

## ÖZET

### CAM HAMMADESİ MİNERALOGİSİ VE CAM TEKNOLOJİSİ

*ÖBELİK, Yusuf; Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı*

*Danışman: Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU*

Bu çalışma, Efe Cam (İstanbul) Fabrikası'na ait cam hammaddelerin mineralojisini, Ülkemiz'de ve genellikle Almanya'da uygulanan cam teknolojisinin incelenmesini kapsamaktadır. Bu amaçla kullanılan hammaddelerden ince kesitler hazırlanarak mineralojik incelemeler ve konu ile ilgili yabancı literatürler taranarak cam teknolojisi tanıtılmaya çalışılmıştır. Cam, çoğunlukla saydam veya yarısaydam halde kullanılan, genellikle sert, kırılğan olan ve sıvıların muhafazasına imkân veren inorganik katı malzemedir. Antik çağlardan beri gerek inşaat, gerekse süs eşyası olarak camdan yararlanılmaktadır. Günümüzde halen en basit araç gereçlerden iletişime ve uzay teknolojilerine kadar çok yaygın bir kullanım alanı vardır. Cam ani soğutulmuş alkali ve toprak alkali metal oksitleriyle, diğer bazı metal oksitlerin çözülmesinden oluşan akışkan bir malzeme olup, ana maddesi (SiO<sub>2</sub>) silisyumdur. Dünya'da üretilen camın % 90'dan fazlasını, 2000 yıl önce olduğu gibi, kireç, soda ve kum oluşturmaktadır. Cam amorf yapısını koruyarak katılaştır. Üretim sırasında hızlı soğuma nedeniyle kristal yapı yerine amorf yapı oluşur. Bu yapı cama sağlamlık ve saydamlık özelliğini kazandırır. Camın taşıtlarda, inşaatlarda, ev eşyalarında, tıpta, yiyecek ve içecek sektöründe, mutfak aletlerinde, bilimsel amaçlı, dekorasyon ve sanatsal amaçlı kullanımları mevcuttur. Nerede kullanıldığına bağlı olarak camın taşınması gereken özellikler değişmektedir. Bu durumu pencere camı, resim çerçevesi camı, cam masa, cam raf, otomobil ön camı ve fırın iv kapağı camında gözlemleyebiliriz. Camın özgül ağırlığı, kimyasal bileşimine bağlı olarak 2,2-7,2 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmekle birlikte genel kullanımda olan pencere ve Çiçe camlarının yoğunluk değerleri 2,3-2,6 g/cm<sup>3</sup> arasındadır. Sıcaklıkta genleşme, camın ısı-sıcaklık şoklarına dayanıklılığını ve ısıtma ile soğutma arasında camda oluşan gerilmeleri tespit etmede önemli bir özelliktir. Genellikle  $5.6 \times 10^{-7}$  ilâ  $140 \times 10^{-7}$  cm/cm x °C değerlerindedir. Camların genel kimyasal içerikleri: 68 – 72 % SiO<sub>2</sub>; 9 – 16 % Na<sub>2</sub>O; 0 – 7 % K<sub>2</sub>O; 0 – 11 % CaO; 0 – 4 % MgO; 0 – 11 % BaO ve 1 – 5,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerleri olup, bu oksitlerin oluşturduğu mineraller camın hammaddesini oluşturmaktadır. Bunlar kuvars kumu, soda, trona, kireçtaşları, dolomit, feldispat, petalit, boraks, kil mineralleri, borasit, kolomanit, uleksit, kalyum karbonat, fluorit, çinko oksit ve baryum karbonattır. Bunlardan bor mineralleri akıcılığı hızlandırmakta; Thenardit (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), antimon- ve arsen bileşenleri ile kalinitrit (Kalisalpeter KNO<sub>3</sub>) temizleyici; CeO<sub>2</sub>, SeO<sub>2</sub> CoO renksizleştirme, metaller ve metal oksitler camda çözünerek renk oluştururlar. Bunlar; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO, MnO, MnO<sub>2</sub>, CoO, Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, SnO<sub>2</sub>, Zr<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, UO<sub>3</sub>, NiO vb.'dir.

