

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

**SERAMİK VE CAM TEKNOLOJİSİ**

**CAMIN KİMYASAL YAPISI**

ANKARA 2008

#### Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1.CAM VE CAMIN TABİATTA BULUNUŞU .....	3
1.1. Camın Yapısı.....	3
1.2. Camın Tabiatında Bulunuşu.....	5
1.3. Camın Tarihi Gelişimi.....	5
1.4.Camın Tanımı.....	10
1.5.Güzel Sanatlar İçindeki Yeri .....	11
UYGULAMA FAALİYETİ.....	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	16
2.CAM İLE İLGİLİ KİMYASAL KARIŞIMLARI ARAŞTIRMA .....	16
2.1. Saf Maddeler ve Karışımlar .....	16
2.2. Atomun Yapısı .....	17
2.3.Periyodik Cetvel.....	22
2.4.Kimyasal Denklemler.....	25
2.5.Oksidasyon ve Redüksiyon .....	27
UYGULAMA FAALİYETİ.....	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	34
3. CAMI OLUŞTURAN OKSİTLER VE CAMA ETKİLERİ.....	34
3.1. Camı Oluşturan Oksitler.....	34
3.2. Silis ( SiO <sub>2</sub> ).....	39
3.3. Bor Oksit (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	40
3.4. Alüminyum Oksit ( Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) – (Feldspat) .....	41
3.5. Sodyum Oksit ( Na <sub>2</sub> O) .....	42
3.6. Potasyum Oksit ( K <sub>2</sub> O) .....	42
3.7. Kurşun Oksit ( PbO).....	43
3.8. Magnezyum Oksit ( MgO) .....	43
3.9. Baryum Oksit (BaO) .....	44
3.10. Demir Oksit (BaO).....	44
3.11. Diğer Oksitler ve Cam Özelliklerine Etkileri.....	44
UYGULAMA FAALİYETİ.....	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	49
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	53
CEVAP ANAHTARLARI.....	59
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	62
KAYNAKÇA .....	63

# AÇIKLAMALAR

<b>MODÜLÜN KODU</b>	<b>543M00170</b>
<b>ALAN</b>	<b>Seramik ve Cam Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Şekillendirmeci</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Camın Kimyasal Yapısı</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Cam ve camın tabiatta bulunuşunu araştırıp cam ile ilgili kimyasal karışımları oluşturma, camı oluşturan oksitler ve cama etkileri ile ilgili konularının anlatıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/18
<b>ÖNKOŞUL</b>	Bu modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Camın kimyasal yapısını araştırmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Cam ve camın tabiatta bulunuşunu araştırıp cam ile ilgili kimyasal karışımları hatasız oluşturacak, camı oluşturan oksitleri ve cama etkilerini araştırabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Cam ve camın tabiatta bulunuşunu, cam ile ilgili kimyasal karışımları, camı oluşturan oksitleri ve cama etkilerini araştırabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf, laboratuvar, cam atölyesi <b>Donanım:</b> Kaynak kitaplar, defter, kalem, güzel sanatlarda cam ile ilgili yayınlar, periyodik cetvel, cam teknolojisi kitabı
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme soruları ve uygulamalı test ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı ( test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Cam, dokunulduğunda sert ve katı bir malzemedir. Gevrekli bir yapısı vardır, sert bir yüzeyle aniden karşılaştığında kırılmaya meyillidir. Buna rağmen kimya terminolojisinde “sıvı” olarak tanımlanmaktadır yani sıvıları taşımak için tasarlanmış vazoların çoğu aslında sıvının kendi formudur. Cam, sertleşmek için soğutulduğunda bu temel nitelikleri taşımaktadır ancak, ısıtıldığında nitelikleri tamamen değişir. Süneklik derecesine kadar yumuşamaya başlar ve eğer yeterli derecede ısıtılırsa su gibi akıcı olur.

