

## SICAK CAM ÜFLEME TEKNİĞİNDE ODUN KÜLÜ KULLANIMININ ESTETİK İFADE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Ufuk AKBEY / Selvin YEŞİLAY\*

**Öz:** Cam, tarih boyunca bazı önemli evreler geçirmiştir. Yaklaşık 3500 yıl öncesinde camın bulunuşu ile başlayan gelişim süreci, milattan kısa bir süre önce, sıcak cam üfleminin keşfi ile camın daha geniş kitlelere yayılmasını sağlamıştır. Daha sonra, kristal camın gelişmesi ve düşük maliyetli cam üretiminin başlaması ile cam malzemenin kullanımı yaygınlaşmıştır. En önemli dönüm noktası ise, yaklaşık 100 yıl önceki stüdyo camcılığı hareketidir. Cam eski uygarlıklardan günümüze kadar, dekoratif amaçlı kullanılmış bir malzemedir. Doğa kendiliğinden cam malzemesini üretmiş ve obsidiyen adı verilen doğal cam eski zamanlardan itibaren çeşitli aletlerin yapımında kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, cam endüstriyel olarak üretilmeye başlanmış aynı zamanda stüdyo camcılığının gelişmesiyle de sıcak cam şekillendirme, cam sanatları içinde bir teknik olarak kendini var etmiştir.

Bu çalışmada, sıcak cam tekniğinde yüzey etkilerini incelemek amacıyla odun küllerinin sıcak cam şekillendirmede nasıl bir etki yarattığı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çok ince partiküllere sahip olmaları, bol miktarda bulunmaları ve yüksek tepkimeye girebilme kabiliyetine sahip olmaları gibi birçok avantaja sahip olan odun küllerinin doğa dostu bir dekorasyon malzemesi olarak sıcak cam tekniğinde kullanılmalarıyla kullanılabilceği gösterilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** cam, dekorasyon, odun külü, sıcak cam üfleme, cam sanatı

**Abstract:** Glass has passed some important phases throughout history. The development process that began with the discovery of glass in about 3500 years ago has enabled glass to spread to wider masses with the discovery of hot glass blowing. Later, the use of glassware became widespread with the development of crystal glass and the beginning of low cost glass production. The most important turning point is the movement of the studio glass, which was about 100 years ago. Glass is a material used for decorative purposes from ancient civilizations to day-to-day. Nature has spontaneously produced glassware and the natural glass called obsidian has been used in the construction of various tools since ancient times. With the development of technology, the production of glass industry has started and at the same time, with the development of studio glassware, hot glass forming has made itself a technique in glass arts.

Geliş tarihi: 13 Ağustos 2017

Kabul tarihi: 18 Eylül 2017

Anadolu Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Cam Bölümü, Eskişehir.

In this study, the effect of wood ash on hot glass formation was investigated in order to investigate surface effects in hot glass technique. According to the results obtained, it has been shown that wood ash, which has many advantages such as having very fine particles, high availability and high reactivity, can be used in hot glass technique as a eco-friendly decoration material.

**Key Words:** glass, decoration, wood ash, hot glass blowing, glass art.

### Giriş

İlk kullanılan cam malzemesi camsı yapıda volkanik bir kayaç olan obsidiyendir ve doğada hazır hâlde bulunur. Obsidiyen daha çok balta, bıçak ve benzeri aletlerin yapımında kullanılmıştır. Daha sonrasında cam, insanlar tarafından üretilmeye başlanmış ve dekoratif amaçla kullanılmıştır. Günlük hayatımızın büyük bir parçasını oluşturan cam malzemesi, doğal hammadde karışımlarının ergitilmesi ile elde edilir. Camın en önemli hammaddesi yer kabuğunun % 60'ını oluşturan silikadır ( $\text{SiO}_2$ ). Diğer önemli hammaddeler; tuz yataklarının buharlaşması ile oluşan sodyum karbonat yani soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ve deniz organizmalarının kalıntılarının fosilleşmesi ile oluşmuş kireçtaşı ( $\text{CaCO}_3$ )'dır. İlk camlarda soda yerine deniz bitkilerinin külleri kullanılmıştır. Kireç taşının bilinçli olarak ilavesi ise, Roma İmparatorluğu Dönemi'nden sonra başlamıştır. Daha önce üretilen camlarda kireç taşı bileşime, kullanılan kum ve bitki külünün bileşiminden geliyordu (Kocabağ, 2002). Cam yapıcı oksitler tek başlarına cam malzemesini oluşturabileceği gibi aynı zamanda başka oksitlerle bileşerek de farklı amaçlarda ve ekonomik değerlerde cam üretilebilir. Yani bir cam formülü hazırlanırken, hangi oksitten ne oranda kullanılacağı, nasıl bir nihai cam üretileceği ile ilgilidir (Kocabağ, 2002). Teknolojide yaşanan ilerlemeler, yeni cam fırınlarının üretilmesi ve farklı cam üretim tekniklerinin kullanılması ile cam malzemesinin kullanım alanları artmış ve üretimi yaygınlaşmıştır.

