



**SANATSAL CAMLARDA DİKROİK ETKİNİN
ARAŞTIRILMASI
Yüksek Lisans
Deniz KÜÇÜKBALLILAR
Eskişehir 2024**

SANATSAL CAMLARDA DİKROİK ETKİNİN ARAŞTIRILMASI

Deniz KÜÇÜKBALLILAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cam Anasanat Dalı
Danışman: Doç. Dr. Selvin Yeşilay

Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Ekim 2024

Bu tez çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen 2108E155 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Deniz KÜÇÜKBALLILAR'ın "Sanatsal Camlarda Dikroik Etkinin Araştırılması" başlıklı tezi .../.../2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Cam Anasanat dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç. Dr. Selvin YEŞİLAY	
Üye	: Prof. Mustafa AĞATEKİN	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Aslı ÇAKIR ARIANPOUR	

.....

Enstitü Müdürü

ÖZET

SANATSAL CAMLARDA DİKROİK ETKİNİN ARAŞTIRILMASI

Deniz KÜÇÜKBALLILAR

Cam Anasanat Dalı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ekim 2024

Danışman: Doç. Dr. Selvin YEŞİLAY

Bu tez kapsamında, dikroik etkilerin sanatsal cam üretiminde kullanımı ile ilgili araştırmaların ülkemizde oldukça sınırlı olmasından yola çıkılarak, cam sanatında özgün ve yenilikçi tasarımların alana kazandırılması ve dikroik etki ile bu etkiye sahip sanatsal camların elde edilebilmesi konularında ilgili literatüre kaynak sağlanması amaçlanmıştır.

Tezin giriş bölümünde çalışmanın amacı, kapsamı ve özgün değerine yer verilmiştir. Sonrasında cam, sanatsal alanda ele alınmış ve ışık ile etkileşimine değinilmiştir. Dikroik camın tanımı ve tarihçesi anlatılmıştır, dikroik camın kullanım alanlarına değinilip bu cam ile çalışma yapan sanatçılardan örnekler verilmiştir. Son bölümde çalışma kapsamında kullanılan cam teknikleri ve cam türleri tanımlanmış ve araştırmacının uygulamalarına yer verilmiştir.

Bu araştırma için, yurt içinden ve yurt dışından dikroik cam çeşitleri tedarik edilmeye çalışılmıştır. Yurt içinde herhangi bir dikroik cam çeşidi satılmamakta olup sadece yüzey yarı çevresinde dikroik püskürtmeye sahip effetre cam çubuk bulunduğu, bu cam türünün yurt dışından temini ise zahmetli ve çok maliyetli olduğu saptanmıştır. Kişisel çalışmalar, denemeleri ve sanatsal üretim olarak iki alanda gerçekleşmiştir. Dikroik camın ışık ile etkileşiminden yola çıkılarak özgün tasarımlar yapılmış olup, dikroik cam ve dikroik etkili cam çeşitleri kullanılarak cam füzyon, cam çökertme, açık alevde cam şekillendirme, soğuk cam işleme teknikleri uygulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Dikroik cam, Cam sanatı, Cam teknikleri

ABSTRACT

INVESTIGATION OF DICHROIC EFFECT IN ARTISTIC GLASSES

Deniz KÜÇÜKBALLILAR

Department of Glass

Anadolu University, Graduate Education Institute, October 2024

Supervisor: Doç. Dr. Selvin YEŞİLAY

It has been determined that no research has been conducted on the use of dichroic glass in the artistic field in Turkey and that there is not enough information on dichroic glass types or their use. Within the scope of this thesis, it is aimed to work on this deficiency in this field.

In the first part of the thesis, there is an introduction to the thesis. In the second part, glass is discussed in the artistic field and its interaction with light is mentioned. In the third section, the definition and history of dichroic glass are explained. In the fourth part, the usage areas of dichroic glass are mentioned and examples of artists who work with this glass are given. In the fifth part, the glass techniques and glass types used in the study are described and the researcher's practices are included. For this research, an attempt was made to procure dichroic glass types from domestic and foreign markets. It has been determined that no type of dichroic glass is sold domestically and that there is only effetre glass rod with dichroic spraying on the surface half-circle, and that this type of glass is difficult and very costly to obtain from abroad. Personal studies have been carried out in two areas: experiments and artistic production. Original designs have been made based on the interaction of dichroic glass with light, and glass fusion, glass slumping, flame working, and cold glass techniques have been applied using dichroic glass and dichroic effect glass varieties.

Keywords: Dichroic glass, Glass art, Glass techniques

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

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

Deniz KÜÇÜKBALLILAR

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI

Bu tezi hazırlarken (ChatGPT, Gemini, DALL-E vb.)
üretken yapay zekâ programlarından destek ~~aldığımı~~/almadığımı beyan ederim.
~~Tezin hazırlığı aşamasında üretken yapay zekâ~~
~~programlarından.....(örneğin çeviri, bilimsel makale vb.) desteği~~
~~aldım.~~ Üretken yapay zekâ programlarından aldığım bilgilerin doğruluğunu kontrol
ettiğimi bildiririm.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun
saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi
bildiririm.

Deniz KÜÇÜKBALLILAR

TEŞEKKÜR

Öğrenim süresi boyunca verdikleri destek ile bana kattıkları bilgi ve tecrübelerden dolayı, bölüm başkanımız Prof. Mustafa AĞATEKİN'e, tez danışmanım Doç. Dr. Selvin YEŞİLAY'a, bölüm hocamız ve değerli arkadaşım Ar. Gör. Nurgül ACIBAL'a, bölüm hocalarıma, atölye çalışmalarım süresince yardımları için bölüm teknisyenlerimize, bu süreçte bana verdiği destek ve yardımları için bölümümüz teknisyeni Aysel YILMAZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında olduğu gibi öğretim sürecinde de desteğini her zaman hissettiğim, varlığıyla mutluluk ve huzur kaynağı olan sevgili annem Reyhan GÜMÜŞTERAZLI'ye, aileme ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	v
ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
GÖRSELLER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. SANAT MALZEMESİ OLARAK CAM.....	2
2.1. Camın Sanatsal Alandaki Yeri.....	2
2.2. Camın Işık ile İlişkisi.....	3
3. DİKROİK CAMLAR.....	4
3.1. Dikroik Tanımı.....	5
3.2. Dikroik Etkinin Oluşumu ve Kimyası.....	5
3.3. Dikroik Etkili Camların Tarihçesi.....	7
4. DİKROİK ETKİNİN KULLANIM ALANLARI.....	9
4.1. Mimaride Dikroik Cam.....	9
4.2. Sanatsal Üretimde Dikroik Cam.....	14
4.2.1. Dichroic Etkiyi Kullanarak Üretim Yapan Sanatçılar.....	14
4.2.1.1. Chris Wood.....	14
4.2.1.2. Tom Marosz.....	16

4.2.1.3. Toland Sand.....	17
4.2.1.4. Akihiro Okama.....	18
5. KİŞİSEL UYGULAMALAR.....	19
5.1. Tasarım Süreci.....	19
5.2. Kullanılan Cam Türleri.....	20
5.2.1. Düz Cam.....	21
5.2.2. Soda Kireç Camı.....	22
5.2.3. Borosilikat Cam.....	22
5.2.4. Effetre.....	23
5.2.5. Kristal Cam.....	23
5.3. Kullanılan Dikroik Çeşitleri ve Denemeleri.....	25
5.4. Kullanılan Cam Teknikleri ve Uygulamaları.....	32
5.4.1. Kahlpla Cam Şekillendirme.....	32
5.4.2. Cam Füzyon Tekniği.....	39
5.4.3. Raking.....	40
5.4.4. Cam Çökertme Tekniği.....	41
5.4.5. Soğuk Cam Şekillendirme Tekniği.....	41
5.4.6. Açık Alevde Cam Şekillendirme Tekniği.....	42
SONUÇ.....	45
KAYNAKÇA.....	47
ÖZGEÇMİŞ	

GÖRSELLER DİZİNİ

	Sayfa
Görsel 3.1. Dikroik Cam Plakalar	5
Görsel 3.2. Dikroik Cam Üreten Bir Fabrika Atölyesi	6
Görsel 3.3. Lycurgus Kupası	8
Görsel 4.1. Sweeney Kilisesi'nin Dikroik Cam Kullanılan Penceresi	10
Görsel 4.2. Prairie Müzesi	11
Görsel 4.3. Prairie Müzesi Güneş Batarken Alevi Andıran Görünümü	11
Görsel 4.4. Amazon şirketinin Paris'teki binası	12
Görsel 4.5. Fulton – A5A1 Binası	13
Görsel 4.6. Fulton – A5A1 Binası Güneş Batarken Yandan Görünümü	13
Görsel 4.7. Chris Wood, 40/40, 2022	15
Görsel 4.8. Chris Wood, Aurora, 2017	15
Görsel 4.9. Chris Wood, Cam ve Duvar Panosu	16
Görsel 4.10. Tom Marosz, Double Cube, 2019	16
Görsel 4.11. Tom Marosz, Penta, 2018	17
Görsel 4.12. Toland Sand, Crisscross Blues Cube. 9x9x9	17
Görsel 4.13. Toland Sand, Bluevista Wedge,11x8x4	18
Görsel 4.14. Akhiro Okama, Dokulu Dikroik Cam Kullanarak Yaptığı Heykeli	18
Görsel 4.15. Şaloma ve Soğuk Cam Teknikleri,n Kullanıldığı Heykeller	19
Görsel 5.1. Simone Crestani, Kristalline Wunderkammer, 2018	23
Görsel 5.2. Cam Boncuk	23
Görsel 5.3. Alex Bernstein, 2022	24
Görsel 5.4. Dikroik Yapışkan	25
Görsel 5.5. Şeffaf ve Mat Siyah Çeşitleriyle Dikroik Kaplı Çubuklar	26
Görsel 5.6. Kalıpla Şekillendirme Dikroik Çubuk Denemesi	27
Görsel 5.7. Fırın Camı ile Deneme	27
Görsel 5.8. Çek Kristali ile Yapılan Deneme	27
Görsel 5.9. Soda-Kireç Camı ile Yapılan Deneme	28
Görsel 5.10. Borosilikat Cam ile Yapılan Deneme	28
Görsel 5.11. Füzyon Denemesi	28
Görsel 5.12. Füzyon Deneme Sonucu	29

Görsel 5.13. Dikroik Kaplamalı plaka Cam ile Yapılan Füzyon Denemesi	1
Görsel 5.14. Açık Alevle Cam Şekillendirme Tekniğiyle Yapılan Deneme	1
Görsel 5.15. Dikroik Cam ile Yapılan Açık Alevde Cam Şekillendirme Denemesi	32
Görsel 5.16. Plastilin ile Hazırlanan Birinci Model	33
Görsel 5.17. Modelin Etrafına Kalıp Tahtasının Döşenmesi	34
Görsel 5.18. Ölçülü Bir Şekilde Hazırlanan Kalıp Karışımı	35
Görsel 5.19. Temizlenip Kurutulan Birinci Modelin Kalıbı	35
Görsel 5.20. Fırından Çıkartılan Cam Model	36
Görsel 5.21. Parlatma İşlemleri Tamamlanan Cam Model	36
Görsel 5.22. Kalıpla Şekillendirme için Yapılan Kil Model	37
Görsel 5.23. Kalıpla Şekillendirme Kil Modelin Kalıbı	38
Görsel 5.24. Cam Üzerine Yapıştırılan Dikroik Yapışkanlar	38
Görsel 5.25. Model Boşluğuna Cam Doldurulan Kalıp	38
Görsel 5.26. Fırınlanma İşlemleri Tamamlanmış Model	39
Görsel 5.27. Deniz Küçükballılar, ‘Mahkumiyet’, 2018	1
Görsel 5.28. Fırınlanma işlemi bitmiş model	40
Görsel 5.29. Çökertme Denemesi	41
Görsel 5.30. Deneme Sonucu	41
Görsel 5.31. Hazırlanan Dikroik Parçalar	42
Görsel 5.32. Şaloma ile Yapılan Bir Çalışma	43
Görsel 5.33. Birim Tekrar Modelin Şalomada Şekillenmesi	44
Görsel 5.34. Üretilen Birim Tekrar	44

1. GİRİŞ

Bilim, endüstri, sanat ve günlük yaşam gibi hayatın her alanında çeşitli form ve yapılarda karşımıza çıkan cam malzeme, özellikle ışık ile etkileşimi bağlamında her dönemde ilgi çekici ve estetik açıdan cezbedici bir unsur olarak öne çıkmıştır. Camın bu eşsiz özellikleri, onu farklı amaçlar doğrultusunda geniş bir kullanım yelpazesine sahip evrensel bir malzeme haline getirmiştir.

Günümüzde camın ışık ile kurduğu ilişki, sanatçılar için güçlü bir sanatsal ifade alanı yaratmaktadır. Camın işlevsel bir malzemedan sanatsal bir objeye dönüşümünün en çarpıcı örneklerinden biri de dikroik camdır. ‘Dikroik’ kelimesinin etimolojisi, Yunanca’dan gelir ve ‘di’ (iki) ve ‘chroos’ (renk) köklerinden türemiştir. Dikroik cam, ışığa verdiği tepkilere göre renk değiştirme özelliğine sahiptir. Bu cam türü, ışığı yansıtma veya absorbe etme kapasitesine bağlı olarak farklı açılardan bakıldığında veya farklı ışık koşullarında tek bir yüzeyde birden fazla renk tonu ortaya çıkarabilir. Bu özelliğiyle dikroik cam hem görsel hem de kavramsal anlamda zengin sanatsal anlatımların oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

Bir soruna çözüm üretmek refleksi olarak geliştirilen dikroik cam, NASA tarafından 1950’li yılların sonunda, uzaya gönderilen astronotları, güneş ışınlarından ve radyasyon dalgalarından korumak amacıyla geliştirilip kullanılmıştır. Bu gelişim dikroik camın üretim yöntemini, gelişen teknolojiyle birlikte nispeten daha kolaylaştırmış, sanat alanına girmesinin önünü açmış, dikroik camın ışık ile etkileşiminden doğan etki farklılıkları sanatçılara üzerinde oynanacak yeni bir malzeme ve sanatlarını yansıtacak yeni bir ifade alanı sunmuştur.

