapılan uygulamanın devamı.....	49
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 43. Yuvarlama (roll-up) tekniğinde yapılan vazonun son aşamaları.....	50
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 44. Roll-up yöntemiyle çalışılmış ‘Çeşm-i Yorum’ Serisinden, ‘Döngü I-II’ Tasarım: Esin Küçükbiçmen,Uygulama: Köksal Türker, 2011.....	51
Fotoğraflar: Serhat Özdemir, 2011	

Görsel 45. Mühürle baskı yöntemi ile şekillendirilmiş cam obje.....	52
Kaynak: Glass Beads, 29, 1988.	
Görsel 46. Ayaklı cam kadehlerin yapımında kullanılan çok parçalı çelik kalıp ve ürünler, Cam Müzesi, Porto.....	53
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 47. Farklı renlerdeki camların çelik masaya kepçelerle dökülüp karıştırılması.....	54
Kaynak: www.youtube.com/watch?v=tDyeiePort0 ... (Erişim Tarihi:10.07.2014)	
Görsel 48. Gözboncuğu'nun yapıldığı geleneksel bir cam boncuk fırını.....	55
Fotoğraf: mebk12.meb.gov.tr/meb_iysoncuk-ocaklari_42684.html... (Erişim Tarihi:04.03.2015)	
Görsel 49. Serbest presleme yöntemi ile üretilen cam boncuklar, İzmir, Kurudere.....	55
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen	
Görsel 50. Camda doku verilmek üzere kullanılan maşa.....	55
Kaynak: http://www.cmog.org/article/tools-glassmaker (Erişim Tarihi:18.02.2015)	
Görsel 51. Dokulu yassı cam boncuklar.....	55
Kaynak: https://www.etsy.com/listing/198454079/seafoam-leaf-pressed (Erişim Tarihi:18.02.2015)	
Görsel 52. Cam çalışmada kullanılan mantar kaplı el presleri.....	56
Kaynak: http://www.nwironworks.com/hot_shop_tools.htm (Erişim Tarihi:17.02.2015)	
Görsel 53. El preslerinin uygulaması.....	56
Kaynak: https://www.google.com.tr/search?q=hot+glass+working+tools+cork&biw (Erişim Tarihi:15.08.2014)	
Görsel 54. Sıcak camın iki cam şekillendirme çubuğu ucunda çekilerek çubuk haline getirilmesi ve istiflenmesi.....	57
Fotoğraf: Fulsen Yılmaz, 2014, Fulsen Yılmaz , 2014, Ushio Konishi, 2008	
Görsel 55. Çekme ile cam boru şekillendirme aşamaları.....	57
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 56. Fırın içinde, kalıpta şekillendirilmiş form, S. Libensky ve J. Brychtova (tarih bilinmemekte)	62
Fotoğraf: Fujiko Enami, 2008	
Görsel 57. Yarı Füzyon (A) ile tam Füzyon (B) arasındaki farkı gösteren plakalar.....	63
Kaynak: Warm Glass, 81, 2005	
Görsel 58. Üzerinde cam füzyonu yapılacak fırın rafına fırça ile ayırıcı sürülmesi.....	64
Fotoğraf: Fujiko Enami	

Görsel 59. Yarı-füzyon yöntemi ile şekillendirilmiş ‘Dalga’ isimli pano, detay.....65 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2006	
Görsel 60. Füzyon cam pano ve ayrıntı. ‘Dünyam’ E. Küçükbiçmen, Atölye Ushio, 2008.....65 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 61. Kalıp içinde cam ergiterek şekillendirme (8x5 cm), E. Küçükbiçmen, 2006.....67 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2006	
Görsel 62. Yoshiaki Kojiro’nun cam köpürtme yöntemi kullanarak gerçekleştirdiği bir çalışması.....68 Kaynak: http://glassodyssey.wordpress.com/ (Erişim Tarihi: 08.10.2014)	
Görsel 63. Öğütülmüş Stüdyo Camı (ergitilmiş ve soğutulmuş cam).....69 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2012	
Görsel 64 (a,b,c,d). Fırın camı ile yapılan cam köpürtme deneyine ait dört sonuç.....70 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2012	
Görsel 65. ‘Söylenemeyenler’, E. Küçükbiçmen, 2013.....70 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013, Doğukan Bostancı, 2013	
Görsel 66. ‘Mavi Köpük İmparatorluğu’nun Gerçeküstü Peyzajı’, 2014 E. Küçükbiçmen.....71 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 67. ‘Bozkırda Ağaçlar’, Cam elyafı ile çalışma, E. Kula, 2008.....71 Fotoğraf: E. Kula	
Görsel 68. Şekillendirme yöntemi sandwich füzyon, M. Ağatekin.....72 Kaynak: https://www.google.com.tr/search?q=mustafa+a%C4%9Fatekin.. (Erişim Tarihi: 12.11.2015)	
Görsel 69. Fırında eğme yöntemi ile oluşturulan otomotiv camı.....73 Kaynak: http://www.dubleksglass.com/fotogaleri.html (Erişim Tarihi: 01.08.2013)	
Görsel 70. ‘Slowly Sinking’ (60 x 34 x 22cm), E. Kasper, 2006, Estonya.....74 Kaynak: http://www.lass.ee/eng/eeva/vaba/slowly_sinking/slowly1_eng.html (Erişim Tarihi: 04.02.2013)	
Görsel 71. E. Kasper: ‘Only In My Dreams’ (150cm çap.), 2007, Estonya.....75 Kaynak: http://www.lass.ee/eng/eeva/vaba/slowly_sinking/slowly1_eng.html (Erişim Tarihi: 04.02.2013)	
Görsel 72. Açık alevde şekillendirilmiş ‘Damlalar’ isimli çalışma, E. Küçükbiçmen, 2009.....77 Fotoğraflar: Serhat Özdemir, 2009	
Görsel 73. Açık alevde cam şekillendirme atölyesi.....78 Fotoğraf: Ertan Ceyhan, 2010	

Görsel 74. Açık alevde serbest üfleme ile şekillendirilmiş formlar, E. Küçükbiçmen, 2012.....	80
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2012	
Görsel 75. Kalıp ile üfleme, Yaman Cam Atölyesi, Ankara, 2004.....	81
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2004	
Görsel 76. İçi boş boncuğun yapımından görünüm.....	81
Kaynak: http://www.bilgiustam.com/camcilik-nedir/ (Erişim Tarihi: 06.06.2014)	
Görsel 77. Yoshiko Minagawa adlı cam sanatçısı tarafından çalışılmış içi boş figür...82	
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 78. ‘Yaka’, ‘Daktilo’ ve ‘Tepedeki’, E.Küçükbiçmen, 2009.....	83
Fotoğraflar: Serhat Özdemir, 2009	
Görsel 79. Mandrel üzerinde cam boncuk ve burgunun şekillendirme yöntemleri.....	83
Kaynak: Küçükerman, (1988: 35)	
Görsel 80. Tuğba Ünsal’ın ‘Düğün’ adlı çalışması ve detay.....	84
Fotoğraflar: Tuğba Ünsal, 2013	
Görsel 81. ‘Şalomada Cam Çalışan Kız Figürü’nü şekillendirme aşamaları.....	85
Fotoğraflar: Tuğba Ünsal, 2013	
Görsel 82. Ekleme ile şekillendirme örneği millefiori boncuk yapımı aşamaları.....	85
Kaynak: Moretti, 47, 2009	
Görsel 83. Millefiori ekleme yöntemi ile çalışılmış boncuklar, T. Uchida.....	86
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 84. Açık alevde serbest cam şekillendirmeye örnek: ‘Kopuk’ E. Küçükbiçmen, 2006.....	86
Fotoğraf: Serhat Özdemir, 2009	
Görsel 85. Cama ekleme yöntemiyle çalışılmış ‘Cam Böcekler’, E.Küçükbiçmen, 2007.....	87
Fotoğraflar: Serhat Özdemir, 2007	
Görsel 86. İç kalıp üzerine sıcak cam sarma örneği. Uygulama: Esin Küçükbiçmen, 2010.....	88
Fotoğraf: Kati Kerstna, 2010	
Görsel 87. Şekillendirmelerinde alçı iç kalıp kullanan Ryokko Miyashita, Yokohama.....	88
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 88. Miyashita tarafından çalışılmış murrini camlar ve bitmiş çalışma.....	89
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	

Görsel 89. İç kalıp üzerine ince cam çubukların sarılması ve iç kalıp üzerinde şekillendirilen camın temizlendikten sonraki görünümü, E. Küçükbiçmen, 2014.....90 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 90. Korund ile cam aşındırma yapılan disk ve elmas kaplı disk örnekleri.....94 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 91. Yatay elmas disk ile cam düzeltme aşaması.....94 Fotoğraf: Bülent Gamsız, 2014	
Görsel 92. Elmas disklerin çalışma prensibini gösteren çizim.....94 Kaynak: Glass Cutting in Germany, 549, 1997. (siyah beyaz çiziminden uyarlama)	
Görsel 93. Farklı profilli elmas disk kesitlerin (a: oval, b: açılı ve c: düz) çizimi.....95 Kaynak: Glass Cutting in Germany, 45, 1997.	
Görsel 94. Farklı çap, elmas diskler.....96 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 95. Elmas disk kullanılarak cam yüzeyinin şekillendirilmesi.....96 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 96. Küçük uçlarla çalışılabilen küçük ve büyük boyutlu gravür işleme aletleri.....97 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 97. Farklı boy ve profillere sahip cam gravür uçları.....97 Kaynak: http://www.merker-kmk.com/ (Erişim Tarihi: 27.06.2014)	
Görsel 98. Küçük boyutlu elmas diskleri ile elde edilebilen farklı yüzeysel izler.....98 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 99. Cam sanatçısı Wilhelm Vernim'e ait yüzeysel cam gravür çalışması.....98 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 100. 'Buzdağının Görünen Kısmı' E. Küçükbiçmen, Tüyap, İstanbul, 2006.....99 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2006	
Görsel 101. Zamanın İzleri-II, E. Küçükbiçmen, 2011.....99 Fotoğraf: E.Küçükbiçmen, 2011	
Görsel 102. Farklı boyut ve tane iriliğine 1,2 - 18cm arasında farklı çaplarda taş diskler.....100 Kaynak: http://jamesriser.com/StoneWheels/StoneWheelItems.html (Erişim Tarihi: 04.02.2013)	
Görsel 103. Kemer (belt) zımparalar ve bu tür zımparalar ile çalışan makine.....101 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	

Görsel 104. Zımparalama ve makine başlık kısmına takılır zımpara ve parlatma uçları.....	102
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 105. Camların keçe diskte pomza tozu ve ardından seryum oksitle parlatılması.....	102
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014, Kemal Atalay, 2014, Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 106. Kuşlama makinalarına iki farklı örnek.....	103
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 107. Zamanın İzleri - I, kuşlama ile camda yüzeysel aşındırma yöntemi, E. Küçükbiçmen, Eskişehir, 2011.....	104
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2011	
Görsel 108. ‘Kızıldeniz’ vazo üzerine elmas uç ile gravür, E. Küçükbiçmen, 2008.....	105
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2008	
Görsel 109. Camda derin kuşlama yöntemiyle şekillendirilmiş ‘Aşınma’ isimli form, E. Küçükbiçmen, Eskişehir, 2012.....	105
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2012	
Görsel 110. Elmas disk ile cam kesimi yapılan makine.....	106
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 111: Şerit hızarda yapılan kesim.....	107
Fotoğraf: Kemal Atalay, 2014, Eskişehir, 2014	
Görsel 112: Hızarda kesme ile yapılan bir çalışmadan ayrıntı.....	107
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 113. Bilezik hızarın çalışma prensibini gösteren fotoğraflar.....	108
Kaynak: http://www.thegrindershop.com/product/Apollo_Ring_Saw_Glass (Erişim Tarihi: 14.02.2012)	
Görsel 114. Elmas cam delme makinasında şekillendirilmiş cam parçacıkları.....	108
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 115. Su jeti ile kesim aşamasından görüntü (Hatipoğlu Cam Fab., Eskişehir).....	109
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 116. E. Kula, ‘Bir Zamanlar’ asit aşındırma cam (uygulama aşaması ve sonucu), 2010.....	111
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2010, Ekrem Kula, 2010	
Görsel 117. Yağ hazneli ve yuvarlak kesim yapan elmas uçlu kesiciler.....	112
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	

Görsel 118. Marc Chagall'ın eseri vitraydan ayrıntı.....	112
Kaynak: http://www.romanvirdi.com/zurich/zurich.htm (Erişim Tarihi: 08.11.2015)	
Görsel 119. Sonia King'e ait cam ve seramik moziak.....	112
Kaynak: http://www.mosaicartnow.com/2012/05/why-mosaic-sonia-king/ (Erişim Tarihi: 08.11.2015)	
Görsel 120. Camın pürmüz alevi ile çatlatılarak kesilmesi, M. Kaya, 2015.....	113
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 121. George Papadopoulos'a ait laminasyon çalışma.....	113
Kaynak: http://www.yorgosglass.com/work/pool/ (Erişim Tarihi: 08.11.2015)	
Görsel 122. Epoksi türü çift bileşenli yapıştırıcının karıştırılması.....	114
Kaynak: http://www.lakesidepottery (Erişim Tarihi: 04.02.2014)	
Görsel 123. Soğuk silikon yapıştırıcının kullanıldığı bir cam yapıştırma uygulaması.....	115
Kaynak: https://www.google (Erişim Tarihi: 14.02.2015)	
Görsel 124. Ultra Viyole Yapıştırıcı ile cam Yapıştırma aşaması.....	116
Kaynak: http://www.loctite.co.uk (Erişim Tarihi: 14.02.2015)	
Görsel 125. Zamanın İzleri-III, Esin Küçükbiçmen, 2011.....	117
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2011	
Görsel 126. 'Hane İçinde Hane' adlı çalışma için kalıp yapım aşaması.....	119
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 127. Kalıbın karbonlanması ve sıcak cam dökümü aşaması.....	120
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 128. Kum kalıbı içinde soğumaya başlayan ve soğumuş cam çalışması.....	120
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 129. 'Yasak Odalar' ve 'Uyurgezer' adlı kuma döküm çalışmaları.....	120
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 130. 'Bacalı Ev' ve 'Oyun Evi' adlı çalışmalar, E. Küçükbiçmen, 2014.....	121
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 131. Kuma döküm evlerin grup halinde düzenlenmesi.....	121
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 132. 'Rüzgarlı Ev' ve 'Benekli Ev' adlı çalışmalar, E. Küçükbiçmen, 2014...122	
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2013	
Görsel 133. Sıcak camın, metal çubuk ucunda renklendirilip şekillendirilmesi.....	122
Fotoğraflar: Fulsen Yılmaz, 2015	
Görsel 134. Cam formların dikey rodaj makinalarında düzeltilip, çapaklarının alınması.....	123
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015	

Görsel 135. Kumlama folyosu ile kaplanan camlar teker teker kumlanma işlemi.....123 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015, Eda Balaban, 2015	
Görsel 136. Parçaların cam boyası ile, fırça kullanılarak boyanması.....123 Fotoğraflar: Eda Balaban, 2015, Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 137. Boyalı parçaların fırın rafına ters olarak yerleştirilmesi.....124 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 138. Camın puntiye alınıp üzerine tekrar şeffaf cam alınması.....124 Fotoğraflar: Fulsen Yılmaz, 2015	
Görsel 139. Cam kütleli ‘boğma’ aşaması ve tamamlanmış bir parça.....125 Fotoğraflar: Fulsen Yılmaz, 2014, Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 140. ‘Sırça Köşkler’, E. Küçükbiçmen, Eskişehir, 2014.....125 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 141. Fırın board yüzeyinin düzeltilmesi ve füzyon için dizilmiş parçacıklar.....126 Fotoğraflar: Ece Tansel, 2015, Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 142. Pate de verre yönteminde granüllerin kalıplara yerleştirilmesi.....127 Fotoğraflar: Paulius Jurjonas, 2014	
Görsel 143. Tamamlanmış Pate de verre çalışmaları (‘Tepedeki Evler’ serisinden).....127 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 144. ‘Evsiz’ adlı, cam blok içerisine gravür yöntemi ile gerçekleştirilen çalışma.....128 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 145. Çocuk Oyunu I-II: toz camın renklendirilmesi ile yapılan çalışmalar, 2014.....129 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014	
Görsel 146. Şeffaf ambalaj cam tozu ile yapılan çalışmadan elde edilen parçalı, katmanlı yapı.....130 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 147. Renkli cam tozları, açılan küçük çukur içerisinde kaynaştırılır. Parça tekrar farklı bir cam granülleri içerisine konularak kaynaştırılır.....131 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 148. Cam granül içerisinde pürmüz ile şekillendirilmiş ‘Merdivenli Ev’, 2014.....132 Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2015	
Görsel 149. Cam granül içerisinde şaloma ile üç boyutlu şekillendirme önerisikonusunda yapılan 15cm x 15 cm boyutlarındaki diğer uygulamalar.....133 Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015	

- Görsel 150.** Açık alevde yapılan minyatür vazoların, oluşturulan yarım küp ayna içerisine uv ile yapıştırılma aşamaları ve tamamlanmış çalışma.....134
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015
- Görsel 151.** Cadde Boyunca Yükselenler Serisi için ayna yüzeyinin kumlama folyosu ile kaplanması, işaretlenmesi ve kumlanacak olan kısımların kesilip çıkarılması.....135
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015
- Görsel 152.** Cadde Boyunca Yükselenler Serisi, kumlanmış yüzeyden ayrınıtı.....135
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2015
- Görsel 153.** Alçı çekirdek, üzerinden alınan silikon kalıp ve elde edilen balmumu form.....136
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015
- Görsel 154.** Alçı kuvars kalıpların kalın cam çubuklarla doldurulması.....137
Fotoğraf: Amaneh Manafidizaji, 2015
- Görsel 155.** Fırın içerisinde kalıpların şeklini almış, kalıptan çıkarılan cam formlar.....137
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen, 2015
- Görsel 156.** Kilden kalıp çekirdeği ve üzerinden kalıp almak için yapılan hazırlık.....138
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015
- Görsel 157.** Kalıp içine sıcak cam üfleminin aşamaları ve soğutulmuş parça.....139
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2015
- Görsel 158.** Kum kalıp içindeki renkli cam granüllerin pürmüz ile kaynaştırılması...140
Fotoğraflar: Alehandra Tellez Leos, 2014
- Görsel 159.** Kumdan temizlenmek üzere kargezden çıkartılan cam çalışmaları.....140
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014
- Görsel 160.** ‘Eski Kırmızı Ev’ ve ‘Eski Mavi Ev’, Esin Küçükbiçmen, 2014.....141
Fotoğraflar: Esin Küçükbiçmen, 2014
- Görsel 161:** Kum kalıp elde etmek üzere hazırlanan alçı modeller.....143
Fotoğraf: Esin Küçükbiçmen

GİRİŞ

1.1. Problem:

Cam şekillendirme yöntemlerinin ele alınıp incelendiği ve cam sanatı literatüründe teknik anlamda kapsamlı, tasnif ve anlatım içerikli Türkçe kaynakların sayıca yetersizliği, böyle bir çalışmanın ortaya çıkma gerekçesidir. Bu konuda çalışan öğrencilere ve konu ile ilgili çalışma yapan kişilere önemli bir yazılı kaynak oluşturması adına bir eksikliği gidermek, cam sanatı ile ilgili eğitmenlere, çalışanlara, sanatçılara nitelikli teknik kaynakların çoğalması konusunda da teşvik edici bir örnek çalışma ortaya konmamış olması, problem olarak görülmektedir.

1.2. Amaç:

Bu çalışmanın amacı, cam sanatı ve endüstrisinin temel şekillendirme tekniklerini analitik bir yaklaşımla sınıflandırmak ve tasnif etmektir. Anadolu kültüründe oldukça önemli bir geçmişi olan bu malzeme, günümüz sanatı, endüstrisi ve eğitimi açısından yeni yeni keşfedilmektedir. Gerçekte cam malzemesi, köklü bir üretim ve şekillendirme geçmişi olmakla birlikte, hak ettiği önemi kazanamamıştır. Bu nedenle, ülke ekonomisi, el sanatları ve sanatı için önem taşıyan bu malzeme konusunda bir bilinç oluşturmak, önemini ve üretimi konusundaki zorlukları aktarmak, gelecekte konu ile ilgili ya da cam sanatı endüstrisi, tarihsel süreci, vb. konularda araştırma yapmak isteyenlere kaynak oluşturacak bir çalışma ortaya koymak amaçlanmıştır.

1.3. Önem:

Bu çalışmanın önemi, konu ile ilgili kapsamlı çalışmaların sınırlı ve az bulunması nedeniyle, ilgili alanda çalışan, araştırma yapan, eğitim alan ya da veren kişilere kapsamlı bilgi sağlaması amacından gelmektedir. Bundan sonra ise, yapılacak araştırmalara ışık tutması, cam şekillendirme yöntemlerinin prensiplerine dayanarak analizinin yapılmasıdır. Bu sayede konu ile ilgili araştırma yapanlara yönelik, ileri düzey çalışmaların daha da öteye taşınmasına yardımcı olmak için önemli bir kaynak metin çalışması gerçekleştirilmiştir.

1.4. Sınırlılıklar:

“Cam Şekillendirme Yöntemleri ve Kişisel Yorumlar” olarak ortaya konan bu çalışmada temel cam şekillendirme yöntemleri işleyiş prensiplerine dayandırılarak sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya göre aktarılmıştır. Konunun kapsamının çok geniş olması, zaman kısıtlaması ve öncelikle şekillendirme prensipleri ele alınacağından Türkiye’de ve dünyada cam tarihi sınırlı olarak ele alınmış ve aktarılmıştır. Bu çerçevede de oldukça eski ve yaygın bir cam kültürüne sahip olan Anadolu esas alınmış, dünya cam tarihi şekillendirme yöntemlerine bağlı olarak önemli gelişmelere yer verilmiştir.

Çalışma sürecinde ele alınan temel cam şekillendirme yöntemleri ve bunların tasnifinde temel prensiplerine göre konular ele alınmış, karmaşık ve çoklu yöntemlerin bir arada kullanıldığı teknikler konulardan ayıklanmıştır. Endüstriyel üretim sürecinde yer alan şekillendirme tekniklerinin tamamı, elde cam şekillendirme yöntemlerinin makinalaşma ile mekanikleşmiş halleridir. Bu nedenle tekrara yol açmamak ve konuyu karmaşık hale getirmemek amacıyla endüstriyel üretim çalışma dışında tutulmuştur.

Konunun aktarımı sırasında yer alan her teknikle ilgili görsel malzemelere de yer verilmiştir. Öncelikle çalışma kapsamında yapılan uygulamalardan alınan görsel örnekler kullanılmış, uygulamalarda yer verilmeyen çalışmalarda ise çalışmalarını gözlemlenmiş yerli ve yabancı sanatçılardan uygun örnekler seçilerek kullanılmıştır. Bu çalışmanın ana amacı şekillendirme tekniklerinin tasnif ve analizi olduğundan, bu alanlarda çalışan cam sanatçıları tanıtmak hedeflenmediğinden, çalışmalarını zaman içerisinde gözlemlenmiş ya da kişisel olarak birlikte çalışılmış sanatçıların çalışmalarından örnekler kullanılmış, alanında çok başarılı da olsa pek çok sanatçının çalışmalarından örnekler konu dışında tutulmuştur.

1.5. Yöntem:

Bu çalışma, camın şekillendirilmesinin tarihsel süreç içindeki gelişimini, ana konu olarak ise, cam şekillendirme yöntemlerinin çeşitlerini ele alan bir çalışmadır. Konu ile ilgili öncelikle kapsamlı literatür araştırması yapılmıştır. Elde edilen bilgiler tasnif edilerek analitik bir çalışma ile içindikiler oluşturulmuş, uygulama konuları tespit edilmiştir. Yöntemlerle ilgili örnek uygulamalarda ve fotoğrafların edinilmesinde, sıkça deneysel çalışmalardan ve kişisel atölye gözlemlerinden faydalanılmıştır.

Literatür ve uygulama çalışmalarının dışında yurt içi ve yurt dışı sanatçı atölyeleri, eğitim kurumları, kütüphane ve müze ziyaretleri ile gözlemler yapılmış, görsel malzemeler toplanmıştır. Bu ziyaretlerden bazıları; 2008, Japon sanatçılar Fujiko Enami ve Ushio Konishi'nin Kanagawa, Tokyo'daki cam atölyesi, 2011'de Helsinki, Finlandiya'da Cam sanatı ve tasarımının önümüzdeki yüz yılı konulu sempozyum ve konferans, Helsinki Tasarım Müzesi, Alvar Aalto Üniversitesi, Riihimäki Finlandiya Cam Müzesi, İttala Cam Fabrikası, Anadolu Üniversitesi, Bilkent Üniversitesi (Ankara) Kütüphanesi, Sakarya Üniversitesi Kütüphanesi'dir.

BİRİNCİ BÖLÜM

CAM VE CAMIN TARİHÇESİ

1. CAMIN TANIMI VE TARİHÇESİ

Camın, keşfinden günümüze farklı tanımları yapılmıştır. Mühendisler, camı oda sıcaklığında donmuş bir sıvı olarak adlandırmaktadır ve bu gibi özellikler yüzünden halen gizemini koruduğu noktalar bulunmaktadır.

Cam malzemesi, günümüz mühendisliğinde hala gizemini koruyabilmiş malzemelerdendir. Cama ait pek çok teknik ve teknolojik konu, Asurlular döneminde anlaşılma ile birlikte, belirsizliği olan konular, günümüze kadar gelmiştir. Cam malzemesinin ısı iletmesi bu konulardan birisidir. Bir diğer konu da, maddenin üç hali ile tanımlanamadığı için, maddenin dördüncü hali, camsı hal diye tanımlanmasıdır. Günümüz teknolojisi ve teknik bilgisi, Asurluların bilgilerinin geliştirilmesini sağlamakla birlikte, onun üzerine çok fazla yeni buluş eklenmemiştir.

1.1. Camın Tanımı

Camın birçok tanımı yapıyorken, “ASTM (American Society for Testing Materials) tarafından cam, ‘Kristallenme olmaksızın rijit koşullara soğutulmuş inorganik ergime ürünü’ olarak belirtilmiş ve camla ilgili olarak resmi bir tanımlama yapılmıştır (Günay ve Yılmaz, 2010: 9).” Camın tanımı ve özellikleri incelendiğinde, şu bilgiler ortaya çıkmaktadır; Cam amorf bir malzemedir, seramik ve metal gibi kristal bir yapıya sahip değildir. Seramik ürünlerde sır, metal ürünlerde de emaye adı altında kullanılan yüzey kaplama malzemeleri bu tür camdır.

Cam malzemesinin birçok özelliği bulunmaktadır. Bunlardan özellikle ışığı kırması, yansıtması ve emmesi fiziksel olarak öne çıkar. Bu özelliği tasarımcı ve sanatçılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir başka önemli özelliği de her ne kadar oda

sıcaklığında aşırı soğumuş bir sıvı olarak tanımlansa da yeterince ısıtıldığında sıvılardan farklı davranır ve akmaya karşı direnç gösterir. Cam viskoz bir malzemedir.

Oda sıcaklığından ergime derecesine kadar ısıtılan cam ısı artışına dayalı kademe kademe davranış değişikliği gösterir. Isı iletken kristal malzemenin aksine bu davranış dereceleri belli ısı noktalarında değil, belli ısı aralıklarında yavaş yavaş olur. Bu aralıkların mevcudiyeti de uygulayıcının çeşitli müdahalelerle camı sıcakken şekillendirmesine olanak tanır.

Bu çalışmada ele alınan ana konu da oda sıcaklığından ergime evresine kadar yer alan cam şekillendirme tekniklerinin tasnif ve analizidir.

1.2. Cam Çeşitleri (Doğal Camlar, Yapay Camlar)

Camın tarihi, doğadaki var oluşu ile başlar. Cam, insanoğlu tarafından üretilmesinden çok daha önceleri, doğada, ısı ve uygun malzemelerin bir araya gelmesi sonucu oluşmuştur.

Doğal bir cam olan obsidyen (Görsel 1.), milyonlarca yıl önce volkanik etkinlikler sonucunda oluşmuştur. Yoğun ısı, silika kütlelerini ergiterek şeffaf kahverengi-siyah cama dönüştürmüştür ve bu sert malzemeden erken dönem insanı aletler ve silahlar yontmuştur (Zerwick, çeviri, 1990: 15). Bunun yanı sıra, “yıldırımların yeryüzüne düştükleri noktalarda yarattıkları yüksek ısının etkisi ile çöllerde oluşan ve ‘Fulgurit’(Görsel 2.) adı verilen, boru şeklindeki camsı yapılar vardır. “Fulguritler, yıldırım kum içerisindeki maden taneciklerini ergittiğinde ve kaynaştırdığında oluşur. ... Bir fulguritin oluşumu için ihtiyaç duyulan gerekli kesin enerji değişmektedir, fakat ulaşılan sıcaklığın 4000°C civarında olduğu düşünülmektedir.”¹ Yine kumlu arazilerdeki meteor çarpmalarının sebep olduğu amorf şekilli ‘Moldavit’ (Görsel 3) ve ‘Libya Çöl

¹<http://www.newscientist.com/article/mg19426102.100-the-word-fulgurite.html> (Erişim Tarihi: 20.06.2013)

Camı' (Görsel 4.) gibi oluşumlar, doğa tarafından oluşturulmuş, en çok bilinen cam örneklerindedir.



Görsel 1. Obsidyen örneği

Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Obsidian...>

Görsel 2. Fulgurit örnekleri

Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Fulgurite...>



Görsel 3. Moldavit örneği

Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Moldavite...>

Görsel 4. Libya Çöl Camı örneği

Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Libyan_desert...

Doğal cam sınırlı miktarda ve şartlarda elde edilebildiğinden, insanoğlu zaman içerisinde yapay camı keşfederek; üretmeye, kullanmaya başlamıştır. Yapay cam yaklaşık 3 – 4 bin yıldır üretilmektedir. Günümüzde yapay cam eldesi; cam yapıcılar, akışkanlaştırıcılar (ergiticiler) ve tadil ediciler olarak adlandırılan üç ana grupta toplanan hammadde ve oksitlerin katkısı ile gerçekleşmektedir. Ana cam yapıcı malzeme kuvarstır. Akışkanlaştırıcılar (ergiticiler) cam eldesinin derecesini düşürür,

üretimini kolaylaştırır. Kalsiyum gibi tadil ediciler ise elde edilecek camın özelliklerini değiştirirler.

Endüstriyel olarak en çok üretilen ve yaygın olarak kullanılan SKS (Silis – Kalsiyum - Sodyum) camı yüksek kalsiyum içeriği nedeniyle dış etmenlere dayanıklı, kompozisyonundan dolayı kısa çalışma aralığına sahip, en ekonomik cam çeşididir.

Tablo 1. Pencere camının imalatında kullanılan SKS camı reçetesi

Hammadde:	(%)
Silika: (SiO ₂)	70-75
Sodyum: (Na)	12-18
Potasyum: (Ka)	0-1
Kalsiyum: (Ca)	5-14
Alümina: (Al ₂ O ₃)	0,5-3
Magnezyum: (Mg)	0-4

Kaynak: Beveridge, 2005: 26

Günümüzde uzay teknolojisinden, en basit gündelik kullanıma kadar cam malzemesi kullanılmaktadır. Emayeden-sıra, SKS camından-kristal cama farklı özelliklere sahip cam çeşidi üretilmektedir.

Şekillendirme tekniklerinde camın çalışma aralığı önem kazanmaktadır. Buna göre camları ‘uzun cam’ ve ‘kısa cam’ olarak tanımlamaktayız. Uzun cam artistik ve manuel şekillendirme tekniklerine daha uygun olan, uzun çalışma aralığına sahip cam çeşitlerini anlatmaktadır. ‘Kısa cam’ ise endüstriyel imalat yöntemlerine daha uygun olan ‘çalışma aralığı’ kısa olan, dolayısı ile şekillendirme prosesinden hemen sonra biçimini kaybetmeyecek şekilde cam özelliğe sahip çeşitlerini anlatmaktadır.

Çalışma aralığının dışında fiziksel, genleşme, katsayısı, hammadde ve benzeri özelliklere göre sınıflandırılan cam türleri bulunmaktadır. Kristal camlar, farklı

oranlarda Kurşun oksit içeren yumuşak, optik özelliği çok yüksek, saf, şeffaf, renksiz camlardır. Adını dağ kristaline benzemesinden dolayı alır. Özellikle sanatsal uygulamalarda yaygın kullanılan bir cam çeşididir.

Agat camlar, opalin camlar gibi doğal malzeme ve yarı değerli taşlara benzerlikleri nedeniyle farklı isimler almış pek çok cam çeşidi ve üretilmiş cam grupları bulunmaktadır.

Diğer bir sınıflama da üretim biçim ve tekniklere göre yapılmaktadır. Flotal cam, çubuk cam, konfeti, granül gibi sonradan şekillendirme ya da kullanıma uygun endüstriyel olarak elde edilmiş cam şekilleri kullanılmaktadır

Cam şekillendirmede; kimyasal, mekanik, biçimsel ya da başka özelliklerine göre uygun cam çeşitlerini uygun biçimlerde seçip kullanmak, başarılı sonuçlar elde etmekte çok önemlidir.

1.3. Camın Tarihçesi

Cam, insanın sadece yaşamsal faaliyet alanı ile sınırlı kalmayıp, sanatın da önemli malzemesi olagelmıştır. Faruk Atalayer (2008: 28) camı, bir malzeme olarak, “O hem izleyende, zihinsel bir özgürleşme sağlar, hem de üreticide yaratma dürtüsünü, tutkusunu ve cesaretini tetikler.” şeklinde ifade etmiştir.

Cam, bulunduğu büyüdü olduğu düşünölmüş ve herkesin kullanmasına izin verilmemiş; kullanımı önce kutsal sayılan kişilere, daha sonra idarecilere (onlar da kutsal sayıldıklarından), sonra da halka inmiştir. “Büyüsel etkisi, insanlığın en eski inancı olan yeniden doğuş inancında büyük bir yer bulmuş; tabuttan kül kaplarına, sütunlardan gözyaşı şişelerine, heykelden mühürlere kadar kullanılmıştır (Atalayer, 2008: 21)”. Öncesinde doğal camlar, bulunuşundan sonra da yapay camlar bu kutsal bir etki bırakma özelliğini bir süre korumuştur.

1.3.1. Tarih Öncesi ve Günümüz Camı

Camın bilinen tarihi, ulaşılabilen arkeolojik veriler ışığında belirlenmektedir. Mısır’da M.Ö. 4000’lerde yapılan, seramik ve cam hammaddelerinden elde edilen fayansın

camdan önce, ama camın yapımına geçişi sağlayan bir madde olduğu düşünülmektedir. “Mısır’da M.Ö. 4000 ile 3000 yılları arasında kuvars kumu ve alkali karışımı ile elde edilmiş sırlı ‘fayans’ tabir edilen boncuklar ve kakmalar üretilmekte idi. Fayans, turkuaz ve lapis lazuli gibi değerli taşların benzeri ilk seri üretilen malzemedir (Elitez, 2003: 12).”

Kimi kaynaklara göre ise; Cam ile ilgili ilk parçaların, seramik sıırı üretimi ile ilgili deneyler sırasında, M.Ö. 3000 yıllarında ortaya çıktığı düşünülmektedir. (Beverige, 2005: 11)

Cam üretiminin gelişiminin ise, ancak bulunan cam boncuk ve muskaların dönemi olan M.Ö. 2500 yıllarına dayandığını tahmin edilmekte olduğunu yazan Zerwick (1990: 15), “Boncuk gibi dolu cam objelerin yapımından daha zor olan içi boş cam kapların (kupa, çanak, şişe vb.) en erken M.Ö. 16. ve 15. yüzyıllarda Mezopotamya ve Mısır’da ortaya çıkmıştır” diye belirtir.

Camın doğrudan bulunuşu ile ilgili çok bilindik bir teori ise Romalı tarihçi Pliny (M.S.23-79)’ye aittir. Kendisi, insan eliyle oluşturulmuş camın ilk bulunuşunun Fenikeliler zamanında gerçekleştiğini, ancak bu buluşun bir tesadüfe dayandığını iddia etmiştir. Bu teoriye birçok kaynakta rastlamak mümkündür. Buna rağmen, bu iddianın kesin doğruluğu henüz ispat edilememiştir.

Bu teoriye göre, bir grup denizci, yemek pişirmek üzere sahilde ateş yakar. Sahilde, yemek pişirecekleri kapların üzerine koyacak ocak taşı bulamamalarından dolayı gemilerinin yükü olan natron kütlelerini ocak taşı niyetine kullanırlar. O yıllarda "natron", adı verilen bu karışım ölümlerin mumyalanmasında kullanılmakta olan alkali bir malzemedir. “Sodyum bikarbonat (NaHCO_3) ve Sodyum sülfat (Na_2SO_4) içeren yeraltı sularının yüzeye çıkıp buharlaştıktan sonra toplanan mineraller karışımı, sodyumun karbonat, bikarbonat, sülfat ve klorür tuzlarından oluşmaktaydı. "Natron" adı verilen bu karışımın kuvars (SiO_2) ile ısıtılması, ilk cam örneklerini oluşturmuştur. (Gürel, 2005: 5;1,7)”. Hugh Tait’e göre cam ilk defa M.Ö. 3. bin yılın ortasında Mezopotamya’da üretilmiştir (Tait, 1991: 21).

Cam buluntuları incelendiğinde, Stern ve Nolte'ye göre (1994: 19) Güney Mezopotamya'da, Eridu'da M.Ö.21. yy'a tarihlenen katmanda küçük şeffaf mavi, işlenmemiş bir cam parçası, ele geçen en eski cam buluntularından bir tanesidir. Aynı kaynaktan, lacivert cam külçeleri ile yüklü olarak bulunan Uluburun Cam Batığı'ndan (M.Ö. geç 14.- erken 13.yy) da bahsetmektedir.

Stern ve Nolte (1994: 19)'nin verdikleri örnekte, Asur kralı Kral Assurbanipal (M.Ö. 668-627)'in kütüphanesinden bir kil tablet buluntusu yazılı cam reçetesi içerir. Burada, cam üretimi ile ilgili bu bilginin M.Ö. ikinci bin yıllarına dayandığı vermektedir.



Görsel 5. Cam Boncuklar (M.Ö. 6.-2.yy Akdeniz Körfezi) ve İç kalıpta şekillendirilmiş parfüm şişeleri (M.Ö. 6-4.yy, Akdeniz Körfezi)

Kaynaklar: (Beveridge, 2005: 11), (Stern ve Nolte, 1994: 8)

Tarih öncesi çağlarda kalıp içinde şekillendirme, taşlama, iç kalıp gibi zahmetli ve çok uzun süreçler gerektiren teknikler kullanılmakta idi. M.S. 50'lerde Romalılar tarafından üfleminin keşfi ile diğer teknikler unutulmuş ve kalıp kullanımı ile seri ve benzer ürün üretimi de sağlanmıştır.



Görsel 6. Seramik pipolar ile cam üflendiğini gösteren, yağ kandili üzerindeki tasvir
Kaynak: (Stern ve Nolte, 1994: 82)



Görsel 7. Toledo Deneyi'nde Cathleen McCarthy seramik pipo ile cam üflerken
Kaynak: (Stern ve Nolte, 1994: 85)

Bazı bilim adamlarını ve sanatçıları biraraya getiren Toledo Deneyi ile 30-60 cm uzunluğunda seramik pipolar ile cam üfleminin mümkün olduğu ortaya konulmuştur. Bu şekilde, ilk cam üfleme pipolarının seramikten yapılmış olma iddiaları desteklenmiştir. (Stern ve Nolte, 1994: 83)

Metal camcı piposunun ilk kez Romalılar tarafından kullanıldığı bilinmektedir (M.S. 50 civarı). Ancak, sıcak cam üfleme tekniğinde, seramik piponun kullanımının çok daha öncelere dayandığı tahmin edilmektedir; bu iddiayı M.Ö. 2.yy'da üretilmiş olan yağ kandillerinin üzerindeki tasvirler doğrulamaktadır.

Tasvirlerdeki bu pipoların seramikten yapılmış olması düşüncesi ise, pipoların kısa oluşları ve demir malzemesinin ısı iletken olması nedeniyle bu kadar kısa olmaması gerektiği gerçeğine dayanır. Pipoların demir haricinde bir malzemedan yapılmış olması gerektiği ve kilin daha az ısı iletken olmasıyla beraber, kolayca istenilen şeklin verilebildiği bir malzeme olması gerçeği, bu tezi doğrular niteliktedir. Bu konuya Stern ve Nolte (1994: 82) değinerek, M.Ö 1. yy ortasında da İsviçre'de, eski Aventicum'da cam üflemede kullanılmış seramik pipolar bulunmuş olduğunu belirtmişlerdir.

Dünya cam sanatı tarihine bakıldığında, 'kalıpta cam şekillendirme'den 'üfleme'ye, 'çarkta aşındırma'dan 'asit ile indirgeme'ye, gibi, birçok farklı ana ve ara cam şekillendirme yöntemleri kullanılarak şekillendirilmiş cam örnekler görebilmekteyiz. Tablo 2'de farklı cam şekillendirme yöntemlerinin kullanımı ile, birbirinden ne kadar farklı sonuçlar elde edilmiş olduğuna dikkat çekmek amacıyla burada yer verilmiştir.

Tablo 2. Farklı dönemlere ait, farklı cam şekillendirme yöntemleri ile üretilmiş eser örnekleri

		
M.Ö. 1352-1336, Mısır İç kalıp üzerinde şekillendirme	M.Ö.1.yy- M.S.1.yy, Mısır Mozaik cam (kalıp içinde füzyon)	Antik Yunan, M.S. 3.yy Kalıp içerisine üfleme
		
8.-9. yy İran Üfleme ve çarkta şekillendirme	Roma, 4.yy Diatreta Camı, Soğuk cam işleme	Suriye, M.S. 8.-9.yy Sıcak cam üfleme ve ekleme
		
Amalric Walter (1870- 1959) Art Nuoveau Dönemi, Fransa Pate de verre (cam macunu)	Maurice Marinot (1882-1960) Stüdyo Camcılığı Hareketi, Fransa Üfleme, Asit ile indirgeme	Harvey Littleton (1922-2013) Stüdyo Camcılığı Hareketi, ABD Sıcak cam şekillendirme, kesme

Kaynak: (Tait, 1991 vd.)

1.1.3.2. Anadolu Camının Tarihçesi

Anadolu topraklarında camcılığın çok eskilere dayandığı, arkeolojik buluntular ışığında tespit edilmiştir. Buluntulara göre, camcılığın Anadolu'daki tarihçesi Geç Tunç Çağı'na kadar (M.Ö. 1500 - 1200 tarihleri) uzanmaktadır. Coğrafyası itibarıyla cam yapımına uygun bir bölge olan Anadolu'da, birçok farklı uygarlık döneminde farklı cam şekillendirme yönteminin de uygulanmış olduğuna Üzlifat Özgümüş, konu ile ilgili

metinlerinde değinmektedir: En eski döküm kasesinin Gordion’da bulunduğundan, bu kasenin muhtemelen kayıp mum tekniğiyle yapılmış, tıraşlanmış ve parlatılmış olduğu ve büyük ihtimalle M.Ö. 8. yüzyıldan 7. yüzyıla geçiş dönemine tarihlendirilebileceği bilgisini (Özgümüş,2000: 25)’de aktarmaktadır.