Sıcak cam şekillendirmenin en önemli adımı olan ve bu teknikte endüstriyel üretimden sanatsal üretime geçiş olan stüdyo camcılığı hareketi Harvey Littleton ile birlikte 1962 yılında Toledo Museum of Art, Ohio, Amerika'da düzenlenen cam üzerine seminer-atölye girişimi ile başlamıştır. Harvey Littleton müzede sıcak cam yapabilmek için gerekli malzemeleri ayarlayıp, müzenin garajını sıcak cam atölyesine dönüştürüp, camı endüstriyel üretimden çıkartarak stüdyo camcılığını başlatmıştır. Aynı zamanda Wisconsin Üniversitesi'nde ilk defa sıcak cam dersi vererek stüdyo camcılığının gelişmesini sağlamıştır. Bu gelişmeyi

sağlamak için sıcak cam üretiminde kullanılan aletlerin pahalı olması gerektiğini savunan Littleton, endüstriyel üretimden sıcak camı koparmanın tek yolunun bu olduğunu ileri sürmüştür (Byrd, 2011). Littleton, “Pek çok kimse, sanayileşme sürecinde biçimdeki duyguyu kaybetti; yaratıcı çalışma kısa sürede değiştirildi” diyerek stüdyo camcılığı ve endüstriyel cam üretim sürecinin arasındaki farka dikkat çekerken, aynı zamanda stüdyo camcılığının gelişebilmesi için gerekli olan “yaratıcı çalışma süreci”nin önemini de vurgulamıştır (Byrd, 2011). Bu şekilde cam alanındaki denemelerin önünü açtığı gibi, camın sanat nesnesi olması yolundaki ilk adımlardan birini attığını da görmüş oluyoruz. Bu bağlamda, Littleton’ın stüdyo camcılığını geliştirmedeki hevesi ilham kaynağı olmuştur.

Stüdyo, cam hareketi sonrası cam malzemenin sanat nesnesi üretimde yaygınlaşması ile beraber sıcak camda estetik kaygılar oluşmaya başlamış ve yeni arayışlara gidilmiştir. Bu arayışların sonucu olarak şeffaf renksiz olan cam üzerinde dekor malzemesi olarak farklı malzeme denemeleri yapılmıştır. Bu çalışmada araştırılan bir geri dönüşüm malzemesi olan odun külü kullanımı hem doğa dostu olması hem de şeffaf cam üzerinde bir dekor malzemesi olabilmesi açısından uygun bulunmuştur.

Kristalize cama uygulanan özel işlemlerle sanayi tipi cam, kalınlık, hacim, doku ve renk gibi özelliklerinin değiştirilmesi ile dekoratif bir nesne hâline getirilebilir. Dekorlama işlemi, cam üretiminin temel aşaması içinde, cam daha sıcakken yapılan ikinci uygulamalar sırasında ya da soğuduktan sonra (kesme ve boyama) gerçekleştirilir (Yeşilay, 2008). Sıcak cam dekorasyon teknikleri ise, cam sıcakken yüzeye uygulanan renklendirme ve şekillendirme teknikleridir. Cam doğası gereği renksiz olduğundan dekor teknikleri ile daha dikkat çekici hâle gelir. Sıcak cam şekillendirme tekniğinde cama uygulanmak istenen renk veya doku cam sıcakken uygulanarak camın bu şekilde soğutulması sağlanır.

