

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **KİMYA TEKNOLOJİSİ**

**CAM ANALİZLERİ  
524KI0275**

**Ankara, 2012**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	2
1. CAM ANALİZLERİ .....	2
1.1. Yapısı ve Özellikleri .....	2
1.2. Çeşitleri .....	8
1.2.1. Kimyasal Bileşimlerine Göre .....	8
1.2.2. Uygulama Yerlerine Göre.....	11
1.3. Eritiş Hazırlama .....	15
1.4. XRF Cihazı .....	16
1.4.1. Cihazın Çalışma Prensibi.....	17
1.4.2. Cihazın Kullanılması .....	19
UYGULAMA FAALİYETİ .....	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	24
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	26
2. CAM HAMMADDELERİNDE YAPILAN ANALİZLER .....	26
2.1. Cam Kumlarında Toplam R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Miktar Tayini .....	26
2.2. Cam Kumlarında Toplam Alüminyum Oksit (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) Tayini .....	27
2.3. Cam Hammaddesinde Magnezyum Oksit Tayini .....	27
2.4. Cam Hammaddesinde Kalsiyum Oksit Tayini.....	27
UYGULAMA FAALİYETİ .....	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	32
3. MAMUL CAMDA YAPILAN ANALİZLER .....	32
3.1. Silisyum Dioksit Tayini .....	32
3.2. Kurşun II Oksit Tayini .....	32
3.3. Magnezyum Oksit Tayini.....	33
UYGULAMA FAALİYETİ .....	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	37
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	38
CEVAP ANAHTARLARI .....	39
KAYNAKÇA .....	40

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>524KI0275</b>
<b>ALAN</b>	<b>Kimya Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Kimya Laboratuvarı</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Cam Analizleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bu modül; XRF cihazı için eritiş, cam hammaddelerinde ve mamul camda analizler yapabilme ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖNKOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Cam Analizleri Yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Öğrenci, bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, cam analizi yapabilecektir. <b>Amaçlar</b> 1. XRF cihazı için eritiş hazırlayabileceksiniz. 2. Cam hammaddelerinde analizler yapabileceksiniz. 3. Mamul camda analizler yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Temel kimyasal işlemlerini yapmak için gerekli donanım ve tüm donanımın bulunduğu laboratuvar, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb. <b>Donanım:</b> Atölyede; teknoloji sınıfı, internet, ilkyardım malzemeleri, sabun, personel dolabı, laboratuvar önlüğü, koruyucu malzemeler, numune, lityum tetra borat, agat havanı, platin kapsül, platin kap, saf su, XRF cihazı, numune, 25 mm standart mask
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Gençler,

Çevremize baktığımızda ilk göreceğimiz şeylerden biri, değişik görünüş ve özelliklere sahip olsa da camlardır. Camların kullanımı inşaattan otomotive, sağlıktan günlük eşyalara kadar çok geniş bir alana yayılmıştır. Özellikleri sürekli değiştirilebilen, değişik amaçlarla farklı üretimleri yapılabilen camlar, size yeni ilgi alanları sunacaktır. Gelişen yeni teknolojilerle birlikte her geçen gün, değişik özelliklerde farklı alanlar için camlar üretilmektedir.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda hayatımızda çok önemli bir yeri olan cam hakkında yeterli bilgiye sahip olacak, laboratuvar ortamı sağlandığında bu camlarla ilgili analizleri yapabileceksiniz. Öğrendiğiniz bu bilgi ve beceriler ile fabrikaların ve bazı iş yerlerinin laboratuvarlarında iş bulmanız kolaylaşacaktır.

Başarıyı sağlayan unsurlar: Sürdürülebilir bir çalışma içinde bulunmak, tasarruflu olmak, sebat göstermek, soğukkanlı davranmaktır. Unutmayalım ki, en güzel sonuç plânlı, sabırlı ve düzenli çalışmalar neticesinde ortaya çıkar.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun XRF cihazı için eritiş hazırlayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde camların hangi amaçlarla kullanıldığını araştırınız.
- Çevrenizde gördüğünüz farklı türlerdeki camlar hakkında araştırma yapınız.

## 1. CAM ANALİZLERİ

### 1.1. Yapısı ve Özellikleri

Camın en yaygın tanımı, Soğuma sonucunda kristalleşmeden sertleşen inorganik bir ergitme ürünüdür, şeklinde yapılabilir. Camın başka bir tanımı da şöyle yapılmıştır: Cam, aşırı soğutulmuş alkali ve toprak alkali metal oksitleriyle, diğer bazı metal oksitlerin çözülmesinden oluşan bir sıvı olup ana maddesi ( $\text{SiO}_2$ ) silistir. Camlar erimiş haldeki amorf yapısını koruyarak katılaştıran inorganik cisimler olarak tanımlanabilir. Üretim sırasında hızlı soğuma nedeniyle kristal yapı yerine amorf yapı oluşur. Bu yapı cama sağlamlık ve saydamlık özelliğini kazandırır.

Malzemeciler camı aşırı soğutulmuş bir sıvıya benzetirler. Gerçekten de cam ısıtılmaya başlandıktan sonra sıcaklığın artmasına paralel olarak önce yumuşar ve daha sonra da akıcı hale gelir. Bu hali ile adeta sıvı gibidir.

Cam, elle tutulursa sert ve durgun bir etki yapar. Kırılganlığı nedeniyle de sert bir yere vurulunca kırılır. Böyle olmakla birlikte kimyacılar, içinden su içtiğimiz kabın kendisinin bir sıvı gibi olduğunu söylerler.

Bütün bunlar soğumuş, durgunlaşmış camın belli başlı özellikleridir. Oysa yüksek ısılarda camın bu özellikleri tümüyle değişir. Önce yumuşamaya başlar, sonra da akıcılık kazanır. Hatta eğer yeterli olan ısı sağlanırsa su gibi akar.

Cam, sabit bir erime noktası olmayan amorf bünyeli bir silikat bileşimi olarak tanımlanmaktadır. Ana maddelerin ısıtılarak erimesi, biçimlendirilmesi ve biçimlendirilen hamurun kristalleşme olmaksızın soğuması sonucunda cam elde edilmektedir. Erime derecesi, bileşime ve bileşime giren maddelere göre değiştiği için belirli sıcaklıkta eriyen metal ve benzeri malzemeler gibi camın sabit bir erime sıcaklık derecesi mevcut değildir. Cam gerçekte yapısı açısından şaşırtıcı yalınlıkta bir maddedir. Silisyum dioksit ve maden oksitlerinin bir karışımıdır. Ama cama özelliklerini kazandıran onun atom yapısındaki ilginç durumudur. Çünkü bu ilginç özelliğinden dolayı cam ne tam bir sıvıdır ne de kristal yapıya gerçek bir katıdır. İkisinin arasında yer alan çok özel bir konumdadır. Böyle bir konuma,

katılaşma derecesinin altında dondurulmuş bir sıvı tanımlaması yapılabilir. Camın iç yapısı özel cihazlarla incelendiği zaman, diğer katılardaki atomların düzgün kristal dizilişinin camda bulunmadığı görülür.

Cam gerçekte bir sıvıdır. Saydamlığı da buradan kaynaklanmaktadır. Bir sıvıda i sınırlar yoktur. Camın içinden geçmekte olan bir ışık ışını, kırılma ve yansımaya uğramaz. Ama bu ışın yalnızca cam yüzeyini aşarken hafifçe kırılır. Tabi bu özellikler ancak saydam ve nitelikli bir cam için geçerlidir. Camdaki ilginç renklendirmeler bu özellik nedeniyle elde edilebilmektedir. Camın yapısına katılan çeşitli katkılarla camın ışık emme ya da ışık geçirme özellikleri çok şaşırtıcı boyutlara ulaştırılabilir.

Camın maddesi genellikle yarı saydam, suni bir birleşiktir. Tamamen saydam olması şart değildir. Kum (kuartz veya silika yani silisyum dioksit), soda (sodyum karbonat) ve kireç (kalsiyum oksit) ile oluşan cama **soda-kireç taşı camı** denir. Bunlar ana maddelerdir. Fakat daha dayanıklı sağlam bir cam yapmak için az miktarda kireç taşı, tebeşir ve kurşun oksit ilave etmek gerekir. Bunlar alkali ile birlikte camı kimyevi olarak meydana getiren silikat kompleksin oluşumu için temel teşkil ederler. Saf silikat, cam yapımı için eritilebilir; fakat erimesi için çok yüksek sıcaklık gerekir. Saf silikat yaklaşık 1710 C ‘de erir. Bu, odun alevli bir fırın için çok yüksek bir değerdir. Soda eklenerek erime noktası 700-900 C aralığına düşürülür. İlave edilen kireç de camın stabilize olmasına yardım eder. Kütlece tipik bu formülasyon % 75 kum, % 15 soda ve % 10 kireçten oluşur. Alüminyum’un (alüminyum oksidi) varlığı kimyasal dayanıklılığı arttırır ve oluşum esnasında kristalleşme eğilimini azaltır.