Bu tez çalışmasında, dikroik cam ve dikroik kaplamalı camların farklı sıcaklık koşullarına ve çeşitli cam üretim tekniklerinde verdikleri tepkiler sistematik olarak incelenmiş; elde edilen bulgular sanatsal formlar üzerinden yorumlanarak değerlendirilmiştir. Araştırmanın amacı, dikroik camın termal ve teknik özelliklerinin, sanatsal uygulamalara yönelik potansiyelini ortaya koymak ve bu malzemenin estetik ve işlevsel anlamda nasıl kullanılabileceğini derinlemesine analiz etmektir.

2. SANAT MALZEMESİ OLARAK CAM

Cam sanatı, antik çağlardan günümüze uzanan binlerce yıllık köklü bir geçmişe sahip olup, sanatsal yaratıcılığı zanaat ustalığıyla birleştiren özgün ve estetik açıdan etkileyici bir disiplin olarak karşımıza çıkmaktadır. Son dönemde plastik sanatlarda, özellikle heykel ve enstalasyon alanlarında ifade aracı şeklinde karşımıza çıkan camın sanatsal bir malzeme olarak kullanım süreci uzun bir geçmişe dayanmamaktadır. Endüstri Devrimi sürecinde cam fabrikalarının üretim teknikleri ve teknolojilerinde yaşanan gelişmeler cam malzemenin sanatçılar tarafından tanınmasına zemin oluşturmuştur (Ağatekin, 2017), ([https-1](https://www.1911.com)).

Cam, “yüksek ısı sanatı” olarak tanımlayabileceğimiz, dinamik ve zorlu bir malzeme niteliği taşımaktadır (Küçükerman, 1985; Opie, 2002). Bu materyalin sanatsal üretiminde kullanılan her teknik, çok aşamalı bir süreçten oluşmakta olup zaman ve sabır gerektirmektedir. Heykel yapımında kullanılan diğer materyallerle karşılaştırıldığında, cam işleme süreci, uzun deneyim ve ustalık gerektiren karmaşık teknikler içermektedir. Bu tekniklerin bazı aşamalarında, formun oluşturulması esnasında modelleme veya kalıp alma gibi işlemler için farklı malzemelerle çalışılsa da nihai şekillendirme aşamalarına kadar cama doğrudan müdahale edilememesi, sürecin sabırla yönetilmesini zorunlu kılmaktadır.

Cam malzeme farklı yapısal özellikleriyle sanatsal amaçlara hizmet eder. Günümüzde işlerinde camı kullanan birçok sanatçısı için, teknik beceri ve malzemenin albenisinden çok kavram önemlidir (Opie, 2002).

2.1. Camın Sanatsal Alandaki Yeri

Yüzyıllardır endüstriyel ürünlerin üretiminde yaygın olarak tercih edilen bir malzeme olup, diğer malzeme türlerini taklit edebilme kapasitesine sahipken, kendisinin tam anlamıyla taklit edilemediği özgün yapısıyla öne çıkan cam, (Chambers, Oldknow, 1999) günlük hayatta ve bilimsel kullanımının yanı sıra, sanatçılar tarafından İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra heykel ve benzeri sanat formlarında kullanılmaya başlandığı için çağdaş bir materyal olarak sayılır. Cam bu süreçte sadece işlevsel bir malzeme olmaktan çıkıp sanatı ve sanatçıyı besleyen metaforik bir malzemeye dönüşmüştür (Oldknow, 2008). Bu dönüşüm, Endüstri Devrimi sonrasında cam alanında meydana gelen teknik ve

teknolojik gelişmelerden, 1960'lı yıllarda gerçekleşen Stüdyo Cam Hareketi'ni kapsayan uzun soluklu bir süreçtir (Ağatekin, 2017).

Stüdyo cam Hareketi Harvey Littleton öncülüğünde Amerika'da başlamış olup 60'lı yılların sonunda Avrupa, İngiltere, Avustralya ve Asya bölgelerini de etkisi altına almıştır. Bu hareket cam malzemenin sanatsal alanda kullanımı için önemli bir etmen olmanın yanı sıra, cam eğitiminin yaygınlaşmasını sağlamış, cam sanatı, tasarımı ve teknikleri üzerine düzenli eğitim sistemi oluşturulmuştur (Ağatekin, 2017). Bu hareketin etkileri devam etmekte olup cam sanatı, bilim ve teknolojiye ilerlemeler doğrultusunda devamlı olarak evrimde ve sanatsal bir malzeme olarak çağdaş cam sanatçılarına yeni düşünme ve üretim biçimleri geliştirme yönünde önemli bir motivasyon kaynağı olmaktadır. Cam eğitimi akademik düzeyde ve kurslar kapsamında devam etmekte olup cam malzemenin sınırları zorlanarak cam teknikleri geliştirilmekte ve yeni teknolojik camlar üretilmektedir. Son yıllarda, sanat eğitimi veren pek çok üniversite, sanatsal cam çalışmalarını bilimsel araştırmalarla desteklemekte ve alandaki yenilikçi teknolojiler ile malzeme kullanımını teşvik etmektedir. Bu bağlamda, lisansüstü düzeyde çok sayıda tez çalışması, cam sanatının farklı boyutlarına ilişkin teorik ve pratik katkılar sunmayı hedeflemektedir (Yeşilay, 2023).

Bu tez kapsamında ele alınan dikroik cam, gelişmiş cam teknolojileri arasında yer almakta olup, son yıllarda sanatsal kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Işıkla etkileşimi sonucu ortaya çıkan görsel etkiler, bu cam türünü modern ve çağdaş sanat pratiklerinde çalışan sanatçılar için güçlü bir ifade aracı haline getirmiştir. Bu bağlamda, dikroik camın sanatsal potansiyeli, özellikle ışıkla oluşturduğu dinamik görsel dönüşümler sayesinde, sanatçıların eserlerine derinlik ve anlam katmak amacıyla tercih edilmektedir.

2.2. Camın Işık ile İlişkisi

Işıkla ilişkisinden doğan etki camın, tarih boyunca en dikkat çeken özelliği olmuştur. Farsça ve orta Farsçadan Türkçeye geçen cam kelimesinin İngilizce karşılığı 'glass' sözcüğüdür. Bu kelime eski İngilizceden geçmiş olup kayıtlı olarak en erken kullanımı 888 yılında Boethius'un Felsefenin tesellisi adlı kitabının Latince'den çevirisinde yer almaktadır. Oxford English Dictionary'e göre bu kelime kökünün, Cermence 'parlamak' anlamına gelen glo- kelimesinin bir varyantı olan gla- kelimesinden olabileceği öne sürülmektedir (Garrison, 2015).

Şeffaflık-matlık, boşluk-doluluk, negatif-pozitif gibi form etkilerindeki ışık süzmelerinde yaşanan farklılıklar, üretilen sanatsal formlara anlam çeşitliliği kazandırmakta, sanatçıya türlü ifade alanı tanımaktadır. Bu form etkilerinin ışık ile etkileşimi cam malzemeye, karmaşıklık ve sürpriz sonuçlar sunar (Ağatekin, 2008). Işığı tutmanın yanı sıra yansıtma özelliğine de sahip olan cam malzemenin hacmi, şeffaflık, yarı şeffaflık ve opaklık düzeylerinde bambaşka şekillerde algılanarak izleyiciye ve sanatçıya farklı deneyimler vaat eder (Oldknow, 2008). Saydamlık, ışıma, titreşme, parlaklık gibi yapısal özellik etkileri, insan bilincini ve duygu durumunu doğrudan etkilemektedir. Camın doğasından kaynaklanan bu etki, sanat ve tasarım alanında benzersiz bir derinlik içermektedir. Çünkü cam, evrenin en hızlı olgularından biri olan ışığı zapt eder. Cama biçim vermek, ışığa biçim vermektir (Ataley, 2007).

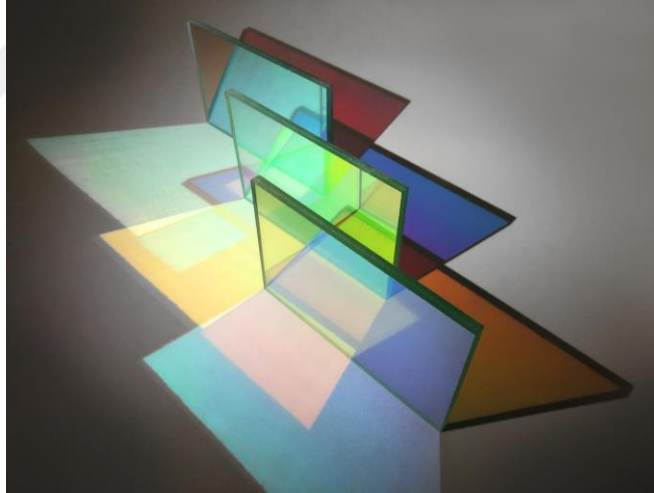
3. DİKROİK CAMLAR

‘Dikroik cam’ terimi, teknik olarak yansıtıcı bir nitelik taşımaktadır; zira bu malzeme, aslında cam yüzeyine uygulanan dielektrik girişim filtresi ile elde edilir. Camda gözlemlenen etkileyici renk değişimleri, camın kendisinden değil, yüzeyine kaplanan son derece ince metal oksit tabakalarından kaynaklanmaktadır. Bu tabakaların toplam kalınlığı 3 ila 5 mikron inç (yaklaşık 0,076- 0,127 mikrometre) arasında değişmektedir. Ancak bu ince tabakalar, mekanik dayanıklılık açısından yetersiz oldukları için stabil bir altyapıya ihtiyaç duyarlar. Cam, bu amaç için ideal bir alt tabaka niteliğindedir; şeffaf yapısı, yeterli sertliği, yüksek ısı direnci ve nem, çözücüler ya da pek çok asitten etkilenmemesi nedeniyle tercih edilmektedir ([http-2](http://2)).

İnce metal oksit katmanları, cam yüzeyinden geçen veya yansıyan ışık dalga boylarıyla etkileşime girerek dikroik etkiyi meydana getirir. Bu etki sonucunda, camın rengi bakış açısına ve ışık koşullarına bağlı olarak değişir. Bu dinamik görsel nitelik, dikroik camı estetik ve işlevsel değer katan özgün bir malzeme haline getirerek mimarlık ve sanat alanlarında kullanımını cazip kılmaktadır. Bu özelliğiyle dikkat çeken dikroik cam, ifade aracı olarak kullanımı görece yeni bir teknolojik malzeme olmasına karşın, ilk örnekleri antik çağa kadar uzanmaktadır. Günümüzde, cam yüzeyi üzerine kaplama veya film şeklinde yaygın olarak kullanılmaktadır ([http-3](http://3)).

3.1. Dikroik Tanımı

Dikroik, metal oksitlerle işlenmiş teknolojik bir film türüdür. Dikroik yapımında kullanılan metal oksitlerin fiziksel özellikleri, türlü dalga boylarındaki ışığın daha fazla yansımamasını veya iletilmesini sağlayarak etkiyel farklılıklar oluşturur. Işığın yansıma ve iletme davranışları nedeniyle iki farklı renk oluşumu veya renk kayması görülür (Snyder, 2010) (Görsel 3.1). Dikroik yapı, cama çok ince katmanlar halinde işlenmiştir. Dikroik, kelime anlamı olarak 'iki renk' demektir. Dikroik cam ise, biri iletken ve diğeri yansıtıcı olmak üzere iki farklı renge bürünebilen alışılmadık bir özelliğe sahip cam türüdür (Walker, 2002). İletken ve yalıtkan özellikler sonucu oluşan iki farklı rengi bünyesinde bulundurmasından dolayı camın, ışığı alış yönü, ışığın cinsi, izleyicinin cama hangi açıdan baktığı gibi etmenlere bağlı olarak renklerden biri veya diğeri belirginleşir (Culler, 2010). Genel olarak çift renkte olmasına ve 'dikroik' olarak adlandırılmasına karşın bu cam, üç renk olan trikroik veya daha fazla renkte yani pleokroik bir kaplamaya veya yapıya sahip olabilir (Medenica, 2020).



Görsel 3.1. Dikroik Cam Plakalar
(<http-4>)

3.2. Dikroik Etkinin Oluşumu ve Kimyası

Roma dönemindeki ilk örnekleriyle bilinen dikroik camın üretim yöntemi, teknolojinin gelişimiyle birlikte köklü bir dönüşüm geçirmiştir. Eski dönemde dikroik etki, camın şekillendirilmesi sırasında iz miktarda nanometrik altın ve gümüş parçacıklarının dahil edilmesiyle elde edilmekteydi. Günümüzde ise aynı etki, camı renklendirmek için kullanılan benzer metal, metal oksitleri ve/veya nitridlerin yardımıyla elde edilmektedir,

fakat bu maddeler camın ham maddesine entegre edilmek yerine, kontrollü bir vakum ortamında, cam yüzeyine püskürtülen ince katmanlar olarak uygulanmaktadır (Görsel 3.2). Bu katmanların nano ölçekli ve çok sayıdadır, bu durum dikroik camın ışıkla etkileşiminde farklı açılardan çeşitli renkler yansıtmasına ve kendine özgü iridesan bir görünüme sahip olmasına olanak tanımaktadır (Walker, 2002), (<http-5>).