Bir maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini bilmeden o malzeme ile ürün çıkartmak imansızdır. Sizlerin de seramik ve cam teknolojisi alanının temelini oluşturan camın kimyasal özelliklerini bilmeden bu alanda başarılı çalışmalar yapmanız imkansızdır; bu nedenle alanınızın temeli olan camın kimyasını bilmek çok önemlidir.

Hazırlanan bu modül ile cam ve camın tabiatta bulunuşu, cam ile ilgili kimyasal karışımları, camı oluşturan oksitleri ve cama etkilerini araştırabileceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında; cam, camın tarihi gelişimi ve camın tabiatta bulunuşunu araştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

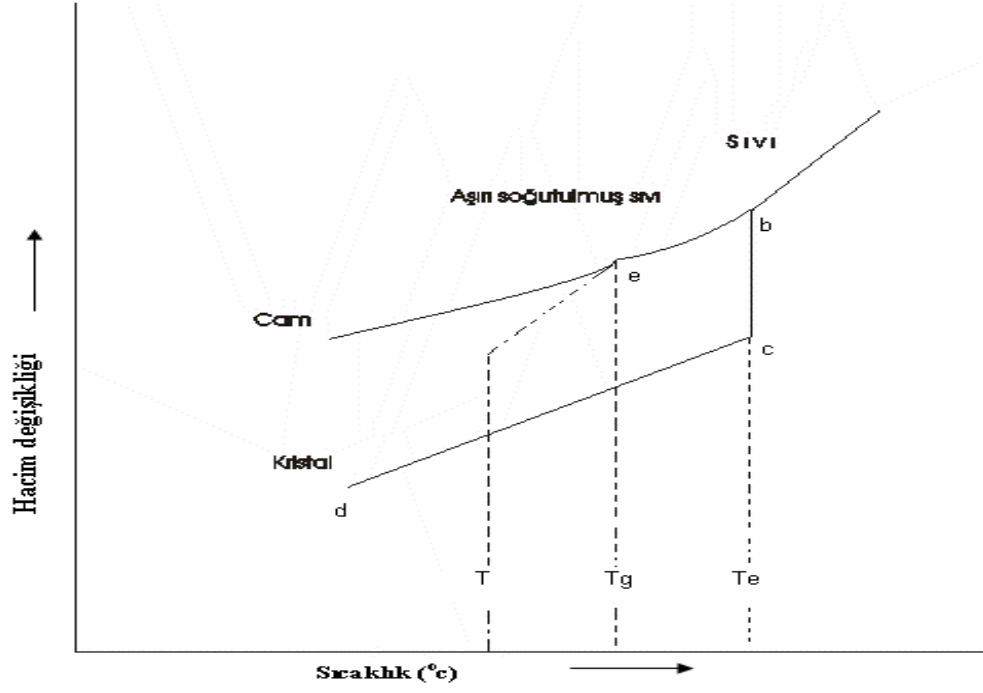
Cam ve camın tabiatta bulunuşunu araştırınız ve yaptığınız çalışmalarını sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