Her ne kadar sert, kırılđan özellikleriyle birçok minerali andırsa da bilimsel bir yaklaşımda cam oldukça viskoziteli bir sıvı gibi düşünülür. Bir katının tipik bir özelliği olan kristal kafes yapısına sahip değildir. Aslında **“cam”** terimi bir maddenin değil bir fiziksel halin açıklayıcısıdır. Polimerin de içinde olduğu birçok diğer maddeler ve hatta mineraller dahi camsı hale gelebilirler.

Camın yapay olarak elde edilmesinden daha önceleri de, doğada obsidiyen ve kaya kristali olmak üzere iki tür cam vardı. Bunlar Geçmişte özellikle ok ve mızrak uçları yapımında kullanılmıştır. Mısır, Mezopotamya, Anadolu ve Güney Amerika’da kalıntularına rastlanmıştır. Doğal kuvars diyebileceğimiz kaya kristali hemen hemen renksiz ve yarı saydamdır.



**Resim 1.1: Camın temel yapısı silis**

Cam ısıtıldığında viskozitesi kademeli olarak düşer; soğutulduğunda ise kademeli olarak yükselir. Bu durumu ergitilmiş ya da sıvı haldeki bir metal ile mukayese edersek, metalin sıvı halden katı hale dönüşümü anidir ya da suya uyguladığımızda su, donma noktasında çabucak buz haline dönüşür. Camın soğutulması ile viskozitesindeki kademeli artış, cama arzu edilen ürün şeklinin verilmesine fırsat yaratarak diğer metallere nazaran daha geniş bir çalışma aralığı kazandırır. Bunu takiben, arzu edilirse cam, ısıtma ile yumuşatılabilir ve tekrar tekrar yeniden şekillendirilebilir ve soğutulabilir.

➤ **Camın özellikleri**

• **Fiziksel özellikler:**

Normal katı ve sıvı halleriyle camsı hâl arasındaki bağlantı, ergimiş haldeki maddelerin soğutulmaları sırasındaki mekanizma incelendiğinde anlaşılabilir. İnorganik element ve bileşiklerin çoğu, ergime durumunda, viskoziteleri hemen hemen suyun viskozitesine yakın sıvılar meydana getirirler. Bu tip sıvılar soğutuldukları zaman, ergime noktasında seri bir kristalizasyon başlar. Soğutmanın çok hızlı olduğu zamanlarda bile kristalizasyon oluşur.

Ergidikleri zaman yüksek viskoziteli sıvılar meydana getiren birçok madde mevcuttur. Bunlar, donma noktalarının biraz altında tutulacak olursa, kristal faz, termodinamik olarak sıvı fazdan daha kararlı olduğundan, yavaş olarak kristalleşir. Fakat sıcaklık derecesi sabit tutulacak yerde sıvı, donma noktasının üzerinde bir sıcaklık derecesinden sürekli olarak soğutulursa, soğutma hızı ile bağlantılı olarak, kristalizasyon oluşmayabilir. Soğuma hızı çok yavaş ise sıvı en azından bir dereceye kadar kristalleşir. Fakat daha yüksek soğutma hızlarında kristalizasyon olmadan sıcaklık derecesini istenen miktara indirmek mümkün olacak ve sıcaklık azalırken viskozite artacağından, madde katılaşacaktır. Meydana gelen bu katı madde camdır.

• **Optik Özellikler:**

Camın içinden ışığın geçmesi, ışık geçirgenliği olarak bilinir. Camın bir tarafından bakıldığında, diğer taraftaki cisimler net görülebiliyorsa, bu özellikteki cama **saydam cam** denir.

Işık geçirdiği halde, cisimler net olarak görülemezse, bu özellikteki cama **yarı saydam cam** denir.





**Resim 1.2: Yarı saydam cam**

Işığın bir yüzeyden geri dönmesi yansıma olarak bilinir. Yansıma, cam kullanımında önemli bir optik özelliktir ve bilhassa aynalar ve dekoratif camlar için önemlidir.

Işığın cam tarafından emilmesi diğer önemli bir optik özelliktir. Yansımanın hiç olmadığı farz edildiğinde gelen ışığın ancak bir miktarı camın diğer tarafına geçebiliyorsa bu durumda ışığın geri kalan kısmı cam tarafından emilmiştir.

Kırılma, yani ışığın sapması, cam için dördüncü önemli bir özelliktir. Bu özellikten optik aletlerde yararlanır.

- **Elektriksel özellikler:** Camın günlük kullanımında çok önemli olan, elektriksel özelliğidir. Bizim kullandığımız şekli ile cam, elektriği geçirmez. Bakır ve kurşun gibi metallerden farklı olarak, eğer bir cam çubuğun iki ucunu elektrik cereyanına bağlarsak akım geçmez. Bu nedenle camın, yüksek bir elektrik direncine sahip olduğu söylenir. Elektrik akımının geçmemesini istediğimiz alanlarda çoğunlukla cam kullanılır. Camın bu önemli fiziksel özelliği, elektriksel direnç olarak bilinir.
- **Kimyasal özellikler:** Camın başka maddelerle, özellikle gazlar ve sıvılarla reaksiyon verme direncine **kimyasal dayanıklılık** denir. Camın kullanım alanları göz önünde tutulduğunda bu önemli bir özelliktir. İklim şartlarına maruz kalan cam, hasar görebilir; bu, hava etkisine karşı dayanma olarak tanımlanır. Hava etkisine karşı direnç, dayanıklılığın diğer bir şeklidir.
- **Isıl özellikler:** Cam, ısı için iyi bir iletken değildir. İzolasyon özelliği veren, camların arasındaki mesafe ya da hava boşluklarıdır.

Birçok madde için, ısı ile ilgili önemli bir özellik, ısıl genişlemedir. Isıl genişleme, bir madde ısıtıldığında, boyutlarında meydana gelen büyümeyi ifade eder. Bir cam parçasının bir tarafını ısıtırsanız ya da soğutursanız, sonuçta iki uç arasındaki sıcaklık farkı; camın iki tarafı arasındaki genişleme farkı ya da farklılığı demektir. Bir taraf, diğer taraftan daha uzun olmaya eğilim gösterir. Camın içinde gerilimler meydana gelir. Gerilimler aşırı olduğu

zaman camın kırılmasına sebep olur. Bu ısıl gerilimler nedeniyle kırılma direnci, termik şok direnci olarak adlandırılır.

Cam malzemeyi kimyasal olarak etkileyen sadece hidroflorik asittir. Hidroflorik asit özellikle cam yüzeylerin işlenmesinde yüzeyin matlaştırılması için kullanılır.

İçine kireç katılmamış camlar su karşısında kararlı değildirler. Bu tür camlara **su camı** da denir. Normal pencere camları ve su ile teması olabilecek her türlü camın su karşısında kararlı olabilmesi için bunların bileşimine kireç katılması zorunludur.

- **Mekanik özellikler:** Camın fazlaca bir sabit basınca ya da ani bir darbeye maruz kalınca, kırılmaya karşı göstereceği direnç önemli bir özelliktir. Bu özellik mekanik dayanıklılık olarak adlandırılır. Diğer önemli bir özellik, esnemeye karşı gösterilen direnç, yani rijidlik(malzemenin şeklini muhafaza etme eğilimi)dir.

Cam üzerindeki bir çizik, camın daha kolay kırılmasına neden olur. Camın muhtemel kırılmaları bertaraf etmesi için yeterli bir çizilme direncine ya da aşınma direncine sahip olması çoğunlukla önemlidir.

#### ➤ **Camı oluşturan ham maddeler**

- **Ana maddeler:** Camı oluşturan ana maddelerden söz edildiğinde adi camın bileşimine giren üç grup madde akla gelir. Bunlar cam haline gelebilen **oksitler, eriticiler** ve **stabilizatörler** denilen maddelerdir. Adi camın bileşimine giren bu maddeler bir başka şekilde kum-soda-kireç üçlüsü olarak da ifade edilebilir. Adi camın bileşimine giren maddelerin dışında cama önemli özellikler kazandıran ve üretimde bazı yararlar sağlayan **yardımcı bileşenler** de bir grup olarak ele alınmaktadır.
- **Camlaştırıcılar:** Camlaşma özelliği olan bu ana maddeler genelde ağ(iskelet) oluşturan bazı oksitlerdir. Doğal cam olarak nitelenebilecek olan kuvars kumu ağ oluşturan oksitlerin başında gelmektedir. Ağ oluşturan oksitler içinde en önemlileri  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  ve  $\text{P}_2\text{O}_5$ 'dir.
  - **Silisyum Dioksit ( $\text{SiO}_2$ ):** Cama  $\text{SiO}_2$  veren üç hammadde kaynağı silis kumu, feldspat ve yüksek fırın cürufudur. Son iki madde ayrıca  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 'ün de kaynağıdır ve bunlar ergitme ve/veya anfinasyonu kolaylaştırırlar.