Görsel 3.2. Dikroik Cam Üreten Bir Fabrika Atölyesi
(<http-6>)

Dikroik cam oluşumu için plaka formundaki cam havasız bir özelliğe sahip vakum odasına yerleştirilir, kuvars kristali ile metal oksitler elektronik ışın tabancası ile buharlaştırılır, buharlaşan bu elementler, kristal bir yapı şeklinde cam yüzeyine yapışır. Metal oksitler olarak çinko sülfat ve magnezyum florür gibi kimyasallar mikro düzeyde, bombardıman şeklinde cam yüzeyinde yoğunlaştırılır, yüzeyde alternatif katmanlar halinde birikir. Bu işlemlerin birkaç kez tekrarlanması sonucunda cam yüzeyinde son derece ince bir tabaka oluşur. Her katman birbiriyle etkileşime girerek belirli dalga boylarında ışığın yansıtmasına ve iletilmesini sağlar. Böylelikle yüzey tabakasının inceliğine rağmen etki, parlak renkte ve yansıyan rengi ile iletilen rengi birbirinden farklıdır (Griffith, 1961) (Culler, 2010). Renkler, bir katmanın hem yüzeyinden hem de alt ara yüzeyinden yansıyan ışık dalgalarının üst üste binmesi sonucunda meydana gelir. Bu renk oluşumları yansıyan ve iletilen, yani yapıcı ve yıkıcı girişimlerle oluşur: İki dalga tepesi yani dalgaların en yüksek noktaları çakıştığında dalgalar güçlenir ve yapıcı girişim gerçekleşir. Ancak bir dalga tepesi, başka bir dalganın çukuru ile yani bir dalganın en

yüksek noktası diğer dalgaının en düşük noktasıyla karşılaştığında, dalgalar birbirini sönümler ve yıkıcı girişim oluşur. Örneğin, mavi ışık yıkıcı girişime uğradığında, yayılan beyaz ışık mavi bileşeni içermeyen yansıtılır. Bu durumda, maviye tamamlayıcı renk olan sarı ışık görünür hale gelir. Aynı anda, camdan bakıldığında mavi ışık algılanabilir. Girişim renklerinin ve gradyanlarının algılanabilmesi, esasen gelen ışık ışınımının yönüne ve gözlem açısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kaplama sayısının artmasıyla birlikte, iletim ve yansıma aralıkları daha keskin bir şekilde birbirinden ayrılır. Bu durum hem iletim hem de yansıma değerlerinin yükseltilmesine olanak tanıyarak, aralarındaki kontrastın belirginleşmesinin yanı sıra renk doygunluğunun da artmasını sağlar (http-7). Camın parlak rengi, metalik bir kaliteye sahiptir. (Snyder, 2010)

3.3. Dikroik Etkili Camların Tarihçesi

Dikroik camın bilinen ilk örnekleri Roma dönemine ait olmakla birlikte, bu döneme ilişkin oldukça sınırlı sayıda dikroik buluntu tespit edilmiştir. Söz konusu buluntular, ağırlıklı olarak kupa formlarında karşımıza çıkmaktadır. Bu örneklerde, ışığın yansıma ve iletim yoluyla ortaya çıkardığı renkler genellikle kırmızı ve yeşil tonlarındadır. Roma dönemine ait dikroik cam eserlerin en bilinen örneği, MS 4. yüzyıla tarihlenen Lycurgus Kupası'dır. Tek parça halinde günümüze ulaşan ve dikroik etki gösteren tek eser olan bu kupa, soda-kireç camı özelliği göstermekle birlikte az miktarda kolloidal altın ve gümüş içermesiyle dikroik etkiyi ortaya çıkarmaktadır. Kupa, yansıyan ışıktaki yeşil, iletilen ışıktaki ise kırmızı renkte bir görünüme sahiptir (Görsel 3.3). 1958 yılında British Museum tarafından satın alınan kupa, Trakya Edonisi'nin kralı Lycurgus'un ölümünü anlatmaktadır. Üzerindeki kabartmalarda Lycurgus, Dionysos ve asma tasvir edilmiştir; Dionysos'un takipçilerinden biri olan Ambrois, onu yakalamaya çalışan Lycurgus taş atar ve onu kurtarmaya için toprak anaya seslenir. Toprak ana Ambrosia'yı asmaya dönüştürür. Asma, Lycurgus'u dallarıyla sarar (Whitehouse, 2007), (Chirnside ve Proffitt, 1963).



Görsel 3.3. Lycurgus Kupası
(http-8)

Roma dönemine ait ender dikroik cam örnekleri Türkiye’de de rastlanmıştır; Gaziantep Dülük Baba Tepesinde yapılan Doliche kazısında 2006 yılında bir adet, 2011 yılında ise iki adet olmak üzere üç adet Roma dönemine ait dikroik kupa parçaları bulunmuştur. Bu parçaların yansıyan rengi mat yeşil, iletilen rengi kırmızıdır (Whitehouse, 2015). Şimdiye kadar Dünya genelinde yapılan kazılarda, Roma dönemine ait sekiz adet dikroik buluntudan üç tanesi bu kazılarda çıkarılmıştır. Bu üç buluntunun dışında aynı bölgede gerçekleşen kazıda, 2010 yılında bir başka Roma dönemi dikroik cam kabı çıkarılmıştır; fakat bu kabın, dikroik malzemeden üretildiği 2013 yılında tespit edilmiştir. Bu kabın iletilen rengi kırmızı olmasına karşın, diğer üç parçadan farklı olarak, yansıyan rengi kobalt mavidir (Hopken, 2015). Bulunan bu dört kap kırık parçalar halindedir.

1950-1960’lı yıllarda NASA, astronotları, kozmik radyasyonların zararlı etkilerinden korumak amacıyla dikroik camı geliştirmeye başlamıştır. (Hess, 2005). Dikroik cam, üretimi için cam harmanına metal oksit eklenerek üretilmekteyken, NASA, belirli metallerin vakum odasında, elektron ışınları ile buharlaştırılıp camın yüzeyinde kristal yapılar şeklinde yoğunlaşarak çok ince tabaka oluşturulması yöntemini geliştirmiştir. Oluşan kaplamanın dikroik cama dönüşmesi için bu işlem birkaç kere tekrarlanmaktadır. İşlem sonrası dikroik cam yüzeyinde bir inçin otuz milyonda biri kalınlığında katman oluşmaktadır. Elde edilen cam, şeffaflığını koruyup görüşü engellememektedir; fakat radyasyonu yalıtım için yeterli bariyer oluşturmaktadır (http-9).

Bu üretim yöntemiyle birlikte, dikroik camın kullanım alanları önemli ölçüde genişlemiş; özellikle ışık ile etkileşiminden kaynaklanan estetik özellikleri sayesinde mimari ve

çağdaş sanat uygulamalarında anlatım aracı olarak tercih edilen bir malzeme haline gelmiştir. Dikroik camın ışığın yansıma ve kırılma özelliklerine verdiği benzersiz tepkiler, onu hem işlevsel hem de sanatsal bağlamlarda öne çıkaran önemli bir unsur yapmıştır. Bu nedenle, modern tasarım ve sanat projelerinde giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır.

4. DİKROİK CAMIN KULLANIM ALANLARI

20.yüzyılda NASA dikroik camı, astronotlarını güneş ışınlarına ve kozmik radyasyona karşı koruma amacıyla geliştirirken aynı zaman bu cam çeşidinin birçok alanda kullanımının önünü açmıştır. Dikroik cam çeşitliliğiyle bilimde, mimaride, endüstride ve sanatsal üretimlerde kendine yer bulmuştur (Whitehouse, 2007).

NASA'nın dikroik camın üretim yönteminde köklü bir değişiklik yaparak bu camı geliştirmesi, camın görünüşünün daha albenili ve ışıkla ilişkisinin daha etkili olmasının yanı sıra üretiminin de yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu süreç, dikroik camın mimaride yapı elemanı olarak kullanılmaya başlanmasının, yanı sıra sanat alanına da yansımıştır. Cam fabrikalarında üretilmeye başlayan dikroik cam sanatçıların dikkatini çekmiş, yeni bir etki alanı ve ifade biçimi olarak sanat çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır.

Mimaride cephe, pencere, balkon gibi alanlarda kaplama olarak karşımıza çıkan dikroik cam. El sanatlarında açık alevle cam şekillendirme ya da cam füzyon teknikleriyle takı üretiminde, sanat alanında ise enstalasyon ve heykel formlarıyla karşımıza çıkar.

4.1. Mimaride Dikroik Cam

Mimarî alanında, aydınlık ve ışık öğeleriyle öne çıkmasından dolayı cam, insan yaşamı için önemli bir unsur durumundadır. Mimaride cam malzeme kullanımı hem mekânı anlamlandıran hem de mekânın algılanmasına yardımcı olan önemli bir öğe konumundadır (Atalayer, 2007). Çeşitli metal oksitlerin cam yüzeyinde mikro incelikte tabaka oluşturması sonucu elde edilen dikroik cam, şeffaflık, geçirgenlik, parlaklık özelliklerinin gün ışığına göre değişen farklı renkler olarak yansımaları sonucunda mimaride kullanımı cazip hale gelmiştir. Dış cephelerde genellikle pencere, balkon paneli, güneş kırıcı ve çatı elemanı olarak görülmekte olan dikroik cam, gün içerisinde ışığın geliş açısının değişmesine bağlı olarak yansıttığı farklı renklerle sıradan olan cephenin hareketli ve canlı bir görünüm almasını vaat etmektedir (Birinci ve Tuğrul,

2022). Aynı zamanda, uygulandığı mekânda ışık miktarını kontrol ederek doğal aydınlatmayı artırmakta ve ışığın kalitesini iyileştirirken UV koruması da sağlamaktadır (http-10).

Mimaride dikroik cam ilk olarak, 1985 yılında, ABD Indianapolis'te bulunan Sweeney Kilisesi'nde kullanılmıştır. Dikroik cam, kilisenin 9,35x3,06m boyutlarındaki en büyük camına uygulanmıştır (Görsel 4.1). Bu camdan iletilen ve yansıyan ışıklar, birbiriyle etkileşiminden dolayı farklı renklerde düşmektedir. Günün ilerleyen saatlerinde güneşin konumuna göre bu cama gelen ışınların açısının değişmesiyle farklı etki değişimleri meydana gelir. Kullanımıyla mekânsal yapılara farklı görsel kimlikler sağlayan dikroik cam çeşitli görüş açılarına verdiği ayrı tepkiler, aydınlatma veya gün içerisinde değişen güneş ışığının kırılma etkileri, kişilere algı farklılıkları yaratırken, yapıya benzersiz bir görünüm sağlayarak eşsiz bir mekânsal deneyim sunmaktadır (Medenica, 2020).



Görsel 4.1. Sweeney Kilisesi'nin Dikroik Cam Kullanılan Penceresi
(http-11)

Verner Johnson tarafından tasarlanan Prairie Müzesi, orta batı ABD bozkırlarında inşa edilmiş olup 3800 m² büyüklüğündedir (Görsel 4.2).



Görsel 4.2. Prairie Müzesi
(<http-12>)

Bu yapının tasarımında, arazinin topografyasına uyum sağlaması ve izleyicide kırlara yayılan ateş hareketi algısı yaratması amaçlanmıştır (Görsel 4.3). Bina cephesinde kullanılan dikroik cam, mimarın tasarım amacına uygun olarak kırlarda yayılan yangını çağrıştırırken, yapının iç mekanına farklı bir dinamik katmıştır (Medenica, 2020).



Görsel 4.3. Prairie Müzesi Güneş Batarken Alevi Andıran Görünümü
(<http-13>)

Seattle Dudlin’de bulunan, 160 m uzunluğuna sahip ofis binası, Amazon şirketine aittir. Cephesi dikroik cam ile oluşturulmuş bu yapı, gün içerisinde güneş ışınlarının etkisiyle çeşitli illüzyonlara sebep olurken, gece, yapı içerisine yerleştirilen aydınlatmanın etkisiyle farklı ışık ve renk yansımaları görülmektedir (Görsel 4.4) (Tazeoğlu, 2016).



Görsel 4.4. Amazon şirketinin Paris’teki binası
(http-14)

Dikroik cam, güneş kırıcı özelliğinden dolayı mimari yapılarda pencere camı, balkon paneli yapı elemanları için de tercih edilen bir malzemedir. Bunun en iyi örneklerinden biri Paris’te bulunan Fulton – A5A1 binasıdır (Görsel 4.5).



Görsel 4.5. Fulton – A5A1 Binası
(<http-15>)

Sen Nehri üzerinde bulunan bu yapı Bernard Buhler tarafından yapılmıştır. Buhler, binanın dolambaçlı balkonlarını kaplamak için dikroik cam kullanmıştır. Canlı mavi ve altın tonlarını yansıtan yanardöner malzeme, bina cephesine etkileyici bir derinlik hissi vermekle birlikte, işlevsel olarak, balkon içi izolasyon sağlayarak mahremiyet alanı yaratmaktadır (Görsel 4.6) (Birinci ve Tuğrul, 2022).



Görsel 4.6. Fulton – A5A1 Binası Güneş Batarken Yandan Görünümü
(<http-16>)

Dikroik camın atmosferik etkisi, mimaride kullanıldığında yapıya sanatsal bir boyut getirerek enstalasyon etkisi sunmaktadır (Birinci, Tuğrul, 2022).