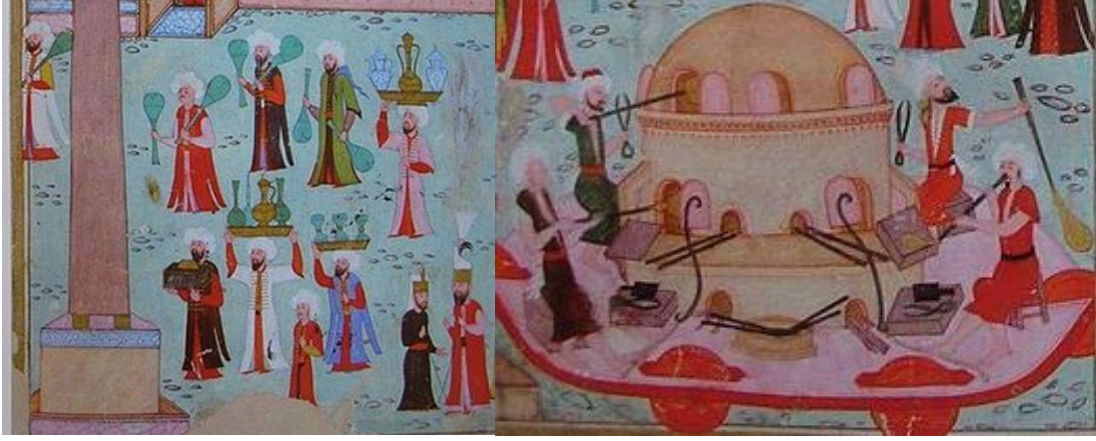


Görsel 8. Göbekli Kase, Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi

Kaynak: <http://sites.museum.upenn.edu/gordion/articles/artefacts/30-glass>

İç kalıp tekniğiyle yapılmış camlar Yunan merkezlerinde bol miktarda bulunmaktadır. ... Döküm ve kaplama yine Hurri-Mitanni, Miken, Urartu, Frig, Yunan ve Roma dönemlerinde yaygın olarak uygulanmıştır. ... M.Ö. 1. Yüzyılın ortalarında üfleminin keşfedilmesiyle iç-kalıp cam üretimi terk edilmiş, fakat kalıplama devam etmiştir. Tüp-üfleme örneklere Anadolu’da rastlanmamakla beraber, serbest veya kalıba üflenmiş camlar Roma döneminden itibaren her devirde kullanılmıştır (Özgümüş, 2000: 96).

Anadolu Selçuklu Dönemi’ne bakıldığında, ise Kubad- Abad Sarayı kazılarında, bu döneme ait farklı renkli figür pencere camlarından çok sayıda bulunduğundan, bu figür camların yerli ürünler olduğunun düşünülebileceği Özgümüş, (2000: 66)’tarafından belirtilmektedir. Osmanlı Dönemi’nde cam işçiliğinin ileri bir seviyeye ulaştığı bilinmektedir. “17. yüzyılın ünlü gezgini Evliya Çelebi, Seyahatname’sinde İstanbul’u anlatırken şüphanelerden ve tüccarlardan bahseder (Özgümüş, 2005: 74).” Dönemin birçok minyatüründe cam eserlerin yer almakta olduğunu görebilmekteyiz. Bunlara örnek olarak; Surname’i Humayun’da yer alan ‘Cam Fırını ve Camcılar’, ‘Camcıların Geçışı’, ayrıca III. Ahmet Surnamesi’nde yer alan ‘Cambazlar’ verilebilir. Bu minyatürler dönemin cam üretim ve şekillendirme yöntemleri ile ilgili görsel bilgiler vermektedir.



Görsel 9. ‘Cam Fırını ve Camcılar’ ile ‘Camcıların Geçisi’ adlı minyatür çalışmaları
Kaynak: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Surnamei_H%C3%BCmayun__glassblowers

III. Selim zamanında (1789-1807) opal camın yapım tekniğini öğrenen Mevlevi Dervishi Mehmet Efendi tarafından Beykoz civarında bir cam atölyesinin kurulması, Osmanlı Dönemi camcılığında önemli bir gelişme olmuştur. Bayramoğlu, (1974: 19) Takvim-i Vekayi’den 1843 yılında Çubuklu tarafında bir şişe imalathanesinin kurulmuş olduğundan; orada bu tür camdan birçok bardak ve sürahi gibi cam eşya imal olunduğunu ve bu yerin Çeşm-i bülbül ismini taşımasından dolayı bu ürünlere de çeşm-i bülbül denildiğinin okunabildiği bilgisini vermektedir.

Bayramoğlu, Prof. Celal Arseven’in, Fransızca olarak yayımladığı eseri ‘Les Arts Decoratifs Turcs’ adlı eserinden Beykoz Camları hakkında şöyle dediği bilgisine yer verir:

... XIX. yüzyılda İstanbul’da çok orijinal ve mahalli karakterde cam eşya yapan atelyelerin meydana çıktığını görüyoruz. Bunların ilki, Boğaziçi’nin Anadolu kıyısındaki Beykoz civarında bir Mevlevi dervishi olan Mehmet Dede Efendi tarafından kurulmuştur. Bu imalathanede fincan, sürahi, bardak, vazo, reçellik, gülabdan ve benzerleri gibi, üzerleri yıldızlı nakışlarla süslenmiş beyaz, süt rengi, ya da saydam olmayan mavi renkte bir cam hamurundan yapılmış her çeşit cam eşya imal edilmişti. O zaman memlekette çok yayılmış olan bu mamüllere, yapıldıkları yerle ilintili olarak Beykoz adı verilir (Bayramoğlu, 1974: 17).

Beykoz camları birçok açıdan önem taşırlar. Bayramoğlu, (1974: 26)’de, camların arkalarına ışık kaynağı tutulduklarında camın renginin kırmızı görünmesinin Beykoz camlarının bir özelliği olduğunu Türk Ansiklopedisi’ni kaynak göstererek belirtirken, diplerindeki ‘kesme göbeği’ veya ‘çukuru’ denilebilecek izlerin özelliği, kulpların ve

ayakların yapıştırılış şekilleri ile de diğer cam türlerinden ayrıldığını belirtir. Beykoz camları içerisinde genç kızların çeyizine konulmuş olan kuş şeklindeki camlar özel örneklerdendir. Beykoz camlarının düz, süslemesiz olanları olduğu gibi, üzeri renkli çiçek desenli veya maydanoz olarak adlandırılan yaprak desenli olanlarına çokça rastlanır. Kuş şeklindeki bu camlar, emek ve ustalık isteyen birer sıcak cam üfleme ürünüdürler

İlerleyen yıllarda seri cam üretimi gelişmeye başlamıştır. Turhan Baytop'tan aktarılan bilgiye göre; "İstanbul'da 1894 yılında 'Canzuch' kardeşler tarafından düzenli biçimde hazır ilaç yapımının başlatılması ile birlikte, takip eden yıllarda bazı üreticilerin de yerli ilaç yapımına başlamıştır. Böylece ilaçların ambalajlanmasına yönelik cam şişe ihtiyacı oluşmuştur. Balat bölgesinde yer alan küçük cam atölyeleri bu tarzdaki basit şişe ve cam üretimlerini yapabiliyorlardı (Küçükerman, derleme, 1998: 141)."

Yine Küçükerman'ın verdiği bilgiye göre (derleme, 1985: 154), XIII.yy başlarında önemli bir camcılık merkezi durumundaki Venedik'ten cam ithal edilmekte idi. 1716 yılında Venedik'ten cam ithali dönemin padişahı kararıyla durdurulduğu, Sultan I. Mahmut zamanında ise Fransa'dan ustaların getirildiği, Sultan II. Selim zamanında ise Mehmet Dede isimli bir Mevlevi dervişinin camcılık öğrenmesi için İtalya'ya gönderildiği ve dönüşünde Beykoz'da bir cam atölyesi kurduğundan ve burada özellikle çeşm-i bülbül türünde çok başarılı örnekler elde edildiğinden bahseder. Osmanlı Dönemi'nde cam sanayiindeki son girişim, Sao Modiano adlı bir Musevinin 1899'da Paşabahçe'de bugünkü Tekel fabrikasının yerinde kurduğu Fabbrica Vetrami di Modiano Constantinople adlı fabrikadır.

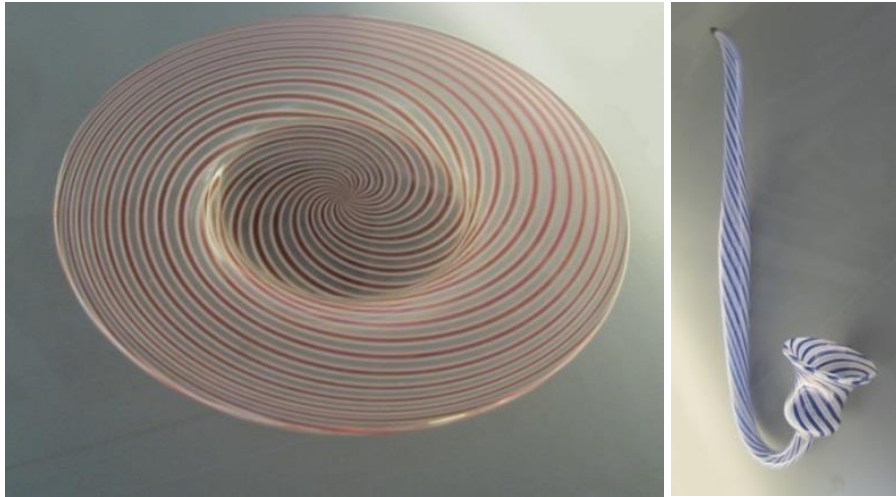
Topkapı Sarayı'nda kırk beş kadar sanat erbabına 'ehl-i hiref' denilmekte, bunların arasında yer alan cam yapıcılara da 'camgeran' denilmekte idi. Bunların da başında bulunanlara ise sercamger denilirdi (Bayramoğlu, derleme, 1974: 11)". Aynı kaynağa göre, Osmanlı Dönemi'nde üretilmiş olan camlar göz önüne alınarak gruplandırılmıştır. Bunlar; düz cam, renkli cam ve billur olarak üç farklı isim altında gruplandırılmıştır. Bina pencerelerinde kullanılan camların haricinde, gündelik hayatın ihtiyaçlarını karşılayan cam ürünler de, bu üretim içerisinde önemli bir yer tutmakta idi. Bunun yanı

sıra, donanmanın fenerleri, ordu için yapılan cam humbaralar da faydalı eşya adıyla cam üretimleri içerisinde çok önemli bir yere sahiptirler. (Bayramoğlu, derleme, 1974: 11-12)

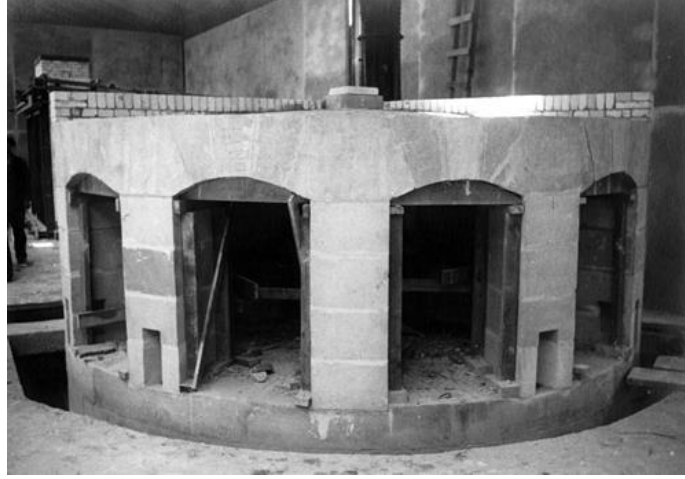


Görsel 10. Beykoz camlarından örnekler, Şişecam Sergisi, İş Bankası Binası, İstanbul
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Beykoz camlarının yanı sıra, Osmanlı Devrinde üretimi başlamış önemli bir cam türü de Çeşm-i Bübül camlarıdır. Bu camlar, üretim tekniklerinin kullanılması anlamında diğer cam örneklerinden ayrılmaktadır. Cam üretimi aşamasında sıcak cam balonunun, renkli camlarını dizilmiş olduğu bir optik kalıp içine daldırılarak buradaki cam çubukları üzerine alması ve helezonik olarak döndürülmesi esasına dayanır. Burada kullanılan cam şekillendirme yöntemi biçime üç boyutlu anlamda bir katkı sağlamaz, ancak görsel algı anlamında camlara özgün özellikler kazandırmaktadır.



Görsel 11. Çeşm-i Bübül tabak ve pipo, Şişecam Sergisi, İstanbul
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen



Görsel 12. Paşabahçe'nin pazara sürülecek, ilk ürünlerin elde edildiği cam fırını 1935
Kaynak: <http://www.sisecam.com.tr/tr/kurumsal/tarihce/fotograflarla/>



Görsel 13. Paşabahçe'nin açılışında (1934) İsmet İnönü'nün üretimi incelemesi
Kaynak: <http://www.sisecam.com.tr/tr/kurumsal/tarihce/fotograflarla/>

Türkiye'de cam sektörü kurma görevi, Atatürk'ün talimatlarıyla 17 Şubat 1934 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile Türkiye İş Bankası'na verilmiştir. Bundan bir yıl sonra ilk cam üretimi gerçekleşmiştir. Paşabahçe Şişe ve Cam Fabrikası'nın temeli Fabrikanın temeli 14 Ağustos 1934 yılında İsmet Paşa tarafından İstanbul-Paşabahçe'de atılmışken, "29 Kasım 1935 tarihinde ise Başbakan İsmet İnönü'nün katılımıyla fabrikanın açılış töreni gerçekleştirildi. Resmen açılan Paşabahçe Fabrikası günde 5-6 bin şişe üretme kapasitesi taşıyordu."²

²<http://www.sisecam.com.tr/wp/wp-content/uploads/2015/05/sisecam298.pdf> (Erişim Tarihi: 16.11.2015)

Mustafa Kemal Atatürk'ün aynı yıl içerisinde gerçekleştirdiği fabrika ziyareti sırasında Üretim Müdürü'ne söylediği “Ben bundan böyle soframda kendi fabrikamızın kristal bardaklarını kullanmayı isterdim. Yapılabilir ise memnun kalırım.”³. Yönündeki ricası üzerine fabrikada kısa sürede kristal cam bardak üretimine uygun teçhizat kurulur ve kısa zamanda kristal cam ürün üretimine geçilmiş olunur.

Küçükerman (1998: 240)'a göre, kuruluş yıllarına ait ilk ürünlerin çay bardağı, su bardağı, gaz lambası, gemici feneri camı, sürahiler, kulplu sürahilerdi. Bunlardan küçük ilaç şişeleri, gemici sürahileri, galonlar ‘Şiller’ makinelerinde; çay bardağı tabağı, su bardağı tabağı, küllükler, yemişlikler, ayaklı yemişlikler ise ‘Pres’te yapılırdı.

Bir ustanın ağzından, o dönemin üretimine dair kaleme alınan bilgiler ise şöyledir:

1946 yılında ...Tekel şişesi ve piyasa için 150'lik şarap şişeleri, ayrıca likör fabrikasına küçük şişeler üfleme ile yapılırdı. Ayrıca ‘soğuk pres’te sürahi kapağı, kavanoz kapağı, ecza şişesi, çay tabağı, su bardağı tabağı, küllükler yapılırdı. ‘Yanmış pres’te küçük kase, büyük kase, alt tabağı, komposto kasesi ve tabağı üretilirdi. Kalıp izlerini yok etmek için camlar ‘Trommel’ de yakılır ve çapaklar giderilirdi. O tarihlerde otomatik olarak üretilen başka bir şey olmadığı için bunlar çok revaçtaydı. ... 1950’li yıllardan sonra büyük boyutlu camlar üreilmeye başlandı (Küçükerman, 1998: 244).

Devamında, 40 cm ve 50 cm arasındaki boyutlarda çapı olan ürünleri üretmek için 30 kg ağırlığında üfleme ürünler ortaya çıkarılmakta olduğundan da bahsedilir. Kuruluş yıllarından itibaren gelişimini sürekli devam ettiren Paşabahçe cam fabrikası, günümüzde ulaşmış olduğu üretim teknolojisi ile dünyanın sayılı cam ürün üreticileri arasındaki konumunu almıştır. Türkiye’de başka birçok fabrika tam otomatik cam şekillendirme ünitelerine sahipken, yarı otomatik üretim ile cam sanayi üretimine katkıda bulunan Türkiye genelinde de birçok cam imalathanesi vardır.

Paşabahçe bünyesinde, cam şekillendirme ile ilgili yaşanan teknik gelişmelerin bazıları yıllara göre şöyledir; 1955’de Paşabahçe Cam Fabrikası’nda ilk mekanik üretimin başlamış, 1961’de Fourcoult sistemi ile pencere camı üretimidir. ilk mekanik pres üretimi 1963’de gerçekleştirirken, 1969’de “Nötr Borosilikat” cam boru üretimine, aynı zamanda da altı pota ile kristal üretiminin başlanmıştır. Pittsburgh sistemi ile düzcamlar

³<http://www.sisecam.com.tr/wp/wp-content/uploads/2015/05/sisecam298.pdf> (Erişim Tarihi: 16.11.2015)

üretimi 1971’de yapılmış, 1973’de cam çubuk, 1974’de de sert borosilikat cam üretilmiştir. 1975’de E camından ilk cam elyaf üretilirken, 1976’da ilk çift damla pres makinasının devreye girmiş, 1982’de far camı üretimi başlamış, bilye makinası çalıştırılmıştır. 1986’de ise kırılmış elyaf üretimi başlamış, 1990’de otomatik ayaklı bardağın ilk üretimi, 1991’de ise çekme ayak tekniği ile ticari üretim başlanmıştır. tam otomatik makina ile ilk savurma üretiminin 1994’de yapılmış, bir sene sonra ise 3 damla presin çalıştırılmış, kristal el üretimi başlamıştır, karbon kalıp ile ilk otomatik üretime 1997’de geçilmiş, 1999’de sanayi ürünlerine yönelik büyük ısıya dayanıklı cam pres devreye alınmış, uzun çekme ayak, uzun pres ve çift ayaklı forma ürün üretimlerinin gerçekleştirilmeye başlanmıştır, 2010’da Mısır’da düz cam fabrikası, 2011’de Bulgaristan’da Otomotiv Camları Fabrikası açılmıştır.⁴

Züccaciye üretiminde Türkiye dünyada üçüncü, Avrupa’da ikinci durumdadır. Türkiye’de cam sektöründeki ileri gelen kuruluşlar T.Şişe ve Cam Fab. AŞ, Konya Cam, Güral Cam, İzocam ve İzotoprak olup işlenmiş cam alanında üretim yapan birçok firma bulunmaktadır. T.Şişe ve Cam Fab. AŞ Gürcistan’ da satın aldığı cam ambalaj tesislerinde üretime geçmiştir. Rusya, Bulgaristan, Ukrayna ve Romanya’ da yatırım projeleri devam etmektedir Cam sektörü, üretimi ve ihracatı ile Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahiptir.

80 yıllık bir geçmişe sahip olan Türk Cam Sanayii, bugün camın ana gruplarını oluşturan düzcam (işlenmiş camlar dahil), cam ev eşyası, camdan sinai kaplar, cam ambalaj, cam elyafı, taşıyıcı ve cam yünü üretimi en ileri teknolojilerle gelişmesini ve büyümesini sürdürmektedir. Türkiye cam sektörü, son 10 yılda üretimini yaklaşık %140 oranında arttırarak dünya cam sektöründe etkin konuma gelmiştir. Yurt içi üretim kapasitesinin %50’si düzcam, %32’si cam ambalaj, %16’sı cam ev eşyası, %2’lik kısmı ise cam elyaftan oluşmaktadır. Türkiye ve çevre ülkelerdeki yatırımlar ile üretim kapasitesi 4 milyon tonu aşan sektör, camın ana sahalarındaki büyüklükleri ile dünyanın ve Avrupa’nın ilk 10’u arasında yer almayı başarmaktadır.”⁵

Türkiye, cam imalatı konusunda 4,7 milyon ton/yıl üretim kapasitesi ile Dünyada önemli bir yer edinmiş konumundadır. En büyük üretici olarak, başta Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. (Şişecam) yer almaktadır. Bundan başka, Güral Cam, Marmara

⁴<http://www.sisecam.com.tr/tr/kurumsal/tarihce/kronoloji/> (derleme) (Erişim Tarihi: 15.08.2015)

⁵<http://www.cimentobirlik.org/arastirma/504f9686-0d3b-4060-9370-1fedb98a461a.pdf> (Erişim Tarihi: 15.08.2015)

Cam, İzocam, Toprak Cam, Schott Orim, Yıldız Cam, Star Grup, Kutaş, Hatipoğlu Cam, Gürsan Cam, Olimpia, Başkent, Dora Cam gibi birçok fabrika da Türkiye cam sektörüne önemli katkılar sağlamaktadır. (Cam Sektörü Raporu, Derleme, 2014)⁶

Tablo 3. Cam sektöründe üretilen bazı ürünler ve üreticileri

Ürün	Kuruluş
Düz cam	Trakya Cam San. AŞ Trakya Fab., Trakya Cam San. AŞ Mersin Fab.,
Cam ambalaj	Topkapı Şişe San. AŞ-İstanbul, Anadolu Cam Sanayi AŞ-Mersin, Marmara Cam Sanayi Tic. Ltd. Şti-Kırklareli,
Cam ev eşyası	Paşabahçe Cam San. ve Tic. AŞ- İstanbul, Denizli Cam San. ve Tic. AŞ- Denizli, Koncam Kristal Cam San. ve Tic. AŞ-Konya, Güral Cam-Kütahya, Toprak Cam-Bilecik
Cam çubuk	Denizli Cam San. ve Tic. AŞ- Denizli, Koncam Kristal Cam San. ve Tic. AŞ-Konya, Güral Cam-Kütahya, Toprak Cam-Bilecik, Kaya Kardeşler, Tekno Cam
Cam elyaf, cam yünü, kaya yünü	Cam Elyaf San.AŞ-Kocaeli, İzo Toprak-Eskişehir, İzocam Tic.ve San. AŞ-Kocaeli
Ayna üretimi	Trakya Cam San. AŞ Trakya Fab.
Buzlu cam	Çayırova Cam San. AŞ Çayırova Fab
Emniyet camları	Trakya Cam San. AŞ Trakya Fab., Çayırova Cam San. AŞ Çayırova Fab.
Buzlu cam	Çayırova Cam San. AŞ Çayırova Fab.
Buzlu cam	Çayırova Cam San. AŞ Çayırova Fab.

Kaynak: MEGEPhttp://ismek.ibb.gov.tr/ismek-el-sanatleri-kurslari/webedition/file/2013_hbo_program_modulleri/turkiyede_cam_sektoru.pdf

⁶https://www.google.com.tr/?gfe_rd=cr&ei=a1RLVuT7D6Kz8...#q=Cam+sekt%C3%B6r%C3%BC+raporu+2012 (Erişim Tarihi: 18.08.2015)

“Ülkemizin en büyük cam ev eşyası üreticisi olan Paşabahçe, Avrupa’da en büyük 2, dünyada en büyük 3 üreticiden birisidir.”⁷ El değmeden, sadece makinaların devrede olmasıyla yapılan cam üretimlerine ek olarak yarı makine, yarı el üretimi olan üretim yarı otomatik üretim olarak adlandırılır. Bu üretim türlerinin yanında, tamamıyla insan gücü kullanılarak yapılan cam üretimi ise el üretimi olarak adlandırılır.

Seri üretimin yanı sıra Denizli Şişecam ve üfleme ve serbest şekillendirme ile cam üretimi yapan pek çok orta ve küçük ölçekli fabrika ve atölyeler bulunmaktadır. Genelde aydınlatma ve avize elemanları için parça üreten bu kuruluşlarda açık alevde üfleme, serbest şekillendirme, füzyon ve çökertme teknikleri kullanılmaktadır. İstanbul’da yer alan Beykoz Cam atölyesi, Türkiye’de seri cam el üretimi yapan üreticilerin başında gelir. Ayrıca cam boncuk üretimlerinin halen geleneksel yöntemlerle ve yüzde yüz el işçiliği ile gerçekleştirilen İzmir - Kurudere ve Denizli – Nazarköy, bu anlamda önemli cam merkezlerindedir. Zanaat anlamında üretim yapan atölyeler Türkiye genelinde yaygındır. Bu köylerde geleneksel cam boncuk üretimi halen orijinal şekillendirme aletleri ve şekillendirme yöntemleri ile yapılmaktadır.



Görsel 14. Geleneksel yöntemlerle sürdürülen cam boncuk yapımı

Kaynak: Nazar Boncuğu (Kültür ve Turizm Bak. Yay.: 2010; 4)

Bunun yanı sıra, Türkiye’de seri üretim yapan başka birçok cam fabrikası, orta ölçekli işletme ve atölyeler mevcuttur. Türkiye’de cam üretimleri sadece fabrikaların üretimleri ile sınırlı değildir. Bu yönde üretimler yapan birçok özel atölyeler, Üniversiteler ve Belediyeler gibi resmi kuruluşlar bulunmakta. Bunların çoğunda da; açık alevde cam

⁷<http://www.pasabahce.com.tr/kurumsal/hakkimizda.aspx> (Erişim Tarihi: 16.11.2015)

şekillendirme, başta boncuk şekillendirme ile ilgili olmak üzere, çeşitli konularda cam dersleri verilmektedir.

Bu eğitim merkezlerinden bir tanesi olan Camocağı Vakfı, 2002 yılında İstanbul, Öğümce Köyü'nde kurulmuştur. Bu vakıf Türkiye'de cam sanatı ile ilgili, özel eğitim alanında öncü kuruluş olması açısından önemli bir yere sahiptir. Yine cam sanatı konusunda, eğitim alanında, üniversite bazında ilk cam fırını Mimar Sinan Üniversitesi Seramik Anasanat Dalı'nda, daha sonra Anadolu Üniversitesi de Türkiye'de bir ilki gerçekleştirerek, 2004 yılında Cam Bölümü'nün kurulmasında öncülük etmiştir. Günümüzde pek çok üniversitenin güzel sanatlar fakültelerinde de farklı düzey ve kapsamda cam eğitimi verilmektedir.

2. CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ

Cam şekillendirme yöntemleri ele alındığında farklı kriterlere göre sınıflama yapmak mümkün. Kullanılan malzemenin cam olması ve ısı değişikliklerinde gösterdiği tavır değişikliğinin biçimlendirme teknikleri açısından belirleyici olması, temel gruplamayı camın ısı ile olan ilişkisine dayandırmayı gerektirmiştir. Buna göre üç ana grupta şekillendirme yöntemlerini incelemek doğru olacaktır. Oda sıcaklığında kullanılan şekillendirme teknikleri “soğuk şekillendirme yöntemleri”, ısı uygulaması ile yapılan şekillendirme teknikleri, de “ısı ile şekillendirme yöntemleri”, cam sıcak, eriyik iken alınıp uygulanan tekniklere de “sıcak şekillendirme teknikleri” denir.

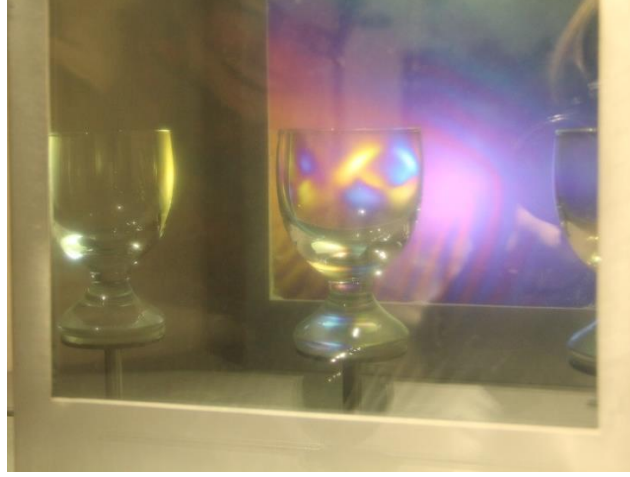
Cam şekillendirme yöntemlerinde camın ısı karşısında gösterdiği davranış, ısının uygulandığı sürenin de önemi vardır. Cam ısı iletken bir malzeme olmadığından, yeterli sürelerde ısıya maruz kalması gerekmektedir. Bu konuda kullanılan teknik, camın çeşidi ve camın boyutları ve biçim belirleyicidir. Cam, ısı iletken olmadığından ısı değişikliklerinde hızlı bir geçiş süreci malzeme özelliklerine uygun değildir. Bu nedenle çalışma derecesinde olduğu kadar kullanılan yöntem ve malzeme çeşit, boyut ve biçimine uygun sürelerde, kritik derecelerde de bekletme yapmak önemlidir.

Elde edilmek istenilen biçime uygun cam malzemesi seçilir. Bu konuda yeri geldiğinde şekillendirme tekniği de belirleyici olabilmektedir. Kesme ve taşlama yapılan bir uygulamada, yüzeyin optik özellikleri vurgulanmak isteniyorsa kristal cam seçilmesi,

sadece doku amaçlı bu teknikler kullanılmakta ise buna karşılık dış faktörlere dayanıklı bir malzeme gerekiyor ise SKS camı ya da benzeri bir cam çeşidi seçmek uygun olmaktadır. Biçimin tasarımı yapıldıktan sonra uygun cam çeşidi, renk uygulamasının nasıl olacağı ya da olup olmayacağı da tasarlanır. Cam çeşidi ve renk uygulaması ile birlikte seçilen malzemenin uygulama öncesi biçimine de karar verilmesi, diğer bir önemli konudur. Kullanılan camın tane iriliği ne kadar küçük olursa, elde edilen cam o kadar opak olur. Bu nedenle, uygulayıcı için kullanılacak camın biçimi de önemli bir karardır. Cam şekillendirme yöntemleri, tek başına kullanılabilirdiği gibi, farklı yöntemler peş peşe bir arada kullanılabilir. Tek başına kullanılabilen ana yöntemler olduğu gibi, ana bir yöntem sürecinin içinde araya giren fiziksel ve görsel farklılıklar yaratan teknikler de bulunmaktadır. Genelde bu teknikler tek başına bir biçim oluşturmak için yeterli değildir, buna karşılık, uygulanan yöntemin belli bir evresinde devreye girip biçimde ya da görüntüde ciddi farklılık yaratılmasına olanak sağlayabilmektedir. Her ana grubun sonunda bu ara tekniklere yer verilmiştir. Bazı tekniklerin daha kısıtlı uygulama alanı bulunmakta iken, bazı teknikler iki ana grupta dahi kullanılabilir. Bu konuya örnek vermek gerekirse, mühürle baskı tekniği hem sıcak cam şekillendirme, hem de ısı ile şekillendirme tekniklerinde de kullanılabilir.

Şekillendirme Yöntemleri, biçimin elde edilmesi süreci tamamlandıktan sonra, finisaj sürecinde de önem kazanmaktadır. Soğuk şekillendirme teknikleri kullanıldıktan sonra, sıcak şekillendirme ile yüzey parlatma ya da tam tersi; sıcak şekillendirme yöntemleri kullanıldıktan sonra soğuk şekillendirme yöntemleri ile yüzeydeki fazlalıklar alınıp düzeltme ya da ilave etkiler yapılabilir.

Sıcak cam ve ısı ile şekillendirme yöntemlerinde pişirim süreci kadar önemli konu da soğutma sürecidir. Soğutma sürecinde doğru bir tavlama programı uygulanmaz ise camda tansiyon oluşacaktır bu da oda sıcaklığına yaklaşırken ya da zaman içerisinde camın kırılmasına yol açacaktır. Camdaki tansiyonun (stresin) ölçülmesi mümkündür.



Görsel 15. İç gerilime sahip cam kaynağının polariskop yardımıyla görülmesi
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

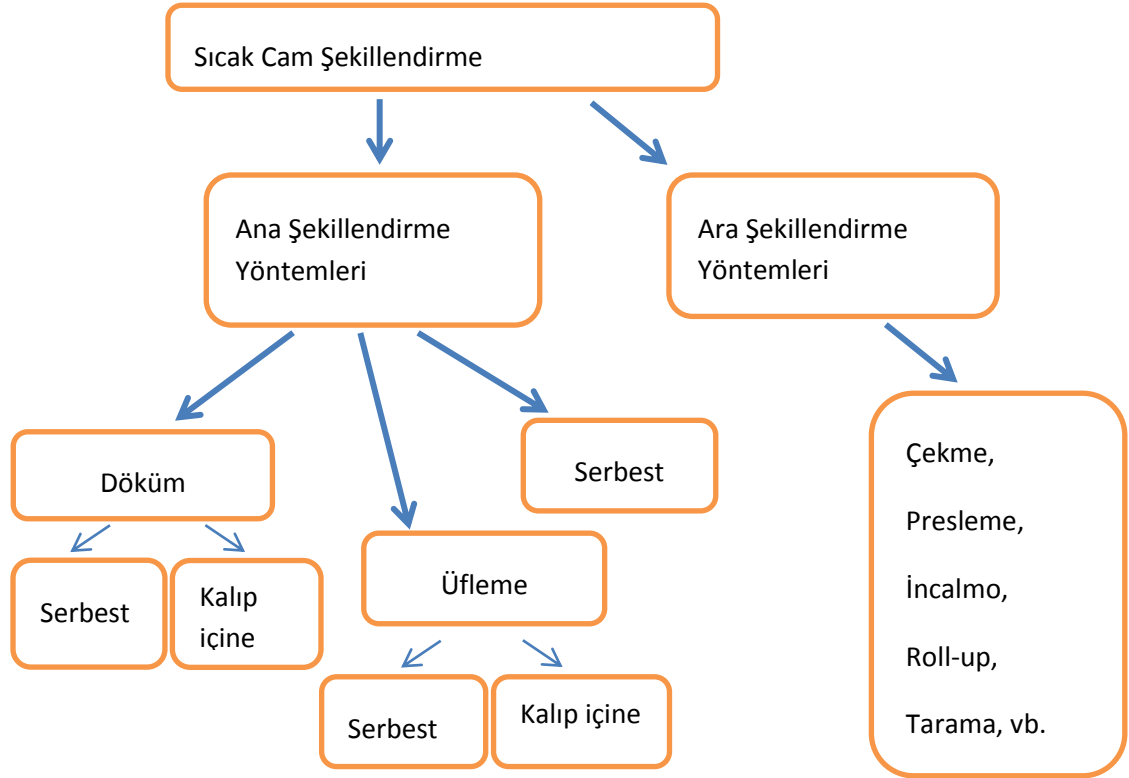
Camdaki gerilim, Polariskop ‘stresometre’ adlı alet ile gözlemlenebilmektedir. Bu yöntemle, camın içindeki gerilimli alanlar, renkli hareler olarak görünür hale gelir. Tavlama aşaması, cam çalışması için harcanan emeklerin boşa çıkmaması için gerekli bir aşamadır.

2.1. Sıcak Cam Şekillendirme Yöntemleri

Fırın içerisinde ergitilmiş cam uygun sıcaklığa getirildikten sonra ($\sim 1100^{\circ}\text{C}$) sıcak şekillendirme için alınır ve kullanılır. Sıcak cam şekillendirme tekniklerinde özellikle uzun cam olarak tabir edilen, çalışma aralığı uzun olan cam çeşidi kullanılır. Camın çalışma aralığını çalışma noktası (10^4 poise viskoziteye sahip olduğu derece) ile yumuşama noktası ($10^{7,65}$ poise viskoziteye sahip olduğu derece) arasında kalan zaman dilimi olarak tanımlayabiliriz. Her cam kimyasal kompozisyonuna göre bu aralık değerleri değişir ama viskozite değerleri aynıdır (Bknz. Tablo:12).





Sıcak cam şekillendirme teknikleri aynı zamanda endüstriyel imalat yöntemlerinin büyük bir çoğunluğunu da kapsamaktadır. Endüstriyel imalatta ise daha hızlı bir süreç gerektiğinden bu iki derecenin birbirine daha yakın olması, dolayısı ile camın daha çabuk kendini taşıyacak hale gelmesi beklenir. Bunun için de kısa cam, yani çalışma aralığı kısa olan cam tercih edilir.

Tablo 4. Sıcak cam şekillendirme yöntemleri



Bu tekniğin esası; kullanılan camın şekillendirilmeye başlandığında sıcak olması ve şekillendirme sürecinde çalışma aralığında sıcak tutulması, sonrasında da kademeli soğumasına dayanmasıdır. Sıcak cama yeri geldiğinde uygulayıcının uygun el aletleri kullanarak direkt müdahalesi gerektiğinden kişinin ısıdan korunmayı sağlayan giysi ve aksesuarlar kullanması gerekmektedir.

Tablo 5. Sıcak cam şekillendirme yöntemlerinde kullanılan fırın ve ısıtıcı ekipmanlar

			
Pipo ısıtma fırını	Cam ergitme tankı	Trommel	Kargez

Kaynak: <http://mikegigi.com/glostool.htm> (vd.)

Tablo 6. Sıcak cam şekillendirme yöntemlerinde yardımcı ısı kaynakları ve hava soğutucular

		
Gazlı pürmüz	Gazlı oksijenli pürmüz	Soğutucu hava





Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Tablo 7. Sıcak cam şekillendirme kullanılan el aletleri ve malzemeler

			
Boğma makası	Bız	Sofietta	Tutucu maşa
			
Cımbız	Düz uçlu maşa	Düz makas	Gazete kağıdı

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Tablo 8. Kalıplar

			
Metal üfleme Kalıbı	Ahşap üfleme Kalıbı	Oluklu çelik Levha	Optik üfleme kalıbı

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen (v.d)

Tablo 9. Koruyucu malzemeler

			
Kolluk	Eldiven	didymium gözlük	ısıdan koruyucu ahşap

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

2.1.1. Ana Teknikler

Sıcak cam şekillendirme yöntemlerinde döküm, üfleme ve serbest biçimlendirmeye dayalı olarak üç ana grup gözükmeyle birlikte, bu yöntemlerin her biri zaman içerisinde büyük bir çeşitliliğe sahip olmuştur.

2.1.1.1. Döküm İle Şekillendirme Yöntemi

Camın, yaklaşık 1300 °C'de akışkan bir kıvamda iken, ergitme tankından alınarak, bir yüzey üzerine veya bir kalıp içine dökülmesiyle gerçekleştirilen cam şekillendirme yöntemlerinin tümüdür. Çelikten yapılmış kepçe veya topuzların ön ısıtılmaları yapıldıktan sonra, gerekli miktarda ergimiş cam, ergitme tankının içerisinde alınır. Kalıp ile çalışılıyorsa, kalıbı dolduracak miktarda cam, kalıp içerisine serbest dökümde tercih edilen yüzey üzerine akıtılır. Şekil alan cam, belli bir düzeye (tavlama noktası)

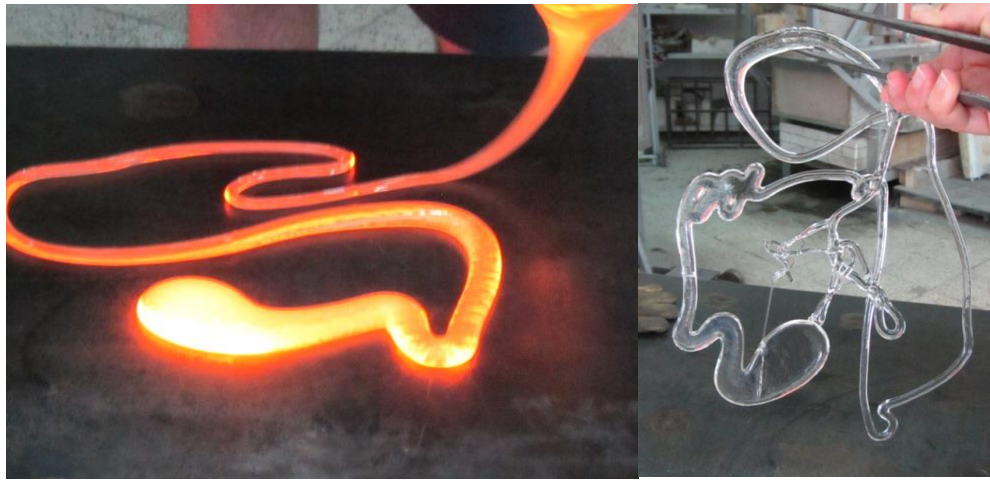
soğuması ile beraber sertleşme aşamasında kalıptan çıkarılarak kargeze konular ve tansiyonunu atması için kademeli olarak soğutulması sağlanır. Esas olarak serbest ve kalıpla şekillendirme başlıkları altında toplanır. Kalıp için farklı malzemeler kullanılabilir. Çok imkanları olan bir tekniktir. Farklı kalıp malzemeleri, üretim kapasitesi ve ürün yüzey dokusu açısından önemlidir.

2.1.1.1.a. Serbest Şekillendirme

Camın, ön ısıtması yapılmış uygun bir alan üzerine serbest bir şekilde dökülmesiyle gerçekleştirilen şekillendirme yöntemidir. Bu şekillendirme yöntemi, doğaçlama bir uygulama biçimi ve karmaşık serbest şekillerin elde edilmesine elverişlidir.

İstenilen cam miktarı yüzeye döküldükten sonra, ön ısıtması yapılmış veya ısı iletkenliği olmayan bir taşıyıcı ile kargeze konular ve çalışmanın boyutuna uygun bir soğutma programı ile tavlama süreci tamamlanır.

Tavlama süreci, cam şekillendirme tekniklerinde önemli bir süreçtir ve çalışmanın kendisinden daha uzun süreleri kapsayabilmektedir. Örneğin; stüdyo fırın camından şekillendirilen 10 cm x 30 cm boyutlarındaki bir kütle camın soğutulması için ortalama 25 - 30 saat gerektirmektedir. Bu süre, tabii ki camın türüne göre de farklılık gösterir. Tavlama fırınına konan cam, büyüklüğü ve çeşidine de bağlı olarak farklı soğutma kademeleri ile oda sıcaklığına yaklaşıncaya kadar soğutulur.



Görsel 16. Serbest cam döküm yöntemi ile cam şekillendirme
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

2.1.1.1.b. Kalıp İçinde Şekillendirme

Bu yöntem, temel kalıp olarak kullanılan bir elemanın içine sıcak cam dökümü ile uygulanır. Elde edilmesi hedeflenen biçim, cam çeşidi, ürün adedi, kalıbın biçime katkısı gibi kısıtlamalar göz önünde bulundurularak kalıp malzemesi seçilir ve bu malzeme uygun biçimde şekillendirilir. Seçilen cam, ergitilir ve yeterli miktarlarda kalıp içine dökülür. Kalıp malzemesi olarak metal, alçı, kum, ahşap gibi malzemeler kullanılır. Her malzemenin özellikleri farklıdır. Çoklu döküm istendiğinde ve kusursuz benzerlik hedeflendiğinde, ısıya dayanıklılığı ve yüzey değişikliğinin minimum olduğu metal malzemesi tercih edilirken, daha serbest ve az sayılı artistik üretimlerde ahşap kalıplar tercih edilebilir. Endüstriyel üretimler için metal kalıplar tercih edilirken, orta ve küçük ölçekli imalatlarda ve artistik uygulamalarda maliyeti de göz önünde bulundurularak, farklı malzemeler tercih edilebilmektedir.