Türkiye de cam fabrikalarında kullanılan silis kumu üç sınıfta toplanır:

1. Pencere camı ve empirme cam imalatında kullanılan
2. Sınai kap üretiminde kullanılan
3. Züccaciye üretiminde kullanılan

Cam yapımında kullanılan silis kumunun kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Kalite için kimyasal olarak silisin en yüksek değerinde,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  gibi bileşenlerin de en düşük değerinde olması gerekir.

Türkiye’de cam yapımında kullanılan kum çeşitleri ocaktan çıkarıldığında, arıtma tesislerinde ve gereksiz bileşenlerden arındırıldıktan sonra kullanılır.



**Resim 1.3: Silis kumu**



**Resim 1.4: Kuvartz kumu**

**Bor Oksit ( $B_2O_3$ ):** Borosilikat camların yapımında kullanılan bor oksitin kaynağı borik asittir. Cam laboratuvar eşyası veya ısıya dayanıklı ev eşyası yapımında kullanılan borosilikat camlar için, bor oksit ve sodyum oksiti doğru oranlarda elde etmek üzere borik asit ve boraks karışımı kullanılır.

- **Eriticiler:** Ağ oluşturan ve cam haline gelebilen oksitlerin erimelerini kolaylaştırmak amacı ile cam bileşimine katılan maddelere **eriticiler** adı verilir. Eriticiler denilen bu gruptaki maddeler, camlaştırıcıların erime sıcaklık derecesini düşürerek onların erimelerini kolaylaştırırlar. Özellikle  $1713\text{ }^{\circ}C$ 'de eriyen silisin erime derecesi  $1500\text{ }^{\circ}C$  dolayına indirilebilir. Eriticiler ağ içine girerek onu değiştirdiği için eriticilere modifikatör de denmektedir. Eritici olarak adlandırılan bu maddelerin başlıcaları  $Na_2O$ ,  $K_2O$  ve  $Li_2O$  'dur.



**Resim 1.4: Bor minerali**

- **Feldspatlar:** Feldspatlar, alümina ihtiva eden tabii maddelerdir. Feldspat,  $R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  genel formülüne sahiptir ve burada  $R_2O$ ,  $Na_2O$  veya  $K_2O$  veya bu ikisinin karışımını gösterir. Bir  $Al_2O_3$  kaynağı olarak feldspat için, saf, eriyebilir ve camı oluşturan tüm oksitlerden meydana geldiği için diğer tüm maddelerden daha üstündür. Fiyat ikinci derecede olduğu zaman saf alumina kullanılmaktadır. Alümina miktarı, camın erime noktasının düşürülmesinde ve camsı durumun bozulması olayının geciktirilmesinde yarar sağlar.

#### ➤ **Stabilizatörler**

Stabilizatörler özellikle camın kimyasal dayanıklılığı, kırma indisi, dielektrik özellikleri üzerinde etki yapan maddelerdir. Formülüne stabilizatör ilave edilmemiş bir cam su karşısında kararlı değildir. Bu tür camlara **su camı** adı verilir.

- **Kalsiyum Oksit (CaO) ve Magnezyum Oksit (MgO):** CaO kireç taşının, MgO ise dolomitin ( $MgCO_3$ ) cam formülüne katılması ile sağlanmış olur. Zira  $CaCO_3$  ve  $MgCO_3$  ün ısıtılması ile bünyelerindeki  $CO_2$  çıkar ve geriye CaO ve MgO kalır.
- **Kurşun Oksit (PbO):** Cam yapımında kullanılan kurşun oksidin ana kaynağı kurşundur. Bu  $Pb_3O_4$  formül yapısına sahip oksit bileşiğidir. PbO formuna göre daha fazla oksijen içermektedir. Kırmızı kurşun, ergimiş kurşunun kontrollü şekilde oksidasyonu ile elde edilir.
- **Çinko Oksit (ZnO):** Çinko oksit, cam yapımında camın kimyasal dayanıklılık açısından kayba uğramadan viskozitesini düşürmek için kullanılır. Laboratuvar camı, sızdırmazlık camı ve optik camların yapımında da kullanılır.

#### ➤ **Yardımcı bileşenler (İkincil bileşenler)**

Yardımcı bileşen ya da ikincil bileşen olarak adlandırılan maddeler genelde adi camın formülüne girmeyen, ancak çoğunlukla değişik camlarda değişik etkiler sağlamak üzere kullanılan oksitlerdir.

## 1.2. Çeşitleri

Camlar, kimyasal bileşimlerine ve uygulama yerlerine göre olmak üzere 2 grupta incelenirler.

### 1.2.1. Kimyasal Bileşimlerine Göre

Camın ana maddesi kum olmakla beraber, özelliklerini iyileştirmek veya istenen seviyeye getirebilmek için pek çok katkı maddesi kullanılır. Bunların çoğu da metal oksitlerdir.

### 1.2.1.1. Sodakalsik Camı

Dünyada üretilen camların % 90'ı sodakalsik camıdır. Kolayca eritilebilir, ucuzdur fakat ısı şoklarına mukavemet ve kimyasal kararlılık gibi haller dışında her yerde kullanılabilir. Normal elektrik ampulü, floresan ampulleri, pencere camları v.b. malzemelerin üretiminde kullanılırlar. Yapısında % 5 oranında CaO vardır.

### 1.2.1.2. Kurşun Camı (Kristal Cam)

Soda kalsik camında kirecin yerini PbO aldığı kurşun camı elde edilmiş olur. Yapısında % 80 oranında bazı hallerde daha fazla kurşun oksit bulundurur. Kurşun oksit, camın erime noktasını düşürerek yumuşama noktasını CaO'li camlarınkinin de altına düşürür. Ayrıca cama kolay işlenebilme, ışığı yansıtma ve yayma özelliği kazandırır. Kurşun oksit miktarının % 80'i geçtiği cam türü gama ( $\gamma$ ) ve x ışınlarından korunmak amacıyla kullanılır. Oldukça pahalı bir cam olduğu için bunun yerine baryum oksitli camlar kullanılır.



Resim 1.5: Kurşun camı

### 1.2.1.3 Borosilikat Camı

Borosilikat camlarının yüksek yumuşama noktası vardır. Buna rağmen, ısı şoklarına karşı büyük bir mukavemet sağlayan büyük bir genleşme katsayısı, su ve asitlere karşı çok iyi mukavemet göstermesi ve üstün elektriksel özellikleri vardır. Bu nedenlerden dolayı laboratuvar (teknik) cam olarak kullanılmaktadır. Mutfak eşyası ve büyük boyutlu astronomik aynalar yapılmaktadır.



**Resim 1.6: Borosilikat camı**

#### **1.2.1.4. Alüminosilikat Camı**

% 20'den fazla alümin, az miktarda bor, bir miktar kireç ve mayezi ile çok az alkali içerirler. Ancak alkali bulunmadığı zaman camın eritilmesi ve işlenmesi zorlaşır. Yumuşama noktasının yüksek ve dilatasyon katsayısının küçük olması termometre, yanma tüpleri, alevle doğrudan temas edecek her türlü parçanın yapımında kullanılır.



**Resim 1.6: Alüminosilikat yün**

#### **1.2.1.5. Silis Camları**

% 96 oranında silis içeren bu cama, presleme ve üfleme yöntemleri ile şekillendirme uygulanır. Dilatasyon katsayısı küçüktür. Bu cam türü, çok saydam oluşu nedeniyle UV ışınlarını çok iyi geçirirler. Bu nedenle UV lambaları ile mikrop öldürücü özel lambaların yapımında kullanılır.



Resim 1.7.Silis camından yapılmış ameliyathanelerde kullanılan mikrop öldürücü lamba

### 1.2.2. Uygulama Yerlerine Göre

Camlar günümüzde her alanda kullanılmaktadır. Kullanım alanları ve buna uygun geliştirilen cam çeşitleri sürekli artmaktadır. Bazıları şunlardır:

#### 1.2.2.1. Renkli Camlar

Cam hamuruna renk verici bazı maddelerin ilave edilmesiyle elde edilir. Yeşil, füme, bronz ve mavi renkleri mevcuttur. Yapı ve araç gibi kullanım alanlarında güneş kontrolü için temel üründür. Bunun dışında düz camın dışının boyanması veya renkli film kaplanması ile renklendirilen camlar da mevcuttur. Harmanda renklendirmede renk vericiler ve verdikleri renkler aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Element	Verdiği Renk
Bakır	Yeşil, turkuaz, kırmızı
Demir	Yeşil, mavi, sarı
Kobalt	Koyu mavi, açık mavi
Magnezyum	Mor, eflatun
Gümüş	Koyu sarı
Altın	Pembe, kırmızı
Çinko, fosfat, kalay	Opak beyaz
Antimon	Sarı
Krom	Sarı- yeşil
Nikel	Potas camında menekşe rengi, soda camında sarı
Selenyum	Soda camında pembe, kurşun camında amber
Titanyum	Sarı-kahverengi
Uranyum	Yeşilimsi sarı

Tablo 1.1:Elementlerin cama verdiği renkler



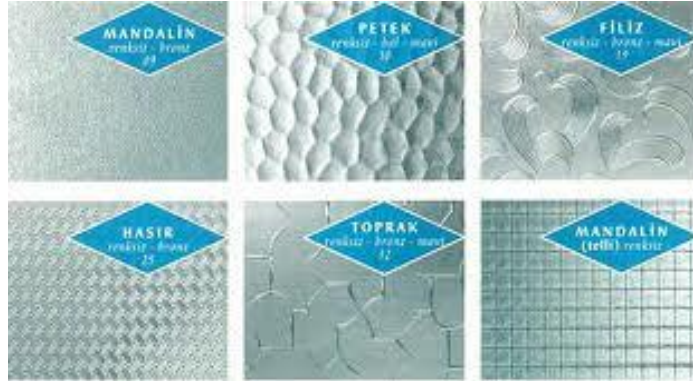


**Resim 1.8:Renkli camlar**

Bu katkılar daha ayrıntılı renkler elde etmek gerektiğinde değiştirilir.