4.2. Sanatsal Üretimde Dikroik Cam

Sanat çalışmalarında ya da dekoratif kullanımında dikroik malzemeler, ışık ile etkileşimiyle renk değiştirebilen yüzeyler oluşturmak için kullanılır. Işık, bu yüzeylerin farklı açılardan farklı şekilde görünmesini sağlar. Çok katmanlı bir yapıya sahip dikroik cam, bu özelliği nedeniyle farklı dalga boylarındaki ışığı farklı şekillerde işleyerek görsel albenisi yüksek optik özellikler sağlar. Bu optik etkinin yarattığı renkli ışık efektleri ve görsel deneyimler dikroik camın sanat alanında, ışık enstalasyonları ve bu özelliklerin ön plana çıkarıldığı heykel formları için kullanılır. Görsel sanatlar alanında kullanılan dikroik etkiler, yapılan çalışmalara canlı renk geçişleri ve çeşitli yansımalar katar. Sanatçılar, dikroik cam ile ürettikleri çalışmalarla mekânın atmosferini değiştirebilir, izleyiciye dinamik bir deneyim sunabilirler.

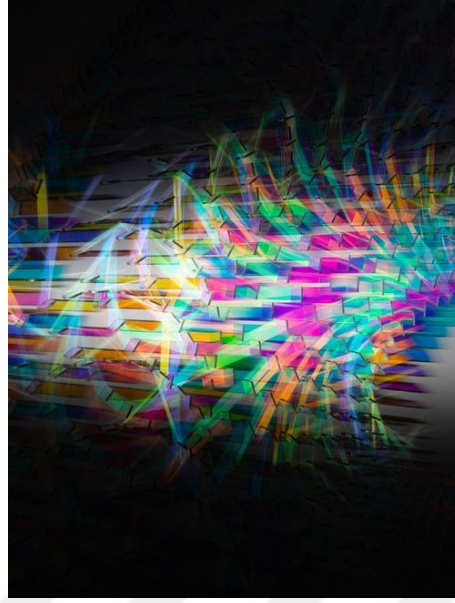
4.2.1. Dikroik Etkiyi Kullanarak Çalışma Yapan Sanatçılar

Dikroik malzeme ile çalışan sanatçılar, bu cam türünün ışık ile etkileşiminden faydalanarak sergi alanını etkili bir şekilde kullanmaktadır. Bu doğal etkileşim nedeniyle dikroik etkinin sanat alanında kullanımı genellikle enstalasyon ve heykel formuyla karşımıza çıkmaktadır.

4.2.1.1. Chris Wood

1954 yılında İngiltere Newcastle’da doğmuştur. Londra’da bulunan Middlesex Üniversitesi’nde mobilya tasarımı bölümünde okumuştur (<http-17>).

Dikroik cam ile Kraliyet Sanat Koleji’nde çalışırken tanışan Wood, malzemenin renksiz oluşuna rağmen ışığın büyümlü özelliklerini mükemmel bir şekilde yansıttığını vurgulayarak bu malzemenin onu ne kadar büyülediğini belirtmektedir. Dikroik etkiyi başarılı bir şekilde kullanmanın yolunu bulana kadar on yıl boyunca denemeler yaptığını ifade etmektedir. Yaptığı çalışmalarda genellikle soğuk cam şekillendirme tekniğini ile çalışan sanatçı, dikroik plakaların, ışık Emilimi ve yansıması sonucunda oluşan renklerin birbiriyle etkileşiminden faydalanır (Görsel 4.7) (Klotz, 2016).



Görsel 4.7. Chris Wood, 40/40, 2022
(<http-18>)

Wood'un enstalasyonlarında dikroik camların sanatçının tasarımındaki biçimsel kurgular ve ışıkla birlikte yerleştirildiği mekanla ilişkilendirildiği görülmektedir (Görsel 4.8). Wood mekana dıştan gelen ışığı eseri aracılığıyla (dikroik yüzeyler burada aktarma aracı olarak da görülebilir) dönüştürerek mekanın içine taşımaktadır (Görsel 4.9).



Görsel 4.8. Chris Wood, Aurora, 2017
(<http-19>)



Görsel 4.9. Chris Wood, Cam ve Duvar Panosu
(<http-20>)

4.2.1.2. Tom Marosz

Optik manipülasyona küçük yaşından beri ilgi duyan sanatçı, gençliğinde fotoğrafçılık, lazer ve holografî ile ilgilenmiştir. Cam ile sanatsal alanda ilgilenmeden önce 15 sene boyunca cam müteahhidi olarak çalışmıştır. Ardından sanatsal alana yönelen Marosz, heykelleri için kesme, yapıştırma, parlatma gibi soğuk cam şekillendirme teknikleri kullanmıştır (Görsel 4.10, Görsel 4.11) (<http-21>)



Görsel 4.10. Tom Marosz, Double Cube, 2019
(<http-22>)



Görsel 4.11. Tom Marosz, Penta, 2018
(<http-23>)

4.2.1.3. Toland Sand

Sanatçı, 1949, Kaliforniya, Berkeley’de doğmuştur. 1977 yılından beri cam malzeme ile uğraşan Sand’ın, bu alan üzerine bir eğitimi bulunmamaktadır. (<http-24>)

Dikroik camın sanatsal kullanımında farklı bir soluk getiren sanatçı, küçük parçalar halinde kullandığı dikroik camı kristal cam ile birleştirerek yoğun optik etkiler elde etmektedir (Görsel 4.12).



Görsel 4.12. Toland Sand, Crisscross Blues Cube. 9x9x9
(<http-25>)

Toland Sand, formlarını elde ederken soğuk cam tekniklerinden faydalanmaktadır. Sanatçının heykelleri, milimetrik hesaplama ile uzun ve hassas çalışma süreci gerektirmektedir. Parçalanmış forma vurgu yaparak heykellerinde, denge, uyum ve simetri aramakta olan Sand, eserlerinde dikroik camları adeta şeffaf bir duvar içine hapsetmekte böylelikle içerideki dikroik parçalar üzerindeki renkli yansımaların etkisini de büyötmektedir. (Görsel 4.13) (<http-26>).



Görsel 4.13. Toland Sand, Bluevista Wedge, 11x8x4
(<http-27>)

4.2.1.4. Akihiro Okama

Japon cam sanatçısı olan Akihiro Okama Ocak 2023 yılında vefat etmiştir. 1995 yılında Art Glass Studio Hand adlı atölyesini kuran sanatçı, açık alevde cam şekillendirme tekniğinde ustalaşmıştır. Genellikle boncuk, misket ve kağıt ağırlığı üzerine çalışmakta olup, dikroik camdan birçok takı ve heykel üretmiştir (Görsel 4.14, Görsel 4.15).



Görsel 4.14. Akhiro Okama, Dokulu Dikroik Cam Kullanarak Yaptığı Heykel
(<http-28>)

Şaloma ile yaptığı formları soğuk cam şekillendirme yöntemini kullanarak dikroik camlarla birleştirip elde ettiği heykellerle dikroik cam sanatına farklı bir soluk getirmiştir.



Görsel 4.15. Şaloma ve Soğuk Cam Teknikleri ile Oluşturulan Heykeller
(http-29)

5. Kişisel Uygulamalar

Dikroik etkiyi çalışmalarında kullanan sanatçılar, genellikle soğuk cam işleme tekniklerine başvurmakta ve şeffaflık özellikleriyle dikkat çeken kristal cam, borosilikat cam gibi cam türlerini tercih etmektedirler.

Dikroik etkinin sıcaklıkla ilişkili değişim ve etkileşimlerine dair literatürde yeterli çalışma bulunmamasından dolayı, bu tez kapsamında dikroik kaplamanın sıcaklık karşısındaki tepkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kişisel uygulamalarda soğuk cam şekillendirme tekniklerine ek olarak fırınlama yöntemleri de kullanılarak, dikroik etkinin çeşitli tekniklerle ve farklı cam türleriyle etkileşimi incelenmiştir.

5.1. Tasarım Süreci

Tasarım sürecinde dikroik etkinin, ışık ile ilişkisi ve ona verdiği tepki ana konu olarak ele alınarak ‘Hayat’ serisi oluşturulmuştur.

‘Hayat’ serisi: Cam malzemenin en yaygın bilinen özelliği şeffaflığı ve parlaklığıdır. Birey algısına yansıyan bu özellikler camın, ışık ile etkileşiminden meydana gelir. Cam,

ışığı, ışık da camı değiştirir, dönüştürür. Bünyede bütünleşen bu ikili heykel özelinde farklı etkiler sunar.

Anıların, insan üzerinde yarattığı etki, cam ve ışık ilişkisine benzer. Anılarla bütünleşen kişilik, insan benliğini oluşturur. Geçmişte yaşansa da şimdiki zaman ve geleceğe etki eden anılar, sonsuz geri dönüşümü olan cam materyal gibi zamanın ötesinde ve ölümsüzdür.

5.2. Kullanılan Cam Türleri

Günümüzde kullanım amacına yönelik olarak farklı niteliklerde birçok cam türü bulunmaktadır. Oluşturulacak cam harmanına eklenen hammaddelerle ve onların yüzdeleriyle oynayarak istenilen özellikte cam elde edilebilir. Malzemenin çalışma aralığı, yumuşaklığı, kimyasal dayanım, mukavemet gibi parametrelerle oynanabilir, örneğin; malzemeyi daha yumuşak bir hale getirmek için kurşun eklenebilir veya soda kireç ya da daha sert bir yapıda olması istenirse boraks eklenebilir (Watkins ve Baker, 2010) ya da şeffaf cama renk vermek için farklı metal oksitler eklenebilir. Bu hammaddelerin cam malzeme üzerinde etkilediği bir diğer parametre ise genleşme katsayısıdır. Genleşme katsayısı, bir arada kullanılacak camların termal uyumunu belirlemesi açısından önem taşımaktadır.

Birçok madde gibi cam da genleşme katsayısına sahiptir. Kısaltması COE olan genleşme katsayısı, maddenin ısınınca hacimsel olarak genişlemesi, soğuyunca da büzülerek eski hacmine kavuşması esnasındaki hızına denir. Camın genleşmesi çıplak gözle görülemez, laboratuvar ortamında ölçülebilecek moleküler düzeydedir. Genleşme katsayıları (COE) genelde ondalık tamsayı şeklinde değerlerle ifade edilir (Walker, 2002).

Fırın tekniklerinde, cam malzemeler sıcaklık kullanılarak birleştirilecekse COE uyumları çok önemlidir. Kullanılacak camların COE değerinin aynı olmaları beklenmektedir. Buna camın uyumlu olması denir. Isı kullanılarak birbirine yapıştırılan camlar uyumlu ise ısıtıldığında eşit şekilde genleşecek, soğurken de eşit şekilde büzüleceklerdir ve sorunsuz bir şekilde birbirleriyle kaynaşmış olacaklardır; fakat kullanılan camlar uyumlu olmadığı sürece fırından çatlak veya kırık çıkması muhtemeldir. Fırın ortamında birbirine kaynaştırılmış camların soğuma ve genleşmeleri arasındaki farkın büyüklüğü aralarındaki gerilimin artmasına neden olur. Gerilimin fazla olması durumunda iki cam parçası soğuma sırasında büzüşme farkından oluşan gerilime dayanamayarak birbirinden

ayrılacak objede kırık oluşumuna neden olacaktır. Orta seviyede bir gerilim oluşması durumunda, soğuma sırasında cam buna tolerans gösterecek ve parçalar birbirinden ayrılmayacaktır; fakat kullanım esnasında yaşanan ani sıcaklık değişimlerine dayanamayacaklardır. Bu sıcaklık değişimleri hava ısısı olabileceği gibi bulaşık makinesi gibi su yoluyla da olabilir (Lundstrom, 1994).

Fırın ortamında camın stresinin alınmasına tavlama denmektedir. Genleşme katsayısı farkından oluşan uyumsuz cam stresi tavlama ile ortadan kaldırılamaz.

Fırından çıkarılan cam objede stres kalıp kalmadığı çıplak göz ile tespit edilemez. Bu tespit için Stressometre ismi verilen bir alet bulunmaktadır ve bu aletle atölye ortamında rahatça ölçüm yapılabilir. Cam obje, aletten gelen ışık ile polarize bir film olan mercek arasına tutulur ve elde çevirerek yüzeyi kontrol edilir. Bu esnada yüzeyde hale görülürse camda stres kaldığı anlamına gelir (Eberle, 1997). Bu stres uyumsuz camların bir arada kullanımından veya yetersiz tavlama ile ileri gelmiş olabilir.

5.2.1. Düz Cam

Diğer türlere nazaran daha uygun fiyatlıdır ve erişimi en kolay olanıdır. Çoğu pencerelerde bu cam türü kullanılmaktadır.

Bir milimetreden başlayarak çeşitli kalınlıklarda yapımı mümkündür. İsmi yapılaş aşamasından alır. Fabrika üretimi bu camlar için, kalay yatağı oluşturulur ve erimiş haldeki cam bu yatağa istenilen kalınlığa ulaşmaya kadar dökülür. Eskiden merdaneyle üretildiği için elde edilen cam yüzeyinde oluşan iz problemi kalay üzerinde cam yüzdürme tekniğiyle giderilmiş, pürüzsüz, düz cam eldesi mümkün hale gelmiştir (Eberle, 1997). Kalayda yüzdürmenin tek dezavantajı; soğudukça camda ince bir kalay tabakasının kalmasıdır. Düz cam kullanılarak elde edilecek bir obje, fırınlanacaksa kalaylı yüzey, kalay makinesiyle tespit edilmeli ve o yüzeyin, yerleşim esnasında fırın tabanında kalacak, kalaysız yüzeyin üst tarafta bakacak şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde fırınlanmış camda buğulanma meydana gelebilmektedir.

Genleşme katsayısı yani COE düz camın formülüne göre değişiklik göstermekte olup 83 ile 90 arasındadır; fakat genellikle 85 ile 87 aralığında görülmektedir (Walker, 2002).