Metal Kalıp İçine Döküm: Kalıp malzemesi olarak metalin tercih edildiği yöntem, daha önce de belirtildiği üzere, endüstriyel üretimlerde tercih edilir. Bu yöntem, ergimiş camın, metal kalıp içerisine döküldüğünde metalin şeklini alması prensibine dayanır. Cam, soğumasıyla beraber, kalıbın sağladığı şekli koruyabilecek bir sertliğe ulaşır. Elde edilmesi düşünülen şekle göre, üretilmiş parça sayısına sahip tek veya çok parçalı kalıplardan faydalanılır. Seri dökümlerde birbiri ardına yapılan dökümlerde, camın kalıba yapışmasını önlemek amacıyla metal kalıpların Metal kalıpların, her döküm aşamasında uygun sıcaklıkta olmaları önemlidir. Seri, birbiri ardına yapılan dökümlerde kalıp ısınacağından dolayı camın kalıba yapışmasını önlemek amacıyla, metal kalıpların sürekli ve gerektiği kadar soğutulmaları gerekmektedir. Kalıpların soğuk olması, camın soğuk bir ortam ile karşılaştığında, kalıba değen yüzey, sertleşeceğinden, yumuşak olan tarafa doğru kıvrılma eğilimi gösterdiğinden dolayı, yüzeyde dalgalanma veya katlanma gibi istenmeyen sonuçlar elde edilebilir.

Metal kalıba döküm yönteminin özelliği, kalıptan elde edilecek ince ayrıntıların temiz bir şekilde elde edilmesine olanak vermesidir. Bununla beraber, çoklu bir üretim amaçlanıyorsa, uzun süreli dayanım sağlamaları sebebiyle metal kalıplar tercih edilmektedir. Metal kalıp içerisinden elde edilen cam, bütün sıcak cam şekillendirme yöntemlerinde olduğu gibi, gerekli tavlama programına tabi tutulur.



Görsel 17. Metal kalıp içine cam dökümü

Kaynak: <https://www.camocagi.org/tr/icerik/cam-essiz-bir-malzeme> (Erişim Tarihi: 29.11.2015)

Görsel 18. Metal kalıp içine döküm ile şekillendirilmiş cam balık, E. Kula, 2012

Fotoğraf: E.Küçükbiçmen

Kum Kalıp İçine Döküm: Bu yöntemde kum kalıp kullanılır. Kum malzemeleri değişkendir. Olivin, zirkobit, deniz kumu ve benzeri birçok malzemenin kum hali bu teknikte kullanılır. Önemli olan, ısıya dayanıklı malzemenin kum halinin tercih edilmesi ve daha iyi kompaksiyon ve ayrıntı aktarımı sağlaması için farklı tane iriliklerinin bir arada kullanılmasıdır. Temiz olarak elenen kumu, bazı uygulayıcılar bağlayıcı özellikteki malzeme ile karıştırır. Bazı uygulamacılar ise sadece kumu kullanmayı tercih ederler. Hazırlanan kuma bir miktar nem verilir ve model bastırılarak negatif olarak yüzeye aktarılması sağlanır.

Bazı uygulayıcılar hem modele hem de model ayrıldıktan sonra kum kalıbın iç yüzeyine uygulama öncesi ayraç kullanmayı uygun görmektedir. Bazı uygulayıcılar da kum kalıp yeterli miktarda nemlendirilirse nemin sıcak uygulama ile süratle buharlaşacağını ve cam ile kum arasında sürtünme ve yapışmaya engel bir ara tabaka oluşturacağını savunmakta ve ayraç kullanmaktadırlar. Tüm sıcak uygulamalarda olduğu gibi, tavlama derecesine yaklaşan tüm ürün kargeze alınarak tavlama yapılır.

Bentonit ve su ilave edildikten sonra homojen olacak kadar kum ile karıştırılır ve su ile nemlendirilir. Kumdaki nemin homojen olması için nemlendirme aşamasında sprey kullanılabilir. Karıştırılan kum avuç içinde sıkıldığında, topak halinde kalarak dağılmıyorsa yeterince nemlenmiş demektir. Kum bundan daha nemli olduğu takdirde, camın kuma değmesiyle, ısınan kumun içerisinden yükselen su buharı, cam bünyede

istenmeyen hava kabarcığı oluşumuna sebep olabilmektedir. Kum uygun kıvamda iken, pozitif şekil kuma bastırılarak dikkatlice geri çıkarılır ve istenilen boşluk, kum kalıp içinde negatif olarak elde edilir.

Kum kalıp yapımında, bağlayıcı olarak yapay reçine de kullanılır. Bu tür reçine kullanılıyorsa eğer, kuru kum içerisine kum ağırlığının % 18'i kadar sıvı haldeki reçine tartılarak ilave edilir. Plastik eldiven kullanarak, karışım homojen bir hale gelene kadar yoğurulur. Kalıbı alınacak ve ters açısı olmayan pozitif parça kuma bastırıldıktan sonra kum, parçanın döküm hizasına kadar sıkıştırılır ve kumun üst yüzeyi düzlenir. Kalın bir tel veya bız yardımı ile kum içerisine derinlemesine kanallar açılır. Bu kanallara hortum ile karbon dioksit (CO₂) tutularak kalıp sertleştirilir. Ardından kalıbı alınan parça geri çekilerek istenilen kalıp kumdan elde edilmiş olur.

Kuma döküm ile şekillendirme yöntemi kısa sürede ürün elde etmek için hızlı çözüm sağlayabilir. Döküm aşamasında cam, genişleme katsayıları birbiriyle uyumlu parçaların eklenmesine izin verir. (Camdan küçük şekiller, bakır folyo, tel veya cam granül ve tozlar gibi malzemeler olabilir). Toz veya granül camlar haricinde eklenecek malzemelerde ön ısıtma yapılmaması camda iç gerilim yaratır.



Görsel 19. Kuma döküm ile şekillendirme; Marmara Üniv. GSF, 2011
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Görsel 20. Kuma döküm ile şekillendirme, Anadolu Üniv. GSF, 2012
Fotoğraf: T. Akgül

Alçı Kalıp İçine Döküm: Alçı da malzeme olarak sıcak döküm kalıplarında elverişli bir malzemedir. Yüksek ısıya dayanımı diğer malzemeler kadar olmadığından dikkatli çalışılması gerekir. Malzemenin ısıya dayanımını arttırmak için alçının yanı sıra tadel

ediciler ve refrakterlerden bazı malzemeleri kullanmak gereklidir Kalıp olarak şekillendirmesi çok kolaydır.

Bir kalıptan bir cam ürün elde edilmek isteniyorsa, tek seferlik kullanım sağlayan alçı kalıp içerisine cam döküm yöntemi tercih edilebilir. Bu kalıp türünün yapımında, ihtiyaca göre farklı reçeteler kullanılabilir. En basit reçete olarak % 50 alçı ile %50 kuvars karışımı kullanılmaktadır. Bu reçeteye % 10 oranında kaolin eklenilerek farklı özellikte bir kalıp elde edilebilir. Bu katkı ile esas olarak kalıbın mukavemeti çok artar. Sayesinde de camın kalıptan daha parlak çıkmasını ve cam yüzeyinin daha kolay temizlenebilmesi de sağlamış olur.

Alçı karışım kalıplarını hazırlarken, önce kuru maddeler karıştırılır, sonra suya katılır. Su oranı belirtildi ise buna sadık kalmalı, aksi takdirde kalıp gözenekleri gereğinden fazla büyür ve kalıp dayanıksız olur. Yeterli sertliğe geldikten sonra da model, kalıptan çıkarılır. Temizlendikten sonra kurutma süreci başlar. Hazırlanan alçı kalıp hala tam kurumamış ise, uygulamanın hemen öncesinde kurutma programı uygulanır. Kalıp; nemini atabileceği sıcaklık olan 130 °C’de nemini atacak kadar bekletilir. Fırın havalandırma deliğine yaklaştırılan bir cam plaka üzerinde su yoğunlaşması sonucunda kalıbın içinde hala nem olduğu anlaşılabilir. Ardından, fırının derecesi 860 °C’ye kadar kademe kademe çıkarılır. Bu aşamadan sonra cam, ergitme tankından alınarak kalıbın içerisine çelik kepçe veya topuz ile akıtılır. Gerekirse cam akıtma işlemi tekrar edilerek alçı kalıplar istenilen miktarda doldurulur. Kalıba ön pişirim yapılması kalıbın döküm sırasında sırasında çatlama ihtimalini gidermek için bir yöntemdir.



Görsel 21. Alçı kalıp içine döküm ile şekillendirme, GSF. A.Ü.
Fotoğraf: K.Pawlak, 2010

Anadolu Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi'nde düzenlenen Camgeran 2010 uluslararası cam sempozyumu sırasında konuk sanatçı Kazimierz Pawlak eserlerini alçı kalıplar içine döküm ile yapmıştır. 1-2 kg arasında değişen kütlelere sahip cam çalışmalarını uygulamak için fırında ısıtılmış alçı kalıp içerisine aşağıda verilen fırın pişirim çizelgesi uygulanarak döküm yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır.

Tablo 10. K. Pawlak'ın uyguladığı alçı kalıba cam döküm uygulamasının fırın çizelgesi (Ekrem Kula'nın Notları 2010)

Çıkış hızı (dak.)	Çıkılan C derece	Bekleme Süresi (Dakika)
300"	100°	60"
120"	300°	60"
120"	500°	30"
90"	650°	120"
60"	860°	360" (kalıba cam dökümü)
Skip	660°	0"
Skip	505°	360"
360"	460°	360"
720"	150°	120"
Hızlı düşüş	30°'ye	SON

Pawlak'ın kullandığı alçı kalıp, yaklaşık % 30 civarında alçı, % 56 kuvars ve % 14 kaolin karışımı ile hazırlanmıştır. Döküm aşamasından kaynaklanan yüzeyden kabarcıkları atması için Fırın içindeki ısı 860 °C'ye ulaştığında, kapak açılarak ergitme tankından alınan ergiyik haldeki sıcak cam, çelik topuzlar üzerine sarılarak kalıpların içine akıtılmıştır. Fırın kapağı kapatılarak bekletilen cam, kabarcıkların yüzeyden atılmalarının ardından, uygun tavlama diyagramı kullanılarak soğutulmuştur. Alçı kalıp içine döküm yöntemi, fırın içinde başlar ve fırın içerisinde sonlandırılır. Cam form, ancak tamamen soğuyup ve oda sıcaklığına düşen kalıbın içerisinden, etrafındaki alçı kırılarak çıkartılır.



Görsel 22. Kalıp içine cam dökümü ile üretilen form, K. Pawlak, 2010
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

2.1.1.2. Üfleme İle Şekillendirme Yöntemi

Sıcak cam şekillendirme yöntemleri içinde Milattan sonra 50'lerde keşfedilen bu yöntem, camın çalışma aralığındaki ısı değerlerinde gerçekleştirilir. Üfleme yöntemi, endüstride de yoğun olarak kullanılmakta olan tekniklerdendir. Bu yöntemde kullanılan cam çeşidi de mekanik imalata ya da elle şekillendirmeye göre farklılık gösterir.



Görsel 23. İlk üfleme ile oluşan hava kabarcığı
Kaynak: <http://entertainment.howstuffworks.com/arts/artwork/glassblowing2.htm>

SKS camı için bu çalışma aralığı yaklaşık 1200-700 °C arasında; kristal camda ise yaklaşık 550-450 °C arasındadır. Bu yöntemde elle şekillendirme süreci daha uzun çalışma zamanı gerektirdiğinden, uzun cam ile çalışmak uygundur Aynı tekniğin fabrikasyon üretiminde ise kısa cam tercih edilir. İstenilen biçim elde edildikten sonra, üretilen cam çalışması pipo veya punti üzerinden kırılarak kargez fırınına konur ve soğumaya bırakılır.

Temelde eriyik haldeki sıcak cam, fırının içinden içi boş bir metal çubuk ucuna sarılarak alınır, uygun müdahalelerle şekillendirilir. Pipo ucundaki cam içine hava üflenerek, hava basıncı ile genişmesi prensibine dayanır. İstenilen biçim verildikten sonra üretilen cam çalışması pipo veya punti üzerine aktarılmışsa, kırılarak, kargez fırınına konulur ve soğumaya bırakılır.

Pipo olarak tabir edilen cam çubuğun ucuna sarılan sıcak cam ile üfleme yöntemi, içi boş biçimler elde etmek için uygulanır. Temel prensibi, üflenen havanın camın ısısı ile genişerek hava basıncı oluşturması ve bu şekilde camın içinden dışarı doğru bir baskının yapılmasını sağlamasıdır. Uygulayıcı, yerçekiminin yol açacağı sarkmalara engel olmak için pipoyu uygun süratte ileri geri çevirerek her yönden eşit bir biçim elde eder. Çalışma sırasında içeriden üfleterek, dışarıdan da uygun aletlerle bastırarak, keserek, bükerek ve benzeri müdahalelerle şekillendirme tamamlanır.



Görsel 24. Sıcak cam çalışma tezgahı

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Üfleme yönteminde uygulayıcı çok yüksek derecede bir malzeme ile çalıştığından ve direkt müdahalelerde bulunduğu için, kullanılan teçhizat, mobilya ve el aletlerinin doğru seçilmesi önemlidir. Üfleme uygulayıcı tarafından, gerektiğinde, sıcak cam çalışma bankı (bench) kullanılarak yapılabilmektedir. Çalışma bankının rahat oturup kalkacak ve kullanan kişinin yüksek ısıdan en az etkilenmesini sağlayacak şekilde ergonomik olması gerekmektedir. Bununla birlikte, şekillendirme sürecinde kullanılacak aletlerin el altında, kolay erişilebilecek şekilde yer almaları ve doğru şekilde kullanılmaları çok önemlidir.

Çok yüksek sıcaklıktaki bir malzeme ile çalışıldığından ve hızlı bir çalışma ortamı olacağından, bu konuda yapılan hatalar ciddi yanmalara yol açabilir. Sıcak üfleme ekip çalışmalarında da uyum, özellikle bu sebepten önem taşır. Hata yapıldığında tehlikeli olabileceğinden, önceden planlanmış çalışma; doğru ekipman ve ekip arkadaşları ile yapılmalıdır.

Ushio Konishi ve asistanı Fumi Matsuura'nın serbest üfleme ile yaptıkları kadeh çalışmasının aşamaları;



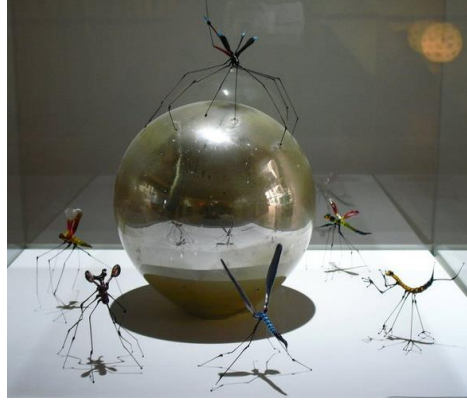
Görsel 25. Haznenin şekillendirilmesi Gövde ve ayak kısımlarının eklenmesi
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen, 2008



Görsel 26. Ayağın düzeltilip puntiyeye alınması, Ağızın açılması, kadehin puntiden ayrılması
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen, 2008

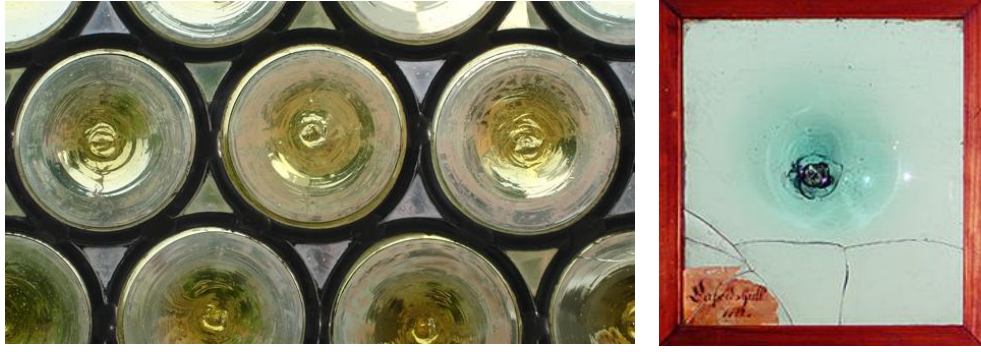
2.1.1.2.a. Serbest Üfleme

Üfleme yöntemi camın eritme tankından pipoya sarılarak alınmasından sonra, kalıp var olmaksızın şekillendirilmesi prensibine dayanır. Piponun ucunda çalışma yumuşaklığındaki cam kütlesi, yapılan üfleme eylemi ile oluşan hava basıncı ile şişerek şekil alır. İç boşluğu oluşturulan cam, sıcak cam aletleri kullanılarak serbest müdahalelerle, yerçekimi etkisinden faydalanılarak, piponun eksenini üzerinde döndürülmesi, yeri geldiğinde salınması gibi eylemlerle şekillendirilir. Bu çalışma yöntemi, özellikle artistik ve el sanatlarına yönelik üretimlerinde tercih edilmektedir. Yöntem, küçük ve orta ölçekli imalathaneler ve fabrikaların bazılarında sınırlı sayıda üretilmesi uygun ürünlerde kullanılabilir.



Görsel 27. ‘Hiyerarşi’, Esin Küçükbiçmen, 2008, Serbest üfleme, açık alevde cam şekillendirme ve soğuk şekillendirme
Fotoğraf: F. Dinç, 2011

Serbest üfleme tekniğinin sağladığı en önemli gelişmelerinden birisi de düz cam imalatını olası kılmasıdır. Bu sayede pencere camı kullanımı sağlanmış, büyük cam gerektiren pencerelerde de bu camların kullanımını artistik olarak çözümlenip virtay sanatının başlamasına yol açmıştır. Üfleme tekniği bir dönem düz cam imalatı için de çözüm olmuştur. Bu konuda iki farklı yol izlenmiştir. Birincisinde üflenen büyük bir küre cam fiskanın ön kısmında bir delik açılarak, sıcak hava akımını sağlayan bir ısı kaynağı karşısında hızlı olarak döndürülerek, merkezkaç kuvvetinin de etkisiyle, pipo ucunda 1,2 m. çapında, düz dairesel plaka şeklini alması sağlanır. Bahsi geçen bu cam biçimi Avrupa’da ‘crown glass’ olarak adlandırılmaktadır.



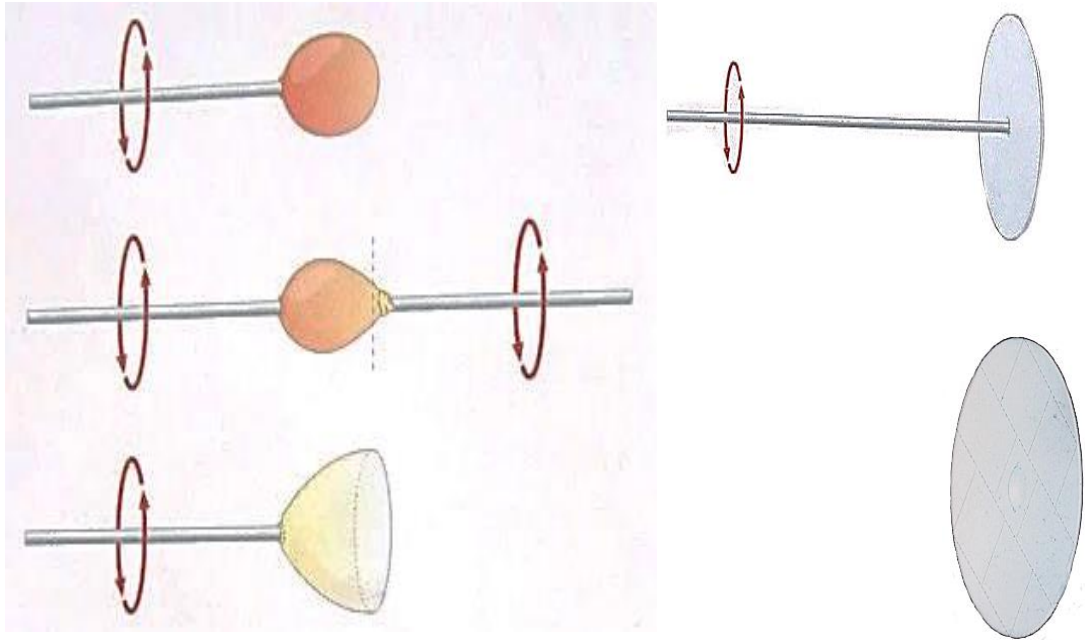
Görsel 28. Filgözü cam örneği

Kaynak: <http://www.glasmalereibern.ch/kunstglaserei/ornamentverglasung/>

Görsel 29. ‘Üfleme ile oluşturulmuş bilinen en eski pencere camı’

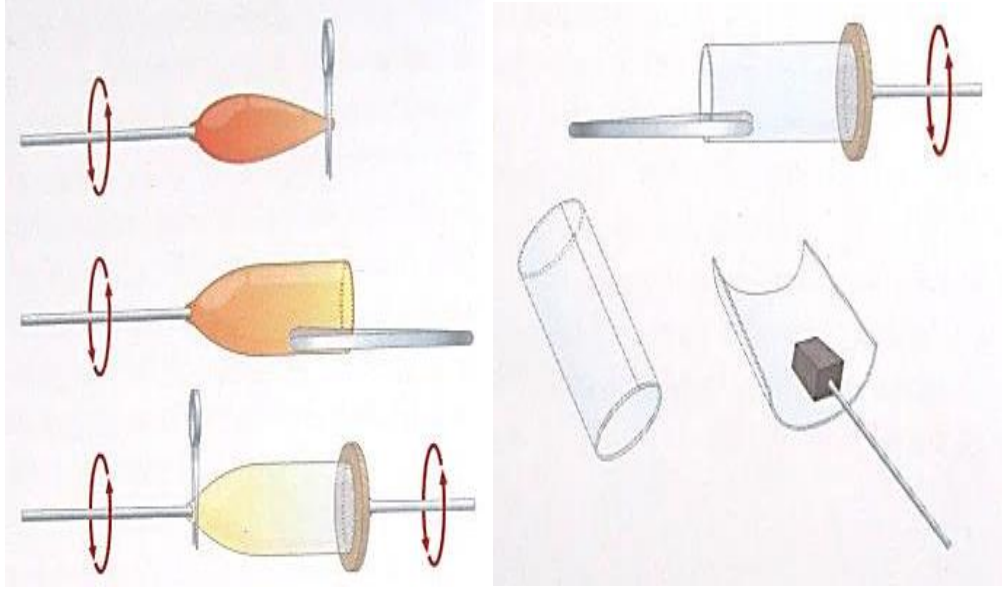
Kaynak: <http://en.wikipedia.org/wiki/Glass>

Bu şekilde elde edilen camların merkezlerinde camın daha kalın olması ve pipodan ayrıldığı noktada bir izin oluşması adlandırma konusunda çeşitli benzetmelere yol açmıştır. İngilizce’de ortadaki izin öküzgözüne benzetilmesi nedeniyle “bullseye”, Almanca’da ise elmanın ortası ya da delgeç konfetisine benzetildiğinden, “Butzensheibe” olarak adlandırılmıştır.



Görsel 30. Sıcak camın punti ucunda savrulması yöntemiyle düz cam elde edilmesi

Kaynak: P. Beverige, (2005: 28)

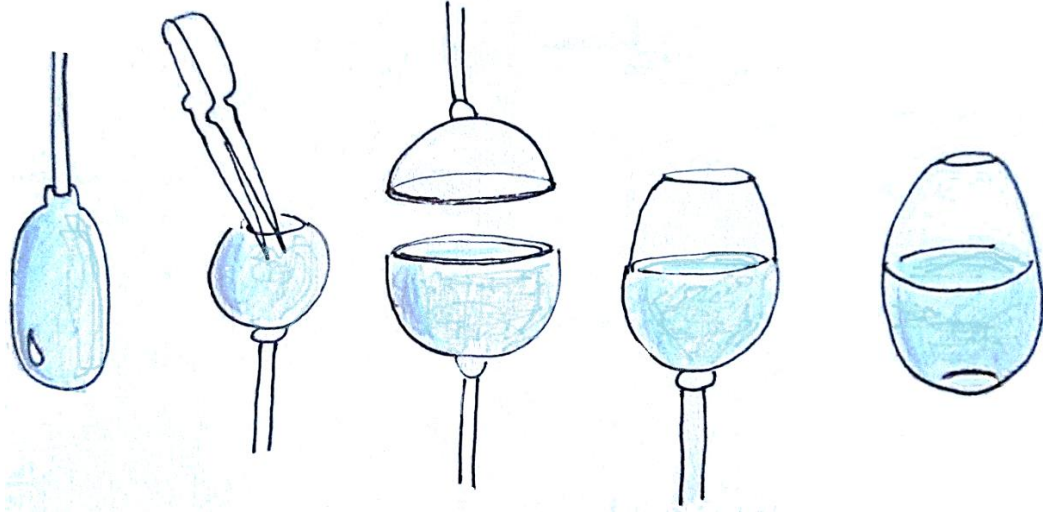


Görsel 31. Silindir şeklinde üflenen camın kesilerek plaka cam haline getirilmesi

Kaynak: P. Beverige, (2005: 28)

Düz cam imalatında kullanılan eski yöntemlerden ikincisi de pipo ucuna alınan cam ile büyük ve düz bir silindir oluşturarak gerçekleştirilmektedir. Bu silindir sonra iki ucundan da kesilerek düz bir yüzeye alınır ve bu yüzeyde ortadan kesilerek kağıt gibi iki yana açılması sağlanır. Bu şekilde oluşan camlarda ilk teknikte olan merkez izi bulunmaz, merkezkaç salınımı nedeniyle oluşabilen dairesel kalınlık farklılıkları da gözükmez. Daha düzgün bir yüzey elde etmek olasıdır

İncalmo: Kalıpsız olarak çalışılan ‘incalmo’ yöntemi, serbest üfleme yöntemlerinin bir çeşididir. Üflenerek hazırlanan iki biçim, ağız kısımları sıfıra sıfır örtüşecek şekilde şekillendirilir ve yapıştırılır. İki parça birbirine yapıştırıldıktan sonra cam tek taraftan kırılarak pipodan ayrılır ve şekillendirilmeye devam edilir. Farklı renkteki cam üflemlerin birleştirilmesi prensibine dayanır.



Görsel 32. İncalmo tekniğinde şekillendirme
Çizim: E. Küçükbiçmen, 2014



Görsel 33. İncalmo yöntemi ile şekillendirilmiş vazo, E.Küçükbiçmen, F. Enami, Ushio Atölye, 2008
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

2.1.1.2.b. Kalıba Üfleme

Bu yöntem, serbest üfleme yöntemine ilaveten dış yüzeyi sınırlandıran bir kalıp kullanımı ile farklılık gösterir. Sıcak camın içine üfleme yapılacak kalıbın derinliği, boyutu ve ağız açıklığına göre, önce pipo ucunda şekillendirilir. Şekillendirilen cam balon, kalıp içine indirilir ve kalıp iç hacmini dolduracak şekilde, üflenerek şişirilir.

Üfleme aşamasında camın kalıp içine yapışmaması ya da kalıp içinde deforme olmaması önemlidir. Kalıbın doğru sıcaklıkta olması gerekmektedir. Gerektiğinde ayraç malzemesi de kullanılabilir. Döküm tekniğinde olduğu gibi kalıplarda ayraç olarak kullanılan maddeler ve kullanım yöntemleri, kullanılan kalıbın malzemesine göre değişiklik gösterir.

Atölye camcılığında tercih edilen kalıplar çoğunlukla metal ve ahşaptır, zaman zaman da seramik ve alçıdan üretilmektedirler. Kalıpların ömürleri, yapıldıkları malzemeye göre değişiklik gösterir. Ancak, metal kalıpların üretim maliyeti fazla olduğundan, kimi durumlarda ahşap gibi, daha düşük maliyetli malzemeden üretilmiş kalıpların kullanılması daha uygun olabilmektedir. Kalıp malzemeleri, ömürleri uzun olandan kısa olana doğru şu şekilde sıralanır; 'metal, ahşap, seramik ve alçı'. Bu konuda, alternatif yöntemler de vardır. Kalın kartondan yapılmış, hazır haldeki şekiller (silindirik borular vs.) ise bir-iki kullanımlık sıcak cam üfleme kalıpları olarak kullanılabilirler. Talaş tozunun ağaç tutkalı ile yoğurularak hamur kıvamına getirilmesi ile çıkarılabilir bir iç kalıp etrafında sıkıştırılarak kurutulan parçalar da birkaç seferlik kullanım sağlayabilecek pratik cam kalıpları olarak uygulama alanı bulabilmektedir.

Bray, (2001: 53-54)'de ahşap kalıpların yerine, kompozit olarak üretilen kalıpların ömürlerinin ahşap kalıplarının ömründen daha uzun olabildiklerine değinir ve konu ile ilgili olarak Çek ve dönemin Slovak Cumhuriyetleri'nde daha çok tercih edilen bu kalıpların çimento bağlayıcı ile oluşturulduğundan ve ortaya çıkan ürünlerin piyasaya sunulduğundan bahseder.

Dönüş eksenini referans alındığında, simetrik formların oluşturulması aşamasında pipo ucunda üflenen cam kütle, kalıba yapışmayı önlemek için sürekli olarak döndürülür. Ancak, eksen üzerinde simetrik olmayan ve iç yüzeyi dokulu ya da rölyefli kalıplarda, kalıp içerisine üflenen camın döndürülmesi mümkün olmaz. Üflendikten sonra geri çıkarılamayacak formların şekillendirilmesinde ise, çok parçalı, açılıp kapanabilir kalıplar kullanılır. Kalıplar, seri üretim koşulları gereğince (yarı manuel üretimlerde) pedallı sistemlerle, seri olmayan el üretimlerinde el ile açılıp kapanabilirler.

Üflemede kullanılacak metal kalıplar, döküm demir-çelikten yapılır ve kullanım aşamaları süresince, iç kaplamaları aşındıkça yapışkan bir malzeme olan beziryağı

sürülerek ağaç mantar tozuna daldırılırlar. İçleri kaplanan kalıplar ardından mantarın yakılarak kömürleştirilmesi üzere fırınlanırlar. Karbon tabakası ile kaplanmış kalıp, üfleme aşamasında da sürekli su ile ıslatılır. Kalıbın yanması sürecinde oluşan karbon tabakasından dolayı, sıcak camın su ile ıslatılmış kalıba değmesinden meydana gelen su buharı, üfleme sırasında camın kalıba yapışmasını önleyen bir hava yastığı oluşturur. Kalıp içerisindeki karbon tabakası aşındıkça mantar tozu ile kalıplama ve fırınlama işlemleri tekrar edilir. Ağaç kalıplarda ise kalıp ıslak tutularak sıcak camın oluşturacağı su buharının hem kalıbın yanmasına engel olması, hem de ayraç görevi görmesi sağlanır. Metal kalıptaki yüzeye göre pürüzsüzlüğü az, ömrü kısadır. Yine de kısmen uzun süreli çalışmalara olanak tanımaktadır.



Görsel 34, 35. Metal ve ahşap sıcak cam üfleme kalıpları

Kaynak: E.Küçükbiçmen, <http://www.glassblower.info/glassblowing-wood-blocks-and-wood-molds>

Üfleme için kullanılacak alçı kalıpların iç yüzeyine de uygulama öncesinde su püskürtülür. Öncelikle alçı kalıbın iç yüzeyi karbon bir tabaka ile kaplanır veya buraya ıslak gazete kağıtları tek kat olarak yerleştirilir. Alçı kalıplar kısa ömürlü olup, en iyi sonucu ilk kullanımlarında sağlarlar. Daha sonraki kullanımlarında ise kalıbın iç kısımları pul pul dökülmeye başlayarak, ilk seferdeki üflemede elde edilen cam ürünün dış yüzey düzgünlüğünü sağlayamayabilirler.

Seramik cam üfleme kalıplarının antik dönemlerde kullanıldığı bilinmektedir. Ancak günümüzde kullanımları yaygın olarak tercih edilmemektedir. Kumdan kalıp ise sıcak cam üfleme alanında da kullanılabilir.



Görsel 36. Ahşap kalıp içine cam üfleme yöntemi, 'Taşma', E. Küçükbiçmen, 2009
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Görsel 36'da verilen örnekte ahşap içine pürmüz ile yakılarak oluşturulan serbest dokulu içbükey biçim içine cam üflenerek üç boyuta aktarılmıştır.

2.1.1.3. Serbest Sıcak Cam Şekillendirme Yöntemi

Sıcak cam iç boşluğa ihtiyaç duyulmadan metal çubuklara sarılarak, sadece dış müdahalelerle şekillendirilirse, bu yöntem serbest şekillendirme yöntemi olarak adlandırılmaktadır.

Kağıt ağırlığı bu teknikte en yaygın uygulamalardan birisidir. Üfleme tekniği ustalık gerektirirken blok camla çalışmak çok daha zordur. Malzemenin ısı karşısında gösterdiği hassasiyet kalın bünyede daha kritikleşecektir. Doğru ısıda çalışılması çok önemli bir konudur. İç- dış farklı çok fazla olacağından, çalışma sırasında tekrar tekrar doğru zamanlarda ısıtmak ve tavlama derecesine düşmeden çalışmayı tamamlamak gerekir. Kağıt ağırlığı çalışan sanatçılar yaptıkları çalışmanın sonucundan, tavlama fırını açılıncaya kadar emin olamazlar.

Blok cam ya da sadece dış müdahalelerin gerektirdiği bütün uygulamalar bu başlık altındadır. Bu uygulamalarda üst üste cam, fırından alınabilmekte ve her katman arasında yapılan müdahalelerle hava kabarcığı oluşturmak, renk ya da görüntü aktarmak, cam eklemek, kesmek, bükme burğu yapmak vb. pek çok şekillendirme uygulaması el aletleri ile uygulanabilir.



Görsel 37. Puntı ucunda şekillendirilmiş formlar, kağıt ağırlığı, 2015 ve ‘İsyankar Denizyıldızı’, E. Küçükbiçmen, 2007

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Görsel 37’de verilen örneklerde de puntı ucuna sarılmış sıcak cam üzerine kırmızı cam granüller alınmıştır. Bunlar, trommelin ısısında yüzeye kaynaştırıldıktan sonra kütle üzerine ikinci kat şeffaf cam sarılır ve hava kabarcıklarının oluşmasını sağlamak için bız ile cam içerisine doğru bastırılır. Bu sayede oluşan oyuk kısımlarda, ikinci cam sarma esnasında hava baloncukları oluşur. Cam, puntı ucunda basık küre haline getirildikten sonra maşa ile yıldızın bacakları dışa doğru çekilerek şekillendirilir. Boğma maşası ile cam bağlantısı inceltilir. Son olarak denizyıldızı formundaki camın bağlantı noktasına su damlatılarak çatlatılır. Parça kargeze soğumaya bırakılır.



Görsel 38. Puntı ucunda dolu cam şekillendirme çalışmaları: 'Küçük Ağaç' (9 cm) ve 'Kırmızı Burgu' (14 cm), E. Küçükbiçmen, 2007
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Görsel 38'de görülen örneklerde yine üfleme yapılmaksızın blok camdan çalışılmıştır. Çalışmaların renklendirilmesinde renkli cam granüller, şekillendirme aşamasında cımbız, boğma maşası gibi sıcak cam şekillendirme aletleri kullanılmıştır.

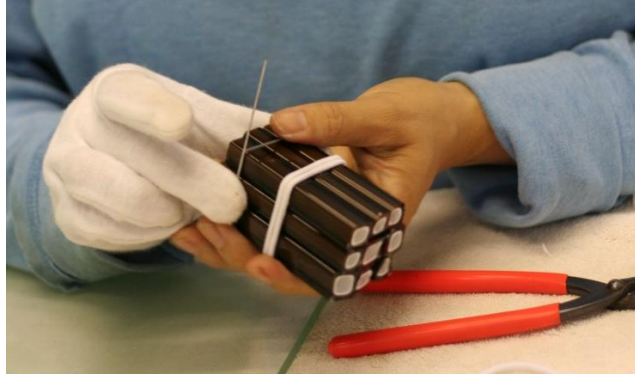
Sıcak camda ekleme ile şekillendirme, sıcak haldeki cama başka sıcak haldeki cam parçalarının yapıştırılarak ya da daha da eriyik bir kıvamda iken damlatılarak eklenmesi yöntemidir. Eriyik camın yanı sıra, ısıtılmış toz halde camdan, büyük parçaya her boy cam eklenebilir. Görsel 39'da damlatma yöntemi ile ekleme yapılmış bir cam vazo örneği görülmektedir. Cam vazo formu sıcakken renkli bölgelerin üzerine sıcak cam damlatılarak eklenerek vazo üzerine aktarılmış çizgisel desenlerin, üzerinde mercek etkisi yaratarak görsel etkisini arttırması sağlanmıştır. Uygulamada sıcak cam ustası Köksal Türker ile birlikte çalışılmıştır.



Görsel 39: ‘Bülbül’ün Göz Yaşları’ 2012, Tasarım: E. Küçükbiçmen
Fotoğraflar: S. Özdemir, 2012

Ekleme yapılan yapılan serbest şekillendirme yöntemlerinden birisi de yuvarlama (roll-up) yöntemidir. Yan yana dizilen camlar farklı tekniklerle pipo/punti ucuna alınır. Dizilen camlar önceden ısıtılarak birleştirilebilir ya da birleştirmeden pipo ucuna yapışması, sonradan ısıtarak da düz bir yüzey oluşturulması sağlanır. Bu tekniklerin belli bir koşulu ya da sıralaması olmaksızın çeşitlendirmek mümkün olan bir yöntemdir. Kullanılan cam biçimleri, bir araya gelme biçimleri ve uygulanan şekillendirme müdahaleleri çok değişkendir.

2008 yılında Japonya’daki cam sanatı, uygulamaları ve cam sanatı eğitimi ile ilgili cam sanatçıları Fujiko Enami ve Ushio Konishi’nin Kanazawa, Tokyo’daki ortak atölyeleri ziyaret edilmiş ve bu sürede sıcak cam şekillendirme yöntemlerinde kullanılan ‘murrini’lerin yapım yöntemleri ve bu yöntemin roll-up yöntemi ile nasıl bütünleştirildiği ayrıntıları ile gözlenmiştir.

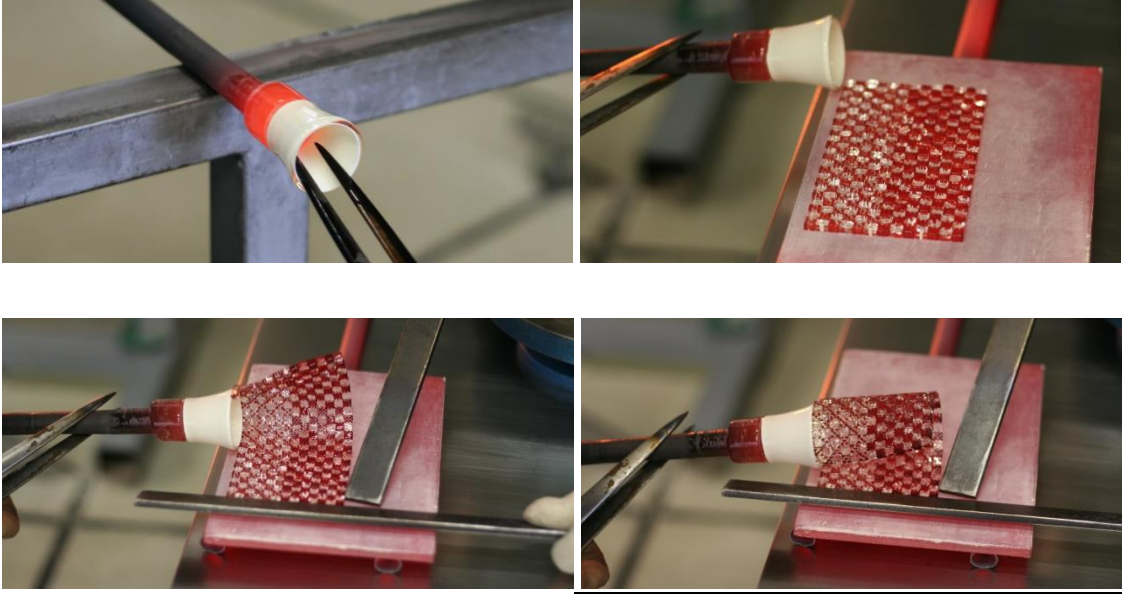


Görsel 40. Roll-up yönteminde kullanılacak murrini camlarının Fujiko Enami tarafından hazırlanması

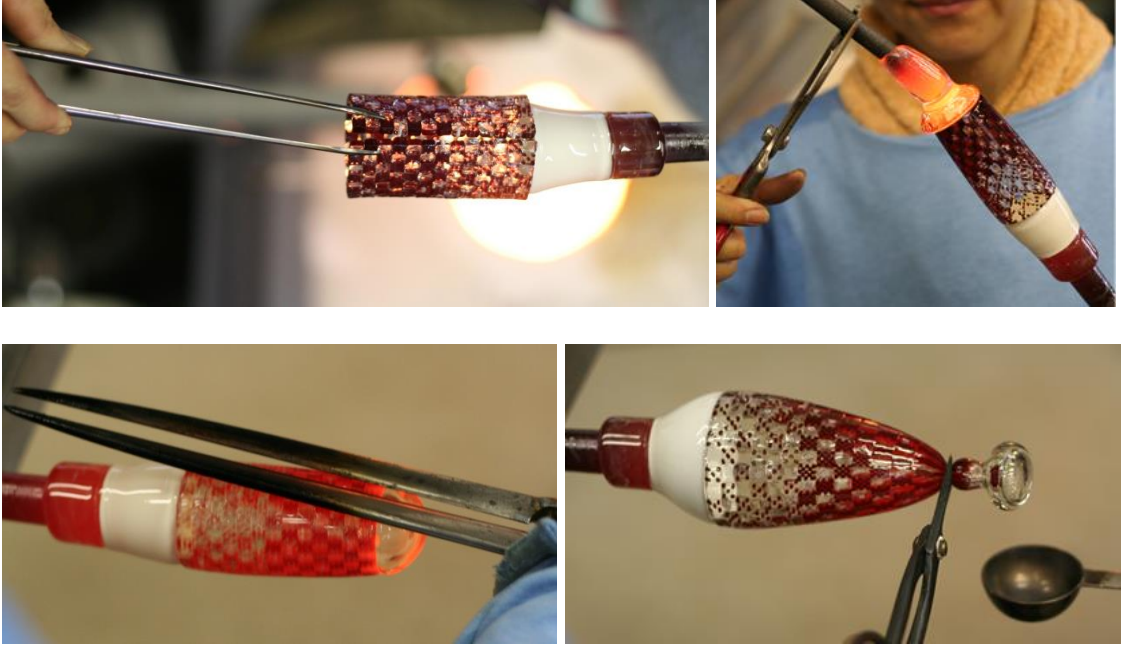
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Roll-up yöntemi için kullanılacak murrinilerin elde edilmesi de oldukça dikkat ve emek isteyen bir çalışma gerektirmektedir. Çalışmaya katman katman farklı renklerde cam sarılarak elde edilen çubuklar gruplanarak, yaklaşık 10cm uzunluğunda demetler halinde tellenerek fırına yerleştirildiler. Fırın ısı camları birbirine kaynaştıracak ve sıcak demir çubuk ucuna alınan cama yapıştırılacak kadar yükseltilir. Trommelde yumuşayana kadar tutulan kaynaşmış cam demeti, yumuşadıkça metal alet ile düzeltilerek şeklini koruması sağlanır. Çalışma derecesine gelen çubuk demeti, ikinci bir çubuğa alınan cam, kütleye yapıştırılır. İki çelik çubuk arasına alınarak, iki kişi tarafından iki farklı yönde metrelerce çekilerek uzatılır ve yaklaşık 7 mm kalınlığında kare çubuklar elde edilir. Bu sayede ilk aşamada bir araya getirilen çubuk demeti görüntüsü, 7 mm kalınlığında minyatür bir görünüm ortaya koyar.