### 1.2.2.2. Buzlu Camlar

Erimiş haldeyken saydam oldukları halde, şekillendirilip soğutulduktan sonra opaklaşırlar. Bunun nedeni, süspansiyon halindeki çok ince partiküllerin ayrılması dolayısıyla içinden geçen ışığın dispersiyona tabi tutulmasıdır.



**Resim 1.9: Buzlu cam çeşitleri**

Klasik buzlu cam, biri desenli iki merdane arasından cam eriyiğinin akıtılması yolu ile üretilen ve dekoratif amaçlı kullanılan bir camdır.

### 1.2.2.3. Pencere Camı

Silise, soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ve kireç ( $\text{CaO}$ ) katılarak elde edilen camın erime noktası düşer ( $650 - 815\text{ }^\circ\text{C}$ ) ve viskozite azalır. Böylece kolay işlenebilen bir cam elde edilir.  $\text{CaO}$ , camın suya ve kimyasal etkilere karşı direncini artırır, sertliğini yükseltir. Isıl genleşme katsayısı yüksek ve ısı iletkenliği düşük olduğundan soda-kireç camı ısı şokuna dayanmaz, kolay çatlar. Bu tür cam pencere camı ve ucuz cam eşya üretiminde kullanılır. Pencere camı  $3500\text{ }^\circ\text{A}$  a kadar ışık dalga boylarını geçirir, ultra viyole ışınlarını geçirmez. Pencere camının



ortalama kimyasal bileşimi şöyledir:  $\text{SiO}_2$  :% 70-75,  $\text{Na}_2\text{O}$  : % 12-18,  $\text{CaO}$  : % 12,5-15,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  :% 1-3

#### 1.2.2.4. Emniyet Camları

İki cam tabakası arasında plastik bir tabaka veya plastikleştirilmiş polivinil bütiral reçinesi ihtiva ederler. Cam kırıldığı zaman aradaki tabaka yardımı ile parçalar bir arada tutulur. Önceleri ara tabaka için selüloz nitrat kullanılıyordu. Sonra bunun yerine selüloz asetat geçmiştir.



Resim 1.10: Emniyet camı

#### 1.2.2.5. Fiberglas (Cam Elyafı)

Fiberglas, Cam elyafının Poliyester reçine ile ıslatılıp kimyasal olarak sertleştirilmesi ile elde edilir. Çeliğe karşı 4 kat fazla çekme dayanımına sahiptir.

Cam elyafı (fiberglas), çok ince cam telciklerinden üretilen bir maddedir. Yalıtım ile dokuma ürünlerinde yaygın olarak kullanılır. Eritilmiş haldeki camın küçük deliklerden akıtılıp katılaştırılması sonucu üretilir. Isıl iletim katsayıları düşük olduğundan yalıtım malzemesi olarak kullanılırlar. Ayrıca yüksek mukavemet değerleri nedeniyle diğer malzemelerle birleştirilerek kompozit malzeme üretiminde kullanılır.



**Resim1.11: Fiber glas**

Bu camlar son derece ince liflere sahip olup, sentetik lif olarak kullanılır. Kolaylıkla iplik halinde bükülebilir, hasır haline getirilebilir. Teknikte yalıtım malzemesi olarak, bant veya hava filtreleri yapımında kullanılır.

#### **1.2.2.6. Telli Cam**

Düz camın üretimi sürecinde, cam eriyiğinin, erimiş kalay üzerinde yüzdürülmesi (floating) işlemi esnasında, eriyik bünyesine çelik tel örgü yerleştirilmesi ile elde edilir.

Floating işleminden önce, camın harmanına renklendirici katkıların ilavesi ile renkli telli cam tipleri de elde edilir.

Dekoratif amaçlı farklı alanlarda kullanıldığı gibi, kırıldığı zaman dağılmadığı için emniyet camı özelliği de vardır.



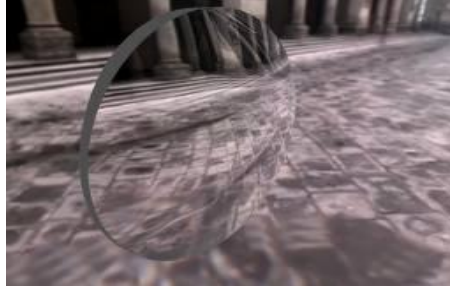
**Resim 1.12: Telli buzlu cam**

Testler ile belgelenmiş zaman dilimlerinde, yangın, alev ve dumanının geçişini önlediği için yangın yalıtımı sağlar.

Telli buzlu camların işleme ve uygulama özellikleri düz cam ile aynıdır.

### 1.2.2.7. Optik Cam

Optik cam ve gözlük camı yapımı, büyük ölçüde öteki camların yapımına benzer. Ancak önemli bir ayrıcalığı vardır; camın hiç bir şekil, renk ya da akım çizgisi değiştirmesi göstermeden sürekli olarak homojen kalması gerekir.



Resim 1.13: Optik cam

Kimyasal içerik ya da ısıl işlemdeki küçük farklılıklar, optik özelliklerde büyük değişikliklere yol açar. Adi camda rengi gidermek için, genellikle, demir oksit bulunur. Optik camın yapımında kullanılan kum, daha saftır ve karışım kalsiyum, sodyum, potasyum, baryum ya da magnezyumun çeşitli oksitlerinin eklenmesiyle uygun biçimde düzenlenir. Karışım önce eritilir, sonra cam sıcaklığının artırılmasıyla yeniden ateşlenir, soğutularak ve bir karıştırıcıdan geçirilerek homojen olması sağlanır. Camın optik özellikleri kritik erime, arıtma ve karıştırma sıcaklıklarıyla korunur ama kırılma indisinin (ışığı saptırma gücünün) belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı için, soğuma hızı daha da önemlidir.

Soğumakta olan cam, besleme ağzından aşağı doğru ağır ağır akar ve daha sonraki işlemler için küreciklere bölünür ya da levha ve dilim biçimine sokulur. Kürecikler mercek kalıplarında kalıplanır ve tavlama fırınına yollanır.

### 1.2.2.8. Silis Camları

Kimyasal bileşiminde yaklaşık olarak % 96  $\text{SiO}_2$  ve % 3  $\text{B}_2\text{O}_3$  bulunur. Silis en iyi cam oluşturan bileşiktir. Silis camı görünen ışıkla dalga boyu 2000  $\text{Å}$ ' e kadar olan ultraviyole ışınlarını geçirir. Genel olarak amorf yapıdadırlar. Silisin hem erime noktası çok yüksek (1710  $^\circ\text{C}$ ), hem de yumuşak halde viskozitesi çok büyüktür. Bu yüzden işlenmesi zordur. Isıl genleşme katsayısı düşük olduğundan ısı şokuna iyi dayanır. Bu yüzden sıcaklığa dayanıklı eşya yapımında kullanılır.

## 1.3. Eritiş Hazırlama

X-ışınları floresans spektroskopisinde genellikle katı numunelerle çalışılır. Ancak çözeltilerin analizi de uygun düzenekler kullanılarak yapılabilir. Katı numuneler ya çelik analizinde olduğu gibi bir yüzeyi düzelterek doğrudan ya da önce öğütülen numune baskı ile tablet yapıp ışınlanır. Numune hazırlanmasında dikkat edilecek en büyük nokta, homojenliğin sağlanmasıdır. Eğer numune çok ince toz halinde veya 200 mesh tane büyüklüğüne kadar öğütülmüş ise; numuneler 1045  $^\circ\text{C}$ 'de etüvde 2:30 - 3:00 saat kurutulur.

Desikatörde soğutulduktan sonra amaca uygun olarak eritiş veya toz numune hazırlama yöntemlerinden biri uygulanır.

**Eritiş yöntemi:** Eritiş yönteminde numune ile uygun bir eritiş maddesi ( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  gibi) Platin veya Altın krozelerde yüksek sıcaklıkta ( $1100\text{ }^\circ\text{C}$ ) 15 veya 20 dakika eritiş tabi tutulur. Elde edilen karışım potalara dökülerek soğuması beklenir. Potalara alınan cam tabletler analiz edilir.