## 1.CAM VE CAMIN TABİATTA BULUNUŞU

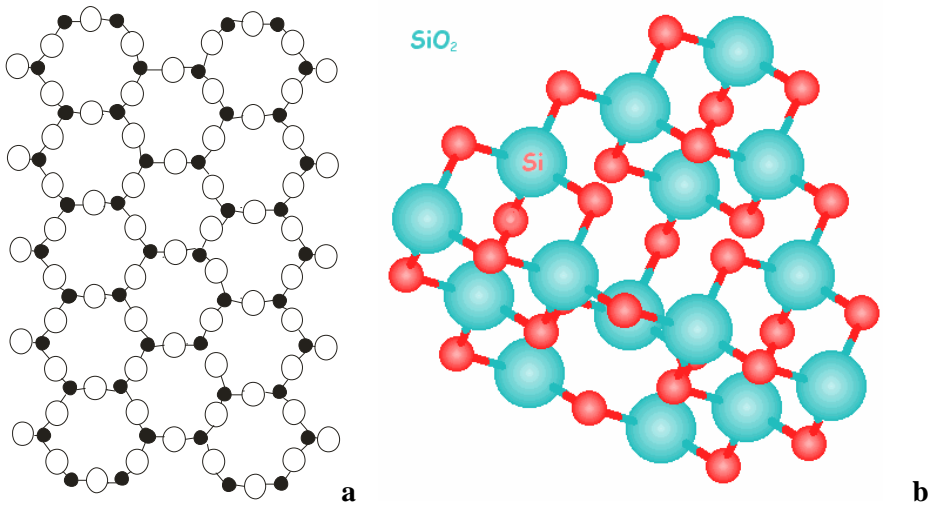
### 1.1. Camın Yapısı

Birçok kimyasal madde (boraks, soda gibi) sıvı camda, camın sertleşmesi gibi çeşitli özelliklerin cama katılması için kullanılır. Belli bir karakterdeki camın oluşumu camın soğutulma hızına bağlıdır ve atomlar arası ya da atom grupları arasındaki karışık bağ yapılarına (Kovalent ve iyonik bağlar) ihtiyaç duyar. Bireysel atomlar 'kristal kafes' diye bilinen düzenli 3 boyutlu diziler meydana getirdiğinde, kristaller oluşur. Fakat cam, sıvı haldeyken soğumaya başladığında, rasgele bir ağ oluşturur. Camın oluşumunda yer alan asıl parçalara, bu durumda ağ oluşturucuları diyebiliriz. İyonlar bu ağın bazı bölgelerine sızarak, ağ yapısını yeniden düzenler ve böylece camın iyonlara bağlı olan özellikleri ortaya çıkar. İyonlara, ağ düzenleyicileri denmesinin sebebi budur. Camın kimyasal dayanıklılığı, diğer bilinen malzemelerden çok daha fazla ve geniş bir yelpazededir; ayrıca mekanik dayanıklılığını da kurşun geçirmez camların varlığı kanıtlar. Kurşun geçirmez camların yapısında polikarbonat vardır ve camın bir santimetre kalınlıkta olması kurşun geçirmemesi için yeterlidir.

Bir maddeye, dışarıdan yeteri kadar enerji verilirse sıvı hale geçer; soğutulduğunda ise katılaşır. Atomların düzenli dizildikleri bir kristal malzemede ergitme sıcaklığının altında lineer katılaşma (doğrusal katılaşma) görülür. Şekil.1'den de anlaşılacağı gibi soğurken hacim küçülür. Örneğin, bakır 1083 °C'de ergir ve bu sıcaklığın altında katıdır. Cam malzemelerinin ise sabit bir ergime sıcaklığı olmayıp onların sıvı, aşırı soğutulmuş sıvı ve camsı durumları gözlenir. Hacim değişimi, atomların belirli bir düzende yapılanamamaları nedeni ile geçiş sıcaklığı adı verilen T<sub>g</sub> noktasına kadar hızlıdır. Bu noktadan sonra büzülme gayet yavaş gerçekleşir. Sonuçta çok yoğun ve amorf yapılı, cam adı verilen malzeme elde edilir. Kristalin malzeme, sıvı hâlde B noktasına kadar soğur, C noktasından itibaren D'ye kadar katı olarak soğur ve T<sub>e</sub> noktası katının ergime sıcaklığıdır. Camsı malzeme de B noktasına kadar sıvı olarak soğur. B C arasında aşırı soğumuş sıvı hâldedir. T<sub>g</sub> noktası dönüşüm sıcaklığıdır. Bundan sonra, katı görünümlü cam şeklindedir. Cam yapan silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) ait atomların dizilimi Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1.1: Sıcaklık – Hacim değişimi