Elde edilen ince cam çubuklar, Fujiko Enami tarafından çok ufak (ykl. 1,5 mm) uzunluğunda ve eşit parçacıklar halinde kesilmiştir. Cımbız yardımıyla, içerdikleri desene göre seçilerek yan yana, üzerine ayraç olarak Bor Nitrat sürülmüş çelik bir tabla üzerine dizilirler. Çelik tabla, üzerindeki murrinilerle yavaşça ısıtılarak düz bir cam plaka elde edildikten sonra silindir biçiminde hazırlanmış cam üzerine yuvarlama (roll-up) yöntemi ile sarılır. Ağız kısmı da şekillendirildikten sonra tansiyon alınma işlemi yapılır.



Görsel 41: Murriniler kullanılarak yapılan roll-up (F.Enami)
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen



Görsel 42. Yuvarlama (Roll up) çalışması ile yapılan uygulamanın devamı
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen



Görsel 43. Yuvarlama (roll-up) tekniğinde yapılan vazonun son aşamaları
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Geleneksel Çeşm-i Bülbül adlı çalışmalardan esinlenilerek konu ile ilgili uygulamalar yapılan proje kapsamında yer alan bazı roll-up uygulamaları 2012 yılında, Anadolu Üniversitesi Cam Bölümü'nde cam ustası Köksal Türker ile birlikte gerçekleştirilmiştir. Şeffaf blok cam etrafına yuvarlama tekniği ile çeşm-i bübül çıkışlı çubuklar sarılır ve bunlardan bazılarını tekrar şeffaf cam sarılarak sandwich etkisinde renkli cam halkaları olan şeffaf çubuklar elde edilir. Diğer grup o şekilde bırakılır ve bunların hepsi uygun kalınlıkta kesilerek yan yana kaynaştırılır ve yuvarlama (roll-up) yöntemi ile şekillendirilir (Bakınız Görsel 41). Fırında ısı ile yan yana plakalar halinde kaynaştırıldıktan sonra roll-up yöntemi uygulanmış, silindir ve sonrasında da vazo şekline getirilmiştir.



Görsel 44. Roll-up yöntemiyle çalışılmış ‘Çeşm-i Yorum’ Serisinden, ‘Döngü I-II’
Tasarım: Esin Küçükbiçmen,Uygulama: Köksal Türker, 2011
Fotoğraflar: S. Özdemir

Serbest sıcak cam şekillendirme prensipleri kullanılan malzeme, şekillendirme prensipleri vb. konulara bağlı olarak sınırsız değişkenlik göstermektedir ve başlı başına bir çalışma konusu olabilir.

2.1.2. Ara Teknikler

Sıcak cam şekillendirmede en az, ana yöntemler kadar ara şekillendirme yöntemleri de bulunmaktadır. Bu yöntemler daha önce de ifade edildiği gibi başlı başına bir biçim oluşturmasa da, şekillendirme sürecinin bir evresinde devreye girip fiziksel ya da biçimsel farklılıkların oluşturulmasını sağlarlar.

Bu grup tek bir başlık altında yer almakla birlikte sayısız müdahale biçimi içerdiği için oldukça büyük bir grubu kapsamaktadır.

Ara tekniklerden en büyük gruplardan biri baskı uygulayarak (pres) cam şekillendirme teknikleridir.

Baskı (Pres) ile Şekillendirme Yöntemi: Bu yöntemde, sıcak cam çalışma alanına alındıktan sonra dışarıdan uygulanan baskı sonucunda şekil değiştirir. Kullanılan bir presleme aletiyle şekillendirme; ‘mühür’ ile, ‘kalıp’ ile, ‘murdane’ ya da maşa gibi el aletlerinin arasında sıkıştırarak ya da düzlemeye yarayan aletlerle bastırma ile uygulanan yöntemlerdir.

Baskı uygulama eylemi yüzeyinde içbükey ya da dışbükey bir imge olan kalıpların uygulanması ile yapılırsa bu yöntemler kullanılan kalıbın yapısına göre mühür baskı, kalıp baskı gibi adlar alır.

Camda negatif ya da pozitif dokular oluşturmak için; seramik, metal, grafit, (uzun ömürlü olmasa da) ahşap mühürler kullanılmaktadır. Mühür baskılar büyük cam objelerde ancak yüzey dekorasyonu olarak değerlendirilirken, bu teknik açık alev ile şekillendirme yapılan boncuk veya madalyon gibi ufak objelerin ana şeklini almalarında etkili bir yöntemdir. Mühür kullanımında baskı yapan birimin sıcak cama yapışmaması gerekmektedir. Bu nedenle doğru malzemelerle doğru ayracın kullanılması çok önemlidir. Örneğin, seramikten yapılmış mühürlerde baskı yüzeyi toz grafit ile sıvanmalı ve grafit tozunun seramik mührün tüm gözeneklerine girmiş olduğundan emin olunmalıdır.



Görsel 45. Mühürle baskı yöntemi ile şekillendirilmiş cam obje

Kaynak: Ö.Küçükerman (1988:29)

Mühürlerin daha büyük boyutlu camı içine alacak şekilde olanlarında da kalıpla baskı yöntemi söz konusudur. Bu yöntem endüstriyel üretimde çok önemli bir döneme de adını veren cam şekillendirme tekniğidir. Endüstriyel alanda uygulanan pres ile cam şekillendirme yönteminde genelde uygun kıvamdaki cam öncelikle metal kalıba akıtılır. Seri üretimlerde, “...istenilen ürün biçimini alması için belli bir basınç altında basma

işlemine tabi tutulur. ... Pres kalıbı üç ana bölümden oluşur. Bunlar; alt kalıp, piston ve iki bölüm arasındaki kapanmayı etkileyen halkadır, (Karasu ve Ay, 2000; 73)”. Bahsi geçen piston fabrikasyon üretim dilinde ‘mastör’, halka da ‘ring’ olarak da adlandırılır.



Görsel 46. Ayaklı cam kadehlerin yapımında kullanılan çok parçalı çelik kalıp ve ürünler, Cam Müzesi, Porto
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen, 2013

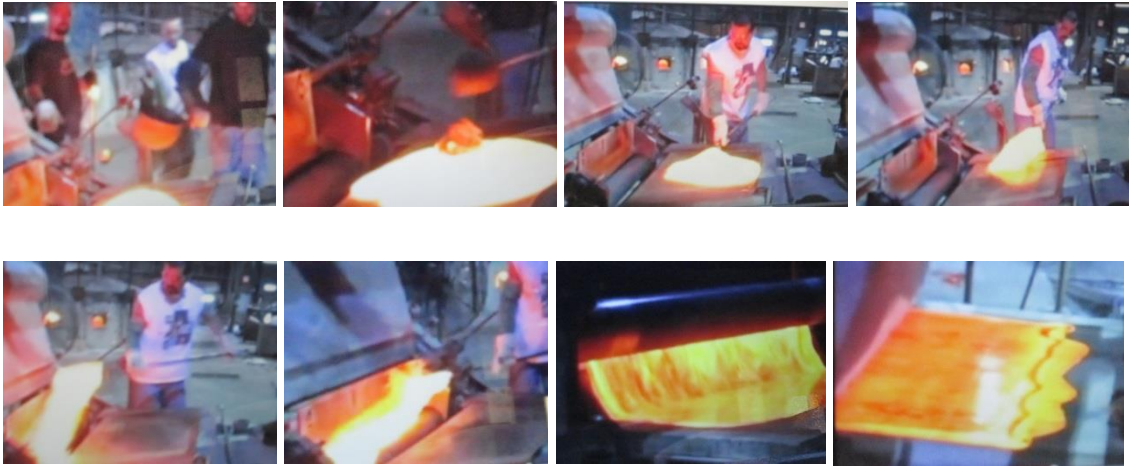
Bu üretim yönteminde, refrakter hazne ucundaki açıklıklardan, kalıplar için belirlenen miktarlardaki cam, aşağı doğru itilir. Burada makaslarla kesildikten sonra çok hızlı bir şekilde kalıp içerisine gönderilir. Kalıp içerisine hızla damlayan cam, mastör ile sıkıştırılarak camın kalıbın şeklini almasını sağlar. Mastör, camı kalıp içerisine iterken iç boşluğu oluşturmaya yarar. Ancak, mastör sadece iç boşlukta ters açısı olmayan, kolayca geri çekilebileceği şekillendirmelerde kullanılır. Bu parça, örneğin bir kül tabağı yapımında devreye girerken, boyundan sonra iç boşluğu genişleyen şişe gibi formların üretimindeki kullanıma uygun değildir. Şekillendirme aşaması tamamlanan ürün, çapaklarının giderilmesi için şalomalar önünden dönerek geçirilir. Bu şekilde ağız rötuşu yapılan ürünler tavlama fırınına bant üzerinden aktarılır.

Pres makineleri el presleri, yarı otomatik presler ve tam otomatik presler olarak sınıflandırılabilirler. Türkiye’de pres ile şekillendirme konusunda bazı önemli tarihler şunlardır: “1974: Paşabahçe’de ilk sertleştirilmiş pres ürün üretimi, 1976: Paşabahçe’de

ilk çift damla pres makinası devreye girmesi” dir.⁸ Seri üretime yönelik çalışan cam atölyelerinde ise elde ve yarı otomatik makinalarda pres yöntemi uygulanmaktadır.

Pres yöntemlerinden bir tanesi de merdane ile şekillendirilmedir. Bu yöntemde ile plaka halinde düz camlar üretilebilmektedir. Üretim aşamasında, ergimiş cam, sürekli su ile soğutulan ve araları istenilen kalınlığa göre açık olan merdaneler arasından geçirilerek, istenilen kalınlıkta şekillendirilir. Merdane arasından geçirilerek elde edilen camlar manuel olarak şekillendirilebildiği gibi, yarı otomatik ve tam çalışma düzenekleri kurularak şekillendirilebilir.

“Desenli camlar, soğuyan eriyiğin istenilen desenin negatif kabartmasının olduğu bir merdane ile düz bir merdane arasından geçirilerek elde edilir (Shelby, 2009: 251).” Kabartmaları desenli camların yanı sıra, hala elde plaka üreten dünya çapında cam üreticileri bulunmaktadır. Özellikle sanatsal üretimlerde tercih edilen, iki silindir arasından geçirilmiş olmasının doğal izlerini üzerinde taşıyan camlar, özellikle vitray ve füzyon çalışmalarının el işi üretiminde, malzeme olarak tercih edilmektedir. Görsel 47’de dünya çapında pazarı olan bir cam fabrikasının hala geleneksel yöntemleri kullanarak üretmekte olduğu renkli camların üretim aşamasından görüntüler verilmiştir.



Görsel 47. Farklı renlerdeki camların çelik masaya kepçelerle dökülüp karıştırılması
Kaynak: [www.youtube.com/watch?v=tDyeiePort0 ...](http://www.youtube.com/watch?v=tDyeiePort0...)

Serbest baskı (pres) ile şekillendirme yöntemi özellikle küçük boyutlu objelerin şekillendirilmesinde yaygın kullanılan bir tekniktir. Örneğin, geleneksel göz

⁸ <http://www.sisecam.com.tr/tr/kurumsal/tarihce/kronoloji/> (Erişim Tarihi: 16.11.2015)

boncuğunun yapımında veya açık alevde şekillendirme yönteminde olduğu gibi; göz boncukları, camın demir çubuğun ucuna sarılması ve sonra, düz bir metal parçası ile iki taraftan bastırılması ile elde edilirken. Açık alevde şekillendirirken, özel cam maşalarının kullanımı ile farklı şekillere sahip camların seri bir şekilde üretimi sağlanır.



Görsele 48. Gözboncuğu'nun yapıldığı geleneksel bir cam boncuğu fırını

Fotoğraf: mebk12.meb.gov.tr/meb_iysoncuk-ocaklari_42684.html...

Görsele 49. Serbest presleme yöntemi ile üretilen cam boncuklar, İzmir, Kurudere

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Açık alevde yapılan cam çalışmalarında dokulu maşalar, ürünlere pres yoluyla farklı dokular kazandırırken, sıcak cam üfleme aşamalarında yassı formlar elde etmek üzere kullanılan ahşap aletler de camı üflenirken sıkıştırılarak şekil verilmesini sağlarlar.



Görsele 50. Camda doku verilmek üzere kullanılan maşa

Kaynak: <http://www.cmog.org/article/tools-glassmaker>

Görsele 51. Dokulu yassı cam boncuklar

Kaynak: <https://www.etsy.com/listing/198454079/seafoam-leaf-pressed>



Görsel 52: Cam çalışmada kullanılan mantar kaplı el presleri

Kaynak: http://www.nwironworks.com/hot_shop_tools.htm

Görsel 53: El preslerinin uygulaması

Kaynak: <https://www.google.com.tr/search?q=hot+glass+working+tools+cork&biw>

Görsel 52’de Pres ile şekillendirme yöntemi uygulaması için açık alevde şekillendirmede kullanılan dokulu maşa örnekleri verilirken, sıcak cam üflemede kullanılan mantar kaplı tutamaklı ahşap el aletleri ise Görsel 53’de yer almaktadır.

Çekme ile Cam Şekillendirme Yöntemi: Camın çalışma aralığında, çekilerek uzatılması yöntemlerin tamamına verilen ortak adlandırmadır. Bu yöntem, cam çubukların çekilmesinde ve cam boru yapımında kullanılan yöntemlerdir. Atölye ortamında, el üretimi ile gerçekleştirilen cam çubuk yapımında, punti ucunda bir silindir haline getirilen cam, bir diğer punti ucuna adeta kendi ağırlığı ile yavaşça indirilerek yapıştırılır. İki çubuk birbirinden kontrollü olarak uzaklaştırılarak, istenilen kalınlığı almasına dikkat edilerek çekilmeye devam edilir. Bu aşamada gerekli ise hava tabancası kullanılır. Bu şekilde camın istenenden fazla incelmeye başlayan kısımlarına soğuk hava üflenerek, incelme önlenir. Soğumaya başlayan cam, gergin tutularak gergin şekli sabitlenene kadar soğuması beklenir. Ardından ısı yalıtımı olan bir yüzeye indirilen cam çubuk; ki genelde bu iş için ahşap çıtalı kullanılır; soğuk bir maşa ile istenilen yerlerden tutularak ve sarsılarak kırılır. Ardından ya istiflenir, veya gerekli ise soğutma fırınına konular ve tavlama sağlanır.



Görsel 54. Sıcak camın iki cam şekillendirme çubuğu ucunda çekilerek çubuk haline getirilmesi ve istiflenmesi

Fotoğraf: F. Yılmaz, F. Yılmaz, U. Konishi

Boru Şekillendirme: Atölye ortamındaki cam boru çekme yöntemi, üfleme ile oluşturulan bir cam balonunun ucunun puntiye yapıştırılarak daha sıcakken ve iki yönlü çekilerek, içi boş olarak şekillendirilmesine dayanır. Gerekli görüldüğünde aşırı incelmeyi önlemek amacıyla müdahale gerektiren alanlara basınçlı hava tutulabilir. Çekildikten sonra soğuma ile sertleşen cam boru her iki pipo bağlantısının bitiminden su damlatılarak çatlatılır ve kırılır ve kontrollü soğutma işlemine tabi tutulur.



Görsel 55. Çekme ile cam boru şekillendirme aşamaları

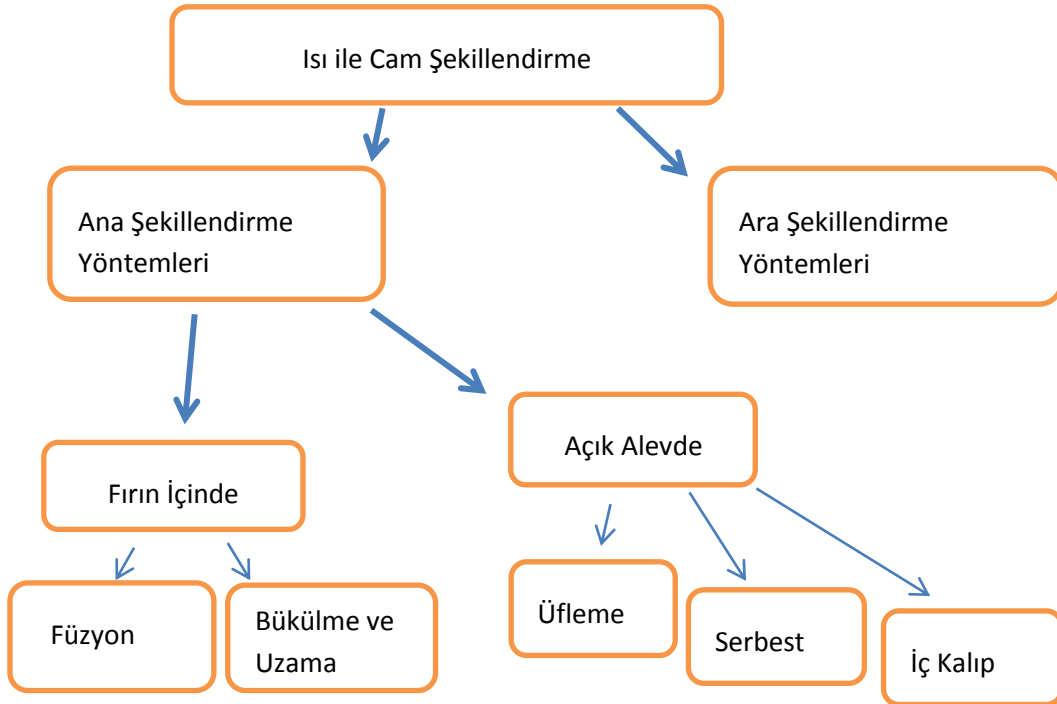
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Otomatik üretimlerde ise cam boru yapımı, sürekli yukarı doğru çekilen bir camın ortasından devamlı hava üflenirse ve tansiyon almayacak şekilde soğutulursa, kesintisiz bir cam boru elde edilebilir.

2.2. Isı ile Cam Şekillendirme Yöntemleri

Isı ile cam şekillendirme yöntemleri, oda sıcaklığındaki camı ısıtarak yumuşaması sağlanarak, çeşitli yöntemlerle biçim değiştirme işlemlerinin tamamıdır. Bu süreçte camın şekillendirilmesi, sahip olduğu özelliklere bağlı olarak gerçekleşir. Bu yöntemlerde ısı ve süre iki önemli etmendir. Cam oda sıcaklığında katı ve kırılımandır. Fırında ise yaklaşık 500 °C'den sonra bu kırılmasını kaybeder ve esneklemeye başlar. Bunun nedeni moleküllerinin ısının etkisiyle hareketlenmesidir. Bu hareketlenme ısının etkisiyle giderek artar ve cam önce bükülecek sonra da uzayacak esnekliğe gelir. Bu evrelerde uygulanması gerçekleştirilen teknikler ısı ile cam şekillendirme tekniklerindedir. Bu yöntemde bir ısı kaynağı gerektiğinden ve çoğunlukla bu kaynak fırın ortamı olduğundan fırınla şekillendirme yöntemi olarak tanımlayanlar da bulunmaktadır. Ancak açık alevle şekillendirmeyi de bu tekniklerin arasında almak doğru olur.

Tablo11. Isı ile cam şekillendirme yöntemleri



Cam, ısı iletken bir madde olmadığı için, ısıya maruz kaldığında, süreçlerin önemi söz konusudur. Dış yüzeydeki moleküller ısıdan daha hızlı etkilenir; onların hareketlenmesi ile de içteki moleküllere ısının etkisi ulaşmaya başlar. Bu yüzden kütle halindeki bir camın homojen bir ısıya kavuşması, ısınma aşamasında da, soğuma aşamasında da hemen gerçekleşmez, belli bir zaman alır. Pişirim rejimleri düzenlenirken, kritik geçişlerde camın kalınlığı ve büyüklüğüne bağlı olarak bekletme kademeleri koymak lazımdır.

Isı faktöründen yararlanılarak gerçekleştirilen şekillendirme aşamalarından her biri, camın ısıtılmasından soğutulmasına kadar uygulanan fırın diyagramları, camın ısı karşısında moleküler düzeydeki davranışı dikkate alınarak uygulanır. Doğru ısıtılıp soğutulmayan cam, termal şok, tansiyon gibi nedenlerle çatlayabilir kırılabilir, ya da başka sorunlar ortaya koyabilir. Soğutma sırasında tavlama ve tansiyon alma evresi öncesinde kristallenme derecesinde gereğinden fazla bekleyen camda da kristallenme (devitrifikasyon) sorunu görülür. Bazı sanatçılar ise bunu özellikle kullanırlar. Cama uygulanması gereken soğutma, ‘tavlama’ programı adı verilen ve İngiltere’de ‘annealing’ olarak adlandırılan aşama ile camdaki iç gerilimin akıtılması sağlanır. Cam üretimlerinde soğutma aşamasında muhakkak tavlama programı uygulamak gerekmektedir. Kullanılan tavlama çizelgesi, camın türüne, büyüklüğüne, biçimine ve uygulanan şekillendirme tekniğine göre değişim gösterir.

2.2.1. Ana Teknikler

Camın, ısı ile şekillendirilmesi aşamasında kullanılabilen yöntemlerin direkt biçimi oluşturma aşamasında kullanılan ya da diğer bir deyişle ortaya çıkan ürünün/eserin ana biçimini veren teknikler bu gruba girer. Bu yöntemler, şekillendirme ortamına ve müdahalelerin biçimine göre, ‘Fırında Şekillendirme’ ve ‘Açık Alevde Cam Şekillendirme’ olarak iki başlık altında ele alınmıştır.

2.2.1.1. Fırında Şekillendirme

Fırın ortamında şekillendirme yöntemleri, camın fırın içinde ısıtılarak, ısının etkisi ile, yeterli sürede bekletilerek şekillendirilmesi sürecini kapsamaktadır. Kalıp kullanılarak

ya da kalıpsız çok farklı boyutlarda ve etkilerde çalışma yapmaya olanak tanıyan bir şekillendirme grubudur. Çok büyük çalışmalarda da, çok küçük çalışmalarda da bu çalışma aralığında şekillendirilebilir. Cam malzemesinin teknik olarak çok iyi bilinmesi ve pişirimin rejiminin bu bilgiye dayanarak yazılması önemli değil, çok gereklidir. Bu çalışmalarda uygun ve doğru cam çeşitleri kullanılmalı ve bunlar için yine elde edilecek biçimlerin özelliklerine en uygun malzeme ve alet-edevat kullanılarak çalışılmalıdır. Soğutma süreci kadar ısıtma süreci de bu yöntemlerin büyük bir çoğunluğunda uygulamanın başarısı açısından önem taşır. Bu aşamada, camın şekillendirmesi sürecinde kullanılan destek yüzeyleri farklı malzemelerden seçilebilmektedir. Bunlar alçı, seramik, fiber frax battaniye veya paper olabilmektedir.

Cam şekillendirme sırasında kullanılacak yöntem, cam ürün ya da cam çalışmasından elde edilmek istenen sonuca uygun olarak seçilir ve bu çalışma için en uygun olabilecek cam çeşidi ile yapılır. Fırın ortamında şekillendirme yapılırken seçilen şekillendirme yöntemine uygun şekilde, cama müdahale edilir ve o cama uygun fırın rejimi düzenlenir. Isı ile cam şekillendirme uygulamaların çoğunda cam, fırın ortamında, kendisinden farklı özellikteki bir malzeme ile temas halindedir. Camın bu madde ile etkileşimi, cam yüzeyine yapışma ihtimali bilinirse sonuç odaklı olarak kontrollü bir çalışma yürütülebilir. Bu malzeme aynı zamanda ısıtma soğutma sürecinde de camdan farklı süratte ısınıyor ya da soğuyor ise önem taşıyacaktır. Pişirim rejiminde dikkat edilmesi gereken bir konudur.

Fırın içinde cam şekillendirme yöntemleri, camın fırın ortamında ısıtılarak şekillendirilmesi prensibine dayanan bütün teknikleri kapsar. Bunlar; eğme (bending), çöktürme (slumping/sagging), kaynaştırma/füzyon (fusing), kalıp içerisinde şekillendirme (kiln casting) bu yöntemin farklı prensiplere dayalı şekillendirme tekniklerini oluşturmaktadır. Oda sıcaklığından, çalışma aralığına ısı artışı ile birlikte moleküler düzeyde değişiklikler meydana gelir. Bu değişimler Tablo 6'daki gibidir. Tablodaki değerler, pencere camı (SKS) için geçerlidir. Her cam kimyasal olarak farklıdır ve bunun sonucunda camlar bu tablodaki değişikliklere farklı ısı değerlerinde gelirler.

Tablo 12. Fırın Isısına Göre Camda Gözlenen Değişimler

1100 °C	↑ Cam, kuma döküm ve diğer sıcak can işlemleri için yeterince akışkandır.
1000 °C	↑ Yaklaşık sıvı olduğu derece.
950 °C	↑ Cam kendine yol açıp akacak kadar akışkandır. Güçlendirilmemiş alçı kalıpları çatlatabilecek güçtedir
900 °C	↑ Viskozite 10^5 'dir ve düşüşe geçer. Alçı kalıp kolayca dağılacak durumadır.
870 °C	↑ Kalıptaki ince detaylar belirgin hale gelir. Devitrifikasyon yoğunudur.
850 °C	↑ Cam akışkan haldedir. Viskozite gittikçe daha hızlı düşer. Genelde kullanılan kalıpta şekillendirme derecesi.
825 °C	↑ Full Füzyon (cam tipine göre değişir.) Devitrifikasyon yoğunudur.
820 °C	↑ Füzyon yapılmış cam neredeyse tamamen düzleşmiştir. Taban rölyefleri bire bir belirgindir. Alçı, CO ² çıkışı sağlar.
800 °C	↑ Köşeler yuvarlaklaşmaya başlar.
790 °C	↑ Cam içerisinde hapsolmuş hava, kabarcıklar olarak, tabaka halindeki cam içerisinde belirebilir.
770 °C	↑ Cam kaynaşmıştır, fakat hala dik durabilmektedir. Zımparalanmış kenarlar ısı ile parlaklık kazanır.
760 °C	↑ Buradaki uygun bir bekleme süresi cam altında hava kabarcıklarının oluşmasını önleyebilir veya arttırabilir.
750 °C	↑ Köşeler sivriliğini kaybeder. Kalay yüzeyinin gerilmesi ve buzlu bir görünüm oluşması.
730 °C	↑ Pencere camında yumuşama derecesi.. Viskozite: $10^{7.6}$ poise
715 °C	↑ Cam gerilmeye başlar. Bitişik durumdaki camlar birbirine yapışmaya başlamıştır bile.
710 °C	↑ Kalıp içerisindeki moleküler nem atılır.
700 °C	↑ Matlık yoğunlaşmaya başlar, fakat bazı durumlar için bu istenilen bir etki olabilir.
690 °C	↑ Matlık opaklığını kaybetmektedir, fakat hala beyazdır.
680 °C	↑ Cam kendine yapışmaya başlar. Kalayın buğusu yanar döner renkte görünmeye başlar.
670 °C	↑ Beyazlayan yüzeyin, daha kaliteli saten bir görüntüsü olur.
650 °C	↑ Ağarmış yüzey yumuşatılır, düzleştirilir, daha az kaba görünür.
625 °C	↑ Camı, fırın kapağını açarak 'şoklayarak' hassas cam boyalarının kalıcı hale gelmesini sağlamak.
610 °C	↑ Cam ısındıkça çok hafif derecede eğilir. Viskozite yaklaşık: 10^{10} poise'dir.
600 °C	↑ Bu derece üzerinde cam güvendedir. (Hızın artmasına, kapının açılmasına, müdahale vs. karşı) ↓ Ani ısı düşüşü için uygun ısı. Camın katılaşma sıcaklığı.
555 °C	↓ Float cam için bekleme (tavlama) derecesi. Şu anki viskozite: 10^{13} poise'dir.
515 °C	↑ Float cam için gerilim noktası.
400-535 °C	↓ Kritik yavaş soğuma. (İnişte tavlama noktası ile örtüşür.)
400 °C	↑ ve üzeri: Birçok cam bu noktada hızlı ısı artışına dayanıklıdır (çıkarken).
300-400 °C	↓ Orta hızda soğutma iniş rampası (inişte).
250-500 °C	↑ Orta hızda ısıtma rampası (çıkışta). Termal şok riskinin azalması.
10-300 °C	↓ Hızlı soğutma rampası (inişte).
10-250 °C	↑ Yavaş ısıtma rampası (çıkışta) Termal şok riski.

Yukarıyı gösteren oklar ↑ ısıtma aşamasındaki olaylarla,
Aşağıyı gösteren oklar ↓ ise soğuma sırasındaki olayları belirtir.

Kaynak: Stone; çeviri, 2000: 25.



Görsel 56. Fırın içinde, kalıpta şekillendirilmiş form, S. Libensky ve J. Brychtova (tarih bilinmemekte)

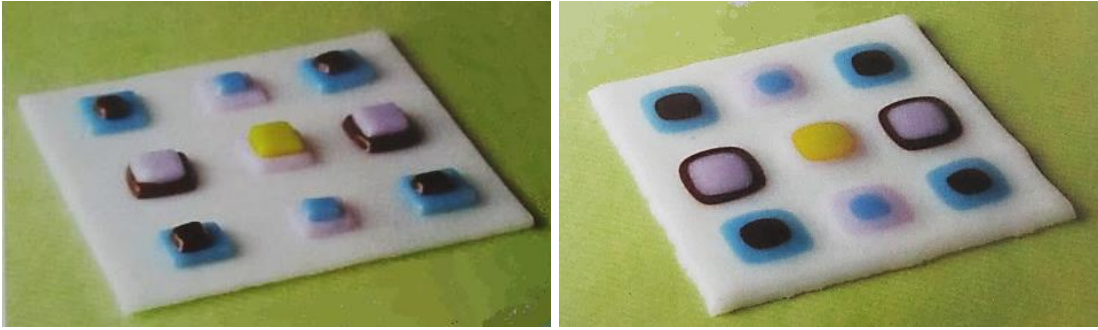
Fotoğraf: F. Enami

2.1.1.1.a. Füzyon ile Cam Şekillendirme

Cam ısınmaya başlayınca dış yüzeyinde moleküler hareketlenme başlar ve bu ısılarda bekleme süresi arttıkça bu hareketlilik camın içine doğru devam eder. Bu hareketlenmenin başlaması demek, yüzeyde yumuşamanın da başlaması demektir. Bu sayede yumuşayan cam önce birbirine yapışır, derece yükseldikçe ya da süre arttıkça birbiri ile kaynaşmaya başlar. Bu süreç tamamlanana kadar kaynaşma derecesine göre düşük füzyon - tam füzyon gibi tanımlamalarla yöntemin aşaması ifade edilir. Kaynaştırma/Füzyon ilk evresinde camın biçimi oda sıcaklığındaki gibidir, kenarları hafif yuvarlanmıştır, birbirine tutunacak ve şeklini koruyacak kadar kaynaşmıştır. Bu şekilde süreç devam eder ise cam şeklini kaybederek, kalıp içinde ise kalıp yüzeyine yayılmaya ve parçaların arasındaki boşlukları yayılarak doldurmaya, kalıp içinde değil ise üzerinde bulunduğu yüzeye yayılarak parça araları da kapanmaya başlayacaktır. Tam füzyona yaklaştığı evrede parçaların biçimi belli olmasa da kaynaşma yüzeyleri habbelerden dolayı çizgi gibi algılanmaktadır. Sürecin devamında bu çizgiler giderek inceleyecek ve zayıflayacak, tam füzyon ya da tamamen kaynaşmış, yekpare çizgisiz bir görünüm kazanacaktır.

İki cam parçasının, belirli ısıya ulaşmasıyla oluşan kaynaşma işlemidir. Füzyonun; yani kaynaşma oranının artmasıyla birlikte, füzyona verilen adlandırmalar da değişmektedir. Görsel 57 deki füzyon ‘yarı füzyon’ iken, Görsel 58’deki ‘tam füzyon’ örneğidir Ancak iki farklı cam, füzyon ile birleştirilmek istendiğinde, çok dikkat edilmesi gereken bir unsur, iki cam plakanın birbiriyle uyumlu (ing.: compatible) olma özelliğidir. Kısacası, ısıl genleşme katsayıları (COE- Coefficient of Expansion) oranları birbirleriyle uyumlu olmalıdır. Genleşme katsayıları arasında fark ne kadar çok olursa, iki cam arasındaki uyuşmazlık da o kadar fazla olur. Bu fark ile doğru orantılı olarak camlar, fırında kaynaşsalar bile, kılcal veya derin çatlaklar oluşabilir; hatta kırılabilirler.

Kullanılacak camların birbirine uyumlu olup olmadığı bilinmiyorsa, bu konuda uyum testi yapılması gerekir. Doğru tavlama programı uygulandığı halde iki farklı camın füzyon işlemi ile kaynaştırılması ardından, camda çatlamlar oluşuyorsa bu, camlarda (COE) katsayısının farklılığını ortaya koymaktadır.



Görsel 57. Yarı Füzyon (A) ile tam Füzyon (B) arasındaki farkı gösteren plakalar

Kaynak: P. Beverige; 2005: 81

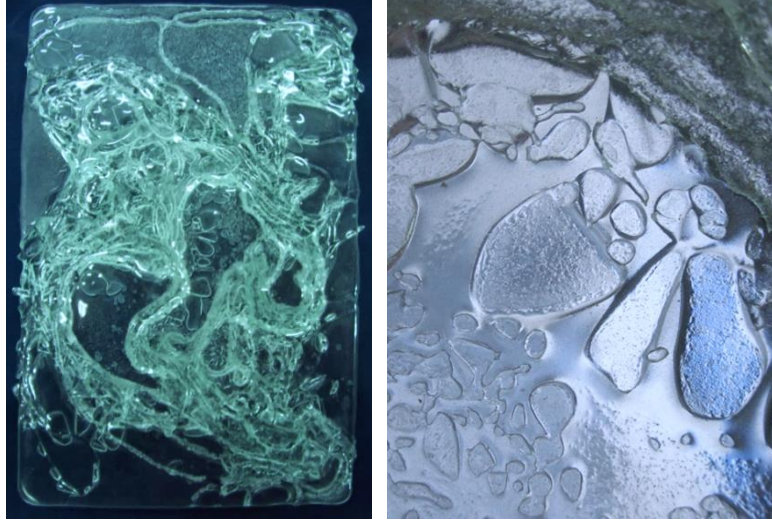
Füzyon, genellikle ayraç ile yalıtılmış düz bir zemin üzerinde, fırın içerisinde uygulanmaktadır. Uygun zemin üzerinde su ile inceltilmiş ayraç malzemesi kullanılmakta ise, düz yüzeye her yerdeki kalınlığı aynı olacak şekilde, geniş bir fırça ile aşamalı olarak yatay, dikey ve diyagonal çaprazlama olmak üzere, her seferinde tüm yüzeye eşit olarak, dört yönden uygulanır. Bu sayede, pişirim sırasında camın yüzeye yapışmasını önleyecek, homojen kalınlıkta bir ayraç yüzey oluşturulmuş olur. Çok düzgün, pürüzsüz bir yüzey elde edilmesi önemli ise ve fırça izleri oluşmuşsa, bu izler keçe gibi yumuşak bir malzeme ile ovularak giderilebilir. Ayrıca, her alana eşit miktarda püskürtme yapılarak da homojen bir ayraç uygulaması sağlanabilir.



Görsel 58. Üzerinde cam füzyonu yapılacak fırın rafına fırça ile ayırıcı sürülmesi
Fotoğraf: F. Enami

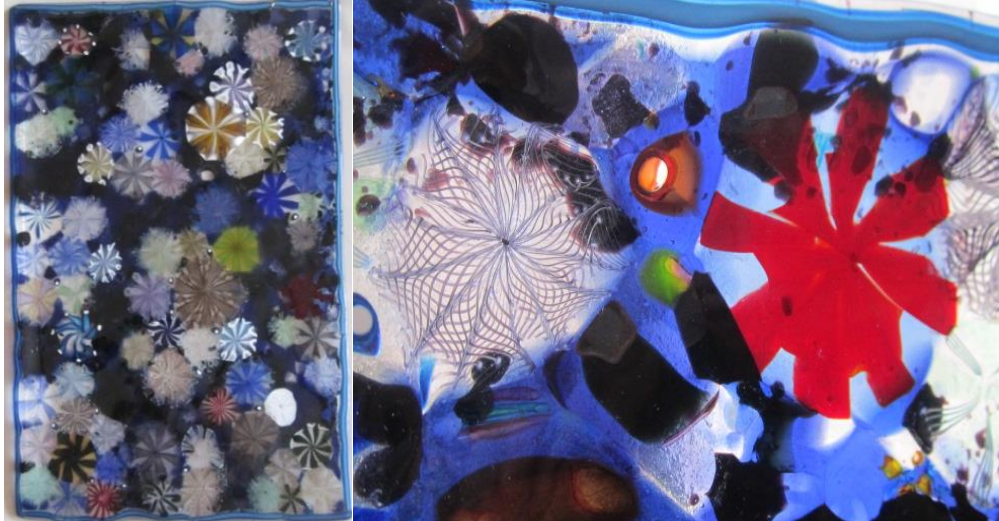
Yarı Füzyon: Camda kaynaşmanın yarı yarıya sağlanması demektir. Yarı füzyon sonucunda, elde edilen cam üründe cam parçaları, kütleleri, tozları, granülleri ya da plakaları, çubukları (vs.) birbirine kaynaşarak tutunur hale gelirler. Ancak bu kaynaşmada, parçaların birimleri hala seçilebilmektedir.

Yarı füzyon yönteminde, her iki camın kaynaşma yüzeyleri seçilebilir ve yüzeyler henüz birbiri içine geçmemiştir; camların köşeleri tam yumuşamamıştır. Asıl şekillerini kısmen de olsa korurlar. Camın kenar kısımları, ısının etkisi ile parlatılmış gibi, ışığı yansıtıcı bir yüzeye kavuşur. Yarı kaynaşmış cam parçalarında kenar hatları hala belirgindir. Kaynaşma aşamasında iken, derecenin yükselmesi ve/veya camın ısıya maruz kaldığı süre uzadıkça, camların birbiri içine ergime dereceleri oransal olarak atacaktır. Bu yüzden camın ısıya maruz bırakıldığı dereceye ve süreye çok dikkat etmek gereklidir. İstenilen kaynaşma noktasını yakalamak ya tecrübeden ya da gözlemden faydalanılmaktadır. İstenilen kaynaşmanın yakalandığı düşünüldüğünde, bu sıcaklıkta, fırın tavlama derecesine düşmeyecek şekilde, hızlıca soğutulur; kaynaşma süreci yavaşlatıldıktan sonra cam, gerekli fırın diyagramı ile soğutulur.



Görsel 59. Yarı-füzyon yöntemi ile şekillendirilmiş ‘Dalga’ isimli pano, detay
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen, 2006

Tam Füzyon: Isının etkisiyle kaynaşan cam yüzeylerin, tamamen birbirine içine geçmiş olması anlamına gelen füzyon türüdür. Pişirim öncesinde ayrı plakalar halinde, katmanlı bir şekilde fırına konulan camlarda tam füzyon aşamasının ardından, kaynaşmanın görülebilen üç boyutlu sınırı kalkar. Parçalar, yüzeyde üst üste dizilmiş veya yığılmışsa, camın üst seviyesi, pişirim ile beraber, tamamen veya neredeyse düz bir hal alır. Camın sahip olduğu köşeler varsa yumuşar. Uygulama sürecinde cam parçaları tamamen kaynaşarak tek bir parça haline dönüşür.



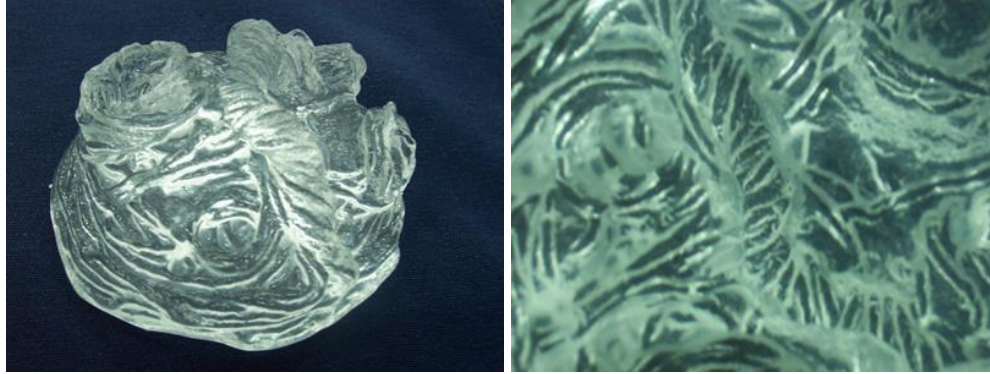
Görsel 60. Füzyon cam pano ve ayrıntı. ‘Dünyam’ E. Küçükbiçmen, Atölye Ushio, 2008
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Kalıp ile yapılan füzyon uygulamasında camın ergitme aşamasına gelmeden, kaynaşma ile şekillenmesi sağlanır. Bu tekniğin en önemli kazanımı, kalıp içine yapılan cam düzeneklerinin; bunlar renk ya da farklı malzemelerle olabilir. Elde edilen çalışmada beklenen görüntüyü sağlayacak şekilde yerini korumasıdır. Bu da ancak erime olmadan füzyon süreci ile gerçekleştirilebilir. Bu yöntem, kalıp içine yerleştirilen cam parçaları, fırın ısısından faydalanarak ergitilmeleri sonucunda, kalıbın iç şeklini tamamen almasına ve tavlama süreci ile birlikte camın soğuyarak sertleşmesi aşamalarına dayanır. Camların kalıp içerisinde şekillendirmesi, ingilizcede ‘kiln casting’ olarak adlandırılmaktadır.

Fırın kalıpları için uygulanabilecek en basit kalıp reçetesi, %50 kartonpiyer alçısı ile %50 kuvars karışımını içeren reçetedir. Bir diğer reçete örneği %40 alçı, %30 öğütülmüş kuvars ve %30 öğütülmüş, pişmiş kalıp artıklarının tozundan meydana getirilmiştir. Bu tarz bir karışımın, ilk karışıma göre daha başarılı ve kalıpta ısıdan kaynaklı daha az çatlak ile sonuçlanan bir reçete olduğu görülmüştür. Bu iki örnek, pek çok çeşitlilikte türetilebilecek reçete örneklerinden sadece iki tanesidir. Aslında, kalıp içerisinde yapılan tam füzyon uygulamalarında, kullanılacak olan her kalıbın reçetesi, kullanılan camın cinsine, elde edilecek camın kütlesine, camda elde edilmek istenilen yüzey dokusu ve parlaklığına göre, özel olarak planlanmalıdır.

Camın pişirim aşamasında, kalıp iç duvarlarına uygulanacak basıncın bilinmesi, kalıp yapımı ve kalıbın pişirim aşamasında çok önemlidir. Cam ısı ile yumuşayacağından, kalıbın yüzeyine uygulanan basınca karşı koyacak sağlamlıkta olması gereklidir. Kalıp dayanıklılığı, kalıp yapım aşamasında eklenecek tel veya cam fiber ve türevleri bağlayıcı malzemeler ile sağlanabilir. Kalıp malzemesi içindeki rutubetin derecesi de şekillenecek camın sonucuna etki edebilmektedir. Bunun pişirim öncesinde uzaklaştırılmış olması gerekmektedir. Kalıp içinden atılmamış nem, camda devitrifikasyon, kabarcıklanma gibi istenilmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Daha da önemlisi, kalıp ve cam arasında kontrolsüz bir boşluk oluşturarak, camın kalıbın iç şeklini almasına engel olur. Bunun yanında, belirtmek gereklidir ki; kimi çalışmanın istenilen sonucuna göre hata olarak adlandırılabilen bazı etkiler, farklı artistik ifadeler amacıyla bilinçli olarak da oluşturulabilmektedir. İşe bu yüzden, camın ısı karşısında ve

hangi malzeme ile karşılaştığında nasıl tepki vereceğinin biliniyor olması, uygulayıcı açısından çok önemli veri sağlayabilmektedir.