**Toz numune hazırlama:** Bu yöntemde numune ile bağlayıcı bir madde (selüloz veya borik asit) belirli bir oranda tartılır. Hazırlanan karışım bilyeli değirmende 30 dakika öğütülür. Elde edilen karışım, 40 ton basınçla preslenerek tablet haline getirilir ve analiz yapılır.

Eritiş yöntemi daha duyarlıdır; fakat bazı cevher numunelere ( S,As, Sb, Pb gibi) platin kroze ile alaşım yapan element içeren numunelere eritiş yapılamamaktadır.

#### 1.4. XRF Cihazı

X-Ray(ışın) Floresans (XRF) spektroskopisi elementel kompozisyonu belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden biridir.

X-ışınları Floresans Spektrometresi;  
Si, Al, Ti, Mn, Mg... gibi ana element oksitleri yüzde (%) ağırlık cinsinden (MnO, MgO ...)  
Rb, Ba, Sr... gibi eser elementleri,  
Cr, Ni, Co, Cu ve Zn gibi geçiş elementlerini,  
La, Ce, Pr, Nd gibi nadir toprak elementleri ppm düzeyinde analiz edebilir.

Atom numarası 9 ile 92 arasında olan elementlerin nicel(kantitatif) analizini yapar. Atom numarası 9'un altında olan elementleri inceleyemez. Kimyasal bağ derecesinde yeterince hassas değildir. XRF genelde 50 kV ve 50 mA'da çalışır.



Resim 1.14: Sabit ve portatif XRF cihazları

## **XRF spektrometresinin önemli üniteleri ve işlevleri**

**1. X-Işınlari tüpü:** Birincil X-ışınlarının elde edilmesi amacıyla kullanılır. Bu tüplerde elde edilen birincil X-ışınları spektrumu uygun filtreler yardımıyla filtrelenerek, sadece  $K\alpha$  dalga boyuna sahip X-ışını ayrılır ve analiz edilecek örnek üzerine gönderilerek atomların uyarılması ve bu atomların ikincil floresans X-ışınları yayması sağlanmış olur.

**2. Kapalı devre su soğutma  nitesi:** X-ışınları tüpünden birincil X-ışınları elde edilmesi sırasında, X-ışınları tüpünün çok yüksek sıcaklığa maruz kalmasından dolayı devamlı soğutulması gerekmektedir. Bu nedenle distile su kullanılarak kapalı devre halinde soğutma elde edilmesine yarayan bir ünitedir.

**3.  rnek odası:** Birincil X-ışını bombardımanına tutulacak olan örneğin konulduğu kurşundan yapılmış olan ve yüksek vakum altında muhafaza edilen bir ünitedir.

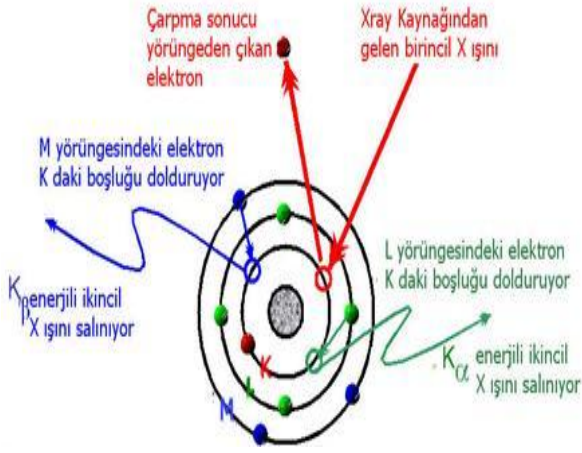
**4. Floresans X-ışınlarının analiz edildiği analizör  nitesi:** Birincil X-ışınlarıyla vakum altında bombardıman edilen örneğin uyarılması sonucunda örnek atomlarının yaydığı floresans X-ışınlarının dalga boyunun  l ld ği kısımdır.

Bazı XRF cihazlarında, lokal analiz adı altında bir menü bulunmaktadır. Bu menüde numune öğütülmeden orijinal haliyle analiz edilebilmektedir. Lokal analiz, nokta ve mapping olmak üzere iki tiptir. Nokta analiz, seğilen noktalardaki yüzde bileşimi vermektedir. Mapping analizi ise mineralin yaklaşık yapısını tahmin etmeyi sağlamaktadır. Bu şekliyle bir  l de XRD cihazı görevi yapmaktadır. XRF ve Alevli AAS nin uygulama alanları, çok sayıda numunenin hızlı ve doğru olarak tekrarlanabilir analizlerini yapma imk nı sağlaması nedeniyle hızla artmaktadır.

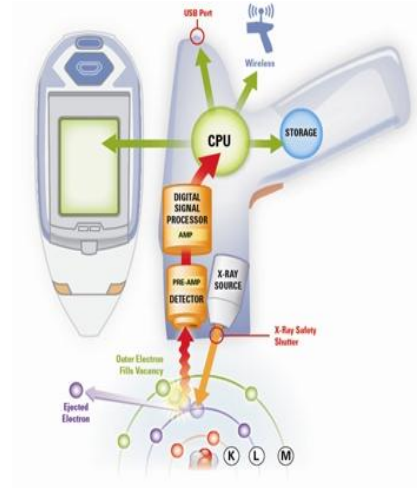
### **1.4.1. Cihazın  alışma Prensibi**

Floresans X-ışını spektroskopik analiz metodu, bir malzeme tarafından yayınlanan ikincil X-ışınının dalga boyu ve şiddeti  l lerek nitel(kalitatif) ve nicel(kantitatif) element analizinin yapıldığı tahribatsız bir analitik yöntemdir.

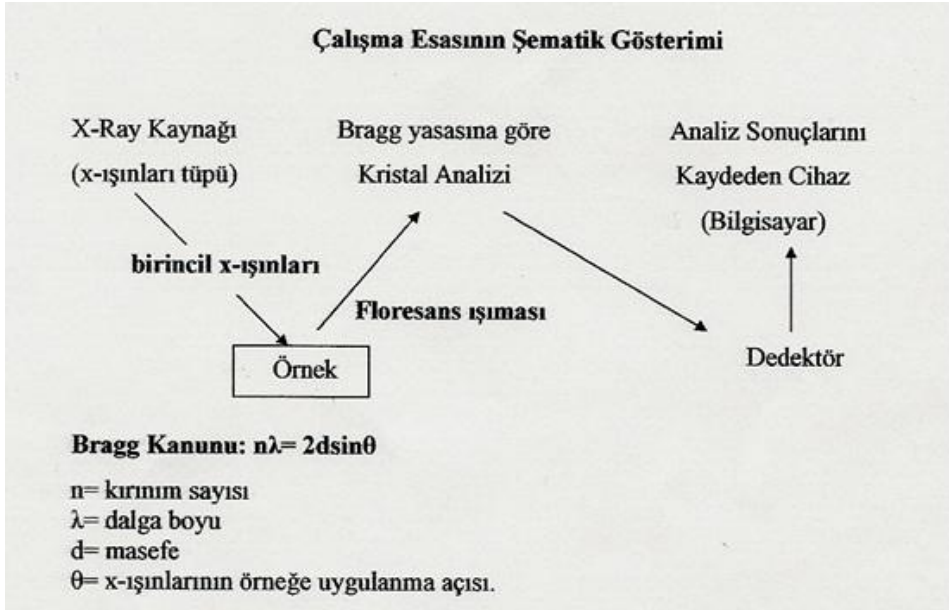
XRF  alışma prensibi; XRF cihazındaki X-ışını tüpünden sağılan X-ışınları, mineralde bulunan atomlara ait elektronlara çarparak, bazı elektronları buldukları yörüngeden koparır. Üst yörüngelerin birisinden bir elektron, kopan elektronun yerine atlar. Bu şekilde atom tekrar kararlı hale geçer. Bu geçiş sırasında ikincil bir X-ışını salınır. Her element için farklı enerji seviyelerine (spektrum) sahip bu X-ışınları cihazın detektörü tarafından algılanır. Bir bilgisayar programı yardımıyla tekrar sayılarından elementlerin yüzde oranları hesaplanır. Bu olaya XRF (X-Ray Floresans), işlemi gerçekleştiren sistemlere ise **XRF cihazı** denir.



Şekil 1.1:Malzemede X ışını oluşturma



Şekil 1.2: X-Ray cihazının çalışma şeması



Şekil 1.3: XRF cihazının çalışma esası

XRF tekniği optik emisyon tekniğinden farklı olarak malzemede hiçbir tahribata neden olmaz, malzemenin şekli de çok önemli değildir. Tel, toz gibi malzemeler de rahatlıkla analiz edilebilir.

Ancak düşük atom numaralı elementler düşük enerji seviyelerine sahip olduğundan XRF tekniği bu elementlerde analizi güçleşmektedir. Taşınabilir XRF cihazlarında genel olarak analiz edilebilen elementler aşağıda görülmektedir. Sarı renkli elementler rahatlıkla analiz edilebilmesine rağmen, mavi renkle gösterilen elementleri sadece özel koşullara sahip (SDD detektör - helyum, vakum ortamı ) XRF cihazları analiz edilebilmektedir. Gri renkle belirtilen elementlerin analizi ise mümkün olmamaktadır.