5.2.2. Soda Kireç Camı

En yaygın kullanıma sahip soda-kireç camının temel bileşenleri silika, soda ve kireçtir. Silika, en yaygın olarak kumdan elde edilmektedir. Soda, sodyum karbonat bileşenidir ve silikanın füzyon noktasını düşürerek camı işlenebilir hale getirmektedir. Kireç ise camı daha sertleştirip erozyon, su ve asitlere karşı dayanımını artırır. Bu özellikleri soda kireç camının, züccaciye gibi farklı sektörlerde kullanılmasını sağlar. Renk vermek veya fiziksel özelliklerini değiştirmek için cama, farklı metal oksitler eklenmektedir (Watkins-Baker, 2010) (Griffith, 1961)

5.2.3. Borosilikat Cam

Sıcaklık değişimlerine ve kimyasal korozyona karşı yüksek direnç özellikleriyle bilinen, silika, bor oksit, potasyum ve soda bileşenlerinden oluşan borosilikat camın, bileşiminde en az %5 borik oksit bulunur (Watkins-Baker, 2010). Halk arasından bor cam olarak bilinir, kimyasallara dayanımından dolayı ilaç kabı ve deney kabı olarak, sıcaklık değişimlerine dayanımından dolayı mutfak gereçlerinde ve ampul olarak sıklıkla kullanılan borosilikat camın darbeye karşı dayanımı da yüksektir (Eberle, 1997).

Bilimsel cam üfleyicilerin kullandığı cam çeşidi olan borosilikat cam bilimsel laboratuvarlarda kullanılmak üzere 20. Yüzyılın başlarında Alman firması Schoot ve Amerikan firması Corning iş birliğiyle geliştirilmiştir. Birinci Dünya Savaşı'na kadar süren bu birliktelikten sonra da Corning, borosilikat cam üzerine çalışmalarına devam etmiş Pyrex adı altında fırın kullanımına uygun mutfak eşyaları olarak geliştirmeye yönelmiştir (Opie, 2002).

Isıl genleşme katsayısı (COE) 32 ile 33 aralığındadır (Mears, 2003). Alevle şekillendirme tekniğinde sık kullanılan bir cam türüdür. İçi boş boru ve içi dolu çubuk çeşitleri bulunur ve hem üfleyerek içi boş objeler elde edimine hem de dolu obje elde edimi mümkündür. Ani ısı değişimine duyarsız olmasından dolayı büyük boyutlu heykel yapımına uygundur (Görsel 5.1).



Görsel 5.1. Simone Crestani, Kristalline Wunderkammer, 2018
(<http-30>)

5.2.4. Effetre Camı

Alevle şekillendirme tekniğinde yaygın olarak kullanan bir cam çeşididir. Dolu çubuklar şeklinde üretilmekte olup renk skalası oldukça geniştir ve hem saydam hem opak renk çeşitleri üretilmektedir.

Genleşme katsayısı (COE) 104'tür (Walker, 2002). Yumuşak cam sınıfına giren bu cam türü, ısı değişimine dayanımı düşük olduğu için uzun zaman alan işlemler ve büyük objeler için uygun değildir. Boncuk yapımında tercih edilen cam türüdür (Görsel 5.2).



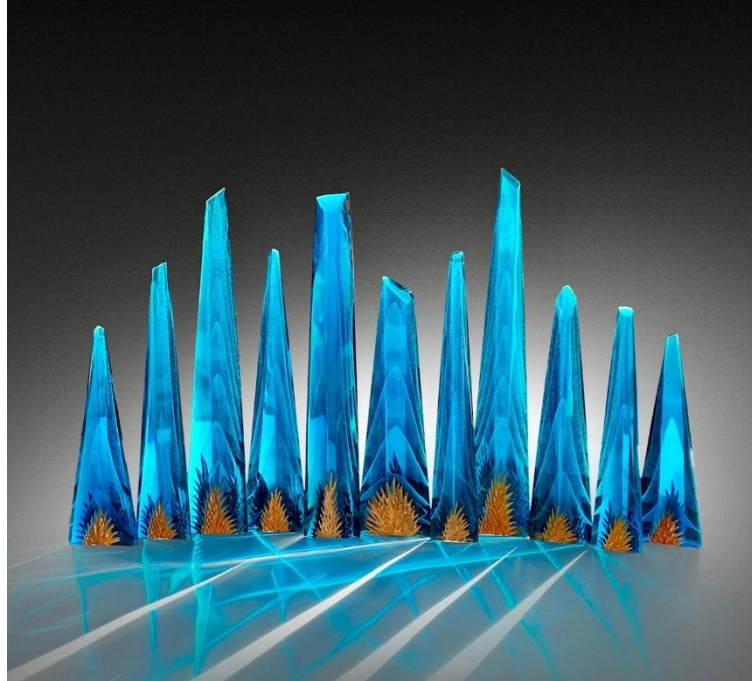
Görsel 5.2. Cam Boncuk
(<http-31>)

5.2.5. Kristal Cam

Angelo Barovier tarafından geliştirilen şeffaf özelliğiyle ön plana çıkan cam türüdür (Cunéaz, 2003). Diğer cam türlerine göre daha yumuşak ve parlak yapıya sahiptir, daha

ağırdır ve erime noktası düşüktür. Farklı ülkelerde geliştirilen kristal cam harmanı, kurşun oksit, soda ve potasyumdan oluşmaktadır. Venedik kristali soda-kalsit içerikliken, Bohem kristali yüksek konsantrasyonlarda potasyum ve baryum oksit içermekte, İngiliz kristali ise %30 oranında kurşun içermektedir. Harman içindeki kurşun oksit, camın parlaklığını ve yumuşaklığını arttıran temel hammaddedir. Diğer cam türlerine göre daha ince tonda titreşim dalgası yayan kristal cam, ışıltılı görüntüsüyle ışığı kırma kapasitesinin oldukça yüksek olması, yumuşaklığı nedeniyle camı işleminin kolay olmasıyla özellikle soğuk cam tekniklerinde tercih edilen bir cam türüdür. (Küçükerman, 1985) (Cunéaz, 2003) (Eberle, 1997).

Bu özelliklerinden ve erime noktasının düşük olmasından dolayı aşındırma, kesme, parlatma gibi soğuk cam işlemlerinde cazip olmasının yanı sıra kalıpla şekillendirme tekniğinde de en sık kullanılan cam çeşididir (Görsel 5.3). Optik etki özelliği albenili görünümünün yanı sıra cama metaforik bir anlam katmaktadır. Bu nedenle günümüzde fonksiyonel objelerin ve süs eşyalarının yanı sıra, modern sanatta enstalasyon ve heykel formlarında sanatçının duygu ve düşüncelerinin aktarımında anlatım aracı olarak kullanılmaktadır.

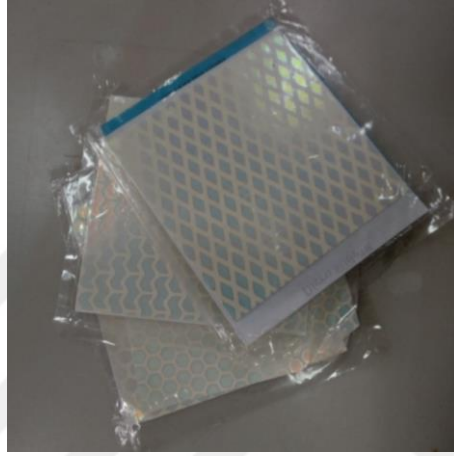


Görsel 5.3. Alex Bernstein, 2022
([http-32](http://32))

5.3. Kullanılan Dikroik Çeşitleri ve Denemeleri

Günümüzde dikroik cam, doku, renk, desen bakımından oldukça çeşitlidir (Griffith, 1961). Bu süreçte dikroik plaka, dikroik kaplamalı plaka, dikroik kaplamalı çubuk ve dikroik yapışkan ile çalışıldı. Bu çalışılan dikroik türlerinin farklı camlara ve farklı sıcaklıklara olan tepkileri gözlemlendi.

Dikroik yapışkan; küçük birim tekrar desenlerden oluşmuş filmlerdir (Görsel 5.4). Genellikle açık alevde şekillendirme tekniği ile yapılan takı tasarımlarında kullanılır.



Görsel 5.4. Dikroik Yapışkan
(Fotoğraf: Deniz Küçükballılar)

Tez kapsamında, dikroik yapışkan üzerine, farklı camlarla uyumu ve farklı sıcaklıklara verdiği tepki üzerine deneyler yapılmıştır.

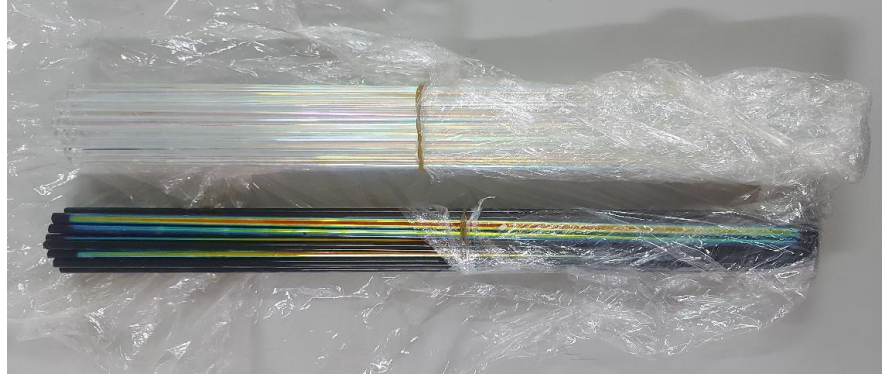
Açık alevle şekillendirme tekniğinde kullanılan borosilikat ve effetre camlarına uyumlu olmakla birlikte denemeler sonucunda düz cam ile kalıpla şekillendirmede kullanılan çek kristalinle de uyumlu sonuç vermiştir.

Fırın içi denemelerde 600°C'ye kadar cam yüzeyine tutunmamış ve soyulma eğilimi göstermiştir.

Fırın ortamında 850°C'ye kadar yapılan denemelerde, iki cam arasına sıkıştırılıp ve cam yüzeyinde bırakılarak sıcaklığa tepkisi gözlemlenmiş, bu yapışkan çeşidi için 850°C'de direkt ısı ile temasında bozulma ya da yanma yaşanmadığı tespit edilmiştir.

Dikroik kaplamalı çubuk; 2mm çapında, effetre türü cam çubuğun tek tarafına püskürtme şeklinde dikroik malzemesinin kaplanması sonucu elde edilen cam çubuk türüdür. Piyasada, şeffaf çubuk ve siyah mat çubuk olarak iki çeşidi mevcuttur (Görsel 5.5). Açık

alevde şekillendirme tekniğine uygun olarak üretilmiş olup genellikle takı tasarımında kullanılmaktadır. Satıcı firma tarafından COE değerinin 104 olduğu bilgisi alınmıştır.



Görsel 5.5. Şeffaf ve Mat Siyah Çeşitleriyle Dikroik Kaplı Cam Çubuklar
(Fotoğraf: Deniz Küçükballılar)

Tez kapsamında, dikroik kaplı cam çubuk çeşidi üzerine, farklı sıcaklıklara ve farklı teknik kullanımlarına verdiği tepki üzerine denemeler yapılmıştır.

İlk olarak açık alevde şekillendirme tekniğiyle 1,2cm boyunda bir damla form denenmiştir. Satıcıdan, cam çubuğun üzerinde bulunan dikroik kaplamanın ateş ile direkt temas etmemesi bilgisi alınmıştır. Bunun üzerine çubuk, şaloma ateşiyle kaplama bölgesinin arkasından, yumuşama sıcaklığına kadar ısıtılmıştır. Aynı anda 2mm çapında effetre şeffaf çubuk da yumuşama sıcaklığına kadar ısıtılmış, diğer çubuğun kullanılacak kadarki kısmının kaplama bölgesi, ısıtılan şeffaf effetre ile birleştirilerek dikroik kısmı iki cam arasına hapsedilmiş ve direkt aleve değerek yanma riskinin engellenmesi amaçlanmıştır. Ardından cam ufak bir top haline getirilmiş, biraz soğutulmuş ve sadece alt kısmı ısıtılıp yer çekimi etkisiyle hafif akması sağlanarak damla formu elde edilmiştir. Ardından tavlama kumuna gömülen dikroik damla formu soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan damla formu stressometre ile gözlemlenmiş ve effetre cam ile dikroik kaplamalı çubuğun birleşim yerlerinde hale tespit edilmiştir. Oluşan stres tölere edilir miktarda olduğu için camda çatlama gözlenmemiştir.

Minimal stresin tespiti ardından kil malzeme kullanılarak 3cm boyutunda bir model hazırlanmıştır. Modelin kalıbı alınmıştır. Boşaltılıp temizlenen kalıp kurutulmuş, model boşluğuna ağırlıklı olarak şeffaf effetre ile doldurulmuş ve 2cm boyutunda dikroik kaplamalı çubuk eklenmiştir. Fırınlanan kalıba cam cinsine ve kalıp boyutuna nazaran daha uzun bir tavlama diyagramı uygulanmıştır. Sağlam bir şekilde çıkan sonuç kalıptan

temizlendikten sonra stressometre ile gözlemlenmiş, içinde stres barındırdığı tespit edilmiştir. Cam formda 4.gün çatlaklar oluşmuştur; fakat kırılma yaşanmamıştır (Görsel 5.6.).



Görsel 5.6. Kalıpla Şekillendirme Dikroik Çubuk Denemesi
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Yapılan denemeler sonucu effetre ile uyumlu olmadığı fark edilen dikroik kaplamalı çubuk cam, diğer yumuşak cam çeşitleri ile denenmiş, fırın camı (Glassma 705) ve Çek kristal camı ile de uyumsuz olduğu tespit edilmiştir (Görsel 5.7, Görsel5.8.).