Görsel 61. Kalıp içinde cam eriterek şekillendirme (8x5 cm), E. Küçükbiçmen, 2006
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Görsel 61'deki örnekte, cam eritmede kullanılan kalıp, pamuk ipliğinden oluşan bir yumak üzerinden alınmıştır. Kalıp, yarı yarıya bir oranda kuvars ve alçı kullanılarak meydana getirilmiştir. Bu uygulamanın çapı 8 cm, yüksekliği 5cm'dir ve uygulama için Paşabahçe'nin fırın camı kırığı kullanılmıştır. Uygulanan diyagramda ısı derecesi ise 870°C'ye kadar ulaşılmıştır.

Tablo 13. Kalıp içinde eritme yöntemi için Bray'in önerdiği başka bir kalıp reçetesi

1kg	alçı
1kg	kuvars
200gr	china clay (kaolen)
20gr	alümina fiber
20gr	kağıt havlu
1700cc	su

Kaynak: (Bray, çev.; 2001: 69)

Füzyon çalışmalarında farklı malzeme katkıları ile cam dokusunda da farklılıklar oluşturma çalışmaları bulunmaktadır. Bu konuda değişik çalışmalardan biri de Japon mimar ve cam sanatçısı Yoshiako Kojiro'nun gerçekleştirdiği cam köpürtme tekniğidir. Araştırmaları sonucunda geliştirdiği cam köpürtme yöntemi, cam sanatçıları için yeni bir doku imkanı sunmuştur.



Görsel 62. Yoshiaki Kojiro'nun cam köpürtme yöntemi kullanarak gerçekleştirdiği bir çalışması

Kaynak: <http://glassodyssey.wordpress.com/>

2007'de ABD, Pennsylvania/Pittsburg'da gerçekleştirilen GAS Cam Sanatı Sempozyumu kapsamında Yoshiaki Kojiro, cam köpürtme yöntemi ile çalışması incelenmiştir. Anadolu Üniversitesi'nde düzenlenmiş olan CAMGERAN-I. Uluslararası Uygulamalı Cam Sanatı Sempozyumu'na (2010) konuk sanatçı olarak davet edilen sanatçı, kullandığı bu şekillendirme yöntemini bir atölye çalışması ile aktarmıştır. Böylece cam köpürtme yöntemi, sanat alanında bir şekillendirme yöntemi olarak sunulmuştur. Sanatçı ile yapılan görüşmelerden ve çalıştay uygulamalarının izlenmesinden elde edilen bilgiler ışığında ve Ekrem Kula'nın da konuya ilgisi, öneri ve yönlendirmeleri doğrultusunda, cam köpürterek cam şekillendirme yöntemi konusunda deneysel uygulamalar yapılmıştır. Yapılan deney sonuçlarının bazılarını burada yer verilmiştir (Görsel 64). Köpürtülerek elde edilen cam, bazı kişisel sanat çalışmalarında da malzeme olarak kullanılmıştır (Görsel 65-66).

Cam tozu kullanılarak yapılan cam köpürtme deney örneğinde stüdyo fırın camı (uzun cam) kullanılmış, pişirim öncesi, cam tozuna farklı oranlarda mermer tozu (CaCO_3) ilave edilmiştir.



Görsel 63. Öğütülmüş Stüdyo Camı (ergitilmiş ve soğutulmuş cam)

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Deney a: Reçete:

% 99,5 Cam Tozu	99,5 gr cam tozu
% 0,5 Mermer Tozu	0,5 gr
+(Renklendirici)	12,0 gr. Mavi cam tozu (Kugler®)
	+ -----
	<u>112 gr</u>

Deney b: Reçete:

% 99 Cam Tozu	99 gr cam tozu
% 1 Mermer Tozu	1 gr mermer tozu
(Renklendirici)	12 gr. Mavi cam tozu (Kugler®)
	+ -----
	<u>112 gr</u>

Deney c: Reçete:

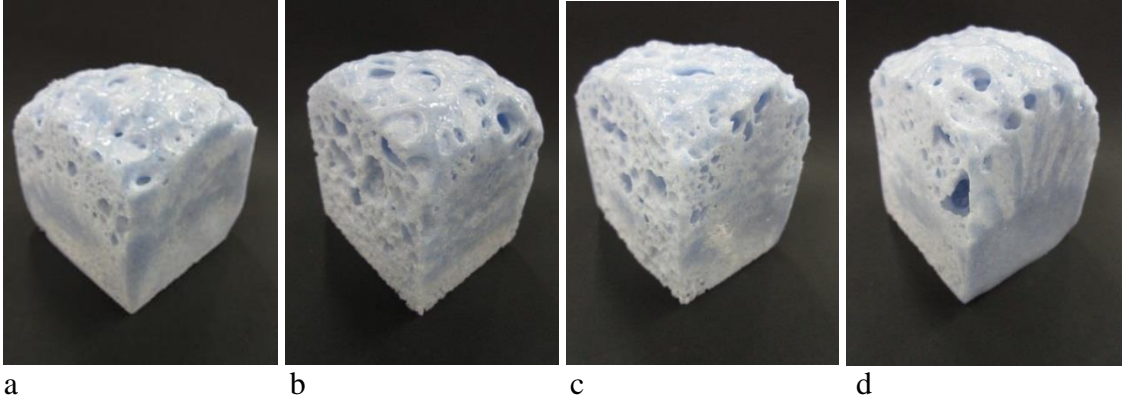
% 98,5 Cam Tozu	98,5gr cam tozu
% 1,5 Mermer Tozu	1,5gr
(Renklendirici)	12 gr Mavi cam tozu (Kugler®)
	+ -----
	<u>112 gr</u>

Deney d: Reçete:

% 89 Cam Tozu	98 gr cam tozu
% 2 Mermer Tozu	2 gr
(Renklendirici)	12 gr Mavi cam tozu (Kugler®)
	+ -----
	<u>112 gr</u>

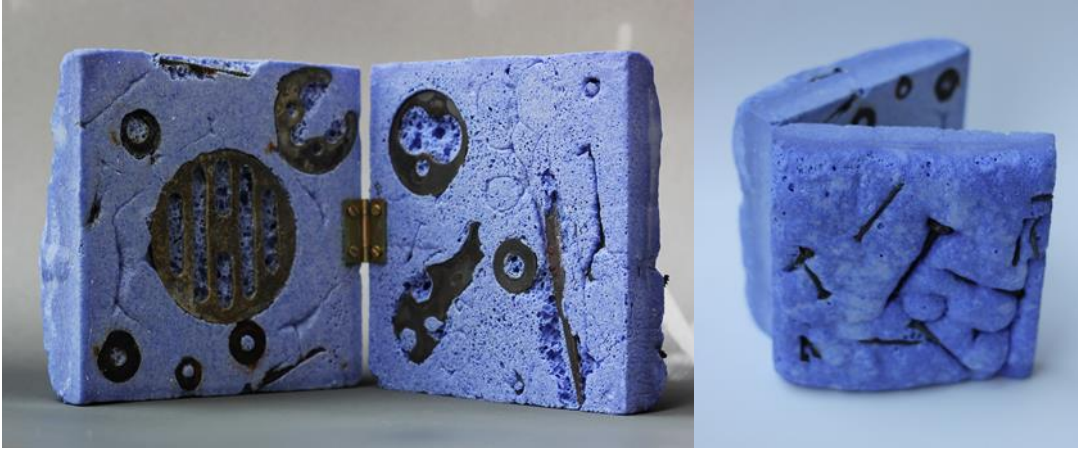
Tablo 14. Pişirim Aşamasında Kullanılan Fırın Diyagramı:

150 dak.'da 600 C°	30 dak. Bekleme
60dak.'da 850 C°	60 dak. Bekleme /Son



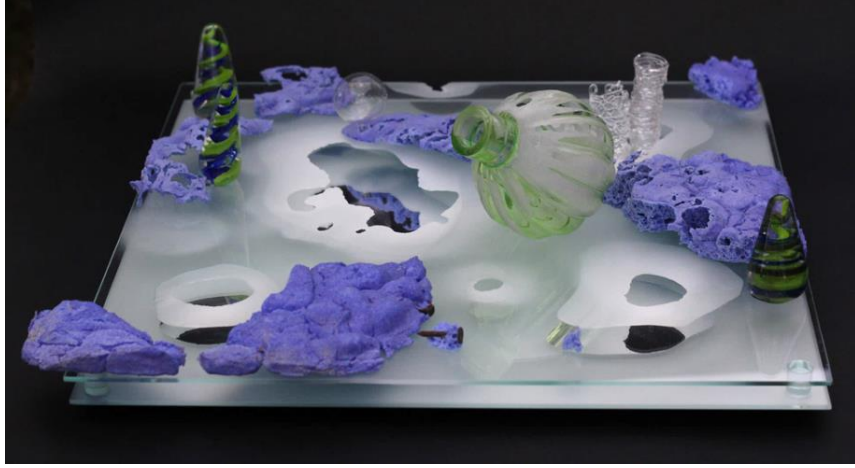
Görsel 64 (a,b,c,d). Fırın camı ile yapılan cam köpürtme deneyine ait dört sonuç
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Deneyler sonucunda, içerisine katılan mermer tozunun artışı ile doğru orantılı olarak dört deneydeki köpürme miktarında da aşamalı olarak artış gözlenmiştir. Ancak İnşaat yalıtım malzemesi tozu, çimento tozu ve ham boraks ve kükürt tozunun cama %0,5 ile %3 arasındaki oranlarda katkısı ile ilgili yapılan deneylerde ise camın köpürmesi konusunda herhangi bir olumlu sonuç alınamamıştır.



Görsel 65. 'Söylenemeyenler', E. Küçükbiçmen, 2013
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen, D. Bostancı

Cam köpürtme deneylerinden elde edilen olumlu sonuçların, resimde örnek olarak verilen 'Söylenemeyenler' çalışmasında Glasmaa camı tozu ve + % 17 oranında ilave edilen pudra halindeki renkli (lacivert) cam tozunu ile homojen bir karışım elde edildikten sonra, kare şeklindeki iki kalıp içerisine dökülerek çalışılmıştır. Kalıbın zemin kısmına ve toz cam karışımının üstüne yerleştirilen metal nesnelere, camın köpürerek kabarması ile yer yer cam içinde gömülmüş ve görsel 65 deki sonuç elde edilmiştir.



Görsel 66. 'Mavi Köpük İmparatorluğu'nun Gerçeküstü Peyzajı',2014 E.Küçükbiçmen
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

'Mavi Köpük İmparatorluğu'nun Gerçeküstü Peyzajı' adlı çalışmada yer yer üretilen mavi renkteki cam köpük parçaları kullanılarak çalışma farklı cam şekillendirme yöntemlerinin de kullanılmasıyla (kumlama, sıcak camda şekillendirme, açık alevde cam şekillendirme ve soğuk cam işleme) oluşturulmuştur.

Füzyonda sandwich yöntemi, füzyon aşamasında uygulanabilecek bir yöntemdir. Bu yöntemde, iki cam katmanı arasına farklı bir malzeme eklenerek ve kullanılan ara madde, iki cam arasında kaynaşma sayesinde hapsolacak şekilde uygulanmaktadır.



Görsel 67. 'Bozkırda Ağaçlar', Cam elyafi ile çalışma, E. Kula, 2008
Fotoğraf: E. Kula

Sandwich yönteminde, fiber-glass malzemesini kullanan cam sanatçısı Ekrem Kula, bu malzemenin birçok türevini farklı çalışmalarında kullanmaktadır. Fiber glass'ın tül halini de farklı camlarla uyumlandırarak kullanmaktadır. İki kat cam arasında yerleştireceği cam tülünü, öncelikle cam boyaları ile renklendirdikten sonra füzyon aşamasına tabi tutmaktadır. Bu sayede, boyanmış fiber cam malzemesinden yapılmış tül, iki kat cam arasında hapsedilmiş olur. Fırının soğuma aşamasına göre, çalışmanın boyutlarına göre bir soğutma programı uygulamaktadır.

Füzyonda sandwich yöntemi amaçlanan malzemenin cam katmanları arasında pişirilerek bu katmanlarla bütünleşmesi esasına dayanır. Bu yöntemde birçok malzemeden faydalanılabilmektedir. Bu malzemelerden en çok tercih edilenleri; organik maddelerden; yapraklar, ince dallar, kağıt, balık kılıcı gibi maddeler iken, inorganik malzemelerden de metal folyolar, ince teller, oksit tozları gibi malzemeler olabilmektedir. Bu yöntemde fark yaratan iki hal mevcuttur. Birinci durumda aradaki malzeme de kaynaşır. O zaman uyum sorunu olabilecek malzeme kullanılmamalıdır. İkinci durumda ise kaynaştırma derecesine hızla çıkılıp, fazla bekletme yapmadan, sadece alt ve üstteki camın kenarlardan kaynaşması sağlanır. Bu çalışmada uyum sorunu olmaz, aradaki malzeme camlara yapışmamış, sadece hapsolmuştur.



Görsel 68. Şekillendirme yöntemi sandwich füzyon, M. Ağatekin, 2004

Kaynak: <https://www.google.com.tr/search?q=mustafa+a%C4%9Fatekin>

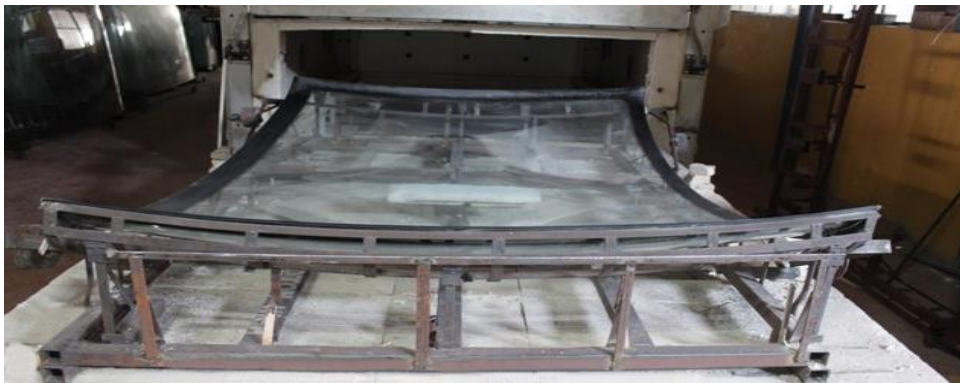
Mustafa Ağatekin de bazı çalışmalarını sandwich cam füzyonu yönteminde ara malzeme olarak seramiği ince bir plaka halinde kullanan bir cam sanatçısıdır. Bu yöntemde, iki cam arasında füzyon ile ince seramik plaka, ısı işlemi ile hapsedilmektedir. Öncelikle ince plaka halinde olarak, camın yüzeyine pişirim ile kaynaştırılan seramik plaka, cam ile bütünleştirildikten sonra soğumaya bırakılır. Soğumuş camın üzerine yerleştirilen ikinci plaka cam da ikinci bir füzyon işlemi ile alttaki cam üzerine kapatılır. Bu şekilde seramik plaka, iki cam arasına tamamen hapsedilmiş olur. Cam ikinci aşamada da gerekli soğutma programı gereğince soğutulur.

Füzyon, ayrıca birçok uygulamayı hazırlayan bir ön aşama olarak uygulama alanı bulmaktadır. Füzyon yöntemi, roll-up, çöktürme, tarama, kesme ile cam şekillendirme, vitray uygulamaları, laminasyon uygulamaları gibi daha birçok farklı uygulamalarda kullanılacak camların hazırlık evresidir.

2.2.1.1.b. Bükülme ve Uzamaya Dayalı Şekillendirme Yöntemleri

Camın ısı etkenleri sonucunda kendi kütlelerinin yer çekimine karşı koyamaması ile doğan şekillendirme yöntemleridir.

Bükülme, cama eğim vermek için kullanılır. Araba camlarındaki eğim, vitrin camlarındaki dönüşler bu şekilde elde edilir. Görselde bir araba camı imalathanesinde manuel olarak üretilen bir araba camı görülmektedir.



Görsel 69. Fırında eğme yöntemi ile oluşturulan otomotiv camı

Kaynak: <http://www.dubleksglass.com/fotogaleri.html>

Çöktürme (slumping), “Camın, ısıtılarak içinde bulunduğu kalıbın şeklini veya destekleyici tel veya çubukların şeklini alana kadar ısıtılması aşamasına verilen adlandırmadır. Bu aşama sıradan soda-kireç camı 600 °C civarlarında deformasyona uğramaya başlar (Bray, 2001: 220).” Cam bükülme aşamasından sonra ısının artması ile uzamaya meyilli bir davranış sergiler.

Çöktürme yönteminin uygulanması, çoğu kez kalıp veya fırın içi askı düzenekleri yardımıyla gerçekleştirilir. Camın, belli bir kalıp veya destek malzemesi, fırın ısısı etkisi ile şekil değiştirerek çökmesi veya sarkmasıdır. Sıradan bir pencere camının deformasyon derecesinden sonra, bu aşamada kenarlarından asılmış bir cam plaka, ısının etkisi ile yumuşamaya ve orta kısmından aşağı doğru eğilmeye başlar. Camın ısı ile çökme işlemi, derecenin arttırılması ve sürenin uzatılması ile daha belirgin hale gelir. Fırın içerisinde gerçekleştirilen bu şekillendirme yönteminde, fırın içinde destekleyici kalıplar veya camın ısı ile sarkmasını sağlayacak düzenekler kullanılabilir. Camın fırında çökertilmesi aşamasında 650 °C’ tan itibaren sürekli gözlem yapılarak çökme takip edilir. İstenilen çökmeye ulaşıldığı anda, (yaklaşık 760 °C’ da) kapak açılarak, cam aniden soğutulur ve devam etmekte olan çökme hemen durdurulur. Bu hızlı soğutmanın ardından gerekli olan tavlama programı uygulanır.



Görsel 70. ‘Slowly Sinking’ (60 x 34 x 22cm), E. Kasper, 2006, Estonya

Kaynak: http://www.lass.ee/eng/eeva/vaba/slowly_sinking/slowly1_eng.html

Estonyalı cam sanatçısı Eeva Kasper’ın ‘Slowly Sinking’ ve ‘Only In My Dreams’ adlı cam düzenlemeleri, çökertme ile cam şekillendirme yönteminin uygulandığı çalışmalara

uygun birer örnektir. Bu çalışma için sanatçı, plaka halindeki pencere camlarının kenarlarını belli aralıklarla delerek, camı bu deliklerden geçirdiği bakır teller ile askıda tutar. Fırının ısısı yükselttilerek, çökertme aşamasına gelince bu aşamada sürekli gözlem yapılır ve parçaların aşağı sarkması kontrol edilir. Gerekli çökme gerçekleştirdiğinde, fırın kapağı açarak, ani bir soğutma yapılarak, bu çökme sabitlenir ve ardından soğutma programına geçilir.



Görsel 71. E. Kasper: 'Only In My Dreams' (150cm çap.), 2007, Estonya
Kaynak: http://www.lass.ee/eng/eeva/vaba/slowly_sinking/slowly1_eng.html

2.2.1.2. Açık Alevde Cam Şekillendirme

Açık alevde şekillendirme yöntemi, direkt ısı kaynağı kullanarak camın elle şekillendirilmesi yöntemidir. Alevin ısısı ile yumuşayan cam, farklı şekillendirme aletlerinin de kullanımıyla istenilen formu almaya uygun bir hale gelir. Cam Sözlüğü'ne göre önceden alevin kaynağının bir yağ veya parafin lambası olduğu, bu alevin ise ayak ile kullanılan körüklerle kuvvetlendirilmekte olduğu yönündedir. Ancak günümüzde gaz ile çalışan şalomalar kullanılmaktadır (www.cmog.org.derleme). Ayrıca, gaza yapılan oksijen takviyesi ile alevin, daha yüksek ısılara çıkması sağlanmaktadır.

Bu teknikle borosilikat camı da kolaylıkla şekillendirildiği için 'laboratuvar camcılığı' olarak da adlandırılır. Borosilikat camı, ısıl genişmesi düşük olduğundan laboratuvar gereçlerinin yapılmasında kullanılan bir malzemedir. Açık alevde şekillendirme

yönteminde, önceden çekilmiş farklı et kalınlığı ve çaptaki cam boru ve cam çubuklardan, ya da şerit halinde kesilmiş uyumlu camlardan kullanılmaktadır.

Alevde el üretimleri için kullanılan camlar ‘yumuşak’ ve ‘sert’ olarak iki grupta ele alınmaktadır. Bu sıfatlar camın yüksek veya düşük ısılarda yumuşaması ile ilgilidir ve bu özellik, camın kimyası tarafından belirlenir. Yumuşak camlar daha düşük bir ısıda şekillendirilirken, sert camlar bunun için daha yüksek bir ısıya ihtiyaç duyar.

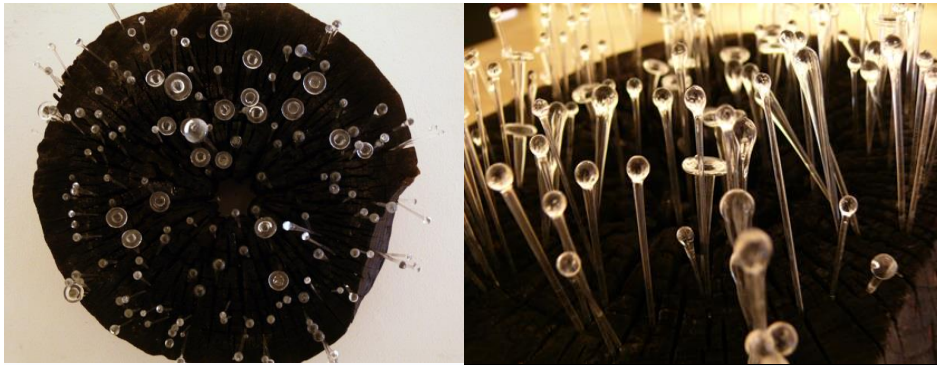
Borosilikat camı, sert cam çeşitlerinden birisidir. Boraks içerir ve “525 °C’nin üzerinde bir ısıya ulaştığında yumuşamaya başlayan borosilikat camı 860 °C’de akışkan bir hal almaya başlar”⁹. “Borosilikat camları nispeten düşük genleşmeye ve yüksek şok dayanımına sahiptirler. Ayrıca kimyasal dayanımları ve elektrik dirençleri de yüksektir. Yaygın olarak fırın kapları ve laboratuvar aletleri yapımında kullanılırlar (Kocabağ, 2002: 49)”.

İki cam türünün de çalışma sırasında, kendi içinde, sağladığı olumlu ve olumsuz yanları vardır: Borosilikat camları genellikle doğrudan aleve sokulabilir. Ön ısıtma yapılmadığı halde, camda genellikle herhangi bir çatlamaya neden olmaz. Bunun yanı sıra, yumuşak cam, aleve doğrudan yaklaştırılmadan önce ön ısıtma yapılmalıdır. Bu, camdaki herhangi bir çatlamayı veya ani kırılmayı önleyecektir. Yumuşak camın alevden çıkarıldıktan sonra soğuma aşamasına kadar geçen çalışma süresi, borosilikat camın çalışma süresinden çok daha uzundur.

Ayrıca borosilikat camı ile genellikle büyük parçalar alevde tavlama ile de çalışılabilirken, yumuşak özellikteki camlar ile genellikle büyük obje çalışması, gerekli alet, edevat ve koşullar (geniş alev sağlayan şaloma ve tavlama fırını gibi) sağlanmadan yapılamamaktadır. Yumuşak cam için gerekli çalışma ısısı, borosilikat camı ile çalışmak için gerekenden daha düşük olduğu gibi, yumuşak cam türünde bulunabilen hazır renk çeşitleri, renkli borosilikat cam ürün içerisinde bulunabilenlerden çok daha fazladır.

⁹ <http://www.duran-group.com/en/about-duran/duran-properties.html> (Erişim Tarihi: 10.03.2015)

Küçük cam çalışmalarını alevde karbon ile kaplanarak tavlama yeterli olabilmektedir. Karbon, camın etrafında yalıtım tabakası oluşturarak, camın daha geç soğumasını sağlar. Tavlama için kullanılan soğutma kumu olarak vermikülit tercih edilmektedir. “Vermikülit, genel formülü $(MgFe)_3.(SiAlFe)_4O_{10}. 4H_2O$ olan mika tipli mineral grubudur (Ay, Karasu vd., 1999: 147).” Malzeme, kalın ve parlak kum görüntüsünde parçacıklı ve ağırlık olarak hafiftir. Isıya dayanıklı bir kap içerisinde tutulan ‘soğutma kumu’nun içerisine konan ufak boyutlu cam çalışmalarda ise tavlama süresi için, camın oda sıcaklığına eriştiği süre yeterli olmaktadır.



Görsel 72. Açık alevde şekillendirilmiş ‘Damlalar’ isimli çalışma, E. Küçükbiçmen, 2009

Fotoğraflar: S. Özdemir

Düşük sıcaklıklar da ergiyen camlarda tavlama derecesi $516\text{ }^{\circ}\text{C}$ iken bu adımı takip eden sabit bekleme derecesi $485\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak tavsiye edilmektedir. Borosilikat camlar için tavlama noktası $566\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’dir, bekleme yapılacak derece ise $538\text{ }^{\circ}\text{C}$ ’dir.

Açık alevde cam şekillendirmenin ön koşulu güvenli atölye şartlarının sağlanmasıdır. Bu konuda dikkat edilmesi gereken atölyenin yağın güvenliğinin sağlanmış olması, ayrıca oksijen ve propan tüplerinin doğru kurulumda güvenli kullanımınıdır. Çalışma ortamında temizlik önemlidir. Örneğin, yağlı ellerle oksijen tüpü ellenmemelidir. Bu patlamaya sebep olabilir. Propan tankları ise, propan gazı yüksek derecede alev alabilir özellikte olduğundan, mutlaka dış mekanda muhafaza edilmelidir. Propan gazı ile çalışırken de regülatör kullanılmalıdır. Yeni alev kaynaklarında, ilave oksijen yerine havadan oksijen kullanılmakta ve bu, tehlikeyi daha da azaltmaktadır.

Açık alevde çalışırken didymium içerikli gözlük, gözü korumak adına çok gereklidir. Atölyede gerekli havalandırma ve güvenlik önlemlerinin (ilkyardım dolabı ve yangın tüpleri) alınmış olması gereklidir.

Açık alevde cam şekillendirmede; cam kesme bıçağı veya biley taşı, uçları sivriltilmiş grafit çubuklar, tutamaklı grafit plakalar ve grafit kalıplar, uzun cımbız, tungsten bız, maşa, cam makası ve pençe şeklindeki cam tutacakları üfleme aşamasında kullanımı gerekli olan aletlerdir.

Bu çalışma yönteminde, çalışılan alevin niteliği, çalışılan camın biçimi ve çalışmanın evresine göre, farklılık gösterir. Kimi zaman noktasal ısı sağlayacak ince bir aleve, kimi zaman ise daha geniş alanlı ve yumuşak bir ısıtma sağlayacak yaygın bir aleve ihtiyaç duyulur.

Açık alevde şekillendirmede, camları kaynak ile birleştirmek, cam boru veya cam pipeti üflemek, bu yöntemin temel şekillendirme yöntemleri sayılabilir. Üfleme ile şekillendirmede küçük ahşap kalıplar kullanıldığı gibi, içi dolu şekillendirmede genellikle grafit kalıplar tercih edilmektedir. Sıcak cam tekniklerinin birçoğu, sadece daha ufak boyutlu olarak açık alevde şekillendirme yöntemleri ile gerçekleştirilebilir; örneğin camda presleme, kalıp içine üfleme ile şekillendirme, iç kalıp üzerine cam sarma ve cam çubuk çekme.

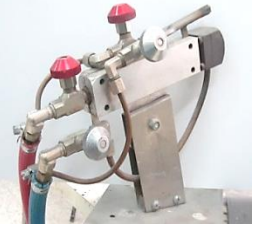





















Görsel 73. Açık alevde cam şekillendirme atölyesi
Fotoğraf: E. Ceyhan

Açık alevde cam şekillendirme, Türkiye genelinde yaygın olarak kullanılmakta olan bir yöntem. Birçok kurum, kuruluş ve belediye, cam boncuk üretimi alanında dersler

vererek bu cam çalışma yönteminin öğrenilmesini yaygınlaştırmıştır. Bu yöntemle şekillendirmede kullanılan teçhizat, alet ve diğer malzemeler Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 15: Açık alevde cam şekillendirme aşamasında ihtiyaç duyulabilecek teçhizat, alet ve edevat

			
Şaloma	Oksijen sağlayıcı (kondansatör)	Oksijen tüpü	Basınç ölçerler ve valfler
			
Mandrel için ayırıcı	Mandreller	Dolu cam çubuklar	Boru camlar
			
Düz cımbız	Karga burun cımbız	Kare uçlu cımbız	Grafit çubuk
			
Taşlı çakmak	Pençe tutucu	Ahşap kalıp	Grafit düzleyici
			
Makas	Grafit kalıp	Soğutma kumu	Tavlama fırını

2.2.1.2.a. Üfleme ile Şekillendirme

Açık alevde cam üfleme daha çok hazır olan cam boruların üflenmesi ve üflenerek şekillendirilmesi prensibine dayalıdır. Bu çalışmalar için borosilikat ve soda camı borular tercih edilmektedir. Fonksiyonel nesnelere, neon camı gibi dayanıklı tüketim ve kullanım nesnelere bu teknikle şekillendirilir.

Açık alevde, kalıpsız olarak yapılan üflemeyle dayalı olan cam şekillendirme yöntemine açık alevde serbest üfleme denir. Herhangi bir kalıp kullanılmaksızın, yer çekiminin etkisi ve üflenen havanın ısı ile genişmesi sayesinde şekillendirme gerçekleştirilir. Sıcak cam üflemede kullanılan tekniklerin hepsi bu yöntemle de rahatlıkla kullanılabilir.



Görsel 74. Açık alevde serbest üfleme ile şekillendirilmiş formlar, E. Küçükbiçmen, 2012

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

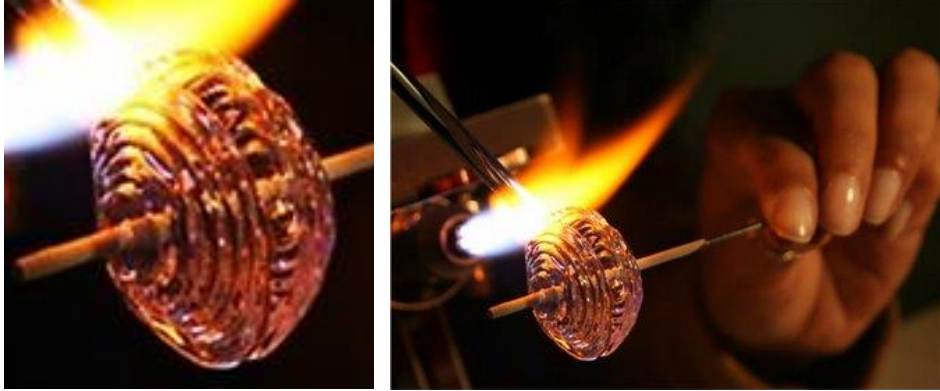
Açık Alevde Kalıp Kullanılarak Üfleme: Kalıp içerisine üflenerek yapılan açık alevde şekillendirme yöntemidir. Çoğunlukla ahşap veya grafit kalıplar tercih edilmektedir. Bu malzemeler içerisine üfleme yapılabildiği gibi, kalıp kullanılarak camlar bu kalıplar etrafında bükülerek de açık alevde cam şekillendirilebilir. Görsel 75'te, ahşap tabla üzerine sabitlenmiş grafit iç kalıp parçaları ve bu kalıp kullanılarak üfleme ile yapılan üfleme ile şekillendirme örneği verilmiştir.



Görsel 75. Kalıp ile üfleme, Yaman Cam Atölyesi, Ankara, 2004

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

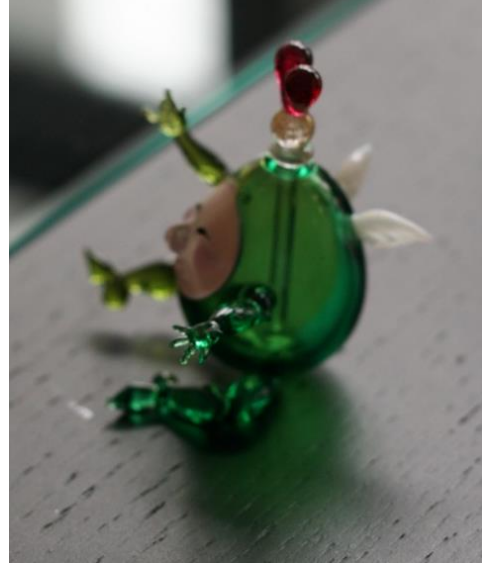
Açık Alevde Mandrel Üzerinde Üfleme: Kenarında deliği bulunan bir mandrel ile yapılan üflemelemlere verilen adlandırılmadır. İçi boş cam boncuk yapımında tercih edilen bir yöntemdir. Mandrel ile üflenerek şekillendirilmenin temeli içi boş boncuk yapımıdır. Bunun için deliği bulunan içi boş mandrel, ayırıcı ile kaplandıktan sonra, boncuğun yan duvarları iki sıra halinde mandrel etrafına sarılarak yükseltilir.



Görsel 76. İçi boş boncuğun yapımından görünüm

Kaynak: <http://www.bilgiustam.com/camcilik-nedir/>

Yeterli yüksekliğe ulaşıtıktan sonra, iki duvar kaynaşacak şekilde birbirine doğru yaklaştırılır. En son aşamada boncuk ısıtılır. Duvarları ısıtıp yumuşatılan boncuğun içine mandrelden üflenir. Bu aşamada boncuk şişer ve duvarları inceler. Elde edilen içi boş boncuk tavlama fırınına veya kumuna konularak soğumaya bırakılır.



Görsel 77. Yoshiko Minagawa adlı cam sanatçısı tarafından çalışılmış içi boş figür
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Yoshiko Minagawa adlı cam sanatçısı, mandrel üzerinde üfleme ile oluşturduğu boncuk şeklinin bir ucunu kapattıktan sonra; kol, bacak, kanat parçalarını yapmış ve kapak ekleyerek bu çalışması ile bir parfüm şişesi oluşturmuştur.

Açık Alevde Üflemez Gerçekleştirilen Cam Şekillendirme: Açık alevde cam şekillendirme yöntemlerinde üflemez şekillendirme de yapılmaktadır. Mandrel üzerinde direkt şekillendirme yapmak mümkündür.

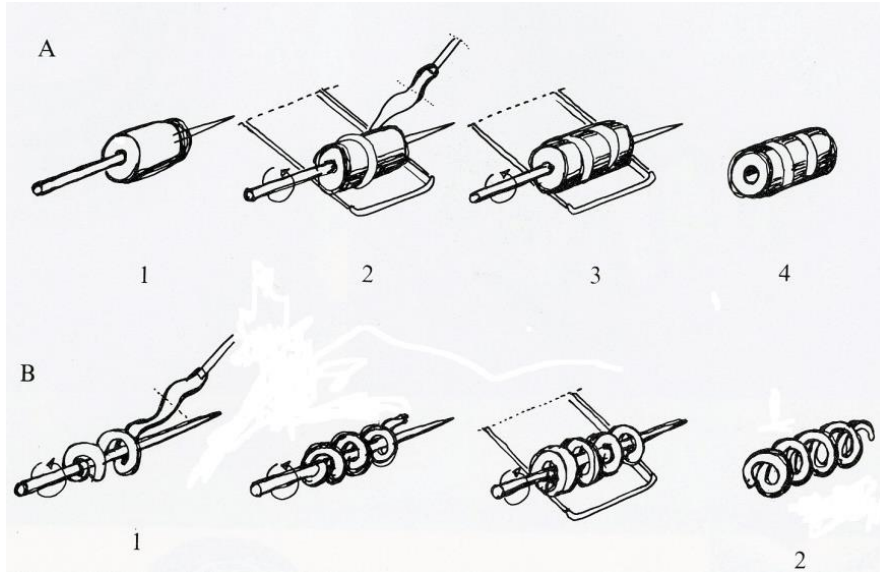
2.2.1.2.b. Serbest Şekillendirme

Serbest şekillendirme, kalıp ve üfleme kullanmadan yapılan cam şekillendirmelerdir. Mandrel üzerine sarılan cam ya da camlar eklemeler, tarama, baskı ve benzeri pek çok yöntemle şekillendirilebilir.

Mandrel üzerine cam sarma ile şekillendirme yönteminde, çelik çubuklar, üzerlerine ayırıcı sürüldükten sonra kurumaya bırakılırlar. Alevde ısıtılan cam, sarılacak kıvama gelince önce mandrel üzerine akıtılır ve ardından döndürülerek, camın çubuğu tamamen sarması sağlanır. Uygulanmak istenen aşamalardan sonra cama, son şekli verilerek tavlanır.



Görsel 78. 'Yaka', 'Daktilo' ve 'Tepedeki', E. Küçükbiçmen, 2009
Fotoğraflar: S. Özdemir



Görsel 79. Mandrel üzerinde cam boncuk ve burgunun şekillendirme yöntemleri
Kaynak: Küçükerman, 1988: 35



Görsel 80. Tuğba Ünsal'ın 'Düğün' adlı çalışması ve detay
Fotoğraflar: T. Ünsal

Hikayesi olan kolyeler çalışan Tuğba Ünsal, bu kolyeleri çalışırken mandrel üzerinde şekillendirme yöntemini kullanmaktadır. Boncukların her biri küçük birer biblo niteliğindedir.

Sanatçı, homojen ısıtma sonucunda ürettiği boncuk parçalarını sadece soğutma granüllerinin içinde tavlama, böylelikle enerjiden ve zamandan tasarruf sağladığını belirtmektedir. Ünsal'dan e-posta ile alınan ayrıntılı bilgilere göre, (21.03.2013 tarihli eposta yazışması) çalışma aşamasında boncuklarını oluşturmak için Effetre® camı, 2mm'lik mandrel, ayırıcı olarak gri kaolen ve şekillendirme için de grafit plaka kullandığını belirtmiştir.

Büyük boyutlu boncuklar çalıştığından dolayı kaymayı önlemesi için ayırıcının kalın sürülmesi ve çok iyi kurutulması gerektiğini vurgulamıştır. Bu aşamada cam boncuğun asla alevden çıkarılmaması ve her tarafının alevle temasının sağlanmasının çok önemli olduğunu eklemiştir. Boncuğun yapımı sürdürülürken, boncuğun her yerindeki ısısının eşit tutulmasının, doğru bir tavlamanın ön adımı olduğuna da ayrıca dikkati çekmiştir.

Mandrel üzerindeki cama eklenen camın, diş fırçasına macunu sürülür gibi sürülmesi durumunda, cam içinde hava kabarcığı oluşumunun engellendiği, dolayısıyla da camda çatlamanın önüne geçilebildiğini belirtmiştir.



Görsel 81. ‘Şalomada Cam Çalışan Kız Figürü’nü şekillendirme aşamaları
Fotoğraflar: T. Ünsal

Figür çalışılırken sırasıyla sandalye, sandalye üzerine şekillendirilen kız figürü, ona eklenen masa, camdan şaloma ve son olarak da kollar çalışılmaktadır. En son olarak da yine şaloma ile ısıtılarak eline lacivert bir cam çubuk eklenmiştir. Parça tavlama kumunda soğutulduktan sonra ayraç olarak kullanılan kaolin artıklarından temizlenmiştir. Tamamlanmış boncuğun ölçüleri 1 x 3 x 4 cm’dir. Ünsal, fırın yerine sadece soğutma kumu kullanılarak 7 cm’e varan heykelciklerin yapımının mümkün olduğunu belirtmiştir.



Görsel 82. Ekleme ile şekillendirme örneği millefiori boncuk yapımı aşamaları
Kaynak: Moretti, 2009: 47



Görsel 83. Millefiori ekleme yöntemi ile çalışılmış boncuklar, T. Uchida

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

İtalya’da üretilen geleneksel millefiori cam boncukların üretim yönteminde olduğu gibi, Toshiki Uchida’nın üretmiş olduğu boncuklar da tek bir desen olarak üretilmiş cam parçacıkları (murrini)lerin sıcak cam taşıyan mandrel üzerine yan yana dizilmesi ile çalışılmıştır. Bu aşamada daha önceden üretilmiş murriniler ısıtılarak sıcak cam üzerine yapıştırılıp alevin ısısında tekrar kaynaştırılırlar. Toshiki Uchida tarafından üretilmiş görselde yer alan cam boncukların boyutları 1,5 ile 2,5 cm arasındadır.

Görsel 106’daki çalışmalar, açık alevde, serbest şekillendirme yöntemi ile toplu iğne ucunda şekillendirilmiş ve ardından alevde tavlama yapılmış borosilikat camındandır. Boyutları küçük olduğu için parçalar soğutma kumunda soğutulmuştur.



Görsel 84. Açık alevde serbest cam şekillendirmeye örnek: ‘Kopuk’ E. Küçükbiçmen, 2006

Fotoğraf: S. Özdemir



Görsel 85. Cama ekleme yöntemiyle çalışılmış ‘Cam Böcekler’, E. Küçükbiçmen, 2007
Fotoğraflar: S. Özdemir

Serbest çalışmaya örnek “Cam Böcekler”, burgu yöntemi ile gövde çalışıldıktan sonra, gözler gövdenin uç kısmına eklenmiş, ardından sırasıyla kanatlar, bacaklar ve duyargalar gibi en ince ayrıntıların ilavesi ile tamamlanmıştır.

2.2.1.2.c. İç Kalıp Üzerinde Şekillendirme

İç kalıp üzerine cam sarılarak meydana getirilen içi boş formların “Eski Mısır’da, cam üfleminin bulunuşundan 1500 yıl önce geliştirilmiş bir yöntem olduğu söylenen bir yöntem” (Bray, 2001: 85). Birçok örneği çok zarif çizgi bezeme ve tarama yöntemi ile süslenmiştir. Bilinen en eski cam şekillendirme yöntemlerinden bir tanesi olup, birçok kaynağa göre kum, kömür tozu, at gübresi ve kil kullanılarak meydana getirilen karışımın demir bir çubuk etrafına sarılması ile elde edilen iç çekirdeğin ısıtılıp kurutulmasının ardından, ergimiş cam tankına daldırılıp buradan alınan sıcak cam, çekirdek üzerine dolandırılır. Bu aşamada istenirse, farklı renkteki cam iç kalıp etrafına sarılır.

Bazı kaynaklardaki tahminlere göre de; “Yüksek derecede ısıtılan çekirdek, toz halinde bulunan camın üzerinde yuvarlanır veya kalıp üzerine cam tozu serpilir. Eğer çekirdek yeterince ısınmış ise, küçük cam tanecikleri erir yüzey camla kaplanır. Tekrar tekrar ısıtılan ve sert bir yüzeyde yuvarlanan çekirdek üzerindeki cama istenilen biçim verilip, yeterli kalınlık sağlanıncaya kadar işlem devam eder” (Atik, 1990: 65). Cam üzerine istenilen bezemeler yapıldıktan sonra, ağız, ayak ve kulpların eklenmesi ile parça tamamlanır.



Görsel 86. İç kalıp üzerine sıcak cam sarma örneği. Uygulama: E. Küçükbiçmen 2010
Fotoğraf: K. Kerstna

Pipo ile beraber soğumaya alınan cam çalışması, bu aşamadan sonra pipodan çekilerek ayrılır ve daha sonra iç kısmı boşaltılarak temizlenir. Bu yöntem açık alev ile şekillendirme yöntemi ile de uygulanabilmektedir.