**Thermo Scientific**  
**X-RAY ENERGY REFERENCE**

Element	Energy Value
H	0.01
He	2.00
Li	0.05
Be	0.10
B	0.18
C	0.28
N	0.39
O	0.53
F	0.68
Ne	0.85
Na	1.04
Mg	1.35
Al	1.49
Si	1.74
P	2.00
S	2.31
Cl	2.46
Ar	2.86
K	3.21
Ca	3.69
Sc	4.01
Ti	4.89
V	4.46
Cr	4.51
Mn	4.30
Fe	4.95
Co	5.43
Ni	5.41
Cu	5.95
Zn	5.99
Ga	6.49
Ge	6.40
As	7.06
Se	8.33
Br	7.85
Kr	7.48
Rb	8.26
Sr	8.05
Y	8.90
Zr	8.94
Nb	8.57
Mo	8.57
Tc	8.97
Ru	9.01
Rh	9.35
Pd	10.26
Ag	10.39
Cd	10.54
In	11.73
Sn	11.22
Sb	12.50
Te	12.82
I	12.82
Xe	13.29
Cs	13.85
Ba	13.85
Hf	14.11
Ta	14.11
W	14.42
Re	14.42
Os	14.81
Ir	14.81
Pt	15.19
Au	15.19
Hg	15.61
Tl	15.61
Pb	16.00
Bi	16.00
Po	16.41
At	16.41
Rn	16.81
Fr	17.17
Ra	17.17
La	18.12
Ce	18.12
Pr	18.51
Nd	18.51
Pm	18.91
Sm	18.91
Eu	19.31
Gd	19.31
Tb	19.71
Dy	19.71
Ho	20.11
Er	20.11
Tm	20.51
Yb	20.51
Lu	20.91
Ac	21.31
Th	21.31
Pa	21.71
U	21.71
Np	22.11
Pu	22.11
Am	22.51
Cm	22.51
Bk	22.91
Cf	22.91
Es	23.31
Fm	23.31
Md	23.71
No	23.71
Lr	24.11

Tablo 1.2: XRF cihazının analiz ettiği elementler

**Rf cihazlarında Sdd (Silicon Drift Detector ) teknolojisi:** Elektronik teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak, XRF detektör alanında da bir takım gelişmeler yaşanmaktadır. Son geliştirilen SDD detektörler, Si-PIN denilen geleneksel detektörlerin yerini almaya başlamıştır. Bu detektörlerin avantajları şöyledir:

- Daha fazla tanecik sayımı (sn de 200.000 den fazla )
- Daha iyi işaret/gürültü oranı (4000:1 )
- Helyum-vakum kullanmaksızın hafif element (Mg, Al, Si, P analizi )
- Daha düşük deteksiyon limitleri
- Daha kısa sürede daha hassas analiz

Bu dedektörlerin en büyük avantajı Mg, Si, Al gibi elementleri helyum veya vakum kullanmaksızın analiz edebilmeleridir. Özellikle Mg ve Al daha düşük dedeksiyon limitleri elde etmek için helyum gazı bazı SDD dedektörlü cihazlarda kullanılabilir.

### 1.4.2. Cihazın Kullanılması

Bu tür cihazlar kolay kullanıma sahip, sadece numuneye yaklaştırmak (5 mm den uzak olmamalı) ve tetiğe basmak yeterli olmaktadır. 30 a yakın elementin kimyasal analizi ile birlikte kütüphanesinde bulunan alaşımlarla kıyaslama yaparak SAE veya DIN normunda alaşım kalite normunu da bulmaktadır. Gerekirse dahili kamerası ile numunenin görüntüsü alınabilir, sonucu ve spektrumu ile birlikte kaydedilebilir. Uygun kalibrasyon ile kaplama kalınlığı da ölçülebilmektedir. Aşağıda örnek ekran görüntüleri yer almaktadır.

Bu tür cihazlar, analiz anında çok düşük güçte de olsa X ışını yaydıklarından ithalleri ve kullanımları bazı formalitelere tabidir. TAEK bu konuda yetkili kılınmıştır. Kullanım pratikliği, doğru ve hassas olmaları nedeniyle gün geçtikçe bu cihazlar daha fazla yaygınlaşmaktadır. Metal analizi kullanımı dışında madencilik, plastik-elektronik RoHS, arkeoloji gibi kullanım alanları vardır.



**Resim1.15: Portatif XRF cihazları ile malzeme kontrolü**

#### **XRF tekniğinin uygulama alanları:**




- Temel fizik araştırmaları
- Metalürjide, alaşım analizleri
- Maden filizlerinin analizleri
- Radyoaktif cevher analizleri<sup>16</sup>
- Endüstride, plastik, lastik, kâğıt ve cam gibi maddelerde safsızlık analizleri
- Petrol ürünleri, boya ve ince film analizleri
- Kömürlerde kül, kükürt ve nem tayinleri
- Çeşitli bitki örneklerinin incelenmesi
- Çevre araştırmaları
- Arkeoloji araştırmaları
- İnce metal ve film kaplama kalınlıklarının tayinleri





## UYGULAMA FAALİYETİ

**XRF cihazı için eritiş hazırlayınız.**

**Kullanılan araç ve gereçler:** Numune, lityum tetra borat, agat havanı, platin kapsül, platin kap, saf su

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gelen numunenin kaydını alınız.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Numuneyi istenilen özelliklerde öğütünüz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.</li><li>➤ İş güvenliği önlemlerinizi alınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Lityum tetra borattan 5 gr dolayında ekleyiniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartacağınız numune cins ve miktarına göre lityum tetraborat alınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Agat havanında karıştırarak homojen hale getiriniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Karıştırma işlemini yavaş ve dikkatli yapınız.</li><li>➤ Pudra şekeri kıvamına gelinceye kadar ezerek karıştırınız.</li></ul>

<p>➤ Oluşan karışımı platin kapsülde 1150 °C’de eritiniz.</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Önce platin kapsüle alarak eritiniz.</li> <li>➤ Platin kapsülden kolayca dökülmesini sağlamak amacıyla eriyen camın üzerine birkaç tane eriyen camın üzerine birkaç tane amonyum iyodür kristali atarak 5 dk daha eritmeye devam ediniz.</li> <li>➤ Platin kapsüldeki erimiş camı küçük tabak şeklindeki platin kaba dökünüz.</li> <li>➤ 15 dk daha aynı sıcaklıkta bekletiniz.</li> <li>➤ Dışarı çıkararak soğumasını bekleyiniz.</li> <li>➤ Platin kabı terse çevirip hafifçe sert bir zemine kenarını vurarak içinde pul şeklinde katılmış olan camlaşmış numuneyi çıkarınız.</li> </ul>
<p>➤ Oluşan saydamsı görünümlü numunenin kenarlarını tıraşlayınız.</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Camlaşmış saydam numunenin kenarlarını önce kalın, sonra ince zımparataşı ile tıraşlayınız.</li> <li>➤ Tıraşlanan camsı numuneyi parlaticı içinde koyarak düzgünleştiriniz.</li> </ul>
<p>➤ Saf su ile yıkayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Saf su ile yıkayıp kuruladıktan sonra üzeri etiketli şeffaf naylon numune poşetine koyunuz ve etiket üzerine gerekli bilgileri yazınız.</li> </ul>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği önlemlerini aldınız mı?		
2. Numuneyi istenilen özelliklerde öğüttünüz mü?		
3. Lityum tetra borattan 5 gr dolayında eklediniz mi?		
4. Agat havanında karıştırarak homojen hale getirdiniz mi?		
5. Oluşan karışımı platin kapsülde 1150 °C’de erittiniz mi?		
6. Oluşan saydamsı görünümlü numunenin kenarlarını tıraşladınız mı?		
7. Saf su ile yıkadınız mı?		
8. Raporunuzu yazdınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi camın temel bileşenidir?  
A. Silisyum  
B. Kalsiyum  
C. Magnezyum  
D. Kurşun
2. Kum soda ve kireçten oluşan cama ne ad verilir?  
A. Emniyet camı  
B. Soda - kireç camı  
C. Buzlu cam  
D. Fiber glas
3. Camdan geçen ışığın sapması özelliğinden hangi alanda faydalanılır?  
A. Optik cihaz üretimi  
B. Isıya dayanıklı cam üretimi  
C. Darbeye dayanıklı cam üretimi  
D. Renkli cam üretimi
4. Camın su karşısında kararlı olabilmesi için yapısında hangisi bulunmalıdır?  
A. Kurşun  
B. Sodyum  
C. Titanyum  
D. Kireç
5. Aşağıdakilerden hangisi camlaştırmacı özellik sağlar?  
A.  $Al_2O_3$   
B.  $Fe_2O_3$   
C.  $SiO_2$   
D.  $CaO$
6.  $PbO$  camda hangi tür yapı grubunda bulunur?  
A. Camlaştırmacı  
B. Stabilizatör  
C. Eritici  
D. Yardımcı maddeler
7. Bakır bulunması cama hangi rengi verir?  
A. Yeşil  
B. Sarı  
C. Mor  
D. Kahverengi

8. Emniyet camlarındaki iki cam tabakası arasında hangi madde kullanılır?  
A. PVC  
B. Teflon  
C. Poli alil  
D. Selüloz asetat
9. XRF cihazı ile hangi atom numaralarına sahip elementlerin analizi yapılabilir?  
A. 19 ile 59  
B. 5 ile 81  
C. 9 ile 92  
D. 20 ile 100
10. XRF cihazı kaç üniteden meydana gelmiştir?  
A. 1  
B. 2  
C. 3  
D. 4

### **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak cam kumlarında toplam  $R_2O_3$  miktar tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde, varsa cam fabrikalarında cam hammaddelerinin nereden temin edildiğini araştırınız.
- Hammaddelerde nelerin analizinin yapıldığını araştırınız.