Görsel 5.7. Fırın Camı ile Deneme
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)



Görsel 5.8. Çek Kristali ile Deneme
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Yumuşak camlarla uyum gözlemlenemeyen bu cam türü, pencere camı ve borosilikat cam ile de fırın ortamında deneme yapılmış; ama olumlu sonuç alınamamıştır (Görsel 5.9, Görsel5.10.).



Görsel 5.9. Soda-Kireç Camı ile Yapılan Deneme

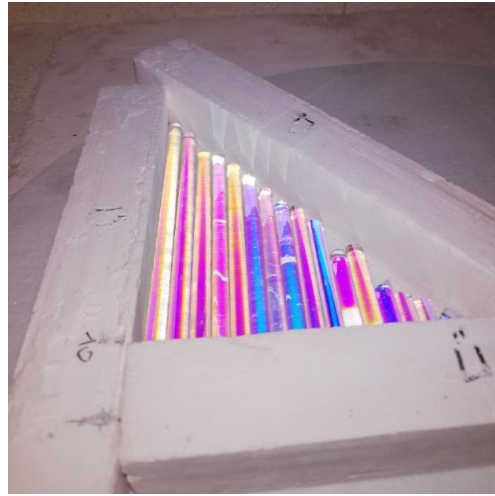
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)



Görsel 5.10. Borosilikat Cam ile Yapılan Deneme

(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Hiçbir cam ile uyumu sonuç vermemesi üzerine cam çubuklar tek başına kullanılarak füzyon denemesi yapılmıştır. Yan yana dizilen çubuk parçaları alçı duvar yardımıyla sıkıştırılmıştır (Görsel 5.11.).

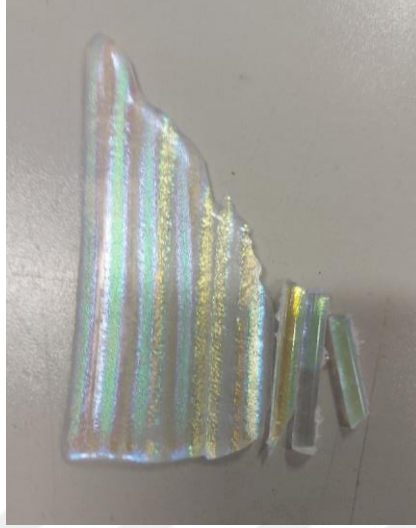


Görsel 5.11. Füzyon Denemesi

(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Deneme için tam füzyon sıcaklığına çıkılmıştır. Çıkan sonuçta kırık tespit edilmiştir. Oluşturulan üçgen cam plakada aynı çubuğa ait parçalar birbirine sorunsuz bir şekilde

kaynaşmış; fakat aynı cins camın farklı çubuğu ile gerilim oluşmuş, stresi tolere edemeyen cam birleşim yerinden kırılmıştır (Görsel 5.12.).



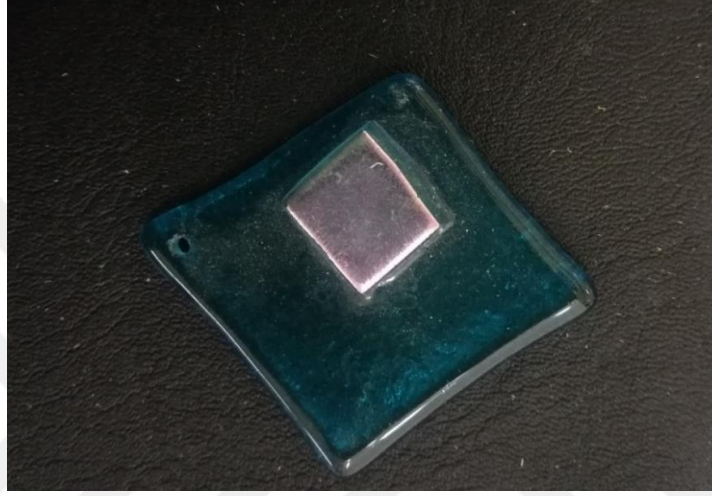
Görsel 5.12. Füzyon Deneme Sonucu
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Elde edilen olumsuz sonuç sonrası cam kaplamalar arası gerilim yaşandığı düşüncesi üzerine yeni bir deney düzenlenmiştir. Aynı cins dikroik kaplamalı iki farklı cam çubuk parçası, kaplamaları dış kısımda kalacak şekilde yan yana konulmuştur. Çubukların kaplamasız şeffaf kısımları birbirine değecek şekilde ayarlanmıştır. Bu iki çubuk parçasına yarı füzyon tekniği uygulanmış ve geniş tavlama yapılmıştır; fakat olumlu bir sonuç alınamamıştır.

Brenda Griffith'e göre uyumlu olan camlar, renklendirme amacıyla cam harmanına katılan farklı oksitlerin davranışına bağlı olarak uyumsuz hale gelebilir. Bu oksitlerde, birden fazla pişirme, yüksek sıcaklıklar ve uzun bekletme süreleri esnasında kimyasal değişimler meydana gelebilir. Bu süreç camın sıcaklığa karşı genişleme ve daralma tepkisi olan genleşme katsayısı yani COE değerini ve akmaya karşı direnç olan viskozitesini de değiştirebilir. Bu değişimlere bağlı olarak camların uyumlulukları etkilenebilir. (1) Bu bilgiye göz önünde bulundurulursa dikroik kaplamada bulunan metal oksitler effetenin COE katsayısını etkiliyor olabilir.

Dikroik kaplamalı plaka cam; Shott firmasının Narima serisi için ürettiği bir cam türüdür. Ekstra clear düz cam üzerine dikroik kaplama uygulanmıştır. Kaplama her iki yüzeyde de mevcuttur. Tez kapsamında, bu cam malzemenin, farklı sıcaklıklara ve farklı cam

tekniklerine verdiği tepki gözlemlenmiştir. İlk olarak pencere camı ile uyumlu olduğu biline renkli plaka cam fırın içinde uyumu gözlemlenmiştir. Mavi renkli plaka üzerin küçük bir plaka kesilerek yerleştirilmiştir. Fırın içinde yarı füzyon tekniği uygulanmıştır. Cam parçaları başarılı bir şekilde kaynaşmıştır; fakat dikroik kaplama sıcaklığa tepki vermiştir. Büyük oranda saydamlığı yok olan kaplama, çatlaklı, simli bir görünüm almıştır (Görsel 5.13.).



Görsel 5.13. Dikroik Kaplamalı plaka Cam ile Yapılan Füzyon Denemesi
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Alınan sonuç üzerine yapılan denemelerde bu dikroik kaplamanın yumuşama sıcaklığının üstündeki hiçbir sıcaklıkta saydam görünümünü koruyamadığı tespit edilmiştir. Işık kırılımı üzerine bir form tasarlanacaksa bu cam türü için sıcak yapıştırma uygun değildir. Soğuk yapıştırma önerilmektedir.

Açık alevde cam şekillendirme tekniğinin denemesi için plakadan, ince bir şerit şeklinde cam kesilmiştir. Kesilen şerit şaloma ile camın yumuşama sıcaklığına kadar ısıtılmıştır. Ardından cam yavaşça çekilerek ince bir çubuk elde edilmek amaçlanmıştır. Bu aşamada ateşe temas eden ve etmeyen her iki yüzeyindeki dikroik kaplamanın da yandığı ve beyaz bir renk aldığı gözlemlenmiştir (Görsel 5.14.). Yüksek ısı karşısında dikroik kaplama matlaşmakta, ardından özelliğini kaybederek beyazlaşmaktadır. Aynı sonuç dikroik plaka türünde de görölmektedir.



Görsel 5.14. Açık Alevle Cam Şekillendirme Tekniğiyle Yapılan Deneme
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Dikroik plaka; bu tür dikroik camlar, light ve dark olmak üzere iki çeşittir. Dark cinsinde kaplama daha belirgin ışık kırılımına bağlı oluşan renkler daha koyudur. Light türünde ise kaplama daha belirsiz ve renkler daha sönük, şeffaf renge daha yakındır. Dikroik camın, Türkiye’de imalatı veya satışı bulunmamaktadır. Dark çeşidinde yaşanan teminat sıkıntısından dolayı denemeler için light türü kullanılmıştır ve tez kapsamında, bu dikroik cam türünün, farklı sıcaklıklara ve farklı cam tekniklerine verdiği tepki gözlemlenmiştir. Diğer denemelerde kullanılan malzemelerin aksine bu camda dikroik etki, yüzeysel yani kaplama değil, camın türünün verdiği bir etkidir.

İlk olarak açık alevde cam şekillendirme tekniği için şerit camlar hazırlanmıştır. Dikroik cam, şalomadan çıkan alevle ısıtılırken, bir yandan şeffaf borosilikat çubuk eritilmiş ve dikroik cam yüzeyi kaplanarak ateş ile direkt temasının engellenmesi amaçlanmıştır. Dikroik, şeffaf camın arasında çatlak, pullu bir etki olarak kalmıştır; fakat camı işlemeye devam ettikçe etki yanarak beyaz mat bir görünüme dönmüştür (Görsel 5.15.).



Görsel 5.15. Dikroik Cam ile Yapılan Açık Alevde Cam Şekillendirme Denemesi
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Dikroik cam, borosilikat camdan üretildiği için ergime sıcaklığı yüksektir. Bu cam türünde, dikroik etki, yumuşama sıcaklığına dayanmamaktadır.

5.4. Kullanılan Cam Teknikleri ve Uygulamalar

Tez kapsamında kalıpla cam şekillendirme, cam füzyon, cam çökertme, raking gibi cam fırın teknikleri ve soğuk cam şekillendirme teknikleri kullanılarak sanatsal objeler üretilmiştir.

5.4.1. Kalıpla Cam Şekillendirme Tekniği

Elde edilmek istenen objenin kalıp kullanılarak şekillendirildiği tekniktir. Form, dolu camdan oluşur. Daha karmaşık, ayrıntılı modeller elde edilmesi adına ideal bir tekniktir. Bu tekniğin kökeni metal işlemeden gelmektedir; fakat metal dökümünde eriyik haldeki metal, pota yardımıyla kalıba direkt dökülürken cam şekillendirmede, kalıbın içine katı fazda yerleştirilen cam parçaları fırın ortamında ısıya maruz bırakılarak istenilen form elde edilir. Bu kalıp türü, açık, kapalı, iki veya çok parçalı olabilir (Antönaras, 2017). Açık kalıba uygun modellerin avantajı, modelin bir yüzünün kalıba değmemesi ve fırınlama esnasında açık bir şekilde sıcaklığa maruz kalmış bu yüzeyin parlak çıkmasıdır (Watkins-Baker, 2010).

Bu tez kapsamında kalıpla cam şekillendirme tekniği kullanılarak özgün tasarım iki adet heykel üretilmiştir.

Birinci Tasarım:

İki parçadan oluşan bu heykel tasarımı için kalıpla cam şekillendirme tekniği kullanılmıştır. İki parça plastilin hamuru kullanılarak ayrı ayrı modellenmiş ve iki adet kalıp elde edilmiştir (Görsel 5.16).



Görsel 5.16. Plastilin ile Hazırlanan Birinci Model
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

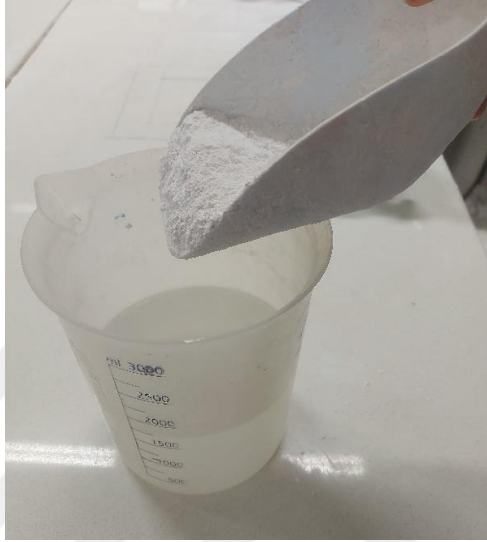
Modellemesi bitirilen formun kalıplama süreci için öncelikle etrafı kalıp tahtalarıyla döşenir (Görsel 5.17).



Görsel 5.17. Modelin Etrafına Kalıp Tahtasının Döşenmesi
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

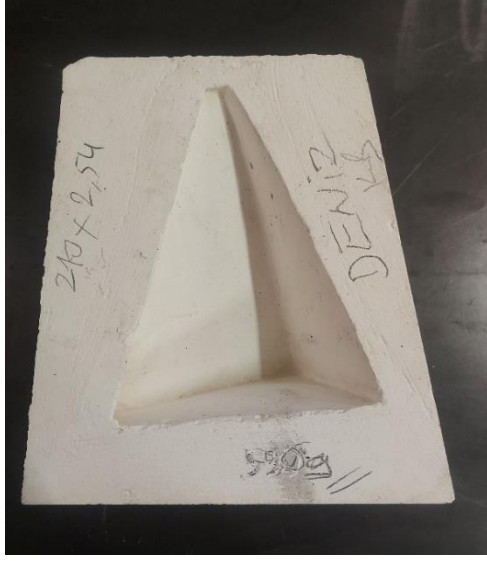
Kalıp için alçı hazırlanırken kaba önce su konur, ardından su ile eşit oranda alçı ve aynı oranda kuvars eklenir (Görsel 5.18). Kuvars ve alçıdan oluşan kuru malzemenin suyu iyice emmesi beklenir, ardından karıştırılır. Karıştırma süresi arttıkça kalıbın

gözenekliliği azalarak mukavemeti artır; fakat cam kalıplarda gözeneklilik önemlidir (Lundstrom, 1989). Alçı, hep aynı yönde, homojen bir kıvam alıncaya kadar karıştırmaya dikkat edilmelidir. Farklı yönde karıştırmak alçıda bozulmaya neden olur. Homojen karıştırmamak ise alçıda tortu kalmasına neden olur. Bu tortu kalıp alırken model yüzeyine denk gelirse fırın aşamasında camda model deformesi yaşanabilir.