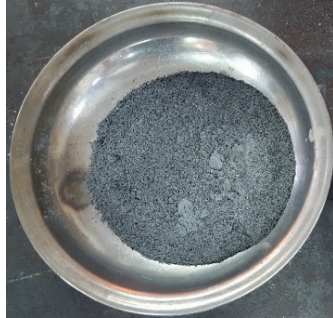
Kül, yanan şeylerden kalan toz madde olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle kül; organik, çoğunlukla bitkisel maddelerin yanması sonucunda ortaya çıkan maden tuzlarına verilen isimdir (Genç, 2013). Odun külleri, ısınma amaçlı evlerde veya endüstriyel santrallerde odunların yakılması gibi durumlarda ağacın yanması sonucu oluşan kalıntı tozudur. Ekolojinin dengesi için yakıt olarak canlı atıkların kullanılması merak uyandıran bir konudur. Bu şekilde elde edilen bir enerjinin ekolojik

olarak temiz, yeniden üretilebilir ve aynı zamanda tükenmeyen bir enerji olduğu söylenebilir. Yenilenebilir ve doğaya zarar vermeyen enerjinin kullanımı sadece endüstriyel olarak değil, sanat ve dekoratif işler için de düşünülmesi gereken yeni bir alan yaratmıştır. Tüm bitkiler, fotosentez yaparak karbondioksiti atmosferden indirgerler. Yani yaşamsal etkinlikleri için gerekli enerjiyi organik maddelerin kimyasal enerjisinden sağlarlar. Bu bağlamda, doğadan aldığımız örnekleme ile, bu yolla elde edilen enerji kullanımı iklim değişikliğine yol açmaz ve yeniden farklı amaçlar için kullanım alanı yaratır. Bu yüzden küllerin farklı amaçlarda kullanılması birçok açıdan doğaya ve ekolojiye fayda sağlar (Kizinievic, 2016).

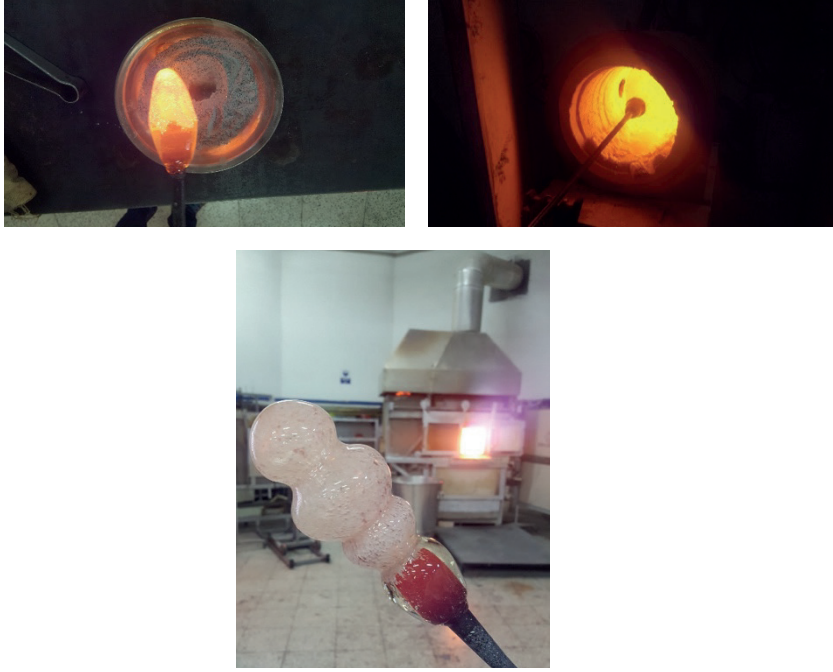
Bu çalışmada sıcak cam üretiminde farklı bir dekorasyon tekniği olarak odun külleri kullanılmış ve elde edilen camların renk ve doku özellikleri incelenmiştir. Odun külü tercih edilmesinin nedeni her bir külün çok farklı kimyaya sahip olması hatta aynı kaynaktan gelen küllerin bile farklılık gösterebiliyor olmalarıdır. Böylelikle farklı dekor etkileri elde etmek amaçlanmıştır. Çalışmada ilk olarak odun küllerinin kimyasal bileşimi belirlenmiş ve ısıl davranışları tespit edilmiştir. Daha sonra küller cam atölyesinde yapılan uygulamalarla sıcak cam üfleme tekniğinde cam malzemesi ile birlikte kullanılarak etkileri değerlendirilmiştir.