## 2. CAM HAMMADDELERİNDE YAPILAN ANALİZLER

Cam hammaddelerinin analizinde, gelen hammadde önce istenen büyüklükte kırılarak öğütülür. Gerekliyse kurutulur. Daha sonra eritiş işlemine tabi tutulur. Eritiş için alınan numunenin cinsine göre yaklaşık 0,5 g numune için 4,5 g lityum tetraborat ( $Li_2B_4O_7$ ) katılır. Platin krozelere alınan karışım, kül fırınında 1150 °C de 20-25 dakika eritilir. Daha sonra platin kroze fırından alınarak, erimiş karışıma birkaç tane amonyum iyodür ( $NH_4I$ ) kristali katılır. Bu işlem platin krozedeki erimiş hammaddenin tümünün kroze yapışmadan boşalmasını sağlar. Daha sonra 5 dakika daha fırında tutulan krozedeki erimiş ve camlaşmış numune küçük platin pota içine dökülüp fırında 5-10 dakika daha tutulur. Fırından çıkarılan camlaşmış numune soğutulduktan sonra potadan ayrılır. Cinsi ve özellikleri yazılmış naylon poşetlere konularak analiz için XRF cihazına gönderilir.

XRF cihazı çalıştırılır. Numune kapları içerisine eritişten gelen camlaşmış numune konur. Numune kabı cihazdaki yerine yerleştirilir. Cihazın içerisindeki örneğe X-ışınları yollanır. Yollanan X-ışınları sırası ile toplam metal,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$  ve  $CaO$  miktarlarını belirler. Sonuçlar bilgisayar ekranında gösterilir.

### 2.1. Cam Kumlarında Toplam $R_2O_3$ Miktar Tayini

Cam kumu cinsine göre (feldspat, kalker, dolomit, kuvarz) standart numune cihaza konur. Cihaza numune bilgileri girilir. Cihazın okuduğu  $R_2O_3$  değerlerine karşılık standart numunedeki  $R_2O_3$  değerleri grafik haline getirilerek kalibrasyon yapılır. Bu işlem yaklaşık 25-30 standart numune için tekrarlanır. Daha sonra cam hammaddesinden gelen eritiş yapılmış numune masklarla cihaza konularak  $R_2O_3$  e ait değerler ve kodlamalar cihaza girilir ve numune okutulur. Cihazın okuduğu değere göre grafikten hammaddedeki  $R_2O_3$  miktarı tespit edilir.

## **2.2. Cam Kumlarında Toplam Alüminyum Oksit ( $Al_2O_3$ ) Tayini**

Cam kumu cinsine göre (feldspat, kalker, dolomit, kuvarz) standart numune cihaza konur. Cihaza numune bilgileri girilir. Cihazın okuduğu  $Al_2O_3$  değerlerine karşılık standart numunedeki  $Al_2O_3$  değerleri grafik haline getirilerek kalibrasyon yapılır. Bu işlem yaklaşık 25-30 standart numune için tekrarlanır. Daha sonra cam hammaddesinden gelen eritiş yapılmış numune masklarla cihaza konularak  $Al_2O_3$  e ait değerler ve kodlamalar cihaza girilir ve numune okutulur. Cihazın okuduğu değere göre grafikten hammaddedeki  $Al_2O_3$  miktarı tespit edilir.

## **2.3. Cam Hammaddesinde Magnezyum Oksit Tayini**

Cam kumu cinsine göre (feldspat, kalker, dolomit, kuvarz) standart numune cihaza konur. Cihaza numune bilgileri girilir. Cihazın okuduğu MgO değerlerine karşılık standart numunedeki MgO değerleri grafik haline getirilerek kalibrasyon yapılır. Bu işlem yaklaşık 25-30 standart numune için tekrarlanır. Daha sonra cam hammaddesinden gelen eritiş yapılmış numune masklarla cihaza konularak MgO e ait değerler ve kodlamalar cihaza girilir ve numune okutulur. Cihazın okuduğu değere göre grafikten hammaddedeki MgO miktarı tespit edilir.


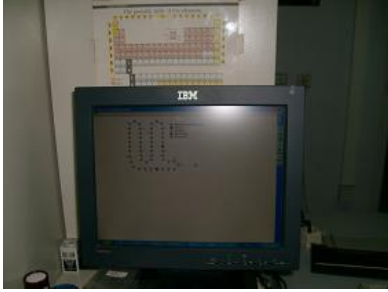

## **2.4. Cam Hammaddesinde Kalsiyum Oksit Tayini**

Cam kumu cinsine göre (feldspat, kalker, dolomit, kuvarz) standart numune mask ile cihaza konur. Cihaza numune bilgileri girilir. Cihazın okuduğu CaO değerlerine karşılık standart numunedeki CaO değerleri grafik haline getirilerek kalibrasyon yapılır. Bu işlem yaklaşık 25-30 standart numune için tekrarlanır. Daha sonra cam hammaddesinden gelen eritiş yapılmış numune masklarla cihaza konularak CaO e ait değerler ve kodlamalar cihaza girilir ve numune okutulur. Cihazın okuduğu değere göre grafikten hammaddedeki CaO miktarı tespit edilir.



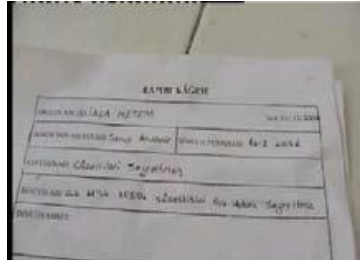
## UYGULAMA FAALİYETİ

**Cam kumlarında toplam  $R_2O_3$  miktar tayini yapınız.**

**Kullanılan araç ve gereçler:** XRF cihazı, numune, 25 mm standart masklar

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ XRF cihazını açınız.</p> 	<p>➤ İş önlüğünüzü giyiniz, maskenizi takınız.</p> <p>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p>
<p>➤ Kalibrasyon işlemi yapınız.</p> 	<p>➤ Standart eritiş örnekleri kullanarak cihazı kalibre ediniz.</p>
<p>➤ Gelen numunenin özelliklerini cihaza giriniz.</p> 	<p>➤ Numunenin cinsini, hangi tür hammadde olduğu bilgisini cihazdaki ilgili yere yazınız.</p>
<p>➤ 25 mm standart maskları XRF cihazına yerleştiriniz.</p>	<p>➤ Eritişten gelen örneği masklardaki yerine koyunuz.</p> <p>➤ Maskların kapağını dikkatlice kapatınız.</p> <p>➤ Maskı banttaki yerine dik bir şekilde yerleştiriniz.</p>



	
<p>➤ Makineyi çalıştırarak değerleri okutunuz.</p> 	<p>➤ Cihazı çalıştırınız. ➤ Her bir maddeye göre yapılan analizi dikkatle takip ediniz.</p>
<p>➤ Çıkan sonuçları değerlendiriniz.</p>	<p>➤ Çıkan sonuçları standartlar çerçevesinde değerlendiriniz.</p>
<p>➤ Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ediniz.</p>	<p>➤ Malzemeleri dikkatlice temizleyerek yerlerine yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Raporunuzu teslim ediniz.</p> 	<p>➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız. ➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.</p>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. XRF cihazını açtınız mı?		
3. Kalibrasyon işlemi yaptınız mı?		
4. Gelen numunenin özelliklerini cihaza girdiniz mi?		
5. 25 mm standart maskları XRF cihazına yerleştirdiniz mi?		
6. Makineyi çalıştırarak değerleri okuttunuz mu?		
7. Çıkan sonuçları değerlendirdiniz mi?		
8. Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ettiniz mi?		
9. Raporunuzu teslim ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Eritiş yapılmış numunenin XRF cihazında konulduğu kaplara ne ad verilir?  
A. Kroze  
B. Desikatör  
C. Mask  
D. Kapsül
2. XRF cihazının çalışmasında açıldıktan sonra yapılacak işlem nedir?  
A. Kalibre etmek  
B. Numuneyi cihaza yerleştirmek  
C. Maskları çıkarmak  
D. Maskları yerleştirmek
3. XRF cihazında numuneye gönderilen X-ışını nasıl bir etki gösterir?  
A. Numuneyi parçalar.  
B. Numuneyi renklendirir  
C. Numunedeki rengi değiştirir.  
D. Numunede yeni X-ışınları oluşturur.
4. Masklar cihaza nasıl yerleştirilir?  
A. Kapağı açık ve dik olarak  
B. Kapağı kapalı ve dik olarak  
C. Kapağı açık ve yatay şekilde  
D. Kapağı kapalı ve yatay şekilde
5. Eritişten sonra camlaşmış maddenin platin krozeden rahat çıkmasını sağlamak için ne yapılır?  
A. NaCl katılır  
B. KI katılır  
C. NH<sub>4</sub>I katılır  
D. Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> katılır

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak mamul camda  $\text{SiO}_2$  tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde kullanılan mamul camların ne gibi özelliklere sahip olduğunu araştırınız.