Görsel 5.18. Ölçülü Bir Şekilde Hazırlanan Kalıp Karışımı
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Hazırlanan alçıyı, model üzerine dökümünü tek bir taraftan yapılmasına dikkat edilmelidir. Bu yöntem, döküm esnasında alçı içinde oluşacak hava kabarcıklarını azaltacaktır. Döküm tamamlandıktan sonra masa hafif darbelerle sallanarak sıvı alçı içindeki hava kabarcıklarının yüzeye çıkması amaçlanır. Ardından kalıp kurumaya bırakılır. Kuruyan alçının kalıp tahtaları çıkartılır, ters çevrilerek içindeki kil model çıkarılır ve modelin kalıba değen yüzeyleri temizlenerek kalıp kurumaya bırakılır (Görsel 5.19).



Görsel 5.19. Temizlenip Kurutulan Birinci Modelin Kalıbı
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Dikroik yapışkanlar su ile ıslatılarak kağıdından ayrılması sağlanır ardından kalın çubuklar halindeki şeffaf çek kristalinin yüzeyine yapıştırılır ve fazla suyu bir bez yardımıyla hafifçe silinir. İşlem tamamlandıktan sonra camlar kuruyan kalıbın model boşluğuna dizilir ve fırınlanır.

Fırından çıkarılan kalıp parçalanarak modelden ayrıştırılır. Modelin yıkanarak temizlenir (Görsel 5.20). Kurutulan model soğuk cam atölyesinde parlatma işlemleri uygulanır (Görsel 5.21).



Görsel 5.20. Fırından Çıkarılan Cam Model
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)



Görsel 5.21. Parlatma İşlemleri Tamamlanan Model
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Kalıpla şekillendirme tekniğinde modelin, kalıba değen yüzeyleri matlaşmaktadır, matlaşan model yüzyelerinin parlatılması işlemi için dikey zımpara makinesi kullanılmıştır. Bu işlemler tasarımın ikinci parçası için de aynı şekilde tekrarlanır.

İkinci Tasarım:

Bu tasarım için de kalıpla cam şekillendirme yöntemi kullanılmıştır. Kalıp yine açık kalıp olup form tek parçadır. Model yapımında kil kullanılmıştır (Görsel 5.22).

Plastilin ile şekillendirilen model kurumaya bırakılır. Yeteri kadar kuruyan modelin yüzeyi sistre yardımıyla düzleştirilir ve çevresine tahtalardan duvar hazırlanarak kalıp almaya hazır hale getirilir.



Görsel 5.22. Kalıpla Şekillendirme için Yapılan Kil Model
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Kil figür, modellemeden hemen sonra beklemeden kalıp alınırsa zaten ıslak olan malzeme alçı suyunu da çekerek daha çok ıslanacaktır ve deforme olma ihtimali artacaktır. Bu, modelin bozulmasına neden olabileceği gibi, parlatma aşamasında da yüzeyi düzeltmek için ekstra zaman ve efor harcamaya neden olabilir. Bu nedenle kalıp almadan önce kil model bir süre kurumaya bırakılmalıdır.

Kalıp alırken ise patlatma kalıp yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde alçı birkaç katman şeklinde dökülecek olup kalıp tahtlarından duvar oluşturmaya gerek yoktur. İlk olarak hazırlanan alçı kuvars karışımı ince bir tabaka halinde dökülür. İkinci katman kalıp

dayanımını arttırmak için güçlendirici malzeme eklendiği katmandır. Bu kalıp için güçlendirici malzeme olarak cam elyaf konulmuştur. İlk katmana oranla daha fazla alçı hazırlanmıştır, hazırlanan alçıya cam elyaf parçaları batırılarak kalıp yüzeyi bu parçalarla kaplanmıştır. Artan alçı cam elyaflı yüzey üzerine sürülmüştür. Ardından üçüncü ve son katman için daha fazla alçı hazırlanıp model üzerine sıvanarak kalıp kurumaya bırakılmıştır. Kuruyup katılaştan kalıp içinden kil model çıkarılmış, kalıp temizlenmiştir (Görsel 5.23).



Görsel 5.23. Kalıpla Şekillendirme Kil Modelin Kalıbı
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Heykel için şeffaf çek kristali kullanılmıştır. Kalın çubuklar halindeki cama dikroik yapışkanlar yerleştirilip hazırlanan camlar kalıp içine doldurularak fırınlanmıştır (Görsel 5.24, Görsel 5.25, Görsel 5.26).



Görsel 5.24. Cam Üzerine Yapıştırılan Dikroik Yapışkanlar

(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)



Görsel 5.25. Model Boşluğuna Cam Doldurulan Kalıp

(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)



Görsel 5.26. Fırınlanma işlemi tamamlanmış Model

(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

5.3.2. Cam Füzyon Tekniği

Cam füzyonu, farklı cam parçalarını ısı ile birbirine kaynaştırılma işlemidir. Bu teknikte, en az iki veya daha çok cam parçası üst üste koyulup fırın ortamında birleştirilerek cam obje elde edilmesidir (Görsel 5.27) (Walker, 2002). Füzyon için uyumlu olduğu sürece,

plaka, şerit, çubuk veya toz cam kullanılabilir, şeffaf camın yanı sıra transparant ya da mat renkli camlar kullanılabilir. Parçaların füzyon sıcaklığına ulaşınca kadar bir arada kalması için yapıştırıcı kullanılabilir; ama minimal ölçüde kullanılmalıdır. Yapıştırıcılar yüksek sıcaklığa dayanıklı değildir, fazla kullanılması durumunda camda, siyah leke oluşumuna neden olabilirler.

Cam füzyon tekniği, yarı füzyon ve tam füzyon olmak üzere iki çeşittir.

Yarı füzyonda camlar, sadece birbirine yapıştırılıp tam kaynaşmazlar. Cam kenarları ovalleşir; fakat birleşim yerleri bellidir.

Tam füzyonda ise üst üste konulan camlar tam olarak kaynaşmış vaziyette olup birleşim yerleri belli değildir. Yeterli bir kaynaştırmayla tek bir plaka haline dönüştürülebilirler.

Sanat alanında derinlik vermek, farklı renk plaka camları bir arada kullanarak değişik etkiler elde etmek sıkça için yararlanılan bir tekniktir.



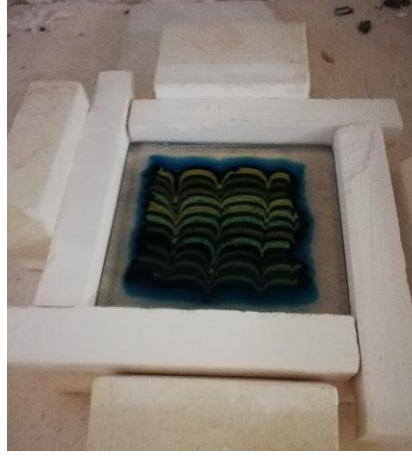
Görsel 5.27. Deniz Küçükbalılar, 'Mahkumiyet', 2018
(Fotoğraf: Deniz Küçükbalılar)

5.4.2. Raking

Erimiş haldeki camın bir alet yardımıyla taranarak şeklinin bozulmasıdır (Walker, 2002). Ebru tekniğinin cama uygulanması da denebilir. Sıcak camda, alevle şekillendirmede ve fırın tekniğinde uygulanabilir.

Fırın tabanına şeffaf plaka konulur, üstüne plaka cam ile uyumlu çubuklar dizilir. İstenildiği taktirde farklı renkte üst üste birkaç sıra çubuk dizilebilir. Ardından fırın ergime sıcaklığına getirilir ve bir süre beklenerek camın eriyik hal alması sağlanır. Fırın kapağı açılarak sivri uçlu, paslanmaz metal bir alet yardımıyla cam taranır (Görsel 5.28).

Bu işlem için üsten kapaklı fırın daha kullanışlıdır.



Görsel.5.28. Fırınlanma işlemi bitmiş model
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

5.4.3. Cam Çökertme Tekniği

Yer çekimi ve ısıнын etkisiyle camın şekillendirildiği tekniktir (Antönaras, 2017). Genellikle negatif kalıp kullanılır ve cam kalıbın üstüne çökertilir ya da kalıp kullanılmadan oluşturulan duvarların içine cam sarktırılır (Görsel 5.29, Görsel 5.30). Bazı modellerde, detaylarının daha net çıkması için pozitif kalıp elde edip kalıbın üstüne çökertilmesi daha uygun olur. Cam, kalıbının üstünü örter konumda çöker ve kalıbın şeklini alır (Walker, 2002).

Çökertme tekniğinde, birden fazla cam kullanılabilir; fakat kalıbın üstüne çökertme işleminden önce cam füzyon tekniği uygulanarak camların, yekpare bir hal alması istenilen düzeyde bir sonucun eldesini kolaylaştırır.



Görsel 5.29. Çökertme Denemesi
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)



Görsel 5.30. Deneme Sonucu
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

5.4.4. Soğuk Cam Tekniği

Camın ısıtılma işlemi görmeden şekillendirildiği yöntemdir. (Griffith, 1961) Cam obje, makineler veya el aletleri yardımıyla soğuk haldeyken aynı katı fazda işlem görür. Aşındırma, oyma, delme, kesme, parlatma gibi tekniklerle cam işlenir. Bu aşamalarda kullanılan soğuk cam aletleri, işlem gören camın ısınarak çatlamasını önlemek için bol su eşliğinde kullanılmalıdır (Walker, 2002).

Üçüncü Tasarım:

Bu tasarım için dikroik kaplı cam plaka kullanılmıştır. Heykel, soğuk cam işleme yöntemin ile üretilmiştir.

Dikroik kaplamalı cam kullanılırken dikkat edilmelidir ve iyi muhafaza edilmelidir. Yüzey kaplaması hassastır ve çizilmeye oldukça müsaittir. Soğuk cam aletleriyle çalışılırken her ne kadar hassas davranılsa da kendi cam tozunun karıştığı sudan çizilebilir, muhafaza ederken kullandığınız kumaş tamamen temiz olmazsa gözle görülmese de kumaşınızda kalmış bir toz taneciği ertesi günü kaplaması çizilmiş bir cam ile karşılaşmanıza neden olabilir.

Plaka camlar, elmas yardımıyla kesilir. Elde edilen parçalara açısı vermek için malatura adı verilen yatay disk zımparaya sahip soğuk cam işleme aleti kullanılır (Görsel 5.31). Malatura yardımıyla zımparalanan cam parçalarda oluşan matlığı gidermek için sırasıyla daha iri tane boyutlu zımparalar kullanılarak parlatılır.



Görsel 5.31. Hazırlanan Dikroik Parçalar

5.4.5. Açık Alevde Cam Şekillendirme

Camın, şaloma adı verilen, propan ve oksijen oluşan bir gaz karışımının yarattığı alevle şekillendirilmesidir (Görsel 5.32). Oksijenle güçlendirilen bu alev, 1400°C (2550°F) kadar çalışma sıcaklığı sağlar. Camı işleme esnasında sıcaklık ve yer çekimi gibi etmenleri kullanmanın yanı sıra kısa sürelerde uygulandığında cama yapışmayan paslanmaz metal ve grafitten oluşan el aletleri de kullanılır (Eberle, 1997).



Görsel 5.32. Şaloma ile yapılan bir çalışma

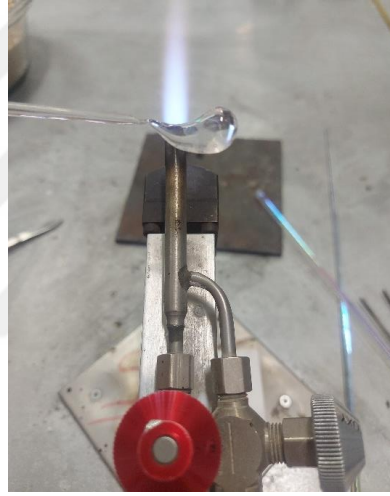
(<https://www.thecrucible.org/guides/lampworking-flameworking/>)

Genel olarak içindeki borak nedeniyle daha sert bir yapıya sahip olan borosilikat ve yumuşak bir yapıya sahip olan effetre cam çeşitleri kullanılır. Borosilikat camın ergime sıcaklığı yüksek olup çalışma aralığı kısadır. Ani ısı değişikliklerine dayanımı nedeniyle ısıtmaya gerek kalmadan alevin içine sokularak çalışmaya başlanabilir; fakat effetre ile

çalışmaya başlanmadan önce dikkatli bir şekilde ısıtılmalıdır. Yeterli ısıtılmadığı takdirde alevin içine sokulduğu an patlamaktadır. Çalışma aralığı borosilikat cama göre daha geniş olan bu cam türünün, çalışma sıcaklığı daha düşüktür, bu da effetre camda daha geniş bir renk yelpazesi oluşmasını sağlamaktadır (Mears, 2003). Buna karşın effetrede sadece içi dolu çubuklar şeklinde mevcutken borosilikat cam, farklı kalınlıklarda içi dolu çubuklar ve içi boş borular şeklindedir ve üfleme yöntemiyle de cam şekillendirmeye olanak sağlar. Büyük nesneler elde edilmek istendiğinde borosilikat camla çalışmak tercih edilir.

Dördüncü Tasarım:

Bu tasarım için açık alevle cam şekillendirme tekniği kullanılmıştır. Kanat formundan esinlenen 1,5cm boyutunda bir model tasarlanmıştır (Görsel 5.33).