### **Deneysel Çalışmalar**

İlk olarak çam odunları seramik pişirim fırınında 1000 °C’de yakılarak kül hâline getirilmiş daha sonra karakterizasyon testleri yapılmıştır (Şekil 1). Küllerin kimyasal bileşimini belirlemek için XRF (X-ışınları Floresansı) analizi, sıcaklığa bağlı davranışlarını belirlemek için ise TG-DTA (Termogravimetrik-Diferansiyel Termal analiz) analizleri yapılmıştır.



**Şekil 1.** Seramik fırınında yakılarak elde edilen odun külleri.



**Şekil 2.** %50 kül-%50cam tozunun cam yüzeyine uygulama aşaması.

Farklı oranlardaki odun küllerinin, cam tozu ile birleştiğinde nasıl bir etki yarattığı incelenmiştir. İlk denemede % 50 oranındaki odun külü % 50 oranındaki cam tozu ile karıştırılmıştır. Sıcak cam fırınından pipo ile alınan şeffaf cam yüzeyi bu karışım ile kaplanmıştır. Tromelde ısıtılarak, sıcak camın yüzeyi ile hazırlanan karışımın bütünleşmesi sağlanmıştır (Şekil 2).

Tromelde uzun süre kalınması hâlinde odun küllerinin yanarak yüzeyden uzaklaştığı görülmüştür. Bu yüzden yüzeydeki karışımı kaybetmemek için sıcak cam daha kısa süre tromelde tutulmuştur. Cam yüzey ile karışımın bütünleşmesi sağlandıktan sonra, üzerine tekrar sıcak cam fırınından şeffaf cam sarılarak, odun külü ve cam tozu karışımının kütlelenin içinde kalması sağlanmıştır. Son aşamada istenilen formda şekillendirilen cam ürün tavlama fırınına alınmıştır. Bir gün süre ile soğutma işlemi sürmüştür ve oda sıcaklığına gelen cam obje, soğuk işlem yapılmaya hazır hâle gelmiştir.



**Şekil 3.** Beyaz renkli cam üzerine yapılan kül uygulama çalışmaları.

İkinci denemede, bu sefer fırından alınan şeffaf cam beyaz renkli cam tozu ile renklendirilerek beyaz cam zemini elde edilmiştir. Daha sonra bu karışım yine %50 odun külü ve % 50 cam tozu karışımı ile kaplanmıştır (Şekil 3).

### Sonuçlar

Odun küllerinin kimyasal bileşimi Tablo 1’de sunulmuştur.

Oksitler	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	*A.Z.
Ağırlıkça %	8.41		0.96	6.94	2.84	2.81	0.10	1.42	75.12

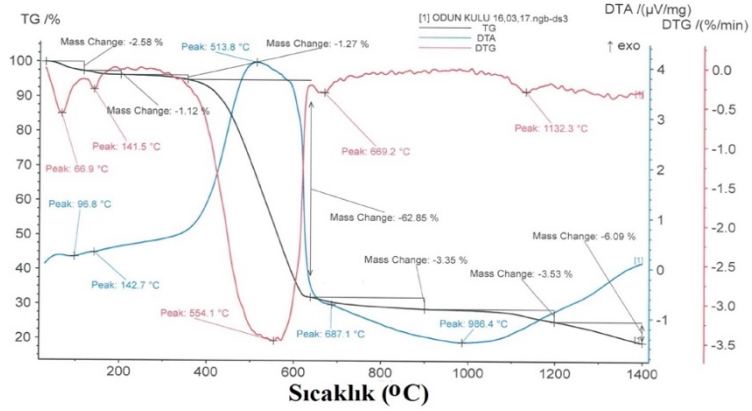
**Tablo 1.** Odun küllerine ait kimyasal analiz sonuçları (ağırlıkça %).

Tablo 1’de görülen kimyasal analiz sonuçlarına göre küllerin zengin alkali metal oksit kaynağı oldukları görülmektedir.