Şekil 1.2:  $\text{SiO}_2$ 'nin kristal ( a ) ve amorf ( b ) yapısı

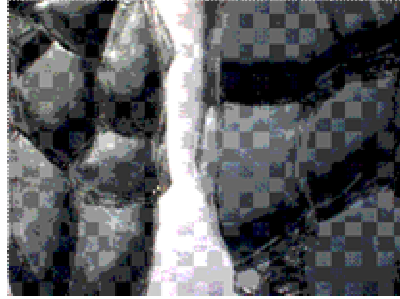




**Resim1.1:Aynı özellikli camların mikroskop görüntüsü**



**Resim1.2:Benzer araç camlarının mikroskop görüntüsü**



**Resim1.3:Camın mikroskop görüntüsü**

Cam yapısı, birim boyutta belirli düzen içindedir. Örneğin, silikat esaslı camlarda yapı silisyum dioksitten ( $\text{SiO}_2$ ) oluşur. Silisyum + 4 valans değerine sahip olup merkezde silisyum atomu, etrafında dört adet oksijen atomunun yer aldığı düzgün tetrahedralar oluşur. Her bir oksijen, iki silisyum atomu arasında bulunarak tetrahedraları birbirine bağlar. Ancak bu yapı kristalin malzemelerin aksine düzensizdir.

## 1.2. Camın Tabiatta Bulunuşu

Cam, tabiatta doğal olarak obsidiyen ve kuvars şeklinde bulunmaktadır. Milyonlarca yıl önce volkanik olaylar sonucu silikanın ergimesiyle obsidiyen oluşmuştur. Obsidiyen, genellikle koyu kırmızımsı, kahverengi, yarı geçirgen bir madde olup bileşimi pencere camının ( soda-kireç-silika ) kimyasal bileşiminden farklı değildir.

Diğer doğal cam kuvars, renksiz ve saydamdır. İşlenmiş cama benzer. Kristaller şeklinde bulunur. En büyük kuvars kristallerine pegmatitler içinde rastlanır. Renkli kuvars kristalleri, mücevher yapımında değerlendirilir.

## 1.3. Camın Tarihi Gelişimi

Yaygın olarak camın, tesadüf eseri keşfedildiğine inanılmaktadır. Camın keşfine dair en sık bahsi geçen açıklama Yunan tarihçi Piny'nin açıklamasıdır. Piny'e göre birtakım tüccarlar teknelerinden kıyıya çıktuktan sonra bir nehir kıyısında kamp kurmuşlar, nehir yatağında bir ateş yakmışlar. Sonraki gün ise önceki günün ateşinin külleri arasında şeffaf, parlak cam parçaları bulmuşlar.

Erken dönemlerinde, cam sanatı daha çok Mısır ve Mezopotamya'da gelişmiştir. Bu bölgede odunla yanan cam ocaklarının var olduğu düşünülmektedir.

Odun ateşinin camlaşmayı sağlayacak sıcaklıklara ulaşip ulaşamayacağı hep tartışılmıştır. Yapılan deneylerde malzeme uygunsa camlaşmayı sağlayabilecek sıcaklıklara erişebileceği kanıtlanmıştır. Ateşin bulunması ve kontrol altına alınıp yüksek sıcaklıkların elde edilmesiyle ateşten faydalanılarak oluşan sanatlar ortaya çıkmış ve gittikçe hızlanan bir gelişim göstermeye başlamıştır.



**Resim 1.4: İ.S. 1.yüzyıla ait iki pişmiş toprak kandil üzerinde yer alan cam fırını önünde çalışmakta olan cam ustasını gösteren tasvirler.**

Cam, geçirdiği aşamalarıyla da bugünkü durumuyla da bir yüksek sıcaklık sanatıdır.

Yüksek sıcaklığın getirdiği teknik sorunlar çözülebildiği sürece cam malzemeyle bir oyun oynarcasına her türlü üretim gerçekleştirilebilir. Pliny tarafından anlatılan örnek gerçek olabilir ama buna bile gelmeden, o dönemlerin seramik ustalarının seramikte kullandıkları ve gelecekte bir cam kaplama diyebileceğimiz sırlama tekniğini bildikleri muhakkaktır. Sır, malzeme olarak bir anlamda camdır. Sırın tek başına kullanılmasıyla camsı ürünlerin elde edildiği bilinmektedir. Nitekim cam tarihinin ilk örneklerinin pek çoğu, seramikten cama geçildiğini gösteren izler taşımaktadır.