Görsel 87. Şekillendirmelerinde alçı iç kalıp kullanan R. Miyashita, Yokohama
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Bu çalışma kapsamında açık alevde çalışan cam sanatçısı Ryokko Miyashita'nın atölye ve cam çalışmaları atölyesi ve cam çalışmaları incelenmiştir. Çalışmalarını iç kalıp üzerinde şekillendirmektedir. Sanatçı, yumuşak bir çalışma alevi gerektiren ve tavlama derecesi 476 °C olan, Japonya'da üretilmiş bir cam çeşidini kullanmayı tercih etmektedir.



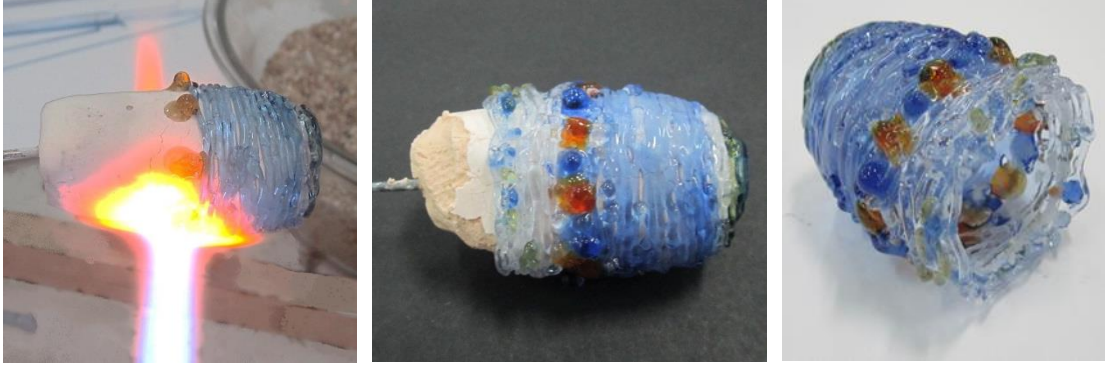
Görsel 88. Miyashita tarafından çalışılmış murrini camlar ve bitmiş çalışma
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Kendi şekillendirdiği murriniler ve burgulu cam çubukları şalomanın ısı ile beraber iç kalıp üzerine yapıştırarak çalışan sanatçı, parça tamamlandıktan ve kalıp temizlendikten sonra cam çalışmalarının içlerini parmağına uygun büyüklükte kestiği zımparalarla ve su kullanarak rötuşlamaktadır.

Açık alevde iç kalıp üzerinde şekillendirme, iç kalıbın ergitme tankına daldırılarak kalıp üzerine sıcak cam sarma yönteminin bir benzeridir. Ancak bu yöntemde işlem şaloma başında gerçekleştirilmektedir. Şalomada ısıtılan cam, kalıp üzerine, sarılarak şekillendirilir. Şalomada cam şekillendirmede kullanılabilecek bir iç kalıp, yüzde 40 alçı, yüzde 40 kaolen ve yüzde 20 kuvarsın gerektirdiği orandaki su ile karışımından oluşturulabilmektedir

Bu çalışma için öncelikle gerekli olan iç kalıp, yukarıda bahsedilen oranlardaki reçeteye uygun olarak hazırlandığında olumlu sonuç elde edildiği gözlenmiştir. Hazırlanan karışım boş bir bardak içerisine dökülerek bir parça kil ile sabitlenen metal bir çubuğun

bu karışımın tam merkezinde donması sağlanır. İç kalıbı oluşturacak olan karışım sertleştikten sonra bardak içerisinden çıkarılarak yontulur ve istenilen şekil verilir. Bu aşamadan sonra iç kalıp kurumaya bırakılır.



Görsel 89. İç kalıp üzerine ince cam çubukların sarılması ve iç kalıp üzerinde şekillendirilen camın temizlendikten sonraki görünümü, E. Küçükbiçmen, 2014

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Nemini tamamıyla attıktan sonra iç kalıp üzerine cam sarılmaya başlanabilir. Soğumayacak şekilde aralıklarla ısıtılan tüm cam çalışmasının bu şekilde çatlaması önlenmiş olur. Borosilikat camı ile çalışılmış ve ince bir katman oluşturan cam çalışması, soğutma kumunda bekletilir ve oda ısısına gelene dek soğutulur.

2.2.2. Ara Teknikler

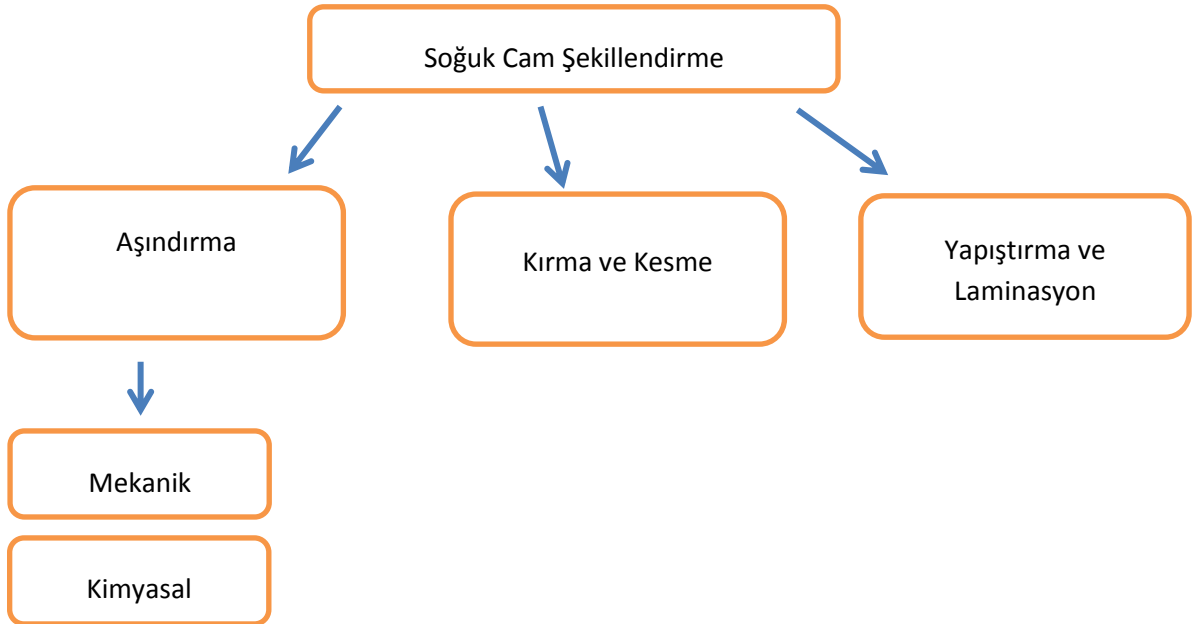
Tarama gibi, direkt ana biçimi sonuçlandırmaya yeterli olmayan uygulamaya pişirim sırasında müdahale ederek fiziksel ve görsel farklılık yaratmaya yönelik teknikler bu grup altında ele alınmaktadır. Bu ara şekillendirme yöntemleri uygulamadan uygulamaya değişiklik gösterir ve elle müdahalelerin her türlü mümkündür. Toots Zynsky'nin fırın içerisinde kaynaştırdığı cam çubuklarından oluşan, örüntü şeklindeki tabakaya koruyucu kıyafet ve fırın eldivenleri kullanarak elle müdahale ederken cama şekil verir. Bu çalışmada, öncesinde yarı füzyon ile bir araya getirilen cam çubuklar, bir kalıp kullanılarak çökertme pişirimine sokulur. Pişirim sırasında yeterli bir süre bekleyen ve istenildiği oranda çöken camlara, sanatçı müdahale ederek, çökme biçimini elle yönlendirmektedir. Bu yöntemler, camı şekillendirme aşamasında fırının kullanımı ile gerçekleşen ve birbiri arkasından veya iç içe olarak uygulanabilen yöntemlerdir. Ara

yöntemler olarak adlandırılan yöntemler, fırın içerisinde gerçekleştirilen tüm deneysel çalışmaları da kapsamaktadır.

2.3. Soğuk Cam Şekillendirme Yöntemi

Oda sıcaklığında camın işlenmesinde kullanılan yöntemlerdir. Camın mekanik veya kimyasal etki sonucunda aşınması, camın bir doğru veya eğri boyunca kontrollü veya kontrolsüz kırılması, kesilmesi, çizilmesi, yapıştırma ve laminasyon yöntemlerinin tümü bu başlık altında ele alınır.

Tablo 16: Soğuk cam şekillendirme yöntemleri



2.3.1. Aşındırma Yöntemi

Cam, mekanik ve kimyasal uygulamalarla aşınabilen bir malzemedir. Soğuk cam uygulamalarında bu özelliği kullanılarak şekillendirme, dekor, rötuş, finisaj işlemleri gerçekleştirilmektedir. Kimyasal Aşındırma ve Mekanik Aşındırma olarak iki ana grupta incelenir.

2.3.1.1. Mekanik Aşındırma

Mekanik aşındırma, camın mekanik olarak yüzeyden eksiltme yapabilecek sertlikte malzemelerin yüzeye belli bir süratte sürtünmeleri ile gerçekleşir. Cam yüzeyine bu alet ya da malzemelerin sürtünmesi veya çarpması yoluyla, yüzey aşındırılarak indirgenir. Gerçek camı aşındırmak kolay değildir. Saf kuvarstan elde edilen cam, en sert camdır. Günümüzde kullanımda olan camların büyük çoğunluğu sadece kuvarstan yapılmadığı için daha yumuşaktır ve aşınmaya olanak tanır. Kum (kuvars), elmas gibi malzemeler camı kolayca aşındırabilir. Sertleştirilmiş çelik de bu konuda etkili malzemelerdendir. Yukarıda sayılan malzemelerle yapılmış makina parçaları ve bazı malzemeler Tablo 17'de verilmiştir.

Mekanik aşındırma, kullanılan metal, elmas, kuvars esaslı doğal malzemeler ve seramik diskler, zımparalar gibi farklı maddelerden farklı formlar mevcuttur. Bu malzemelerin tane irilikleri aşındırma yüzeyinin kalitesini belirler. İri taneler çok kalın eksiltmeler yapacağı için daha kaba dokulu ve opak bir yüzey elde edilir. Tane iriliği incelendiği kadar da pürüzsüz, ince ve daha az yoğun bir opaklık oluşur. Bu aşınmanın, uygulama süresi ile doğru orantılı olarak yüzeyde negatif rölyef oluşması sağlanır.

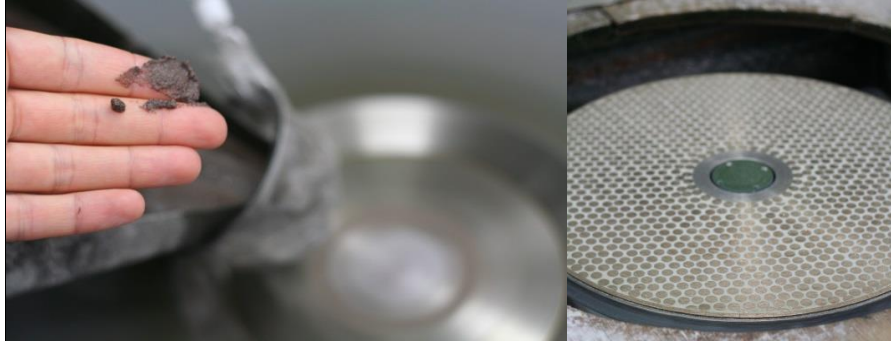
Mekanik aşındırmanın en önemli unsurlarından birisi de su kullanımınıdır. Aşındırmadaki sürtünmenin yol açacağı ısı, camın kırılmasına sebep olacağından, camlara uygulanan her türlü aşındırma işleminde akan bir su kaynağı bulunması şarttır. Su bazen soğuk, bazı hallerde de seryum gibi malzemelerin daha iyi sonuç vermesi için sıcaklığa yakın ılık olması uygun olmaktadır. Çalışırken su kullanmanın çok önemli bir yan faydası daha vardır; o da cam tozlarının ortamda uçuşmasına engel olarak çalışan kişinin ve çevredekilerin sağlığına ciddi zararlara yol açmalarına engel olur.

Tablo 17: Soğuk cam şekillendirme esnasında kullanılan alet ve edevattan bazıları

 <p>Elmas delme aletleri</p>	 <p>Elmas kaplı diskler</p>	 <p>Keçe parlatma diski</p>	 <p>Mantar parlatma diski</p>
 <p>Zımparalar</p>	 <p>Silisyum Karbür</p>	 <p>Pomza tozu</p>	 <p>Seryum Oksit</p>
 <p>Elmas kesici</p>	 <p>Dairesel kesici elmas</p>	 <p>Cam kırma pensesi</p>	 <p>Cam kesme cetveli</p>
 <p>Koruyucu gözlük</p>	 <p>Koruyucu başlık</p>	 <p>Koruyucu eldiven</p>	 <p>Koruyucu çizme</p>

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

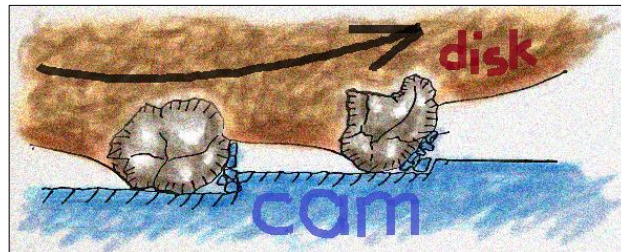
Metal ve Elmas Disklerle Aşındırma; Metal yüzeyin içine hapsolmuş elmas kırıkları ile kaplı yüzeylere sahip diskler, korund, silisyum karbür gibi aşındırıcı taşlar yoğun olarak kullanılır. Ticari kullanımda taş olarak adlandırılan bu diskler farklı biçimlerde, farklı malzemelerle ve farklı malzeme iriliklerinde üretilirler, şekillendirmedeki ihtiyaca göre de bunların uygun olanları seçilir ve kullanılır.



Görsel 90. Korund ile cam aşındırma yapılan disk ve elmas kaplı disk örnekleri
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

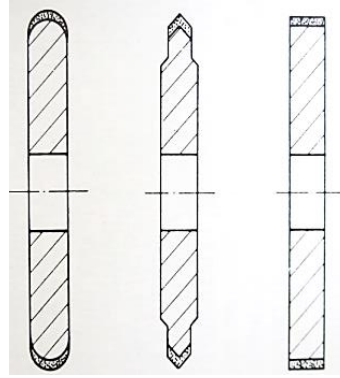


Görsel 91. Yatay elmas disk ile cam düzeltme aşaması
Fotoğraf: B. Gamsız



Görsel 92. Elmas disklerin çalışma prensibini gösteren çizim
Kaynak: Merker'den alınan (1997: 49)'daki siyah beyaz çiziminden uyarlanmıştır

Elmas içeren diskler iki türdür; bir tür disk elmas tanecikleri ile kaplıdır; ikinci tür elmas disklerin ise elmas tanecikleri metal alaşıma gömülü olarak bulunur. Aşınacak cam, yüzeyi metal disklere dik gelecek şekilde diske doğru basınç uygulanarak tutulur. Elmas kaplı olan diskler kısa ömürlüdür; içlerinde elmasların gömülü olduğu diskler ise daha uzun ömürlüdür ve kullanıldıkça metal kısım aşınarak alaşıma gömülü olan elmas parçacıkları ortaya çıkar. Ancak bu disklerde dikkat edilmesi gereken nokta, uzun vadede diskin çalışma alanının çukurlaşmasını önlemek üzere camın aşındırma sırasında disk yüzeyinde gezinmesi gerekliliğidir. Diğer soğuk cam işleme yöntemlerinde olduğu gibi, bu yöntemde de su ile çalışılmaktadır.



a b c

Görsel 93. Farklı profilli elmas disk kesitlerin (a: oval, b: açılı ve c: düz) çizimi

Kaynak: Merker (1997: 45)

Yüzeysel cam aşındırmalarında, kullanım için seçilecek elmas disk, çalışılacak parçanın boyutuna, şekline, istenilen aşındırma hızına ve kabalığına (disk üzerindeki elmasın aşındırma derecesi) yani numarasına göre değişiklik gösterir.

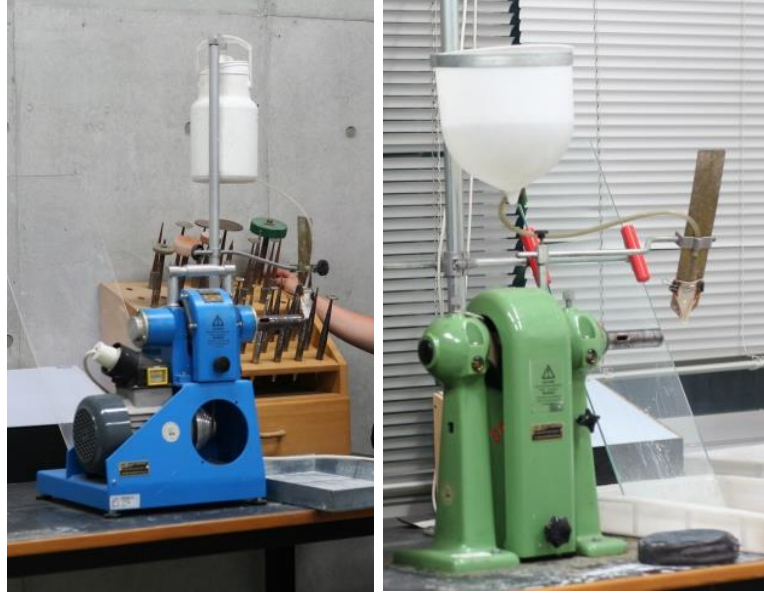


Görsel 94. Farklı çap, elmas diskler
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen



Görsel 95. Elmas disk kullanılarak cam yüzeyinin şekillendirilmesi
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Camdan daha sert olan elmas, cam kesimi alanında çok yönlü olarak kullanılmaktadır. Elmas ile cam kesme yöntemi geleneksel bir yöntemdir. Bunun yanı sıra elmas, cam kesme makinalarında da kullanılmakta olan bir malzemedir. Elmas kaplı veya elmas taneciklerinin başka malzemelerle sinterleştirilmesiyle oluşturulan çeşitli kesme makinaları parçaları üretilmektedir. Kesme yüzeyine elmas tozu veya taneciklerinin kaplanması ile 'elmas kaplama' parçalar elde edilirken, sinter makine parçalarında elmas tozu veya tanecikleri, onları kuşatan malzemenin içerisine gömülmüş bir halde bulunmaktadır. Elmas taneciklerinin gömülü olduğu ek kenara sahip elmas kesme diskleri, yaklaşık 1910'dan beri üretilmektedir. İlk sinter bağlamalara 1927'de patent verilmiştir (Merker, 1989: 14).



Görsel 96. Küçük uçlarla çalışılabilen küçük ve büyük boyutlu gravür işleme aletleri
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Bu şekillendirme yöntemi cam yüzeyine dik olarak gelen elmas disklerle yapılan şekillendirme yöntemine verilen addır. Yukarıda fotoğrafları görülen makinalara istenilen boyut ve ebatlarda diskler takılarak cam yüzeyinde farklı derinlik ve farklı şekilde oyuk izler bırakmak mümkündür. Makine ucuna takılan diskin profil şekli ‘U’, ‘V’, Oval veya Küre olabilir. Elmas uçlarda soğutucu madde yerine su kullanılırken, gravürde daha yumuşak bir etki için kullanılan bakır gravür uçlarında, soğutucu madde olarak yağ kullanılmaktadır.



Görsel 97. Farklı boy ve profillere sahip cam gravür uçları
Kaynak: <http://www.merker-kmk.com/>



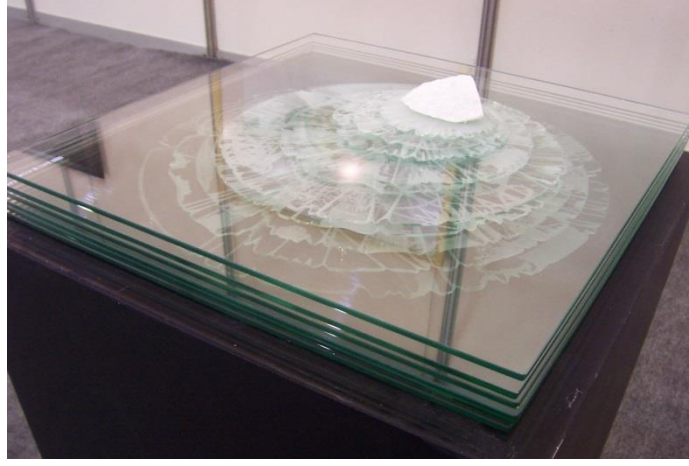
Görsel 98. Küçük boyutlu elmas diskleri ile elde edilebilen farklı yüzeysel izler
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Görsel 120’de, yatay mil üzerinde dönen ve cam yüzeyine dik olarak kullanılan, farklı şekillendirme uçları ve değişik yöndeki tutuşlarından kaynaklanan kullanımları sonucunda, cam üzerinde bıraktıkları farklı özellikteki izler görülebilmektedir.



Görsel 99. Cam sanatçısı Wilhelm Vernim’e ait yüzeysel cam gravür çalışması
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Küçük boyutlu makinalarda çok derin olmayan cam şekillendirmeler (gravür) çalışılabilirken, büyük boyutlu makinalara daha geniş çaplı diskler takılarak derin gravür ve cam şekillendirmeleri yapılabilmektedir.



Görsel 100. 'Buzdağının Görünen Kısmı' Esin Küçükbiçmen, Tüyap, İstanbul, 2006
Fotoğraf: E.Küçükbiçmen

'Buzdağının Görünen Kısmı' adlı cam çalışması tek tür v profilli elmas diskin cam plakaları kesilerek derinlemesine ve cam plaka üzerinde kaydırılarak yüzeysel olarak aşındırılması yolu ile şekillendirilmiştir. Disk ile şekillendirilen cam plakalar, daha sonra hiç bir açıdan görünmeyecek şekilde, uv yapıştırıcı ile birbirlerine sabitlenmişlerdir.



Görsel 101. Zamanın İzleri-II, Esin Küçükbiçmen, 2011
Fotoğraf: E.Küçükbiçmen

Görsel 101'de diğer cam şekillendirme yöntemlerinin yanı sıra, ayna üzerine arka yüzüne yüzeysel gravür, ön yüzüne derin gravür uygulanmış ve (hazır nesnelere üzerinde görülen) cam delmeye kadar birçok farklı soğuk cam işleme yöntemi kullanılmıştır.

Doğal kumtaşı diskler, özellikle kadifemsi bir kesim sağlarlar. Kapalı gözenekli yüzeyi sayesinde, çalışırken üzerinden akan soğutucu su yayılarak, taşı ince bir tabaka olarak tamamen kaplar. Derinlemesine olmayan yüzeysel aşınma kaba olmayan, mekanik yoldan kolayca parlatılabilen bir alan sağlar. Pomza, tripolit veya seryum oksit kullanılarak kolayca aydınlatılabilir (Merker, 1997: 36). Günümüzde, cam ustaları ve sanatçılar tarafından eskisi kadar tercih edilmeyen bir malzemedir. Hatta bir kenara atılmış bir malzeme olduğu söylenebilir. Diğer tanecikli yüzeysel cam aşındırma yöntemlerinde olduğu gibi, taş ile aşındırmalarda da seçilecek taş disk, çalışılacak parçanın boyutuna, şekline, istenilen aşındırma hızına ve aşındırıcı olma özelliğine göre değişiklik gösterir.



Görsel 102. Farklı boyut ve tane iriliğine 1,2 - 18cm arasında farklı çaplarda taş diskler
Kaynak: <http://jamesriser.com/StoneWheels/StoneWheelItems.html>

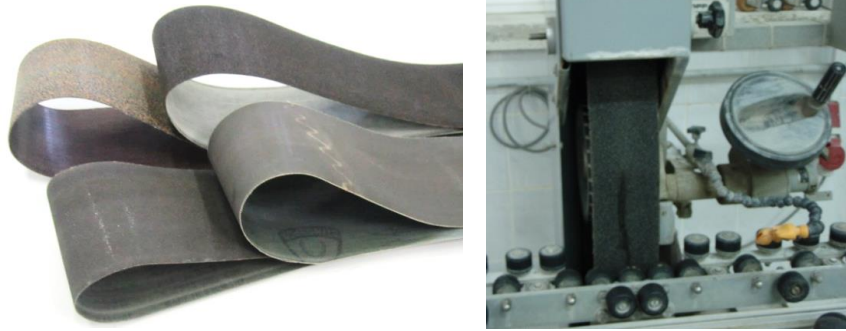
Bağlayıcı malzemesi seramik olan diskler, yapay taş olarak da adlandırılırlar. Korund tanecikleri bileşik maddeden oluşurlar. 2000 °C’de kalsine edilmiş kilin ergitilerek kristalize edilmesi sonucunda kristal tanecikleri elde edilir. Korund’un tanecikli yapısı, camı pürüzsüz bir şekilde aşındırır, bunun sonucunda parlatılması kolay bir yüzey elde edilmesini sağlar. Korund kesme diskleri, eskinin doğal taşı’nın yerini almış ve günümüzde ‘yapay taşlar’ olarak adlandırılmaktadırlar. (Merker, derleme, 1989: 37)

Silisyum karbür taneciği, kuvars kumu ve kok kömüründen elde edilen yapay bir üründür. Bu karışım, elektrikli fırınlarda 2200 °C’de ergitilir. ... Silisyum karbür, korund’dan daha sert ve sivri köşelidir. Çabuk parçalandığından dolayı, parçacıkların köşeleri kolayca kırılarak aşındırma süresince sürekli yeniden keskinlik sağlarlar. Bu kendini yenileyen aşındırma köşeleri, cam karşısında oldukça aşındırıcıdır ve camda hızlıca yarıklar oluşturabilirler. Bu çatlaklar, yüzeydeki

aşındırma derinliğinin üç katı kadar olabilmektedir. Bu yüzden bu neredeyse görünmez haldeki hatalar, parlatma öncesinde çok iyi şekilde aşındırılmazsa, parlatmanın ardından kaba aşındırma izleri olarak görünür hale gelirler. (Merker, 1997: 37).

Öncelerde sadece metal dişlerde su ile birlikte kullanılan ('siyah kum') Silisyum karbürün daha sonraları yapay aşındırıcı taşların yapımında da kullanılmaya başlanmıştır. Bu aşındırıcı, kaolin, feldspat ve fritin oluşturduğu bir karışımdan elde edilmektedir. Ayrıca, kalıba dökülen seramik disklerin, iki hafta oda sıcaklığında kurutulduktan sonra, tornada şekillendirildikleri, ardından 1200 °C ile 1300 °C arasında bir ısıda iki hafta boyunca pişirildikleri, kumlama yöntemi veya derinlemesine numune alınarak homojen sertlik kontrolünden geçirilen diskler kullanıma hazır hale getirildiklerini belirtir (Merker, derleme 1997: 37).

Zımpara ile aşındırma yöntemi elde çalışılabilirdiği gibi, soğuk cam işleme aletinin ucuna yapıştırılan ve farklı derinliklerde aşındırma özellikleri olan, kendinden tutunabilen yapışkanlı zımpara başlıkları kullanılabilir. Bu aşındırma zımparaları sulu çalışma sistemi ile birlikte kullanılır. Cam parlatmaya kadar, gerekli aşamalar sırasıyla kullanılarak çalışılabilir. Genellikle tercih edilen ve kaba aşındırmadan parlatmaya kadar çalışılabilen zımparaların numaraları kabadan inceye göre (sıralı aralıklarla, 50 ile 3000 numaraları arasında) bulunabilir.



Görsel 103. Kemer (belt) zımparalar ve bu tür zımparalar ile çalışan makine
Fotoğraflar: E.Küçükbiçmen

Bunun yanı sıra kemer bant şeklinde olan ve 'belt' olarak adlandırılan zımpara ve parlatma bantları, bunların aşındırma veya parlatma gücüne göre numaralandırılırlar. Kütleli camların yüzey şekillendirmelerinde el makinaları ve makina başlığına uygun, farklı dairesel aşındırıcılar kullanılabilir



Görsel 104. Zımparalama ve makine başlık kısmına takılır zımpara ve parlatma uçları
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Cam çalışmasının tüm yapılan soğuk şekillendirme işlemlerinden sonra pürüzsüz ve parlak bir yüzeye kavuşması isteniyorsa, yüzeyde kullanılan cam işleme aşındırıcıların pürüzlülük derecesine göre, numarası küçük olandan, yüksek olana doğru (aşındırıcılarda no.3000'e kadar) çıkarılır. En son aşamada pomza tozunun farklı numaraları ve ardından Seryum oksit (CeO_2) kullanılarak sulu parlatma yapılır.



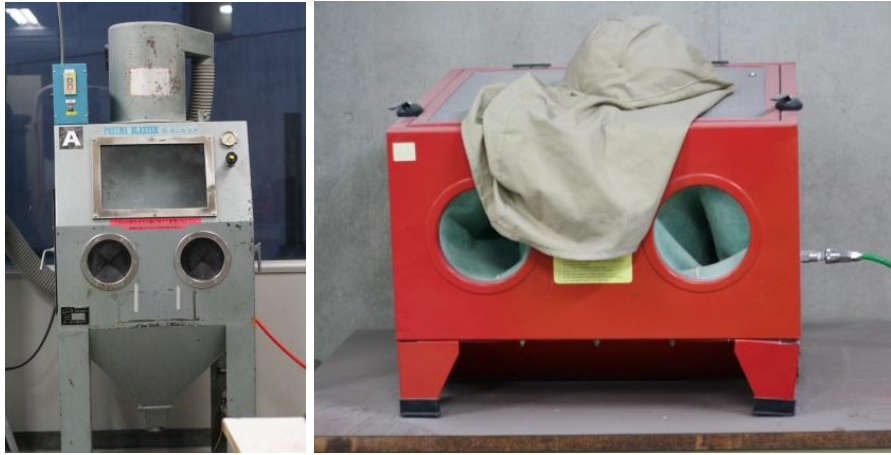
Görsel 105. Camların keçe diskte pomza tozu ve ardından seryum oksitle parlatılması
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen, K. Atalay, E. Küçükbiçmen

Sinterleme, bir metalin tozunu, ısı ve basınç altında kısmen kaynaştırılıp bütünleştirilmesine (bağlanmasına) denir. ... Elmas disk kullanımında iken, cam kıymıkları ve cam tozu soğutucu sıvı ile karışarak, elmas tozlarını birleştiren metale, zamanla aşındırıcı bir etkide bulunur. İstenilen sonuç ise, metal ile elmas tozunun aynı hızda aşınmasıdır (Merker, 1989: 14).

Kumlama, cam yüzeyine kum malzemesinin basınçlı hava yardımıyla camı matlaştırmak veya indirgemek amacıyla püskürtülmesi yöntemidir. Yöntemin makine ile uygulanmasının, eski evlerin pencerelerinin (zamanla yüzeye çarpan kum sebebiyle)

aşınmasından esinlenmiş olan Benjamin T. Tilghman tarafından icat edildiği belirtilmiştir (Cassidy, derleme, 2010: 1).

Kumlama için silisyum karbür (SiC) çokça tercih edilen bir malzemedir, ancak birçok kişi bu iş için elektro-korund'u (Alüminyum oksit'i) tercih etmektedir. Farklı tane boyutlarında bulunabilen kumun cam kumlamada en çok tercih edilen türleri ince taneli olanlardır: Kumlama yönteminde kullanılan kumun tane boyutu 0,12 ile 0,25 mm arasında olan (70 numaralı kum) ile tane boyutu 0,06 ile 0,12mm olan (120 numaralı kum) tane irilikleri arasında değişim göstermektedir (Beveridge, derleme, 2005: 51).



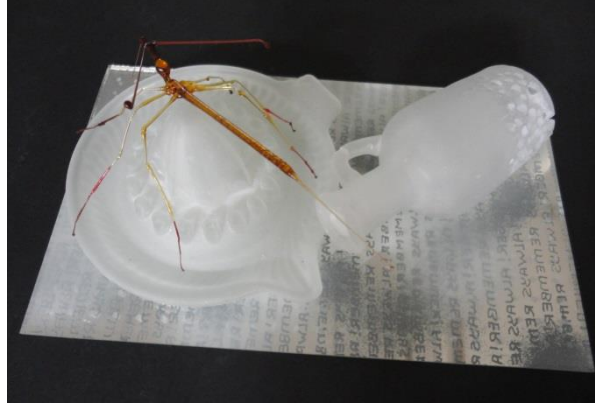
Görsel 106. Kumlama makinalarına iki farklı örnek

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Kumlama, normalde özel olarak bu iş için tasarlanmış, toz çekişi sağlayan, aynı zamanda kum parçacıklarının tekrar kullanılmak üzere aşağı düştüğünde kumun alt kısımda biriktirilmesi için huni şeklinde toplayıcısı olan özel kumlama kabini içerisinde gerçekleştirilir. Cam çok geniş bir alan oluşturduğu veya kütleli olarak kabin içine konulamayacak durumda olduğunda, bu işlem bağımsız bir kumlama tabancası ile kabin dışında yapılabilir. Kumlama tabancası, çalışma süresince gerekli hava basıncını sürekli çalışan kompresörden sağlar.

Kumun ağırlıkta silika içermesi sebebiyle, ancak sağlık ile ilgili tüm önlemler alındığı zaman kullanılmalıdır. Gerekli şekilde korunma sağlanmadığı takdirde silika tozları akciğerlere zarar verebilir. Çalışma esnasında kumlama kabini, ayrıca yüz koruyucusu olarak maske ve gözlük kullanımı akciğer sağlığının korunması için gereklidir.

Kumlama yöntemi ile cam mat bir yüzey görünümüne kavuşur. 'Zamanın İzleri' adlı çalışmada, şişe ve limon sıkacağı hazır nesnelere kumlama yöntemi uygulanmıştır.



Görsel 107. Zamanın İzleri - I, kumlama ile camda yüzeysel aşındırma yöntemi, E. Küçükbiçmen, Eskişehir, 2011
Fotoğraf: E.Küçükbiçmen

Kumlama uygulaması yüzeysel olabildiği gibi, 'Aşınma' adlı çalışmadaki gibi, derin kumlama da yapılabilmektedir. Yüzeysel kumlamada camın yüzeyi sadece mat bir görünüm alır. Ancak, kumlamanın tek noktadan ve uzun süreli olarak yapılması ile birlikte, camı derin olarak kumlamak, bu şekilde deforme etmek, hatta kumlama tabancasını sabit tutarak, camı derinlemesine şekillendirmek veya kalınlığına göre delmek bile mümkündür. Camı kumlarken kullanılan kumun kalınlığı, inceliği ve havanın basıncı da kumlamanın ne kadar pürüzlü ve derin olacağını belirler.



Görsel 108. 'Kızıldeniz' vazo üzerine elmas uç ile gravür, E. Küçükbiçmen, 2008
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

‘Kızıldeniz’ adlı cameo cam vazoda deniz canlısı figürleri haricinde görülen açık renkli kısımlar kumlama yöntemi ile aşındırılmıştır. Burada şerit olarak görülebilen alçak cam alanları yaklaşık 2 mm’lik bir rölyef oluşturması ile elde edilmiştir.



Görsel 109. Camda derin kumlama yöntemiyle şekillendirilmiş ‘Aşınma’ isimli form, E.Küçükbiçmen, Eskişehir, 2012
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Cam hızarı, üzerine kesicilerin takıldığı bir cam kesme testere sistemidir. Elde kullanılan elmas kesici ile kesilemeyecek derecede kalın veya düzgün olmayan yüzey dokusuna sahip camların kesiminde kullanılamamaktadır. Cam hızarı, elmas uçlu cam kesici ile kesilmesi zor girintili çıkıntılı tasarımların gerçekleştirilmesinde kolaylık sağlar. Camda noktasal ısınmanın doğurabileceği iç gerilime bağlı çatlakların önüne geçebilmek için birçok cam işleme yönteminde olduğu gibi, kesim noktasını sürekli soğutan su ile çalışılmalıdır. Bu aşamada çalışılan parçada kesim, camı ileri doğru iterek, az bir basınç ile gerçekleştirilmelidir. Hızara uygulanan aşırı basınç, testerenin daha çabuk körelmesine sebep olmaktadır.

Kesimlerde güvenlik açısından koruyucu gözlük ve gerekli ise daha büyük, kütleli camların kesimlerinde metal örgü eldiven kullanmak tavsiye edilebilir. Uzun süreli kesimlerde de kulaklık, kullanım sırasında oluşan yüksek ve tiz sestən korunma sağlar. Cam hızarının dört farklı çeşidi vardır. Bunlar; disk hızar, bilezik (halka) hızardır.

(Elmas Kaplı) Disk Hızır ile Cam Kesme, ince bir hatta aşındırma ile cam kesecek kadar hassas çalışmayı anlatmaktadır. Kenarlarında elmas tozu veya granülleri gömülü olan, veya elmas tozu ile kaplanmış kesme yüzeyi olan disk ile yapılan cam kesim türüdür. Bu kesim türünde de tüm soğuk cam kesme ve delme yöntemlerinde olduğu gibi, su ile çalışmak gereklidir. Ellerin korunması için eldiven, gözlerin ise sıçrayacak cam çapaklarından korunması amacı ile de kenarları kapalı plastik çalışma gözlüğü kullanmak şarttır.



Görsel 110. Elmas disk ile cam kesimi yapılan makine

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Elmas disk, cam kesme işlemine yarayan, cam endüstrisinde kullanılan ilk cam işleme makinalarından olmuştur. 1950’li yılların başında gelişen moda yönelik olarak duvara eğik bir şekilde duran aydınlatmalarda (aplik) kullanılmak üzere, cam ampullerinin kök kısımlarının da, dik yerine eğik bir açı ile kesilmeleri gerekmiştir. Bu dönemde, kesim aşamasında yaşanan kırılmalardan dolayı, makinanın kullanımı pahalıya mal olmuştur. Ancak, bunun yanında, kesim aşamasında oluşturduğu temiz, çapaksız kesme yüzeyi, art çalışma aşamasının zorlu olmayışından dolayı (kesilmiş parçalarda) kolay ayrılabilirlik özelliği ile, bu yeni makinanın piyasada tutulmasını sağlamıştır (Merker, derleme, 1989: 14).

Disk hızır ile kesim, altı düz cam kütle kesimlere uygun bir yöntemdir. Kesilecek cam sabit olmalıdır, değil ise de sabitlenmelidir. Kesim sırasında dönen bir cam parçası diskin kırılmasına sebep olup tehlike yaratabilir.



Görsel 111. Şerit hızarda yapılan kesim

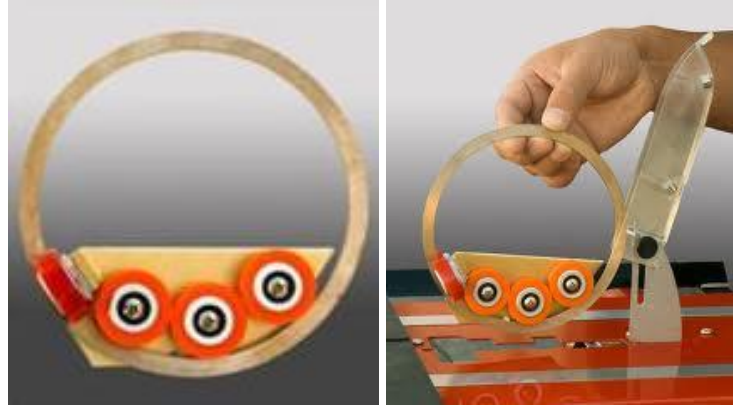
Fotoğraf: K. Atalay, Eskişehir

Görsel 112. Hızarda kesme ile yapılan bir çalışmadan ayrıntı

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

(Elmas Kaplı) Şerit Hızardlar, kenarlarında ince elmas tanecikleri bulunan kesici ince, bant şeklinde şeritlerdir. En yaygın olarak üretilen cam kesme hızar türü şerit hızardır. Bu sebeple, farklı kalınlık ve incelikteki ve değişik özelliklere sahip testerelere ulaşabilmek de daha kolay hale gelebilmektedir. Camın hafif döndürülmesi gerektiği kesimler, şeridin inceliği ile doğru orantılı olarak, daha rahatlıkla yapılabilmektedir. Görsel 135’te şerit hızarda kesilmiş, aşamalı olarak parlatılmış ve ardından ayna yüzeyine uv yapıştırıcı ile yapıştırılmış bardak, tuzluk, parfüm ve kolonya şişeleri gibi hazır cam kullanım nesnelere görülmektedir.

Elmas Kaplı Bilezik (Halka) Hızarda cam kesimleri, kendi ekseni etrafında dönercesine, cam kesimi yapılabilen, bilezik şeklindeki yassı kesme aparatı ile yapılan kesimlerdir. Hızara uygulanan aşırı basınç hızar testeredeki gibi kesicinin daha çabuk körelmesine sebep olmaktadır. Camın açısını kesim esnasında azar azar döndürerek, hareketli çizgiler doğrultusunda kesim yapmak cam hızarı ile mümkündür. Testerenin inceliğine bağlı olarak, testerenin manevra gücünü artırır. Sürekli su ile çalışılarak, camın soğutulması özelliği, tüm hızar ile yapılan cam kesimleri için geçerlidir.



Görsel 113. Bilezik hızarın çalışma prensibini gösteren fotoğraflar

Kaynak: http://www.thegrindershop.com/product/Apollo_Ring_Saw_Glass

(Elmas Uçlu) Alet ile Camı Delerek Kesme, cam delme elmasları, etrafında sinter bir elmas tabakası olan, silindirik delme uçlarına sahip bir cam delme aleti ile yapılır. Bu makine ile deliklerden çıkan parçacıklar elde edilebildiği gibi, camı delerken orta kısımdaki camı tamamen aşındıran cam delme uçları da vardır.



Görsel 114. Elmas cam delme makinasında şekillendirilmiş cam parçacıkları

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Elde edilen parçaların çapakları elmas disklerle alınarak giderilebilir. Cam delme uçları, camı tamamen aşındırarak delen uçlar şeklinde, yani konik şekilli ve yüzeyleri elmas tozuyla kaplanmış olarak da bulunabilir. Bu elmas uçlarla cam içerisine konik girintiler yapmak mümkün olduğu gibi, camı tamamen delmek de mümkündür. Ancak ortaya değerlendirilebilecek bir parça çıkmaz, atık ürün olarak cam tozu elde edilir.

Tezin uygulama bölümünde yer alan Füzyon ve Eğme Yöntemi ile şekillendirilen ‘Bütünleşen Anılar’ Serisi adlı çalışmada kullanılan küçük boyuttaki cam diskler, cam delme makinası ile elde edilmiştir.

Sujeti ile cam kesimi, günümüz cam teknolojisinin vazgeçilmez bir cam kesim yöntemi halini almıştır. Bu yöntem, aşındırıcı parçacıkların tabanca ucunda su basıncına eklenmesi ile birlikte çalışır. Genellikle silika kumu ile olivin adı verilen kum karışımı kullanılmaktadır. Kesme anında devreye giren bir ikinci su püskürtme işlemi, kesme aşamasında çevreye sıçrayabilecek cam ve kum parçacıklarını kontrol altına almaya yarar.



Görsel 115. Su jeti ile kesim aşamasından görüntü (Hatipoğlu Cam Fab., Eskişehir)
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Sujeti ile kesim yöntemi, ince camdan kalın cama, narin kesimlerden büyük mimari düzeydeki kesimlere varana kadar, farklı düz cam kesimleri için uygun bir kesim yöntemidir. Bu yöntem ile 0,05mm hassasiyetine varana kadar cam kesimi yapabilmektedir (Dreiser, Matcham, derleme, 2006: 151). Bir soğuk kesim yöntemi olduğundan, bu kesim yönteminde ısının etkilediği alanlar oluşmamaktadır. Ayrıca kesim sırasında herhangi bir zararlı gaz ya da madde üretilmez.