Görsel 5.33. Birim Tekrar Modelin Şalomada Şekillenmesi
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Heykel bu modelin birim tekrarıyla oluşturulmuştur. Heykeli oluşturan birim tekrarlar, şeffaf effetre camdan ve şeffaf dikroik camdan olmak üzere iki çeşittir (Görsel 5.34).



Görsel 5.34. Üretilen Birim Tekrarlar
(Fotoğraf: Deniz KÜÇÜKBALLILAR)

Bu tasarım için dikroik kaplamalı siyah çubuk kullanılmıştır. Heykel, açık alevle cam şekillendirme yöntemiyle üretilmiştir. Şaloma yardımıyla cam, yumuşama sıcaklığına kadar ısıtılıp çekilerek daha ince çubuklar elde edilmiştir. Bu ince çubuklar el şaloması adı verilen, daha ince ateş çıkartan alet yardımıyla şekillendirilerek form elde edilir.

SONUÇ

Dikroik cam, ışık ile yoğun etkileşimi sonucu ortaya çıkan benzersiz optik özellikleriyle, ışığı geçirme ve yansıtma yeteneği sayesinde farklı renkler oluşturan bir malzemedir. İlk örneklerine Roma dönemine ait nadir kupa formlarında rastlanan dikroik cam, o dönemde mikro boyutta metal oksitlerin cam harmanına karıştırılmasıyla elde edilmiştir. 1950'li yıllarda NASA tarafından geliştirilen üretim yöntemi, cam üretiminde önemli bir dönüm noktası oluşturmuştur. Bu yeni üretim sürecinde, cam harmanına metal oksitlerin doğrudan eklenmesi yerine, havasız bir ortamda yoğunlaştırılan oksitlerin, hazır cam yüzeyine ince bir tabaka halinde bombardıman yöntemiyle uygulanması tercih edilmiştir. NASA'nın bu yöntemi sayesinde dikroik camın hem optik özellikleri iyileştirilmiş hem de üretim süreci daha yaygın hale getirilmiştir. Bu gelişme, camın özellikle sanatçılar tarafından keşfedilmesine ve çağdaş sanat ile mimari alanda etkili bir anlatım malzemesi olarak kullanılmasına zemin hazırlamıştır.

Bu tez çalışmasında, Türkiye'de dikroik cam üzerine yapılan araştırmaların sınırlı olduğu tespit edilmiş, bu bağlamda dikroik camın sanatsal alanlara yönelik kullanımı incelenmiş ve çeşitli uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Dikroik cam türleri oldukça çeşitlidir; ancak genellikle açık alevle şekillendirme ve füzyon teknikleriyle takı yapımı alanında kullanımı yaygındır. Tez kapsamında, dikroik yapışkan, dikroik kaplamalı cam çubuk ve dikroik kaplamalı cam plaka incelenmiş ve bu malzemelerle sanatsal üretim yöntemleri uygulanmıştır.

Sanatsal formlar üretilmeden önce, dikroik cam çeşitleriyle kalıpla şekillendirme ve füzyon teknikleri kullanılarak çeşitli deneyler yapılmış ve bu malzemelerin farklı cam türleriyle uyumu araştırılmıştır. Deneyler sonucunda, dikroik yapışkanın her teknik ve cam türüyle uyumlu olduğu, dikroik kaplamalı cam çubuğun ise tekniklere uyumlu olmasına rağmen cam türleriyle uyumsuz olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, dikroik kaplamalı camın sanatsal üretimi için birleşim noktalarında minimum temas sağlanacak şekilde tasarımlar geliştirilmiş ve bu sayede stresin tolere edilebilir seviyelere indirilmesi hedeflenmiştir.

Tez kapsamında kullanılan dikroik kaplamalı cam plakanın, kalıpla şekillendirme, cam füzyon ve cam çökertme derecelerine dayanıklı olduğu, ancak kaplamasının bu süreçlerde matlaşma ve çatlama gösterdiği gözlemlenmiştir. Pencere camı ve türevleriyle uyumlu olan bu camın, açık alevle cam şekillendirme sırasında sıcaklığa dayanmadığı ve

beyazlaşarak yapısal bozulma gösterdiği saptanmıştır. Bu tür cam, soğuk cam teknikleri için oldukça uygundur, ancak kaplaması çok hassas olup çizilmeye müsaittir ve yalnızca iyi keskin uçlu bir elmas ile kesilmelidir.

Tez çalışmasında kullanılan dikroik cam plakanın borosilikat camdan üretildiği ve yalnızca bu cam türüyle uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Borosilikat camın yüksek ergime sıcaklığı, bu cam türünü fırın teknikleri ve açık alevle cam şekillendirme süreçlerine uygun hale getirmemektedir, çünkü camın ergime sıcaklığına kaplaması dayanmayıp beyazlaşmaktadır. Soğuk cam teknikleri için uygun olan dikroik cam plakalar, keskin uçlu ve kaliteli bir elmasla işlenmelidir. Elde edilen bu bulgular doğrultusunda çeşitli tasarımlar geliştirilmiş ve dikroik cam çeşitleri farklı tekniklerle sanatsal formlara dönüştürülmüştür.

KAYNAKÇA

- Ağatekin M. (2008). Cam Sanatında ışık Etkileri ve Stanislav Libensky'nin Çalışmaları. *Anadolu Sanat*. 19, 7- 10
- Ağatekin M. (2017). Sanatsal Bir Perspektiften Türkiye’de Cam. *Artam Global art & Desing* 43, 126- 128
- Antōnaras A. (2017). Glassware and glassworking in Thessaloniki: 1st century BC- 6th century AD.
- Atalayer F. (2008). Cam Gizeminin Kavramsal Değerleri. *Anadolu Sanat*. 19. 21- 28
- Birinci A. F. ve Tuğrul E. (2022). Mimaride Dikroik Cam Kullanım. *Ulakbilge*. 79, 1195–1208
- Chambers K. S. and Oldknow T. (1999). *Clearly inspired: Contemporary glass and its origins*. Pomegranate Communications.
- Culler. R. (2010). Glass art from the kiln. Schiffer Publishing Ltd.
- Cunéaz G. (2003). Glass throughout time: history and technique of glassmaking from the ancient world to the present. Skira.
- Eberle B. (1997). Creative glass techniques: Fusing, painting, lampwork. Sterling Publishing.
- Garrison J. (2015). Glass
- Garrison J. (2015). Glass Descriptions. *Journal of Glass Studies*. 31, 119-121
- Griffith B. (1961). A beginner's guide to kiln-formed glass. Union Square & Co.
- Griffith B. (1961). Kiln-formed glass: beyond the basics. Union Square & Co.
- Hess, C., & Wight, K. B. (2005). Looking at glass: A guide to terms, styles, and techniques. J. Paul Getty Museum.
- Hopken C. (2015). A dichroic bottle fragment from Dülük Baba Tepesi, Turkey. *Journal of Glass Studies*. 57, 292-295.
- Hulse G. (2009). Kiln-formed glass: over 25 projects for fused and slumped designs.
- Klotz, U. M. (2016). *New Glass Art& Architecture*. 1. 26-31
- Küçükerman Ö. (1985). Cam sanatı ve geleneksel Türk camcılığından örnekler.
- Kucharczyk R. (2014). A Fragment of Dichroic Glass from Alexandria. *Journal of Glass Studies*. 56, 29-35
- Le Bourhis E. (2007). Glass: mechanics and technology. Wiley-VCH.
- Lundstrom B. (1989). Glass Casting and mold making. Vitreous Pubns

- Lundstrom, 1994). Kiln Firing Glass: Glass Fusing Book One. Vitreous Pubns
- Mears E. R. (2003) Flameworking: creating glass beads, sculptures & functional objects. Union Square & Co.
- Medenica M. (2020). Architecture and Civil Engineering. 18. 195-201
- Oldknow, T. (2008). Contemporary glass sculptures and panels: selections from the Corning Museum of Glass
- Opie J. H. (2002). Contemporary international glass: 60 artists in the V&A.
- R. C. Chirside, P. M. C. Proffitt. (1963). The Rothschild Lycurgus Cup: An Analytical Investigation 5. 18-23
- Snyder, J. B. (Ed.). (2010). Art glass today. Schiffer Publishing. ISBN: 9780764334641.
- Tazeoğlu, F. (2016). 21. Yy'da Seramik ve Cam Malzemelerin Mimaride Yüzey Oluşturma ve Kaplamada Kullanımı
- Walker, B. (2002). Contemporary warm glass: a guide to fusing, slumping, and kiln-forming techniques. Four Corners International Inc.
- Watkins-Baker, H. (2010). Kiln forming glass. The Crowood Press.
- Whitehouse, D. (2007). Reflecting antiquity: Modern glass inspired by ancient Rome. Corning Museum of Glass.
- Whitehouse, D. (2015). Cage cups: Late Roman luxury glasses. Corning Museum of Glass.
- Yeşilay, S. (2023). Cam sanatında yeni teknolojiler ve yaklaşımlar. In S. Yeşilay & B. Akdeniz (Eds.), *Güzel Sanatlarda Güncel Araştırmalar: Metodoloji ve Uygulama*. Livre de Lyon., 1-25

İnternet Kaynağı:

http-1: <https://glassgallery.net/history-and-evolution-of-glass-art/> (Erişim tarihi: 14.10.2024)

http-2:

<https://frantzartglass.com/images/Dichroic%20Glass%20Info.pdf?srsId=AfmBOopQqB6yUmGSscFTWAaGaA9MN7dw5ZEKTIK8SkwwMLJk1EhLQpYZ> (Erişim tarihi: 14.10.2024)

http-3: <https://www.glassmagazine.com/blog/2024/dichroic-glass-and-how-it-works> (Erişim tarihi: 12.10.2024)

http-4: <https://finance.yahoo.com/news/bendheim-unveils-3-dichroic-glass-071500553.html> (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-5: <https://engr.udel.edu/news/2016/02/science-in-art-dichroic-glass/> (Erişim tarihi: 08.10.2024)

http-6: <https://venetianbeadshopblog.com/2017/08/28/dichroic-glass-its-magic/> (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-7: https://www.prinzoptics.de/sites/default/files/2023-08/prinz-optics-whitepaper_dichroic-filters-_architecture-design-art_en.pdf (Erişim tarihi: 08.10.2024)

http-8: <https://www.amusingplanet.com/2016/12/lycurgus-cup-piece-of-ancient-roman.html?m=1> (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-9: https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2012/cg_2.html (Erişim tarihi: 22.03.2024)

http-10: <https://www.glassmagazine.com/blog/2024/dichroic-glass-and-how-it-works> (Erişim tarihi: 14.10.2024)

http-11: (<https://giggster.com/listing/sweeney-chapel>) (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-12 (https://www.tripadvisor.com/Attraction_Review-g38969-d6638648-Reviews-Museum_at_Prairiefire-Overland_Park_Kansas.html) (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-13: (<https://www.archdaily.com/880088/museum-at-prairiefire-verner-johnson>) (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-14: <https://www.alamy.com/stock-photo-walls-of-the-amazon-headquarters-building-in-seattle-washington-the-310976364.html> (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-15: <https://architizer.com/idea/2116313/> (Erişim tarihi: 21.06.2024)

http-16: <https://www.arch2o.com/fulton-a5-a1-agence-bernard-buhler/> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-17: artplexgallery.com (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-18: <https://www.chriswoodlight.art/cle-de-peau-beaute> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-19: <https://www.chriswoodlight.art/tui-cruises-aurora> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-20: <https://www.chriswoodlight.art/dichroic-window> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-21: <https://www.tommarosz.com/the-artist> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-22: <https://www.aibogallery.com/artworks/categories/2/555-tom-maroszcicro-blue-monk-2020/> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-23: <https://talkingoutyourglass.com/toland-sand/> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-24: <https://sandglas.com/> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-25: <https://sandglas.com/available/p/bluevista-wedge> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-26: [http://instagram/ akihirookama](http://instagram/akihirookama) (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-27: [http://instagram/ akihirookama](http://instagram/akihirookama) (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-28: <https://www.domusweb.it/en/architecture/2018/02/22/munich-an-exhibition-of-the-work-of-simone-crestani-at-ingo-maurers-showroom.amp.html> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-29: <https://www.thecrucible.org/guides/lampworking-flameworking/> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-30: <https://www.alexbernstain.com> (Erişim tarihi: 16.06.2024)

http-31: (<https://www.thecrucible.org/guides/lampworking-flameworking/>) (Erişim tarihi: 16.06.2024)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Deniz KÜÇÜKBALLILAR

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

2011, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Seramik. Cam, Çini Tasarımı Bölümü

2013, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik ve Cam Bölümü

Katıldığı Sergiler:

2024, GAS Evolution Yarışma Sergisi, Wilhelm Hallen Hall, Berlin

2022, Genç Cam Sanatçıları Sergisi, Kent Müzeleri Kompleksi Sergi Salonu, Eskişehir

2022, 14. Teras Sergisi 'Görölmeyenler', Elgiz Müzesi, İstanbul

2022, Bazaart Yarışma Sergisi, Ferda Art Platform, İstanbul

2022, Kaleydoskop Karma Cam Sergisi, Nurol Sanat Galerisi, Ankara

2021, Değişen Dünya Değişen İnsan Yarışma Sergisi, Online

2019, Yeni Aralık / New Space, Galeri Soyut, Ankara

2019, Fourseasons Art Blend, Fourseasons Hotel, İstanbul

2019, 5.Uluslararası Denizli Cam Bienali, Denizli

2019, Mullier(Kadın) Karma Sergi, Trump Gallery, İstanbul

2018, New Generation 4, Ekav Art Gallery, İstanbul

2018, Bazaart Yarışma Sergisi, İstanbul

Ödülleri:

2021, Bazaart Yarışma Sergisi, Levent Sağol Anısına Özel Ödöl, İstanbul