## 3. MAMUL CAMDA YAPILAN ANALİZLER

Mamul cam örnekleri mask boyutuna uygun olarak kesilir. Zımparalama ve parlatma işlemleri yapılır. Numune poşetine konularak üzerine numune kodu ve diğer bilgiler yazılır. Daha sonra XRF cihazına gönderilir.

Cam numunesi mask içerisine konur. XRF cihazı çalıştırılarak mask cihazdaki yerine yerleştirilir. Cihazın içerisindeki örneğe X-ışınları yollanır. Yollanan X-ışınlarından sırası ile  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{PbO}$  ve  $\text{MgO}$  miktarlarını belirler. Belirlenen sonuçlar bilgisayar ekranında gösterilir.

### 3.1. Silisyum Dioksit Tayini

Mamul cam cinsine göre standart numune cihaza konur. Cihaza  $\text{SiO}_2$  ile ilgili numune bilgileri girilir. Cihazın okuduğu  $\text{SiO}_2$  değerlerine karşılık standart numunedeki  $\text{SiO}_2$  değerleri grafik haline getirilerek kalibrasyon yapılır. Bu işlem yaklaşık 25-30 standart numune için tekrarlanır. Daha sonra mamul cam numunesi masklarla cihaza konularak  $\text{SiO}_2$  ye ait değerler ve kodlamalar cihaza girilir ve numune okutulur. Cihazın okuduğu değere göre grafikten hammaddedeki  $\text{SiO}_2$  miktarı tespit edilir.

### 3.2. Kurşun II Oksit Tayini

Mamul cam cinsine göre standart numune cihaza konur. Cihaza  $\text{PbO}$  ile ilgili numune bilgileri girilir. Cihazın okuduğu  $\text{PbO}$  değerlerine karşılık standart numunedeki  $\text{PbO}$  değerleri grafik haline getirilerek kalibrasyon yapılır. Bu işlem yaklaşık 25-30 standart numune için tekrarlanır. Daha sonra mamul cam numunesi masklarla cihaza konularak  $\text{PbO}$  ye ait değerler ve kodlamalar cihaza girilir ve numune okutulur. Cihazın okuduğu değere göre grafikten hammaddedeki  $\text{PbO}$  miktarı tespit edilir.




### **3.3. Magnezyum Oksit Tayini**




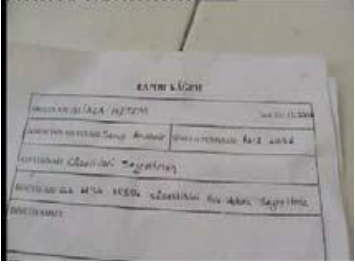
Mamul cam cinsine göre standart numune cihaza konur. Cihaza MgO ile ilgili numune bilgileri girilir. Cihazın okuduğu MgO değerlerine karşılık standart numunedeki MgO değerleri grafik haline getirilerek kalibrasyon yapılır. Bu işlem yaklaşık 25-30 standart numune için tekrarlanır. Daha sonra mamul cam numunesi masklarla cihaza konularak MgO ye ait değerler ve kodlamalar cihaza girilir ve numune okutulur. Cihazın okuduğu değere göre grafikten hammaddedeki MgO miktarı tespit edilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

**Mamul camda SiO<sub>2</sub> tayini yapınız.**

**Kullanılan araç ve gereçler:** XRF cihazı, numune, 25 mm standart mask

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ XRF cihazını açınız.</p> 	<p>➤ İş önlüğünüzü giyiniz, maskenizi takınız.</p> <p>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p>
<p>➤ Kalibrasyon işlemi yapınız.</p> 	<p>➤ Standart cam örnekleri kullanarak cihazı kalibre ediniz.</p>
<p>➤ Gelen numunenin özelliklerini cihaza giriniz.</p> 	<p>➤ Numunenin cinsini, hangi tür cam olduğu bilgisini cihazdaki ilgili yere yazınız.</p>
<p>➤ 25 mm standart maskları XRF cihazına yerleştiriniz.</p>	<p>➤ Mamul cam örneklerini masklardaki yerine koyunuz.</p> <p>➤ Maskların kapağını dikkatlice kapatınız.</p> <p>➤ Maskı banttaki yerine dik bir şekilde yerleştiriniz.</p>

	
<p>➤ Makineyi çalıştırarak değerleri okutunuz.</p> 	<p>➤ Cihazı çalıştırınız. ➤ Her bir maddeye göre yapılan analizi dikkatle takip ediniz.</p>
<p>➤ Çıkan sonuçları değerlendiriniz.</p>	<p>➤ Çıkan sonuçları standartlar çerçevesinde değerlendiriniz.</p>
<p>➤ Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ediniz.</p> 	<p>➤ Malzemeleri dikkatlice temizleyerek yerlerine yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Raporunuzu teslim ediniz.</p> 	<p>➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız. ➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.</p>

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. XRF cihazını açtınız mı?		
3. Kalibrasyon işlemi yaptınız mı?		
4. Gelen numunenin özelliklerini cihaza girdiniz mi?		
5. 25 mm standart maskları XRF cihazına yerleştirdiniz mi?		
6. Makineyi çalıştırarak değerleri okuttunuz mu?		
7. Çıkan sonuçları değerlendirdiniz mi?		
8. Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ettiniz mi?		
9. Raporunuzu teslim ettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Cam numune maska yerleştirilmeden önce hangi işlem yapılır?  
A. Mask boyutuna göre kesilir  
B. Zımparalanır  
C. Parlatılır  
D. Kenarları düzeltilir
2. Cam üründe kalibrasyon yapmak için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?  
A. Kuvartz kum numunesi  
B. Kalker numunesi  
C. Standart cam numunesi  
D. Dolomit numunesi
3. Cam numunesinde XRF cihazına  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bilgileri girilmişse cihazdan hangisinin miktarı okunamaz?  
A. Si  
B. Fe  
C. Mg  
D. Al
4. Kalibrasyon için kaç standart numune kullanılır?  
A. 5  
B. 10  
C. 15  
D. 20 ve daha fazla
5. XRF cihazına konmuş mamul camdaki bir bileşenin okunması için ne yapılmalıdır?  
A. Cihaza ölçülecek bileşene ait değer ve kodlamalar girilmelidir.  
B. Cihaza camdaki tüm bileşenlere ait değer ve kodlamalar girilmelidir.  
C. Cihaza sadece standart numune konmalıdır.  
D. Cihaza standart numuneyle mamul cam numunesi aynı anda konmalıdır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Işık geçirdiği halde, cisimler net olarak görülemezse, bu özellikteki cama ne ad verilir?  
A. Yarı saydam cam  
B. Borcam  
C. Cam yünü  
D. Kurşun camı
2. Borosilikat camların yapımında kullanılan bor oksitinin kaynağı nedir?  
A. Sodyum borat  
B. Borik asittir  
C. Lityum tetraborat  
D. Kil
3. 'Fiberglas, cam elyaf'ının ..... ile ıslatılıp kimyasal olarak sertleştirilmesi ile elde edilir' cümlesindeki boşluğa aşağıdakilerin hangisi yazılmalıdır?  
A. Alüminyum oksit  
B. Boraks  
C. Poliyester reçine  
D. Kurşun-II-oksit
4. Toz numune halindeki karışım XRF cihazında analiz edilecek tablet haline nasıl getirilir?  
A. Su eklenerek  
B. Uygun bir çözücü eklenerek  
C. Kurutularak  
D. 40 ton basınç uygulanarak
5. Malzeme incelenirken meydana getirilen ikinci X-ışını, XRF cihazının hangi parçası tarafından algılanır?  
A. Analizör ünitesi  
B. X-ışınları tüpü  
C. Dedektör  
D. Soğutma odası

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	A
4	D
5	C
6	B
7	A
8	D
9	C
10	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	B
5	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	B
4	D
5	A

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	C
4	D
5	C

## KAYNAKÇA

- DEMİRCİ Mustafa, Ş.DEMİRCİ, A.USANMAZ , **Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları**, Ankara, 2001.