Bu sanatçılara cam kesimlerinde büyük kolaylıklar sağlayan bir yöntemdir. Sujeti ile yapılan kesim, pahalı sayılabilecek bir kesim yöntemidir. Küçük atölyelerde çok yaygın olarak kullanılsa da, gelişen teknoloji ile birlikte daha yaygın bir kullanıma erişebilir.

Sujeti ile cam kesimi yönteminin kesme sırasında malzemeye temas eden herhangi bir kesici takım olmadığı için bor yağı gibi bir kesme ve soğutma sıvısı kullanılması

gerekeceğinden ve atık olarak sadece cam tozu üretildiğinden, çevreye duyarlı bir cam şekillendirme yöntemi olduğu bilinmektedir.

2.3.1.2. Kimyasal Aşındırma

Asit ile Aşındırma Yöntemi; camın hidroflorik asit (HF) ile indirgenmesi yöntemine verilen addır. Asit ile indirgeme dekor yöntemi, cam yüzeyinin balmumu gibi, asite dayanıklı bir malzeme ile kapatılması yoluyla çalışılır. Asit ara boşluklardan camı aşındırarak, istenilen dekorun ortaya çıkmasını sağlar. Cam, hidroflorik asit'e veya seyreltilmiş hidroflorik asit (HF) ile potasyum florid'in (KF) bir karışımı olan sıvıya daldırılarak, açık kalan yüzeylerine etki etmesi için sıvının içinde bekletilir. Asit ile cam indirgeme, ticari alanda ilk kez 1857 yılında bu yöntemin patentini alan, Stourbrige'ten Richardson tarafından uygulanmıştır. Yüzeysel daha hafif bir aşınma, camı hidroflorik asit buharına maruz bırakarak elde edilebilir. Bu şekilde tüm yüzeye mat bir görünüm kazandırılır. Asit ile parlatma ve damga yöntemi ile dekor da yapılabilir. Fakat bu işlemler yüzeyi etkilediği için 'şekillendirme yöntemleri'nin dışında yer alırlar. Asit indirgemedede asitin camı indirgeme gücü, asitin derişikliğine ve camın asit içinde kaldığı süreye bağlıdır.

Cam, asitleme banyosuna konulmadan, yüzeyindeki tüm alanlar asitten etkilenmeyecek bir malzeme ile kaplanır. Bu, balmumu, zift gibi bir ayırıcı madde olabilmektedir. Bu madde ile kaplanmayan kısımlar asit içerisindeki kalış süresine ve asitin yoğunluk oranına göre camı derin oyuklar şeklinde şekillendirebilmektedir. Asit, balmumundan hazırlanan çerçeve içerisine dökülerek burada gerektiği kadar bekletilir.



Görsel 116. Ekrem Kula, 'Bir Zamanlar' asit aşındırma cam (uygulama aşaması ve sonucu), 2010

Fotoğraflar: E.Küçükbiçmen, E.Kula

“Asitin %40 (suyun % 60) olarak eklendiği, seyreltilmiş hidroflorik asit (HF) çözeltisi, balmumundan oluşturulmuş havuzun içerisine yavaşça ve dikkatlice dökülür. Bu çözeltideki asidin 20 - 25 dakika içerisinde, camı yaklaşık 0,2 mm ile 0,3 mm arasında bir derinlikte çukurlaştıracağı tahmin edilir” (Kula vd.; 2010: 101). Üç boyutlu objelerde asit ile indirgeme uygulamaları için asit havuzları kullanılmaktadır. Plastik kaplı sepetler içerisinde asit havuzuna daldırılan cam objeler, matlık kazandırılmak için kısa bir süre, camı derin indirgeme ile şekillendirmek ise üzere daha uzun bir süre asit havuzunda tutulurlar.

Bu yöntem bazı fabrikaların cam dekor bölümlerinde kullanılmaktadır. Ürönlere mat bir görünum vermenin yanı sıra, yüzeyde desenler oluşturmak amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Çözünörlüğü düşük asit banyoları, cam ürünlerin matlaştırılmasında kullanılmaktadır. “Bu yöntemde yazı ya da desen dışında kalan kısımların parafin ile kaplanması gerekir. Hidroflorik asit parafini etkilemediği için parafin altındaki kısımlar saydam olarak kalır (Karasu, Ay, 2000: 122).” Atölye ve fabrikalarda dekorlama aşamasında plastik sepetler içine konulan ürünler, bu şekilde havuzlara daldırılırlar ve yüzeyde istenilen matlığa ve derinliğe ulaşılana kadar bekletilirler. Ardından yüzeyler temizlenerek bol su ile yıkanır ve arındırılıp durulanırlar.

2.3.2. Kıрма ve Kesme

Ucunda elmas bir kesici uç ile yapılan cam kesimlerine elmas el aleti ile cam kesimi denir. Elmas ile cam kesiminde kullanılabilen birçok farklı türde elmas kesiciler vardır. Bu iş için özel kesme yağı kullanılmasında fayda vardır. Elmas ile kesimlerde elmas ucun sürekli kesme yağı ile temasta olmasını sağlamak gereklidir. Bunun için ya elmasın kesici ucunu, kullanmadan önce kesme yağına batırıp çıkartmak gerekmektedir veya yağ hazneli bir kesici elmas kullanılmalıdır.



Görsel 117. Yağ hazneli ve yuvarlak kesim yapan elmas uçlu kesiciler
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Kırma, cam yüzeyini bir çizik ile zedeledikten sonra, camın çizik ile yönlendirildiği noktadan kırılmasıdır. Cam istenilen bir hat doğrultusunda kırılıyor ise, yapılan kırılmaya kontrollü, kırma, eğer belli ebatlarda elde edilmek isteniyorsa yapılan kırılmaya kontrollü, eğer cam planlı bir hat boyunda değil, kendi moleküler yapısına göre, gidişine göre kırılıyor ise de bu kırma işlemine kontrolsüz cam kırma yöntemi adı verilir.



Görsel 118. Marc Chagall'ın eseri vitraydan ayrıntı
Kaynak:<http://www.romanvirdi.com/zurich/zurich.htm>

Görsel 119. Sonia King'e ait cam ve seramik moziak
Kaynak: <http://www.mosaicartnow.com/2012/05/why-mosaic-sonia-king/>

Cam mozaik ve cam vitray çalışmaları, kontrollü cam kırmanın yöntem olarak kullanıldığı cam çalışmalarına örneklerdir. Cam kırma yöntemi, murrini cam çubuklarının kırılmasında da kontrollü kırma yöntemi kullanılmaktadır. İki cam arasında ince kırıklı bir etki yaratmak üzere temperlenmiş ve ani bir darbe ile kırılarak çatlaklı bir etki yaratmak amacıyla kullanılan cama uygulanan kırma işlemi ise kontrolsüz kırma işlemidir. İki cam arasında çekiç darbeleri ile kırıldığı camları kullanan cam sanatçısı George Papadopoulos'un çalışmaları ise yarı kontrollü cam kırığına örnektir.

Camda gerçekleştirilen bu kesme yöntemi, camın ısıl genişleme katsayısı ile doğrudan ilişkilidir. Isınan cam genişler ve bu camın bütünü içerisinde bir gerilim yaratır. Bir ürünün bu yöntem ile kırılarak ayrılması için, çizgi boyunca çatlaması istenilen yere elmas kesici ile çentik atılır. Ardından, form üzerine, kesiğin 2 mm kadar üstüne denk gelecek şekilde ve sürekli ekseni etrafında döndürülerek noktasal bir şekilde şaloma tutulur. Kesiğin iki tarafı arasındaki ısıl farklar, genişlemenin yarattığı gerilim dolayısıyla camı çatlatarak, camın istenilen yerden ayrılmasını sağlar. Isıl işlem kullanılarak kırma yönteminde üfleme ile dairesel cam şekillendirmelerde istenilmeyen kısmın kesilip atılmasında sıkça kullanılan bir yöntemdir. ‘Kappe’ kısmı kesilip atılan kısma verilen addır. Bu terim cam literatürüne Almanca’dan girmiştir ve ‘şapka’ anlamına gelmektedir.



Görsel 120. Camın pürmüz alevi ile çatlatılarak kesilmesi, M. Kaya, 2015
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

2.3.3. Yapıştırma ve Laminasyon

Cam şekillendirmenin bir yöntemi de farklı parçaların birleştirilmesine yarayan yapıştırma eylemidir. Camı cama yapıştırmak için üç çeşit yapıştırıcı kullanılır: Şeffaf epoksi yapıştırıcılar, silikon içerikli yapıştırıcılar ve UV ile etki gösteren yapıştırıcılar.

Cam yüzeyi, yapıştırma öncesi yağdan arınmış, temiz ve kuru olmalıdır; tamamen temiz bir yapışma yüzeyi elde etmek gereklidir. Polimer bazlı yapıştırıcılar ise tam olarak su geçirmez olduklarından dolayı yapışma aralığından emilen nem, yapışma etkisinde zamanla azalmaya neden olabilir.



Görsel 121. George Papadopoulos'a ait laminasyon çalışması

Kaynak: <http://www.yorgosglass.com/work/pool/>

Epoksiler, çift bileşikli yapıştırıcılardır. Çift komponentli yapıştırıcı olarak tanımlanmaktadır. Gerekli olduğunda yapışma yüzeyinin ortasına akıtılan yapıştırıcının üzerine diğer cam yüzey yerleştirilir. Sert fakat dikkatli bir şekilde bastırılan iki yüzey arasında yapıştırıcı yayılarak gözle görülmeyecek, eşit kalınlıkta ince bir tabaka oluşturur. Bu aşamada yapıştırıcı içerisinde hava kabarcıklarının kalmamasına dikkat edilmelidir. Kolay gibi görünen, fakat başarıya ulaşabilmenin tecrübe gerektirdiği bir yöntemdir. Yapıştırma aşamasından önce de yüzeylerin son temizliğinin aseton ile yapılmasında, camlar yapıştırılana kadar da tozlanmasını önlemek için de uygulama zamanına kadar kağıt ile üstlerinin örtülmesinde fayda vardır. Yapışmanın gerçekleşmesi için cam yüzeyinin yağdan tamamen arınmış olması gerekmektedir. Cam yüzeyinde yapılabilirse, bir aşındırma da cam yüzeylerinin birbirine daha rahat tutunmasını sağlar (Bray, 2001: 17). Cam yapıştırmada çift komponentli yapıştırıcıların yerine hızlı yapıştırma ve şeffaflık özelliği ile ultraviyole yapıştırıcılar da sıklıkla tercih edilmektedir.



Görsel 122. Epoksi türü çift bileşenli yapıştırıcının karıştırılması

Kaynak: <http://www.lakesidepottery>

Görsel 123. Soğuk silikon yapıştırıcının kullanıldığı bir cam yapıştırma uygulaması

Kaynak: <https://www.google>

Epoksi yapıştırıcıların uygulanması için oda sıcaklığının daha üstünde bir derece olan 30 °C veya üzerinde derece uygun bir malzeme ısısı olmaktadır. Ayrıca karışımların kullanılacak kadar küçük miktarlarda karıştırılması, büyük miktarlardaki karışımların ısınma riski ve zehirli gaz oluşma riskinin de önüne geçmiş olur.

Silikon ile yapıştırma uygulamasında, cam yüzeyinin temizliği çok önemlidir. Yapışma yüzeyi öncelikle metil alkol veya aseton ile temizlenmelidir. Genellikle bir pompa ile uygulanırlar, bıçak veya spatül yardımı ile gerekli olan alana sürülürler. Bir saat içinde yapışma özelliğini kaybedip sertleşmeye başlayan malzeme, 12 saat içerisinde ise tam olarak sertleşmiş yapıştırıcı özelliğine ulaşmış olur.

Malzeme, su geçirmez, ucuz oluşu ve kullanımındaki kolaylığı yönü ile kolaylık sağlarken, asetik asit içermesi ile cildi tahriş edici özelliğe sahiptir. Yüzeydeki herhangi bir silikon kalıntısı, metil alkol veya muadili bir malzeme ile kolayca temizlenebilmektedir. Katılaştığında da, yüzeyden çentikler atılarak ve şerit halinde çekilerek yüzeyden temizlenebilmektedir. Silikon bazlı yapıştırıcıların en önemli avantajlarından bir tanesi, gerilimlere ve dış darbelere karşı esneklikleri ile dayanım gösterebilmeleridir. Bu malzemenin kullanımında yaşanabilecek zorluk, kenar veya köşelerde, hava ile temas eden yüzeylerin kaçınılmaz olarak toz ve kir tutması olabilmektedir. Bu izler, yüzeyde kalıcı hale gelebilir, hatta malzemenin iç kısımlarına

etki ederek cam içerisinde kirli bir görünümlü bir çizgi veya alanın oluşmasına sebep olabilmektedir (Bray, derleme, 2001: 18).

Ultraviyole ışınları altında etki gösteren yapıştırıcılardır. Güçlü, diğerleri ile kıyasla oldukça pahalı yapıştırıcılardır. Yapıştırma aşamasında yapıştırıcı ultraviyole ışığının varlığı sonucunda reaksiyon gösterir, fakat kuvvetli bir güneş ışığı da aynı görevi yerine getirecektir Bu yapıştırma yöntemi şeffaf veya yarı şeffaf camlara uygulanır. Işık geçirgenlikleri düşük bazı renkli camlarda etki gücü azalmaktadır. Genellikle şeffaf bir görünüm sergiler. Yapışma yüzeyleri şeffaftır ve yapışkan yaklaşık 100 °C'ye dayanıklıdır. Bu şekilde yapıştırılmış kullanım eşyaları gerekli olduğunda dikkatli bir şekilde elde yıkanmalıdır.



Görsel 124. Ultra Viyole Yapıştırıcı ile cam Yapıştırma aşaması

Kaynak: <http://www.loctite.co.uk>

Yapıştırma aşamasından önce, yüzeyin herhangi bir yağ kalıntısından arındırılması için aseton, alkol veya selülozik tiner ile temizlenmesi gerekmektedir. Zamanın İzleri III gibi birçok çok parçalı kişisel cam uygularının cam parçaları, UV yapıştırıcı kullanılarak birleştirilmiştir.



Görsel 125. Zamanın İzleri-III, E. Küçükbiçmen, 2011
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

İKİNCİ BÖLÜM

FARKLI CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE UYGULAMALAR ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİNE ALTERNATİF ÖNERİLER

1. FARKLI CAM ŞEKİLLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE “EV KAVRAMI” KONULU UYGULAMALAR

Tezin İkinci bölümünde açıklanan cam şekillendirme yöntemlerinden bazıları seçilerek, bu yöntemlerin gerektirdiği çalışma yöntemleri kullanılarak uygulama çalışmaları yapılmıştır. Uygulamalara konu olarak, gerek form, gerek çağrışım yaptığı imge zenginliğinden dolayı, çalışma konusu olarak ‘ev’ kavramı seçilmiştir.

1.1. ‘Hane İçinde Hane’

Konu ile ilgili ‘Hane içinde Hane’ adlı çalışma, kum kalıp içerisine sıcak cam dökümü yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle kum içerisinde boşluk oluşturulacak şekiller negatif kalıp olarak hazırlanmıştır. Şekillendirilmede kolaylık sağlaması ve pratik oluşu açısından, bu aşamada malzeme olarak beyaz strafor tercih edilmiştir.

İçine %7 oranında Bentonit ilavesi yapılmış kum, püskürtme ile nemlendirilerek, önce avuç içinde sıkıldığında dağılmayacak kıvama getirilip homojen olarak karıştırılmıştır. Sonra, kalın bir elekten geçirilerek kullanılacak olan tüm kum elenir ve havalandırılır. (Bu orandan daha fazla ıslatılan kum kalıp içine döküm yapıldığında, kumun içindeki sudan dolayı meydana gelen buharın yarattığı hava kabarcıkları, camın içerisinde istenmeyen baloncukların oluşmasına neden olabilir.) Önceden şekillendirilmiş ve ters açılara sahip olmayan bir nesne, kumun içine bastırılır ve etrafı el ile veya bir alet yardımıyla sıkıştırılarak kalıbı çıkarılır.



Görsel 126. 'Hane İçinde Hane' adlı çalışma için kalıp yapım aşaması
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Şekillendirilmesi tamamlanan kum kalıba, brülör veya şaloma yardımıyla karbonlaştırma işlemi uygulanır. Bazı durumlarda ayırıcı görevi üstlenmesi için karbon tozu elekten geçirilerek kalıbın yüzeyine serpiştirilebilir. Tasarımda belirlendiği şekliyle kalıbın içine elek yada süzgeç yardımıyla renkli cam tozları serpilir.

Cam ergitme fırınından demir çubuk yardımıyla alınan sıcak ve akışkan durumdaki cam, kum kalıp içine akıtılır. Kalıbın içi tamamen cam ile dolduktan sonra, son akma hızı, bir makas yardımıyla kesilir ve yüzeyi düzgünleştirilir. Sıcak camın soğuması ve sertleşmesi için belli bir süre beklenir. (Bekleme süresi, tasarımı yapılan cam formun kalınlığına ve boyutuna göre değişir). Bu süre, soğutma fırınına taşıma aşamasında camın deformasyona uğramasını önleyecek kadar uzun, fakat camın tansiyon almasını önleyecek kadar kısa olmalıdır. Metal bir spatül yardımıyla, formun kalıba değen yan kenarları açılarak alt bölgelerin de eşzamanlı soğuması sağlanır. Kalıbın içinden spatül yardımıyla çıkarılan cam form, daha önceden ısıtılmış metal kürek üzerine ters çevrilerek, üzerindeki kum ile birlikte kargez (soğutma fırını) içine yerleştirilebilir. Fırın içi sıcaklığı 540 °C'den tavlama programı dahilinde 60 °C'ye düşene kadar kontrollü olarak soğutulur. Bu aşamada çalışma artık fırından çıkarılabilir. Form üzerinde kalan kumlar tel fırça yardımı ile yüzey üzerinden temizlenir.



Görsel 127. Kalıbın karbonlanması ve sıcak cam dökümü aşaması
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

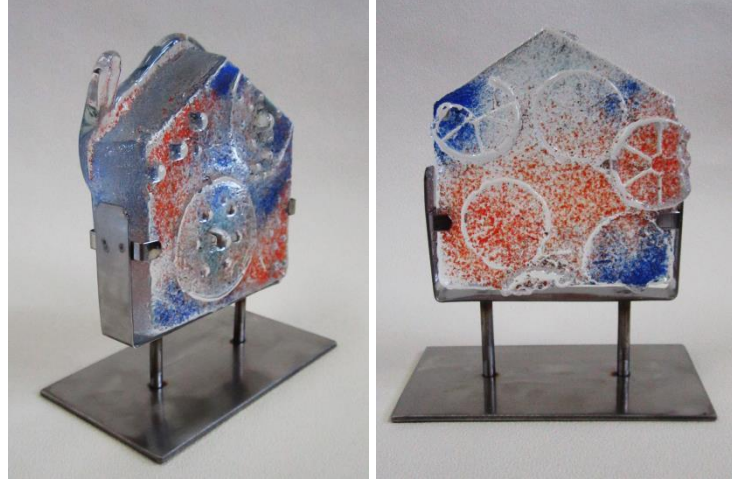


Görsel 128. Kum kalıbı içinde soğumaya başlayan ve soğumuş cam çalışması
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen



Görsel 129. 'Yasak Odalar' ve 'Uyurgezer' adlı kuma döküm çalışmaları
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

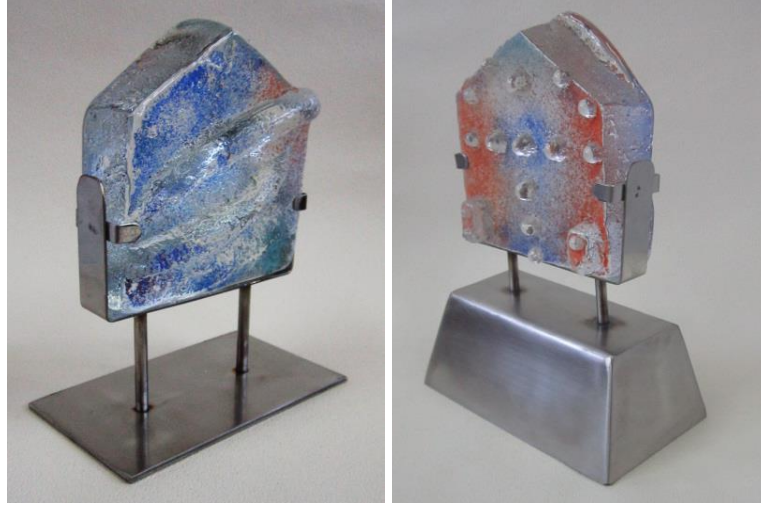
Yukarıda görülen kum kalıba döküm cam çalışmalarının ikisinde, soğuma aşamasında iken, çatlakların meydana geldiği tespit edilmiştir. Araştırıldığında, bunun sebebinin pipo ucundan ergitme tankı içine kontrolsüz şekilde düşen çok az miktardaki eriyik haldeki demir malzemesinin sıcak cam içerisine karışması olduğu anlaşılmıştır.



Görsel 130. ‘Bacalı Ev’ ve ‘Oyun Evi’ adlı çalışmalar, E.Küçükbiçmen, 2014
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen



Görsel 131. Kuma döküm evlerin grup halinde düzenlenmesi
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen



Görsel 132. 'Rüzgarlı Ev' ve 'Benekli Ev' adlı çalışmalar, E.Küçükbiçmen, 2014
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

1.2. 'Sırça Köşkler'



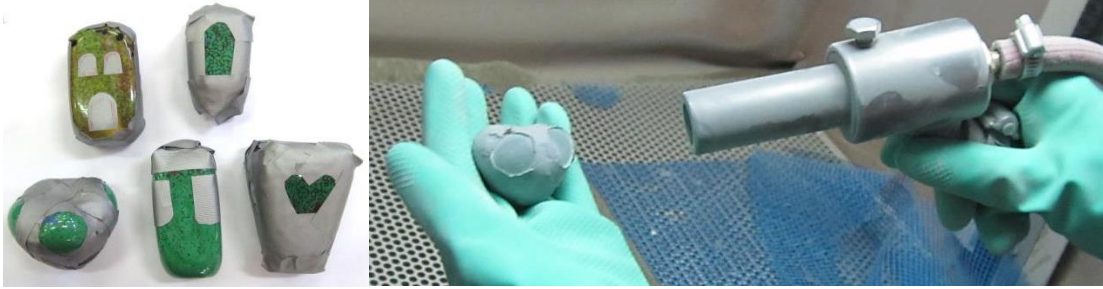
Görsel 133. Sıcak camın, metal çubuk ucunda renklendirilip şekillendirilmesi
Fotoğraflar: F. Yılmaz

Pipo ucuna alınan bir miktar camın sıcakken üzerine renkli cam granül alınır. Şeffaf cam kütle üzerine alınan renkli cam granüller, trommelin ısısında birbirleri ile kaynaştırılır. Metal cam şekillendirme aletleri ile ve sıcak cam şekillendirme masasında cama istenilen şekil verilir. Cam hala sıcak ve şekillendirilebilir halde iken pipo'nun bağlantı noktasının ilerisinden sıkıştırılarak 'boğma' işlemi yapılır. Bundan sonra cam ile pipo bağlantısı kısmına su damlatılarak bu alan çatlatılır ve kargez içerisine uzatılan metal çubuğa hafifçe vurularak hazırlanan cam kütle soğumaya bırakılır.



Görsel 134. Cam formların dikey rodaj makinalarında düzeltilip, çapaklarının alınması
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Kargezden çıkarılan renkli cam kütleleri tamamen soğuduktan sonra kırık haldeki dip kısımların fazlalıkları dikey elmas disklerde alınarak altları düzgün bir hale getirilir.



Görsel 135. Kumlama folyosu ile kaplanan camlar teker teker kumlanma işlemi
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen, E. Balaban

Ardından istenilen alanlar kumlama folyosu ile kaplanır. Kaplanan alanlarda kumlama bantı maskeleyme görevi görerek, buralara kumlamanın etki etmemesini sağlar. Derin kumlama yapılan yerlerde üstteki renkli cam tabakası aşınarak şeffaf camın kendisi ortaya çıkar.



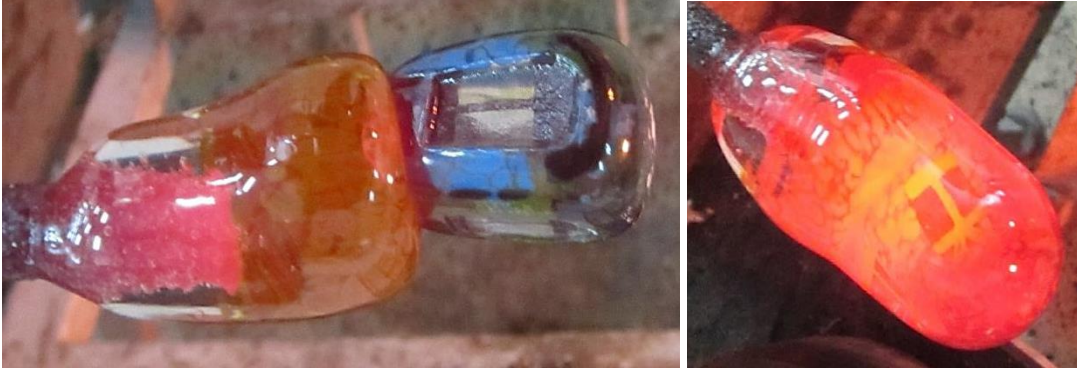
Görsel 136. Parçaların cam boyası ile, fırça kullanılarak boyanması
Fotoğraflar: E. Balaban, E. Küçükbiçmen

Bundan sonraki aşamada, gerekli görülen alanlar 780-830 °C arasında olgunlaşan cam boyaları ile boyanmıştır. Boyamalarda, medyum kullanılarak yüzeye tutunması sağlanan ve ısı yoluyla cam yüzeyi ile bütünleşen Empol adlı cam boyasının farklı renkleri kullanılmıştır.



Görsel 137. Boyalı parçaların fırın rafına ters olarak yerleştirilmesi
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Parçalar yanlarından devrilmeyecek şekilde fırın yalıtım malzemeleri ile desteklenerek deney fırınında 610 °C'ye kadar ısıtılır. Fırının ısı, çalışma tamamlandıktan sonra fırın içerisindeki tüm parçalar çalışılmak üzere alınana kadar sabit tutulur.



Görsel 138. Camın puntiye alınıp üzerine tekrar şeffaf cam alınması
Fotoğraflar: F. Yılmaz

Dolu metal çubuğun ucuna alınan bir miktar cam ister renklendirilip, istenirse şeffaf olarak şekillendirilir ve hala sıcakken fırın içerisindeki boyanmış camlardan bir tanesinin alt kısmına yapıştırılır. Artık boyanmış olan cam kütle, çubuğun ucundaki camın üzerine yapışık haldedir.



Görsel 139. Cam kütleli ‘boğma’ aşaması ve tamamlanmış bir parça
Fotoğraflar: F.Yılmaz, E. Küçükbiçmen



Görsel 140. ‘Sırça Köşkler’, E. Küçükbiçmen, Eskişehir, 2014
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Üzerine bir veya iki kat daha saydam cam alınan kütle isteğe göre şekillendirildikten sonra boğma maşası ile kırılır ve sıcak camda gerek olduğu üzere su ile çatlatılarak kargez içerisine kırılır. Kargezde soğutulan camın dip kısmı taşlandıktan sonra aşamalarla zımparalanıp, ardından pomza ve seryum oksit kullanılarak parlatılır.

1.3. ‘Bütünleşen Anılar’

Öncelikle cam delme makinasında silindir şeklindeki elmas delme uçları kullanılarak ve delinerek elde edilen cam parçacıkları fırın içerisinde birbirine değecek şekilde yerleştirilmiş ve ısı ile kaynaştırılmıştır.

Bu cam çalışması ile anlatılmak istenen, aileye dair insanın birikmiş anı parçacıklarından oluşan aileye dair olan hatıralardır. Aynı ev içerisinde yaşanan anlara ait anı parçacıkları zihinde birleşerek hafızada gizlenmiş izlenimleri tekrar baştan oluştururlar.



Görsel 141. Fırın board yüzeyinin düzeltilmesi ve füzyon için dizilmiş parçacıklar

Fotoğraflar: E. Tansel, E. Küçükbiçmen

Fırının, yükleme yapılan yüzey malzemesi olan board öncelikle temizlenmiştir. Pürüzlü ve çukurlaşmış kısımlara pişmiş kalıp tozu (pişmiş alçı kuvars karışımı) serpilerek yüzey, pencere camından yapılan basit bir alet ile düzgün bir yüzey haline getirilir. Bu aşamadan sonra, cam parçacıkları yanal yüzeyleri birbirlerine değecek şekilde, sık ve aralıksız yan yana dizilirler. Bu parçacıkların, füzyon aşamasında birbirlerinden uzaklaşmalarını önlemek amacı ile yanlardan ayırıcı kaplanmış refrakter seramik parçaları ile desteklenmişlerdir.

1.4. 'Tepelerdeki Evler'

Bu çalışma dizisinde, doğanın içinde yaşayan insanın doğa ile ilişkisinden ilham alınmıştır. Farklı mevsimlerde görülen doğadaki canlı renkler, cam granüllerinin dzilimlerindeki çeşitlilik ile elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada Bulleye® granül cam ile çalışılmıştır. Çalışmalarda, pate de verre yönteminin özelliği olan granül dokusunun görünen etkisi çalışmalarda elde edilmiştir.



Görsel 142. Pate de verre yönteminde granüllerin kalıplara yerleştirilmesi
Fotoğraflar: P. Jurjonas



Görsel 143. Tamamlanmış Pate de verre çalışmaları ('Tepedeki Evler' serisinden)
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

1.5. 'Evsiz'

Bu çalışma, cam gravür sanatçısı Wilhelm Vernim'den yüzeysel ve derin cam gravür çalışması konuları üzerine, Mayıs 2014'te İstanbul'da Camocağı Vakfı'nda gerçekleştirilen çalıştay sırasında ortaya çıkan bir çalışmadır. Çalışmanın oluşturulmasında, evsiz insanların durumundan ve yaşadıkları zorlu hayattan esinlenilmiştir.



Görsel 144. 'Evsiz' adlı, cam blok içerisine gravür yöntemi ile gerçekleştirilen çalışma
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

'Evsiz' adlı cam gravür çalışması, sıcak camdan kalıp içerisine dökülerek elde edilmiş blok cam işlenerek oluşturulmuştur. 7,5 x 7,5 cm boyutlarındaki kütle, gravür yöntemi ile eksilterek derinlik elde edilmiştir. Camda elde edilen bu derinlik, oyularak şekillendirilen mask formuna boyut kazandırmıştır.

1.6. ‘Çocuk Oyunu’



Görsel 145. Çocuk Oyunu I-II: toz camın renklendirilmesi ile yapılan çalışmalar, 2014
Fotoğraflar: E Küçükbiçmen

Bu yöntemin uygulamaları, cam tozunun fırın bordu yüzeyine yapışmayacak şekilde yerleştirilmesi ve bunun ardından da gerekli fırın diyagramı ile şeffaf cam tozuna fırın camı, % 20 oranında ilave edilen renkli cam tozları ile renklendirilmiş ve fırında füzyon yöntemiyle kaynaşmaları sonucunda oluşturulmuştur.

‘Çocuk Oyunu’ Serisi, adını cam tozu ile yapılan çalışmalardaki serbestliğin çocuklukta oluşturulan resim ve diğer yaratımlardaki sınırlandırılmamış serbestliği çağrıştırmamasından dolayı almıştır.

1.7. 'Üçüncü Boyut'

Isıya dayanıklı, ağız geniş bir kap içerisinde, yaklaşık 10cm kalınlıkta yayılan cam tozlarının, şaloma tutularak eritilmesi ve bu aşamada istenilen şeklin verilmesiyle oluşur. Bu çalışma, şekillendirmenin ardından cam çalışmalarının cam tozunun üst kısmından kürek ile kargeze alınarak, gerekli şekilde soğutulması aşamalarına dayanmaktadır.

Ambalaj cam tozu ile yapılan çalışmada cam, şaloma alevinden fazlasıyla etkilenecek kabarmalar ve renk değişimleri oluşturmuştur. Mat ve kırılmalı bir hale dönüşen şeffaf cam tozu uygulamadan sonra dağılarak, bu anlamda istenilen sonucu vermemiştir. Elek ile aşamalı olarak serpilip kaynaştırılan cam tozu, kaynaşma sonucunda kısmen kaynaşarak, katmanlı ve çok kırılmalı bir yapıya kavuşmuştur.



Görsel 146. Şeffaf ambalaj cam tozu ile yapılan çalışmadan elde edilen parçalı, katmanlı yapı

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Cam tozunun eritilmesi ile istenilen klasik ev silüeti elde edilemeyince, daha yumuşak bir renkli cam türü kullanılarak bu yöntem ile uygulama çalışmalarına devam edilmiştir.

Bullseye® camı, daha düşük derecede erimesi özelliği ve eriyip katılaştıktan sonra camı özelliğini koruması özelliği ile istenen sonuca daha yakın çalışmaların oluşmasına izin vermiştir. Cam tozunun eritilmesi ile beraber, yüzeyde akışkan hale gelip kontrolü sağlanamayan cam, ancak bir oyuk olarak açıldıktan sonra, bu alanda, camın akıp gitmeden şekillendirilebilmesi sağlanmıştır.



Görsel 147. Renkli cam granülleri, açılan küçük çukur içerisinde kaynaştırılır. Parça tekrar farklı bir cam granülleri içerisine konularak kaynaştırılır.

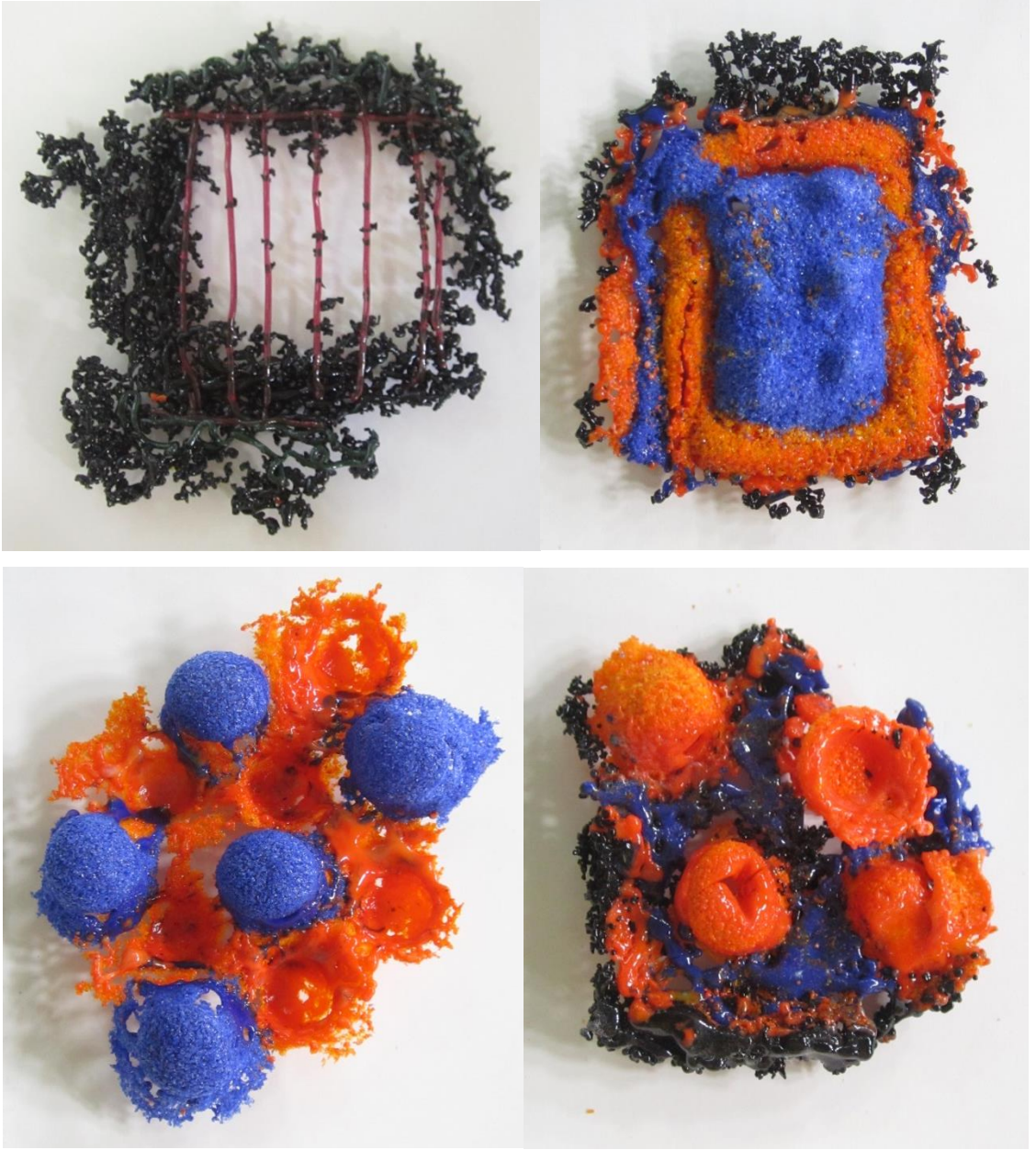
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Son olarak sıcak haldeki kaynaşmış granüllerden oluşan cam parçası, siyah renkteki cam granülleri içerisine konulmuş ve istenilen ev silüeti renkli cam granülleri kaynaştırılarak oluşturulmuştur.



Görsel 148. Cam granül içerisinde pürmüz ile şekillendirilmiş 'Merdivenli Ev', 2014
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Bu çalışma türünde, cam çalışmaları kargeze konulmamış, şekillendirme aşamasında içinde buldukları kabın ve cam granüllerinin ısısından faydalanılmıştır. Çalışma, sıcak cam granülleri içerisinden çıkartılmamış, içerisinde oldukları metal kabın üzeri fiber battaniye yalıtım malzemesi ile kapatılan camlar bu sayede yavaş bir şekilde, tansiyon almadan ve çatlamadan soğumaları sağlanmıştır.



Görsel 149. Cam granül içerisinde şaloma ile üç boyutlu şekillendirme önerisi konusunda yapılan 15cm x 15 cm boyutlarındaki diğer uygulamalar
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

1.8. ‘Züccaciye Dükkanı Gibi Evler’

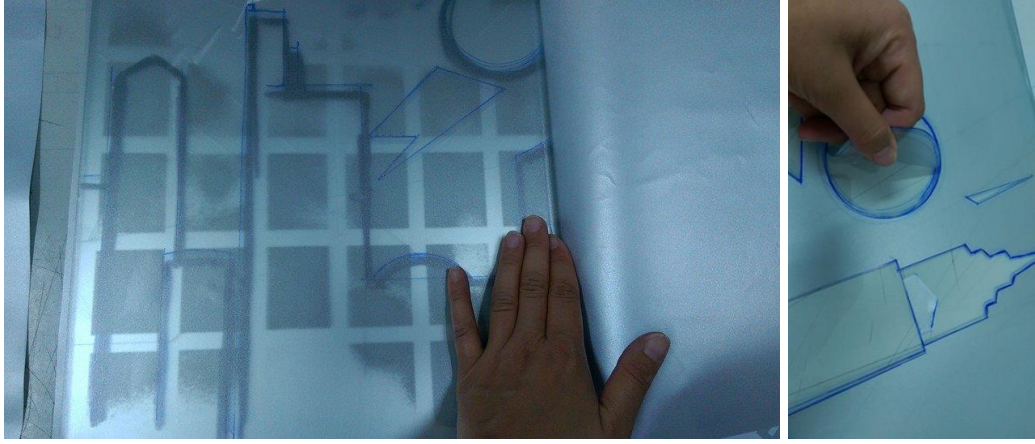
Bu uygulama çalışmalarında borosilikat cam borular ve borosilikat cam renkli çubuklar ile alevde üfleme ve ekleme yöntemleri ile çalışılmıştır. Tıka basa züccaciye ürünleri olan evlerden ilham alınarak ortaya konulan bir çalışmadır. Açık alevde üflenerek şekillendirilen parçalar aynalardan oluşturulan dört parçalı aynadan oluşan geometrik formlar içine yerleştirilmiştir.



Görsel 150. Açık alevde yapılan minyatür vazoların, oluşturulan yarım küp ayna içerisine uv ile yapıştırılma aşamaları ve tamamlanmış çalışma
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

1.19. ‘Cadde Boyunca Yükselenler’

Bu seri çalışmada şehir hayatının üst üste ve iç içe gerektirdiği yaşam şekline gönderme yapılmak istenmiştir. Aynaların kumlama bantı ile maskelenerek kumlanması aşamasından sonra, kumlanmış cam plakalarının da eklenmesi ile birlikte, aralıklı olarak düzenlenerek hazırlanmışlardır.



Görsel 151. Cadde Boyunca Yükselenler Serisi için ayna yüzeyinin kumlama folyosu ile kaplanması, işaretlenmesi ve kumlanacak olan kısımların kesilip çıkarılması

Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen



Görsel 152. Cadde Boyunca Yükselenler Serisi, kumlanmış yüzeyden ayrıntı

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

1.10. ‘Kuşbakışı Standart Yaşamlar’

Kristal camın farklı tonlarından oluşan düzenleme, ev çatılarının kuşbakışı görünümünden ilham alınarak tasarlanmıştır. Öncelikle alçıdan hazırlanan çekirdek formun kalıbı, ters açığa sahip olduğundan silikondan alınmıştır. Daha sonra silikon alçıdan çıkarılmadan üzerinden, çift parçalı bir alçı kalıp alınmıştır. Bu alçı kalıp, balmumu dökümleri sırasında silikon kalıpta deformasyonu önlemek için hazırlanmıştır. Bundan sonra balmumu dökümü aşamaları gerçekleştirilmiştir.



Görsel 153. Alçı çekirdek, üzerinden alınan silikon kalıp ve elde edilen balmumu form
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Balmumu ısıtılarak eritilmiş ve silikon kalıba dökülmüştür. Soğuması beklenen balmumu, kalıp ve silikon içinden çıkarılmıştır. Bundan sonra, parçalar üzerinden kümes teli içeren, alçı kuvars kalıpları alınmıştır. Bu aşamadan sonra kuruyan alçı-kuvars kalıpların içleri su buharı tutularak 40 dakikalık süreler içerisinde boşaltılmıştır. Boşalan alçı kalıplar tamamen kurutulur.



Görsel 154. Alçı kuvars kalıpların kalın cam çubuklarla doldurulması
Fotoğraf: A. Manafidizaji

İçlerine kristal cam çubukları yerleştirilerek uygun fırın diyagramında kalıplar içinde ergitilmiştir. Tavlama aşaması ve gerekli bekleme süresinden sonra şekillenen cam formlar, alçı kuvars kalıbından kırılarak çıkarılmış ve suyla temizlenmiştir.