Odun külünün TG - DTA eğrisinde, ~30-1400°C’ye kadar toplam %79,67 oranında ağırlık kaybı mevcuttur. TG ve DTA eğrisinde yaklaşık 50-200°C sıcaklık aralığında gözlemlenen başlangıç ağırlık kaybı kül tarafından absorblanan suyun buharlaşmasından kaynaklanmaktadır. Yaklaşık 200-650°C sıcaklık aralığında gözlemlenen keskin ekzotermik pik ve %62,9 ağırlık kaybı ise organik bileşenlerin oksidasyonu ile ilgilidir. ~687 °C’de meydana gelen küçük endotermik pik ve %3,4 ağırlık kaybı malzemede bulunan karbonatlı bileşiklerin ayrışmasından kaynaklanmaktadır. Yaklaşık 900-1200°C sıcaklık aralığında gözlemlenen endotermik pik ve %3,53 ağırlık kaybının kalsiyum ve/veya magnezyum sülfatın ayrışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Mahendra et al., 2013, Mladenov et al., 2014, Serafimova et al., 2011).

\*. Ateş zayıyatı.

Şekil 4’te uçucu küllere ait TG/DTA grafiği verilmiştir.



Şekil 4. Küllere ait TG/DTA analizi.

Şekil 5’te %50 odun külü, %50 cam tozu karışımının kullanılmasıyla elde edilen camlar sunulmuştur.



Şekil 5. %50 odun külü, % 50 cam tozu karışımının kullanılmasıyla üretilen camlar.

Şekil 5’te görülen %50 odun külü, %50 cam tozu karışımının kullanımıyla üretilen camlarda kül renginin ve dokusunda kabarcıkların oluşmasını sağlamıştır. Kabarcık etkisi odun külünün TG/DTA analizinde açıklanan reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Sıcak cam şekillendirme aşamasında, kullanılan bu karışım, yüzey kaplandığı zaman kepece veya gazete ile şekillendirmeye izin vermemiştir. Çünkü ahşap veya gazete yüzeyle temas ettiği zaman bu karışımın yüzeyden uzaklaştığı görülmüştür. Dolayısıyla bu karışım yüzeydeyken, metal ekipmanlarla şekil verilmiştir. Odun külü kullanımının sıcak cam şekillendirmeyi engelleyen bir yapısı yoktur.

Şekil 6’da beyaz renkli cam üzerine yapılan kül uygulaması görülmektedir.

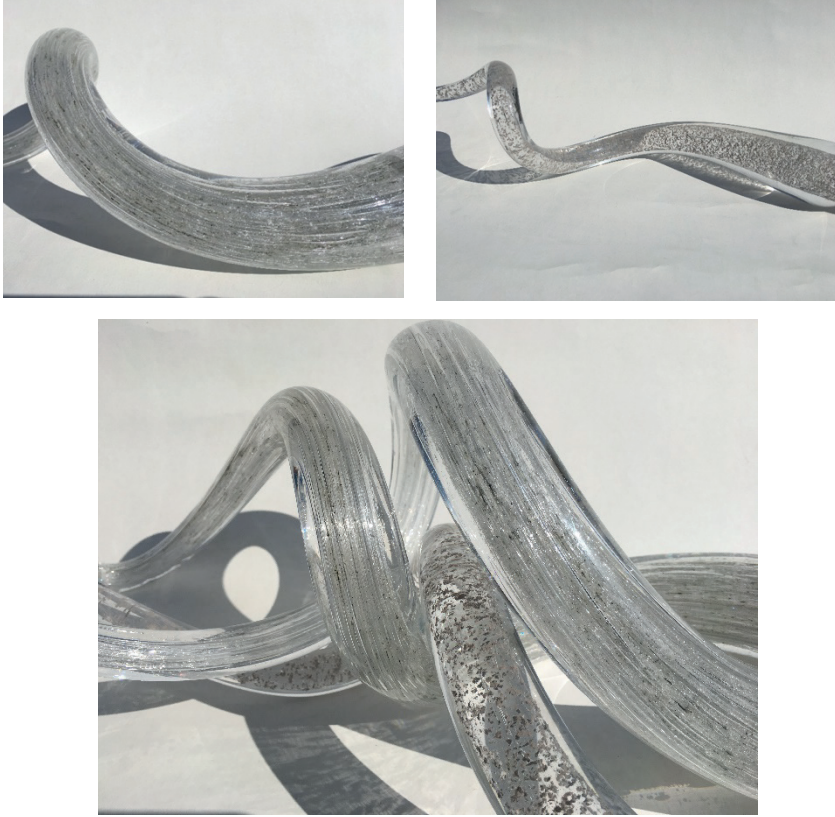


**Şekil 6.** *Beyaz renkli cam üzerine yapılan kül uygulaması.*

Şekil 6’da görülen çalışmada beyaz renkli cam tozu kullanılarak odun külünün rengi ve yarattığı dokunun daha belirgin olarak kendisini göstermesi sağlanmıştır.