Cam çeşitleri, kalk natron, borat, flüorit, düz yüzeyle, boşluklu camlar, cam çubukları, köpüklü camlar, kullanım amaçlarına göre ise, renkli, buzlu, pencere, cam elyafı, telli, silis camları ve optik camlardan oluşmaktadır. Cam üretiminde takip edilen yol şu şekilde özetlenebilir; 500 ve 750°C de katı reaksiyon, 600 ve 900 °C arasında ilk erime, Sulfat, nitrat und karbonatların CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ve SO<sub>2</sub> ile gazlarının alınması, 1100 °C de alkali feldispatlar. 1200 °C de plajiolaslar erir (loysit oluşumu). Tam erime 1200 ve 1650 °C de gerçekleşir. Eklenen bor mineralleri erime derecesini ve vizkoziteyi düşürür. Eriyik oldukça çok hava kabarcıkları

içermekte, bunlar yukarı doğru çıkmaktadır. Arsen ve arsen bileşikleri ile bu giderilir (platin çubukla karıştırma ve üfleme). Son olarak şekillendirme ısısına kadar eriyik soğutulur.

## **SUMMARY**

### **MINERALOGY OF GLASS RAW MATERIALS AND GLASS TECHNOLOGY**

*OBELIK, Yusuf; Nigde University Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering*

*Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ibrahim COPUROGLU*

This study contains investigation of the mineralogy of glass raw materials that is used in Efe Glass (Istanbul) and of the glass technology which is applied particularly in Germany and in our country. It attempts to introduce the glass technology using thin sections from the raw materials used for this purpose and the relevant literature. Glass is an inorganic solid material which is mostly used as transparent or translucent, generally rough, fragile and it enables to contain fluid material. Since the antique ages glass is utilized both for construction and decoration. Today, it is widely used from the simplest garments to the communication and space technology. Glass is a fluid material consisting of rapid cooled, dissolved alkali and alkali earth metal oxide and some other metal oxides and its primary constituent is silica (SiO<sub>2</sub>).

More than 90% of the glass produced in the whole world is consisted of lime, sodium carbonate and sand like 2000 years ago. Glass solidifies keeping its amorphous structure. During the production, the amorphous structure favors instead of crystalline structure due to the rapid cooling. This results in strength and transparency. Glass has a lot of areas of use such as in construction, house ware, medical, food and beverage sector, kitchen utensils, scientific purpose, decoration, and artistic purposes. Features of glass may vary depending on the area of use. This can be observed from window glass, frame, glass table, glass shelf, wind screen, and furnace door. Depending on the chemical composition; the specific weight of glass range between 2,2-7,2 and 3 g/cm<sup>3</sup> and so are the density values of window and bottle. Thermal expansion is an important characteristic in order to determine the strength of glass against the temperature and heat shocks and tensions on the glass arising from heating and cooling. In general it ranges between  $5.6 \times 10^{-7}$  and  $1.4 \times 10^{-5}$  cm/cm x °C. Usual constituents of glass is: 68 – 72 % SiO<sub>2</sub>; 9 – 16 % Na<sub>2</sub>O; 0 – 7 % K<sub>2</sub>O; 0 – 11 % CaO; 0 – 4 % MgO; 0 – 11 % BaO ve 1 – 5,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and minerals formed by these oxides account for the raw material of glass. These include quartz sand, soda ash, trona, limestone, dolomite, feldspar, petalite, borax, clay minerals, boracite, colemanite, ulexite, calcium carbonate, fluorite, zinc oxide and barium carbonate. Among those the boron minerals accelerate the fluency, thenardite (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), antimony-and arsenic compounds, kalinitrite (KNO<sub>3</sub> salpeter kali) act as cleaner, CeO<sub>2</sub>, CoO SeO<sub>2</sub> are for decolorisation, and metal and metal compounds give new colors to materials when dissolved in the glass structure. These are Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CuO, MnO, MnO<sub>2</sub>, CoO, Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, SnO<sub>2</sub>, Zr<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, UO<sub>3</sub>, and NiO. Varieties of glass include natron, borate, fluoride, flat, hollow glass, glass rods, foam glass. Based on their use, glass varieties are colored, frosted, window, glass fibers,

wire, silica glass and optical glass. Flow chart of the glass production can be summarized as follows: solid state reaction between 500 and 750° C, first melting in between 600 - 900°C, removal of sulfate, nitrate und carbonate, CO<sub>2</sub>, NO<sub>X</sub> and SO<sub>2</sub> gases, melting of the alkali feldspars at 1100°C, and melting of the plagioclase feldspars at 1200° C (leucite formation). Complete melting takes place between 1200 - 1650 °C.