Görsel 155. Fırın içerisinde kalıpların şeklini almış, kalıptan çıkarılan cam formlar
Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

Bunun ardından kalıba değen yzeyelelerin pürüzsüzlüğünü, ışılı ve parlaklığını sağlamak için öncelike sulu çalışılan yatay diskte Silisyum Karbür (SiC) ile kaba pürüzler yzeyden alınır. Bu aşamadan sonra parlatma aşamasına kadar zımpara ve parlatma olan yapışkanlı parçalar kullanılır. Su ile çalışılan parlatma işlemlerinde elektrik yerine hava basıncı ile çalışan (pnömatik) makinaların kullanımı daha güvenlidir. Makinanın ucuna yapıştırılıp sökülebilen pad olarak adlandırılan parçalar yerleştirilir. Bunların kullanım sırası kaba zımparadan, parlatma aşamasına kadardır. Bu cam formların tek tek parlatılma aşamalarında kullanılan pad'lerin numaraları şunlardır: 50, 100, 200, 400, 800, 1500, 3000. Son aşamada neredeyse tam şeffaf bir duruma gelmiş cam yzeyeleleri, en son aşamada seryum oksit kullanılarak su ile parlatılır ve son aşamada tamamen şeffaflık ve camın ışıltısı elde edilir. Parçalar alttan aydınlatma ile sergilenmiştir. Bu şekilde camın renk ve şeffaflığı daha belirgin hale gelmiştir.

1.11. 'Her Evde Başka Yaşamlar'



Görsel 156. Kilden kalıp çekirdeği ve üzerinden kalıp almak için yapılan hazırlık
Fotoğraflar: E. Küçükbiimen



Görsel 157. Kalıp içine sıcak cam üfleminin aşamaları ve soğutulmuş parça
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

Kil ev modelinden çift parçalı alçı kalıp alınır. Mengene ile sabitlenen kalıp içine sıcak cam, pipo ucunda kalıba indirilerek üflenir. Amaçlanan tasarıma göre, üflenmiş cam üzerine sıcakken cam eklemeleri yapılabilir. Üflenerek kalıbın şeklini alan cam, piponun bitiminden kırılarak kargeze konulur. Kargezden çıkarılan ve tamamen soğumuş parçanın dip kısmı taşlanır, zımparanır ve parlatılır.

2. KUM KALIP İÇİNDE ŞEKİLENDİRME YÖNTEMİNE ALTERNATİF UYGULAMA OLARAK AÇIK ALEVDE FÜZYON

Kum kalıp içinde şekillendirme tekniğinde geleneksel şekillendirme yöntemi sıcak cam kullanmaktır. Bu çalışmada, daha düşük derecede kum kalıp içinde füzyon tekniği ile şekillendirme yöntemi önerilmektedir. Yöntemin ergitme fırını olmadan da kullanılabilir bir cam şekillendirme yöntemi olması nedeniyle küçük atölyelerde de kolaylıkla uygulanabileceği düşünülmekte, ancak cam literatüründe önemli hiçbir kaynakta benzer bir uygulama görülmemiştir. Konu ile ilgili çalışmak isteyenlere bir ön çalışma yapılarak yöntemin tekrarlanabilir ve uygulanabilir olduğunu göstermek, çalışma boyutları ve koşulları ile ilgili öneride bulunabilmek ve gelecekte bu konuda çalışmak isteyenlere kaynak oluşturmak amacı ile bireysel boyutta çalışmalar yapıldı.

2.1. Uygulanma İçin Modelin Hazırlanması

Model olarak bu çalışmanın uygulamalarında esas olan ev teması kullanıldı. Tasarlanan biçim strafordan hazırlandı. İstenilen formda kesilmiş ve şekillendirilmiş malzeme elenmiş kuma bastırılarak kalıp hazırlandı. Bu negatif izler, pozitif olarak kabul edilen cam birimlerin ilk aşamasıdır. Kum kalıpların iç yüzeyleri şaloma yardımıyla yakılarak araç görevi yapması için karbon ile kaplanır. Devamında ev formunun ortasına ve yanlarına toz ve granül halindeki camlar kademe kademe dökölüp şaloma ile ısıtılarak kaynaştırılmıştır.



Görsel 158. Kum kalıp içindeki renkli cam granüllerin pürmüz ile kaynaştırılması
Fotoğraflar: A. Tellez Leos

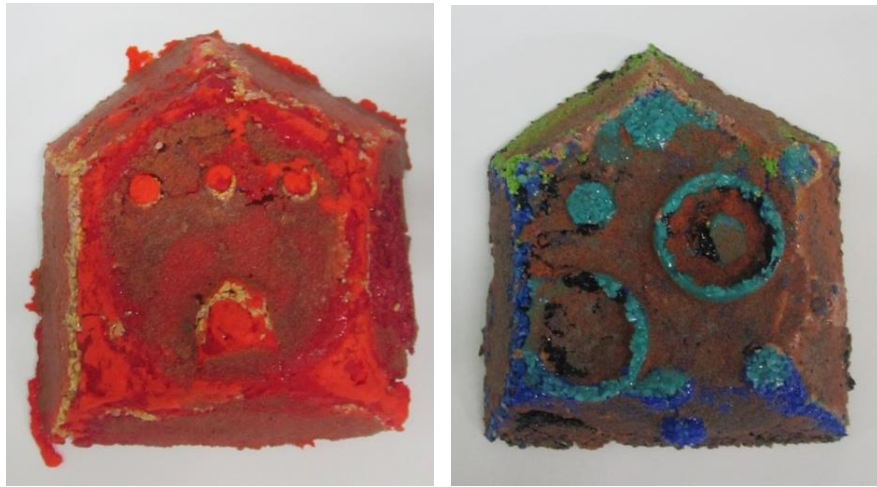
Kum kalıp, uygun yönde hafif eğik tutularak granül eklenmeye devam edilirken, şaloma ile kalıp içerisindeki gerekli yerler ısıtılarak ısı ile kaynaştırılması sağlanmaya devam edilir. Parçanın her yerinde istenilen cam kalınlığına ulaşıldıktan sonra tüm çalışmanın her yeri şaloma ile tekrar ısıtılmıştır. Böylece ev formunun her yerinde homojen ısı sağlanmıştır.

Kürek benzeri bir metal alet ile kumdan dikkatlice çıkarılan cam, alt yüzeye yapışık olan kum ile birlikte 450 °C’deki tavlama fırınına konulmuştur. Bu işlem, farklı renkteki granüllerle uygulandığı her çalışmada tekrar edilmiştir.



Görsel 159. Kumdan temizlenmek üzere kargezden çıkartılan cam çalışmaları
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

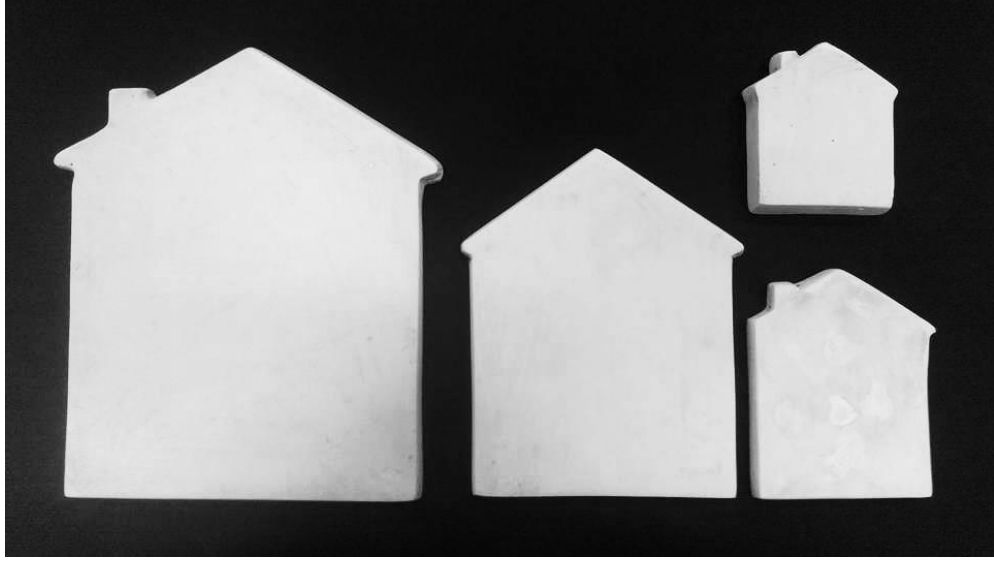
Tavlama fırınından (kargez) çıkarılan çalışmalar su ve yumuşak bir fırça ile mümkün olduğunca kumlarından temizlenmeye çalışılmıştır, ancak sıcak cam dökümün aksine granüllerin arasına giren kum tanecikleri soğuma ile oluşan küçülme nedeniyle kaynaşmıştır. Bu da çalışmaya, uzun yıllar toprak altında kalmışçasına eskimiş bir görünüm sağlamıştır. ‘Ev’ teması 11cm x 12cm x 2,5cm ebatlarında çalışılmıştır.



Görsel 160. ‘Eski Kırmızı Ev’ ve ‘Eski Mavi Ev’, Esin Küçükbiçmen, 2014
Fotoğraflar: E. Küçükbiçmen

2.2. Çalışmanın Yürütülmesi

Yapılan ön çalışmadan sonra deneysel çalışmaları sürdürmek için model malzemesi strafor yerine alçı olarak değiştirildi. Dört farklı boyutta model hazırlandı.



Görsel 161: Kum kalıp elde etmek üzere hazırlanan alçı modeller

Fotoğraf: E. Küçükbiçmen

7,5 x 7,5 cm, 10 x 10 cm, 15 x 15 cm, 20 x 20 cm olarak gerçekleştirilen modeller kullanılarak, uygulama boyutunun yöntem üzerindeki etkisi görülmek istendi. Uygulamalarda Bullseye ince granül camı (0,1 cm) kullanılmıştır. Alçı iç kalıbın nemli kuma bastırılmasıyla gerçekleştirilen uygulamalarda istenilen derinlikte iz oluşturulduktan sonra önce bir milimetre kalınlığında granül cam, eşit kalınlıkta serpilerek, ilk aşamada şaloma yardımıyla kaynaştırılması sağlanmıştır. Kalıp içinde istenilen cam kalınlığı elde edilene kadar bu işlem tekrar edilmiş, her aşamada yüzeye eklenen granüllerin alt kısımda bulunan, birbirine tamamen yapışık veya ergimiş granüller ile kaynaştırılmasına çalışılmıştır.

15 x 15 cm'ten daha geniş yüzeye sahip parçalarda, granüllerin homojen olarak ergimesini sağlamak ve çalışma esnasında ısıyı homojen olarak korumak için, kimi zaman aynı anda iki pürmüzün sağladığı ısıdan da faydalanılmıştır. Nispeten daha geniş alanlı parçalar (15 x 15 cm'ten büyük olanlar), kimi uygulamalarda üç kişilik bir ekip çalışması ile meydana getirilmiştir. İki kişi, şalomaları gerekli süre boyunca camın

kaynaştırıldığı alanlara tutarken, üçüncü kişi de uygun zamanda granülleri kalıp içerisine serpmiştir.

Katmanlar halinde yapılan çalışma, ölçülü olarak oluşturulan kalıbın iç boşluğunu sıfıra sıfır olacak şekilde doldurana kadar devam ettirilir. Ancak granüllerin kaynaşmış olduğundan emin olunduğunda, kum kalıbın kaynaşmış cam etrafındaki sertleşmiş kumu, düz metal bir kürek ile gevşetilir. Ön ısıtması yapılmış metal kürek üzerine alınarak vakit kaybedilmeden soğutma fırınına yerleştirilir.

Bu çalışmada, ilk uygulamanın ışığında, tavlama fırını derecesi de yetersiz görülerek 450 °C'den 540 °C'ye çıkarılmıştır. Hazır olarak bekletilen soğutma fırını içine çalışmalar tamamlandıkça, fırın içinden ısı kaybı olmayacak şekilde, seri olarak yerleştirilir. Tüm parçaların şekillendirilmeleri tamamlanıp, ürünler fırına tek tek yerleştirildikten sonra, 540 °C'de iki saat bekleme ve ardından serbest düşüş ile soğutulmuştur. Çalışmaların yapıldığı tavlama fırınının yalıtımının güçlü oluşu sayesinde ısı, 34 saatte 45 °C'ye düşmüştür. Soğutma işleminin ardından, fırından alınan parçalara herhangi bir soğuk cam işleme yapılmamıştır.



Yapılan deneme uygulamaları sonuçları, 'A' ve 'B' olmak üzere iki grupta toplanmıştır. Sadece propan gazı alevi kullanılarak çalışılan uygulamalar A grubunda, hem gaz, hem oksijen ile çalışan pürmüzün kullanıldığı ve daha yüksek sıcaklıkta yapılan füzyon sonuçları ise B grubunda toplanmıştır.

Tablo 18. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 1

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 25 x 25 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 4 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Çalışma süresinin daha ortasına gelinmişken oksijen tüpündeki oksijenin bitmesi sonucunda, bir oksijen ve gazlı şaloma devreden çıkarılmış, çalışmaya iki gazlı pürmüz ile devam edilmiştir. Soğutma fırınına yerleştirilmesi aşamasında da parçanın hassasiyeti gözlenmiş, tavlama fırınından çıktıktan sonra ise yeterli ısı sağlanamamış olmasından dolayı katmanlar arasında tam bir kaynaşmanın gerçekleşmediği görülmüştür. Parça dağınık, bütünlüğü zayıf bir yapıya sahiptir.</p>	

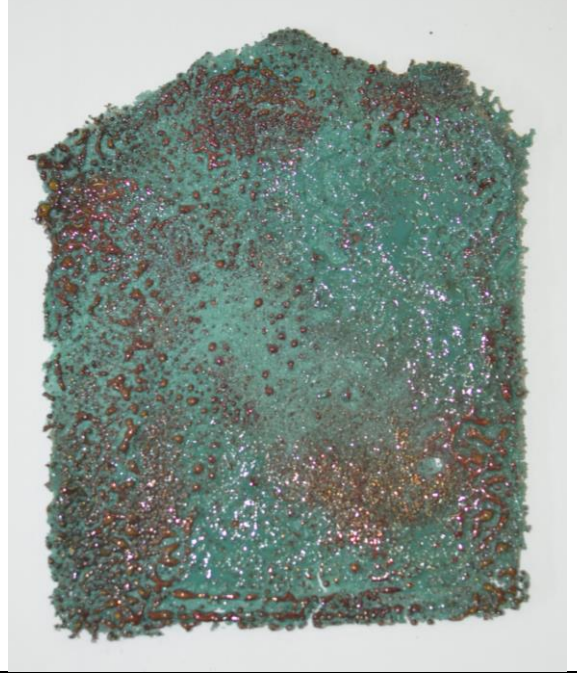
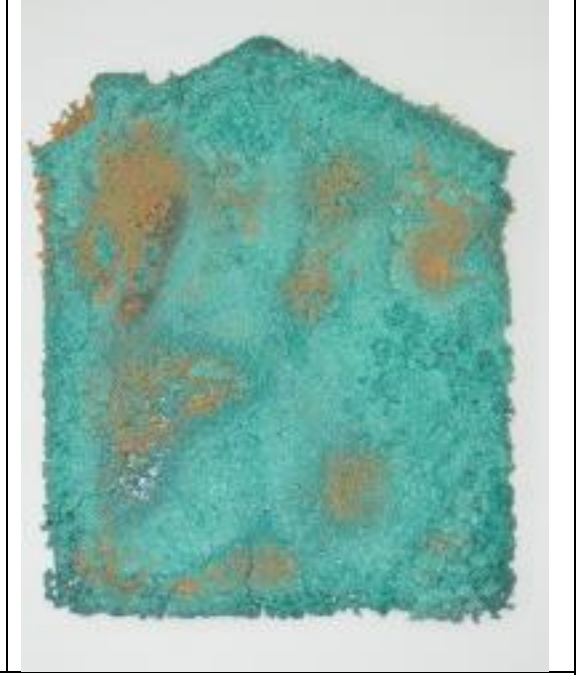
A Grubu

*Tablo 19. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 2*

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 15 x 15 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 7 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Tek pürmüz (oksijen takviyeli) kullanılması ve yüzeyin genişliğinden dolayı ancak gevrek bir yapı elde edilebilmiştir. Cam granüller birbirlerine kaynaşmış olsalar da, sağlam bir yapı elde edilememiştir. Isı en alt kısımdaki granülleri ergitecek kadar etkilememiş, buradaki cam granüllerinin birbirlerine kaynaşmadıkları gözlenmiştir.</p>	



B Grubu

Tablo 20. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 1

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 25 x 25 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 3 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Granül kaynaştırma alanın geniş olması nedeniyle iki şaloma ile ısının etkisi arttırılmış, granüller arasında kaynaşma sağlanmıştır. Şalomanın kuvvetinin kum kalıp kenarındaki kumları aşındırmasından dolayı, yapım aşamasında kalınlık kontrolünde zorlanmış, elde edilen kalınlık, amaçlanan kalınlıktan (5 mm) ince olmuştur. Yarı füzyon elde edilmiştir. Üründe, füzyon sırasında camda ince bir açıklık oluşmuş, fakat tavlama fırınından çıkan üründe herhangi bir çatlama görülmemiştir.</p>	



B Grubu

Tablo 21. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 2

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 15 x 15 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 5 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Tüm cam parçacıkları birbirine kaynaştırılmış, ancak cam tamamen eritilmediğinden dolayı araları boşluklu, fakat istenilen kalınlıkta, sağlam bir cam yapı elde edilmiştir. İlk dökülen cam granül katmanının biraz fazla kalın oluşu sebebiyle, ısı kontrolü yeterince sağlanamamış, füzyon için gerekli ısının, kalıbın en alt kısmına yeteri olarak erişememesinden dolayı, en alt yüzeydeki bazı cam granüller, camın bütünlüğünden ayrılabilir. </p>	



B Grubu

Tablo 22. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 3

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 15 x 15 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 5 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Elde edilen yapıda ince boşlukları olan, fakat sağlam bir cam elde edilmiştir. Bunun sebebi, her kalıp içine cam eklemeye, cam granüllerinin bir alt katmandaki bütünleşmiş granüllere kaynaşma yoluyla eklenmesidir. Kısmen yapışmış kum ise bu hali ile görüntülenmiştir.</p>	



B Grubu

Tablo 23. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 4

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 15 x 15 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 6 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Bu uygulamada şalomalar noktasal ve uzun süreli tutularak, yüksek derecede ergime sağlanmıştır. Kalınlık amaçlanan kalınlığı 1,5 mm’i aşmıştır. Tamamen ergiyen camda, aşırı ısınmadan dolayı gaz çıkışları meydana gelmiştir. Bünye içinde hava boşluğu gözlenmiştir.</p>	


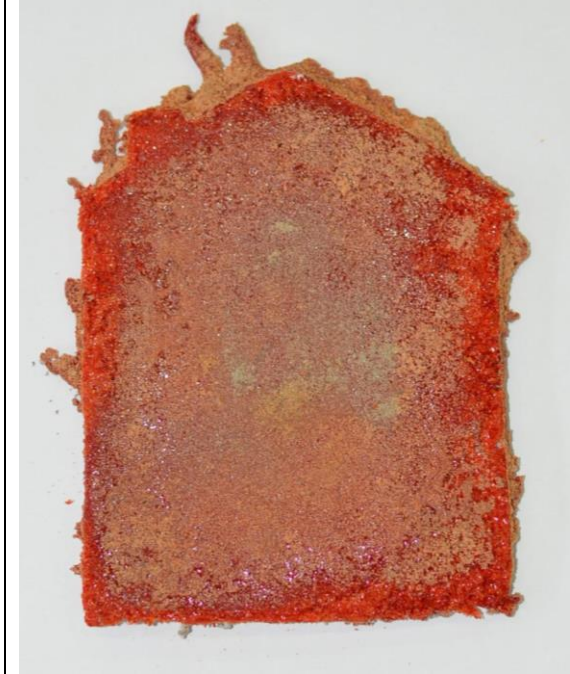
B Grubu

Tablo 24. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 5

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 10 x 10 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 5 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Alt yüzey hariç, cam graünller birbirine ısı ile tutunacak kadar kaynaşmıştır. İstenilen kalınlık sağlanmış, yarı kaynaşmanın sağladığı granüllü ve pürüzlü doku, hem alt hem üst yüzeyde korunmuştur.</p>	

B Grubu

Tablo 25. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 6

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 10 x 10 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 5 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Çalışma aşamasında tamamen eriyecek kadar ısıtılmış olan cam granüller, bu sayede kum kalıbının alt kısmının şeklini bire bir almıştır. Ancak yüksek ısının tam olarak erişmediği kalıp kenar ve köşelerinde cam granüllerinin hala tam kaynaşmamış oldukları gözlenebilmiştir.</p>	



B Grubu

Tablo 26. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 7

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 10 x 10 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 5 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Kum kalıp içinde tamamen ergitilmiş olan cam, kalıbın tüm ayrıntılarını üzerinde taşır bir durumdadır. Köşelerdeki cam da buralara şalomanın noktasal ve uzun sürelerle tutulması sonucunda tamamen kaynaşmış, köşe ve kenarların belirgin olarak elde edilmesi sağlanmıştır.</p>	



B Grubu

Tablo 27. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 8

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 7,5 x 7,5 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 5 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Çalışma aşamasında tamamen ergiyecek kadar ısıtılmış olan cam granüller, bu sayede kum kalıbının alt kısmının şeklini bire bir almıştır. Ancak yüksek ısının tam olarak erişmediği kalıp köşelerinde cam granüllerinin hala tam kaynaşmamış oldukları gözlenebilmiştir.</p>	

B Grubu

Tablo 28. Kum kalıp içinde cam granül kaynaştırma deneysel çalışmaları
Deneme 9

Üst Yüzden Görünüm	Alt Yüzden Görünüm
	
<p>Uygulama Boyutu: 7,5 x 7,5 cm Hedeflenen Kalınlık: 5 mm Sonuç Kalınlığı: 7 mm Kullanılan Granül Boyutu: 1 mm</p>	
<p>Sonuç: Kum kalıp içinde tamamen ergitilmiş olan cam, kalıbın tüm ayrıntılarını üzerinde taşır bir durumdadır. Köşelerdeki cam da buralara şalomanın noktasal ve uzun sürelerle tutulması sonucunda tamamen kaynaşmış, köşe ve kenarların belirgin olarak elde dilmesi sağlanmıştır.</p>	

Sonuç olarak, parçaların çok ince çalışılmasının (3 mm'den ince) parçalara aşırı kırılğan olma özelliğini yüklemesi anlamında olumsuz sonuç verdiği gözlenmiştir. 7 mm üzerinde elde edilen kalınlıklar için çalışılan atölye şartlarındaki çalışma koşullarında çatlama riskinin arttığı, boyutun 25 x 25cm'e varması ile de kırılğanlık riskinin arttığı gözlenmiştir. Bunun sebebi ise parça kalınlığının artması ile de ısı homojenliğinin korunmasının daha zor hale gelmesi ve parça boyutunun artması ile homojen alan ısıtmasının (ancak iki şaloma kullanılarak) zorlaşması şeklinde açıklanabilmektedir.

Çalışma aşamasında dikkat edilmesi gereken bir başka konu ise, camın kaynaşma derecesinden daha fazla ısıtılmamasıdır. Kaynaştırma derecesinden daha yüksek ısılarla çıkarılan cam, ergime aşamasına geçer. Bu nedenle partiküller arasındaki hava habbe oluşumuna yol açar. Habbelerin giderilmesi için çok daha uzun süre ısıya maruz kalarak pişirime devam edilmesi gerekir. Bu teknik açık ortamda uygulandığından ve fırın içi gibi tam kontrol sağlanmadığından habbelerin giderilmesi zordur. Bu nedenle füzyon-kaynaştırma derecelerinde çalışmak doğru olur. Cam granüllerinin tam olarak kaynaşabilmesi için, oksijen destekli bir pürmüz kullanımının şart olduğu, sadece gaz etkili pürmüzlerin bu anlamda yeterli bir ısı, dolayısıyla yeterli olacak kaynaşmayı sağlayamadıkları, yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir. Sadece gazlı pürmüz kullanılarak kaynaştırılmaya çalışılan paçaların granüllerinin yeterli kaynaşmamış, dolayısıyla uzun vadede bütünlüklerini sağlamayacak kadar gevrek, tam kaynaşık olmayan bir yapı oluşturdukları görülmüştür. Pürmüz ile çalışmanın kuvvetli yönü, ısının istenilen noktaya verilebilmesi ve burada etkinlik gösterebilmesi iken, zayıf yönü ise uygulamada homojen bir ısı kaynağı sağlanmıyor olması, uzun süreli çalışmalarda kişi(lerin) yoğun ısıya maruz kalmasıdır.

Camın kalınlığının ve boyutlarının artması soğutma sırasında iç gerilimlerin kontrolünü zorlaştırmaktadır. Bu iç gerilimin (stres) önüne geçilememesinden dolayı, belli bir boyut ve kalınlıktan sonra camın bütünlüğü korunamamaktadır. Konu ile ilgili yapılan deneyler, atölye şartlarında çalışılmıştır. Ayrıca atölye şartları dikkate alındığında, çalışılan parçaların 5mm civarı kalınlıkta ve en fazla 25 x 25 cm ölçülerine kadar en az risk ile uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu yöntem önerisi, camın konturları belli bir kum kalıp içinde şekillendirilmesi tekniğinin beraberinde getirdiği kontrollü şekillenme özelliği sağlamaktadır. Bunun yanında da, gerek sağladığı yüzey dokusu ve kalıp dışına taşma etkileri ile artistik anlamdaki farklı ifadelerin dışavurumunu sağlamasına bir araç olabileceği düşünülmekte. Bu yöntemin deneysel çalışmalardan daha ileriye taşınarak, cam sanatı alanında bir cam şekillendirme yönteminin farklı bir çeşidi olarak geliştirileceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Cam şekillendirme yöntemlerini ele alan bu araştırmada, öncelikle cam ve camın tarihçesi ele alınarak konuya bir giriş yapıldıktan sonra, şekillendirme yöntemleri üç başlık altında ele alınarak ayrı ayrı incelenmiş ve açıklanmıştır. İkinci bölümde ise şekillendirme yöntemleri temel alınarak, seçilen 'ev' kavramı üzerinden farklı cam uygulamaları kişisel yorumlara gidilmiştir ve uygulamada olumlu sonuçlar elde edilen bir uygulamada kullanılan yöntem, bir cam şekillendirme yöntemi önerisi olarak sunulmuştur. Aynı şekillendirme yöntemini destekleyecek deneysel uygulamalar yapılmış, bu denemelerin sonuçları fotoğrafları ve değerlendirmeleri ile birlikte tablo halinde verilmiş, konu ile ilgili yol gösterici verilerin elde edilmesine ve elde edilen sonuçların kullanılabilir veriler olarak sunulmasına çalışılmıştır.

Tez şekillendirme yöntemleri ile yapılan 'ev' konulu uygulamalar sonucunda edinilen bilgilere göre, uygulaması yapılan tüm yöntemlerin çalışılabilmesi için gerekli olan temel şartlara değinildikten sonra, her yöntemin kendine göre güçlü ve zayıf yönleri verilmiştir. Bunlar, sırasıyla şöyledir:

Dolu şekillendirmede gerekli olan çalışma koşulları ise; dolu parçanın çalışılması yöntemine göre değişiklikler gösterir, ancak verilen örneklerin uygulanabilmesi için sıcak cam atölyesinde gerekli olan koşullar, dolu çelik çubukların oluşu, ergitme tankı, çalışma viskozitesinde eriyik cam, renkli cam granülleri, kuşlama maskesi görevi gören kuşlama bandı veya folyosu, kuşlama makinası, ısıtma işleme uygun cam boyaları ve soğutmanın gerçekleştirilebileceği bir soğutma fırını. Çoklu parça üretiminde sürekli ergitme tankından ve parçaların ısıtıldığı trommelden faydalanılmasından dolayı, koruyucu gözlük kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu yöntemde de parçanın kütlesi arttıkça, ısıdan korunma daha çok önem taşımaya başlar.

Füzyonun birçok çeşidi yapılabiliriyken, verilen örnek uygulamada küçük silindirler şeklinde kesilerek, cam plakadan çıkartılmış parçalarla yarı füzyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada istenilen yapışmanın sıcaklığının belirlenmesi ve ardından da uygulamanın füzyon (kaynaşma) aşamasında sürekli gözlem yapılması

önem taşır. Cam parçacıklarının birbirine yapışacağı derece önceden deneylerle belirlenmiş olmalıdır. Kaynaşma, ısı derecesi civarından itibaren yapılacak sürekli gözlem ile cam parçacıklarının birbirine fazla kaynaşmalarının önüne geçilir. Bu yöntemin bir hayli zaman alan kısmı, parçacıkların tek tek cam delme makinasından kesilerek elde edilmesi, ardından her bir parçanın kaba taşlama, ince taşlama ve ardından da parlatma aşamasına tabi tutulmaları olmuştur. Parçacıklar yarı füzyon ile kaynaştırıldığından, yapılan bu soğuk cam işlemleri, cam yüzeyinde daha parlak bir sonuç vermesini sağlamıştır. Bu tarz bir çalışma için gerekli atölye ekipmanları; soğuk cam çalışma kısmı için; cam delme makinası, su soğutmalı, kaba ve ince elmas granüllü diskler, pomza ve seryum oksit parlatma tozları, ayrıca füzyon kısmı için füzyon fırını ve fırın içinde kullanılacak malzemelere ihtiyaç vardır. Bunlar fırın bordu ve ayırıcı (öğütülmüş pişmiş kalıp tozu)'dır. Eğer daha kolay elde edilecek parçalar kullanılıyorsa, füzyon çalışmasının kalınlığına ve boyutuna göre, asgari süre olarak yaklaşık bir gün içerisinde de çalışmadan sonuç almak mümkün olabilmektedir.

Gravür ile cam şekillendirme yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalarda, su ile soğutmalı cam gravür makinası ve onunla çalışılırken ihtiyaç olacak çeşitteki gravür uçları gereklidir. Bu yöntem, şekillendirme yöntemleri içinde, uygulamada sağlık açısından en az risk taşıyan yöntemlerdendir.

Şaloma ile kum kalıp içerisinde cam ergitme yönteminin özellikleri, gereklilikleri, olumlu ve olumsuz yanları, son bölümde, konu ile ilgili veriler, 'Eski Evler' adlı çalışmaların değerlendirmesi kısmında (sf. 139 – 156'da) ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Bir başka yöntem uygulaması ise, fırın bordu üzerinde, cam tozunun ısı yoluyla kaynaştırılması yöntemidir. Bu yöntemde cam tozu, herhangi bir kalıp veya başka bir destek kullanılmadan, doğrudan board yüzeyine yerleştirilerek kaynaştırılmıştır. Görsel zenginliği arttırmak için aynı cam ile sıcak şekillendirme yapılmış, çubuklar da renkli toz cam ile renklendirilmiş şeffaf cam tozu içine yerleştirilmiş ve bunun ardından parçaların oluşumu için camı fırında kaynaştırma yoluna gidilmiştir.

Cam granüllerin, yine kendi malzemesi olan cam granül içinde ergitilmeleri yönteminde, ergitme aşamasında yumuşayan cama destek olan malzeme, cam granülünün kendisi olmaktadır. Yapılan cam uygulamalarında, camın granülden şekillendirme aşamasında, parçalar şekillendirildikten sonra çalışıldıkları granüllerin içinde bırakılmıştır. Çalışma süresi boyunca ısınan cam granüller, içlerinde şekillenen cam kütesinin yavaş bir şekilde soğumasını da sağlamıştır. Bunun sağlanması için, cam granüllerin, çalışılmış cam form ile beraber, içinde yer aldıkları ve ısınmış olan metal kabın üstü ve çevresi fırın yalıtım malzemesi ile kapatılarak ısının mümkün olduğunca uzun korunarak camın tansiyon almadan, yavaş bir şekilde soğuması amaçlanmıştır. Yalıtılan kap sürecin daha da yavaş ilerlemesi için ısının 60 °C olduğu bir çalışma alanında o sıcaklığa düşene kadar tutulmuştur. Buna rağmen, bu soğutma yönteminin yeterli olamadığı çalışmalar üzerinde yer alan bazı çatlaklardan anlaşılmış, çalışmaların tavlama fırınında soğutulmalarının çok daha sağlam sonuçlar ortaya çıkaracağı anlaşılmıştır. Bu sebepten dolayı, son aşamada çözülmesi gereken en önemli sorun, çalışılan parçanın camda ısı düşüşü yaşanmayacak şekilde, soğutma fırınına taşınabilmesidir.

Açık alevde cam şekillendirme yöntemi için gerekli teçhizat, gaz ve oksijen çıkışları olan uygun bir şaloma ve atölye ortamıdır. Açık alevde cam şekillendirme yönteminin güçlü yanı, kısa bir tavlama süresinden sonra şekli verilmiş camın, el verdiği boyutlar dahilinde, birçok yöntemle göre çok daha kısa sürede tavlatabiliyor olmasıdır. Özellikle borosilikat camı ile yapılan şekillendirmelerde, camın ısı şoka karşı olan direncinden dolayı rahatça çalışılabilmektedir. Fakat borosilikat camı geç ısınmakta, bu yüzden daha yumuşak camlara göre daha geç ergitilip şekil alabilmektedir. Şaloma ile yapılan tüm uygulamalar, camın sıcakken kor halinde şekillendirildiği uygulamalar da dahil olmak üzere, şekillendirilme aşamasında gözlük ve gerekli ise, ısıdan koruyucu malzemeler kullanılmalıdır.

Kumlama yönteminin temel gereklilikleri ise kompresör, kumlama makinası ve kumlama tabancasından oluşmaktadır. Öncelikle kullanılmak istenen kalınlıktaki kumun sağlanması koşulu yerine getirilir. Kumlama aşamasının olumlu yönü, küçük alanlarda homojen bir yüzey aşındırması sağlanabilmesidir. Zor yönü ise cam yüzeyinde

elde edilecek derinliğe ve yüzey pürüzlülük oranına göre kum kalınlığının, hava basıncının, kumlama yapılan noktaya kumlama uygulanma süresine göre ayarlanması gerektiğidir. Kumlamanın bu değişkenler göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir. Ayrıca, toz çıkışına karşı koruyucu sağlık önlemlerinin alınması çok önemlidir. Bu önlem, çalışırken kumlama kabinin kullanılması ve çok tehlikeli olan kumun tozunun solunmasını önleyecek, partikül süzücü özelliği olan maske kullanımının sağlanmasıdır.

Isı ile cam şekillendirme yöntemlerinden, kalıp içinde cam şekillendirme, camda çoklu üretim sağlanmasına olanak vermesi, bu yöntemin kolaylık sağlayan yönüdür. Çalışılacak parçalara uygun özellikte fırın ve kalıbı doğru olarak belirlemek ve kalıbı buna göre üretmek ise bu yöntemin zorlayıcı yönüdür.

Kalıp içine üfleme uygulamalarında, kullanılan kalıbın istenilen ürün sayısının elde edilmesine uygun olacak bir malzemedan yapılması önem taşımaktadır. Kalıp malzemesinin doğru seçimi, ürün kalitesini doğrudan etkileyecektir. Üflemede çoklu üretim, bu yöntemin sağladığı kolaylaştırıcı imkanlardan iken, zorlayıcı yönü ise kalıp içine cam üfleme yönteminin de tüm sıcak cam şekillendirme yöntemlerinin gerektirdiği, ergitme tankından tavlama fırınına, trommele, kapsamlı bir sıcak cam atölye teçhizatına sahip olmayı gerektirmesidir.

Her durumda, tasarlanan cam ürüne uygun şekillendirme yöntemleri, kullanılacak donanım, alet ve malzemeler dikkatle seçilmelidir. Camın ısı karşısında gösterdiği tepki de her cam şekillendirme yönteminin tüm aşamalarında göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırmalar sonucunda varılan bu bulgu ve yorumların ilgili araştırmacıya, uygulamacıya, cam ve cam şekillendirme yöntemleri ile ilgilenen kişilere yol gösterici, faydalı bir kaynak oluşturması umulmaktadır.

KAYNAKÇA

Kitap:

Barovier, M. (2003). *Glass Throughout Time: History and Technique of Glassmaking from the Ancient World to the Present*. Milano

Bayramoğlu, F. (1974). *Türk Cam Sanatı ve Beykoz İşleri*. İstanbul

Beveridge, P. Domenech, I.; Pascual, E. (2005). *Warm Glass; A Complete Guide to Kiln-Forming Techniques; Fusing, Slumping, Casting*, Lark Books, İspanya

Cummings, K. (2012). *Çağdaş Cam Sanatı*, çev. Mustafa Ağatekin, Karakalem Kitabevi Yayınları

Dreiser, P. Matcham, J., (2006). *Techniques of Glass Engraving*, 2. baskı, A&C Black, Londra

Günay, V., Yılmaz, Ş., (2010). *Cam – Seramikler Bilim ve Teknolojisi*, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme Enstitüsü, Gebze

Karasu, B., Ay, N. (2000). *Cam Teknolojisi Temel Ders Kitabı*, Birinci Baskı, Milli Eğitim Basımevi, Ankara

Kocabağ, D. (2000). *Cam Fırınları Malzemeler, Teknolojiler Prosesler*, ETAM, Eskişehir

Kacabağ, D. (2002). *Cam, Kimyası, Özellikleri ve Uygulaması*, Birsen Yayınevi, İstanbul

Nölle, G. (1997). *Technik der Glas Herstellung*, 3. Geliştirilmiş baskı, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Stuttgart, Almanya

Küçükerman, Ö. (1985). *Cam sanatı ve geleneksel Türk camcılığında örnekler / The art of glass and traditional Turkish glassware*. İngilizce çeviri Maggie Ougley, Pınar. Türkiye İş Bankası, Ankara

- Küçükerman, Ö. (1988). *Glass Beads*. Turkish Touring and Automobile Association 1.Ed.; Apa Ofset Basımevi Sanayi ve Tic. A.S.; İstanbul
- Küçükerman, Ö. (1998). Türk Cam Sanayi ve Şişecam, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş., İstanbul
- Küçükerman, Ö. (2010). ‘Nazar Boncuğu’, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları
- Merker, G. H. (1997). *Glass Cutting in Germany, Cut Glass in Arts, Crafts and Industry, Geshliffenes Glas aus Kunst, Handwerk und Industrie*, 2. Baskı, Band 17, Schrifteihe des Bergbau,- und Industriemuseums Ostbayern, Almanya
- Merker, G. H. (1987). *Glaswelt Ostbayern, Trinkglaser der Gegenwart*, Bergbau,- und Industriemuseums Ostbayern, Band 14, Almanya
- Özgümüş, Ü. (2000). *Anadolu Camcılığı*, Yayın no: 03, İstanbul: Pera Yayıncılık ve Kitapçılık A.Ş.
- Shelby, J. E. (2005). *Introduction to Glass Science and Technology*, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK
- Stern, E. Schlick, N. (1994). *Early Glass of The Ancient World (1600 B.C. – A.D.50)*, Verlag Gerd Hatje, Almanya
- Stone, G. (2000). *Firing Schedules for Glass, The Kiln Companion*, (yayınevi belirtilmemiş)
- Zerwick, C. (1990). *A Short History of Glass*, Redesigned and updated 2nd ed., H.N. Abrams in association with the Corning Museum of Glass, New York

Makale:

- Atalayer, F. (2008). *Cam Gizeminin Kavramsal Değeri*, Anadolu Sanat, Sayı 19, s.21-28, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir

- Bakırer, Ö. (1990). *Anadolu Mimarisinde Pencere Camı Kullanımına Kısa Bir Bakış*, 1. Uluslararası Anadolu Cam Sanatı Sempozyumu, İstanbul: Yayına hazırlayan; TŞCFAŞ Belge ve Bilgi Merkezi
- Çabuk, M. Yavuz, M., Hlavá, J., (2011). Biyobozunur ve Anti-Kanserojen Kitosan / Kenzaldehit Modifikasyonu ve Nanokompozitinin Hazırlanması, Ark, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(3)
- Kula, E. Küçükbiçmen, E., Yeşilay S. (2008). *Cameo Camlarında Kumlama Tekniği Uygulamaları*, VII. Seramik Kongresi, Sözlü Sunum, Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Kula, E. Küçükbiçmen, E., (2010). *Camda Kumlama, Asfalt Kazıma ve Asit ile İndirgeme Yöntemi ile Cam Baskı*, CAMGERAN2010 Uluslararası Katılımlı Uygulamalı Cam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-21 Ekim, s.99
- Özgümüş, Ü. (2010). *Nif Olimpos Dağı Camları*, Şişecam Topluluğu Dergisi Eylül/Ekim, sayı 276
- Şeniz, A. (1990). *İç Kalıp Tekniği İle Yapılmış Anadolu Kaynaklı Cam Kaplar*, 1. Uluslararası Anadolu Cam Sanatı Sempozyumu, Yayına hazırlayan; TŞCFAŞ Belge ve Bilgi Merkezi, İstanbul

İnternette Üzerinden Yayımlanan Makale

- Fall, J. C. (2010). More Than Scratching The Surface.
[Http://Pabook.Libraries.Psu.Edu/Palitmap/Sandblasting.Html](http://Pabook.Libraries.Psu.Edu/Palitmap/Sandblasting.Html) (Erişim Tarihi: 12.03.2013)
- Gürel, O. (2005). 'Kimyanın Tarihi (Kuşbakışı Kimya)' *Ocak Sayısı*, 5.Cilt, Sayı:1, Sayfa:7. (Erişim Tarihi: 09.02.2015)

Tez

Atik, Ş. (2004). *MÖ. I. Binde Anadolu'da Cam Üretimi ve Tasarımı*, Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Ürünleri Tasarımı Ana Bilim Dalı, İstanbul

Elitez, N. G. (2003). *Plastik Sanatlarda Cam Malzemenin Uygulanışı*, Mimar Sinan Üniversitesi, Seramik Anasanat Dalı, Seramik Programı, Sanatta Yeterlik Tezi, İstanbul

Sözlük ve Katalog:

Ay, N., Karasu, B. (vd). (1999). *İngilizce – Türkçe Seramik Terimleri Sözlüğü*, Aktüel Tanıtım ve Ofset Hizmetleri, Eskişehir

Bray, C. (2001). *Dictionary of Glass; Materials and Technique*, Second Edition A&C Black, London, University of Pennsylvania Press, Philadelphia

Kum, Ateş ve Cam: Şişecam, (2012). Küçükerman, Ö., 1935'ten Günümüze Cam İle Yazılan Tarih, Türkiye İş Bankası Müzesi sergi kataloğu

İnternet Kaynağı:

<http://www.newscientist.com/article/mg19426102.100-the-word-fulgurite.html> (Erişim Tarihi: 20.06.2013)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Obsidian...> (Erişim Tarihi: 09.04.2013)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Fulgurite..> (Erişim Tarihi: 09.04.2013)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Moldavite...> (Erişim Tarihi: 09.04.2013)

https://en.wikipedia.org/wiki/Libyan_desert_glass (Erişim Tarihi: 29.11.2015)

<http://www.sisecam.com.tr/wp/wp-content/uploads/2015/05/sisecam298.pdf> (Erişim Tarihi: 16.11.2015)

<http://www.sisecam.com.tr/tr/kurumsal/tarihce/kronoloji/> (Erişim Tarihi: 15.08.2015)

<http://www.cimentobirlik.org/arastirma/504f9686-0d3b-4060-9370-1fedb98a461a.pdf> (Erişim Tarihi: 15.08.2015)

https://www.google.com.tr/?gfe_rd=cr&ei=a1RLVuT7D6Kz8...#q=Cam+sekt%C3%B6r%C3%BC+raporu+2012 (Erişim Tarihi: 18.08.2015)

https://www.google.com.tr/?gfe_rd=cr&ei=a1RLVuT7D6Kz8...#q=Cam+sekt%C3%B6r%C3%BC+raporu+2012 (Erişim Tarihi: 18.08.2015)

<http://www.pasabahce.com.tr/kurumsal/hakkimizda.aspx> (Erişim Tarihi: 16.11.2015)

<http://www.duran-group.com/en/about-duran/duran-properties.html> (Erişim Tarihi: 10.03.2015)