Şekil 7’de ise odun küllerinin farklı bir cam tasarımındaki uygulaması sunulmuştur.



*Şekil 7. Odun küllerinin kullanımı ile üretilen sıcak üfleme cam form.*

Şekil 7’de sunulan çalışmanın üretiminde üfleme ile birlikte cam et kalınlığı incelendiği için, karışımın etkisinin azaldığı gözlemlenmiştir. Cam içinde oluşan kabarcıklar, daha büyük bir yapıya sahip olmuş ve odun külünün oluşturduğu kül renginin azaldığı ortaya çıkmıştır.

### **Genel Sonuçlar**

Geri dönüşüm maddesi olan odun küllerinin, sıcak cam şekillendirme tekniği ile kullanılması hem doğa dostu yenilikçi bir teknik incelemesi sağlarken, hem de dekoratif olarak stüdyo camcılığına katkısı

incelenmiştir. Bu çalışmada, özellikle geri dönüşüm materyalinin kullanılması, yapılan denemeleri daha doğa dostu bir platforma taşımıştır. Cam dekorasyonunda renklendirme ve doku oluşturma amacıyla kullanılan malzemelerin birçoğu daha çok kimyasal tabanlı olduğu için, doğaya ve insan sağlığına zararı olduğu bilinmektedir. Bu tür kimyasal maddeler bir çok koruyucu önlem almak zaruridir. Ancak odun külü doğa dostu bir malzeme olduğundan doğaya ve insan sağlığına zararı yoktur. Çalışmada odun külüne ağırlıkça % 50 oranında cam tozu ilave edilerek cam yüzeyinde kullanılmış ve sıcak cam dekorasyonunda inovatif bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- Byrd, J. F. (2011); *Harvey K. Littleton : A Life in Glass* . New York: Skira Rizzoli Publications, Inc.
- Cummings, K. (2002); *A History of Glassforming*. Philadelphia: University Of Pennsylvania Press.
- Ek. Serafimova, M. Mladenov, I. Mihailova, Y. Pelovski, Study On The Characteristics Of Waste Wood Ash, Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 46, 1, 2011, 31-34.
- Genç, S. (2013); *Artistik Seramik Sırları*, Boyut Yayınları, İstanbul.
- Karasu, B., Yrd. Doç. Dr., & Ay, N., Doç. Dr. (2000). *Cam Teknolojisi*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Kılıç, M., Çepelioğullar, Ö, Kırbıyık, Ç, Pütün, E., & Pütün, A. E. (2014). Utilization of Coal Fly Ash As Low-Cost Adsorbent Material For Nickel Removal Applications. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15(2), 81-91.
- Kizinievic, O., & Kizinievic, V. (2016); Utilisation of wood ash from biomass for the production of ceramic products. *Construction and Building Materials*, 127, 264-273.
- Kocabağ, D. (2002); *Cam Kimyası, Özellikleri, Uygulaması*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Macfarlane, A., & Martin, G. (2002); *Glass : A World History*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Mahendra K. Misra, Kenneth W. Ragland And Andrew J. Baker, Wood Ash Composition As A Function Of Furnace Temperature, Biomass and Bioenergy Vol. 4, No. 2, pp. 103-116, 1993.
- Metodi Mladenov, Yoncho Pelovski, Thermal Analysis Of Composite Mixtures On The Basis of Wood Ash For Production Of Soil Conditioners, Comptes rendus de l'Acad'emie bulgare des Sciences Tome 67, No 2, 2014.
- Sinclair, E. F., & Spillman, J. S. (1997); *The Complete Cut and Engraved Glass of Corning*. First Syracuse University Press.
- Yeşilay, S. (2008); Cam Dekorasyon Teknikleri. *Dosya*, 19, 111-116.
- Zerwick, C. (1990); *A short History of Glass*. New York: Harry N. Abrams, Inc