Cam, yapay olarak üretilmeden önce, her zaman doğada doğal hâlde bulunmaktaydı.

Obsidiyen adı verilen malzeme gerçekte doğal camdır. Obsidiyen, camın tipik özelliklerini taşıdığı için çeşitli dönemlerde değişik yöntemlerle biçimlendirilmiştir.

Böyle bir açıdan bakılırsa camcılık ürünlerinin, bugün bildiğimiz anlamdaki işlevlerinden farklı olarak çok daha önceleri balta, bıçak ya da mızrak ucu şeklinde kullanılması, ilk camcılık örneği diye kabul edilmelidir. Bu, camın kesicilik özelliğini göstermesi bakımından ilginçtir.

Camın gelişimine bakıldığında, camın ilk olarak uygun kumun bol olduğu ve seramik yapımının geliştiği bölgelerde üretildiği kabul edilmelidir. Geçmişte yaygın bir seramik teknolojisi geliştirmiş uygarlıkların çok sayıda olduğu biliniyor. Böyle bir yaklaşımla Mezopotamya'dan Mısır'a, Doğu Akdeniz'den Anadolu'ya kadar pek çok yerde ilk camcılık örnekleriyle karşılaşmak mümkündür; ancak, günümüzde ulaşabilen sağlam

kanıtlara dayanarak daha çok Mısır ve Mezopotomya'da kurumlaşmış bir camcılıktan söz edilebilmektedir.

Bu dönemlerde ısı kaynağı olarak odun kullanıldığı ileri sürülür. Özellikle reçineli ağaçlar, bugün bile ilkel tekniklerle cam üretilen atölyelerde kullanılabilir. İlk örnekler ortalama İÖ 3000'lerden kalmadır. Bunlar yalnızca cam olarak yapılmış örnekler olması bakımından çok ilgi çekicidir. Eski cam teknolojisinde, henüz sıcak biçimlendirme aşamasına gelmeden önce potada, cam bloklar hâlinde parçaların hazırlanıp daha sonra da kırılarak değişik işlemlerle çeşitli ürünlerin elde edildiği ileri sürülmektedir. Doğada hazır olarak bulunan cam blokların da kırılıp işlenerek biçimlendirildiği düşünülürse önceleri bir blok elde etmek, amaç olarak benimsenmiş olabilir. Bugün bile doğal kaya kristali aynı yolla şekillendirilmektedir. Bu ilk teknik aşamadan sonra, o günün cam sanatçısı cam tekniğine daha uygun biçimlendirme yolları aramıştır. Öncelikle en kolay ürünler hedef seçilmiştir.

Tarihi belgeler, Mısır'da eski krallık döneminden kalan ve pek çok araçları, potaları ve çeşitli ürünleri içeren cam üretim atölyelerinin bulunduğunu göstermektedir. Mısırlıların ilginç bir seramik sırlama sanatı geliştirdikleri ve bunu günlük yaşamın içinde yaygınlaştırdıkları biliniyor. Böyle bir geleneğin camcılık sektörüne kolayca geçmesi çok doğaldır.

İlk camcılık örnekleri, özellikle hem kolay elde edilebilirlikleri hem de mücevheri görünümüleriyle dikkat çekmektedir. Bunların hepsi, küçük boyutlu cam ürünler olan taş ve toprak boncuklardan elde edilmiş camsı boncuklardır. Sonra bu camsı boncuklar, çeşitli cam teknikleriyle renklendirilebilmiş ya da biçimlendirilmede kullanılan tekniğin verdiği olanaklarla çok ilginç süslemeler yapılmıştır. Parlaklığı ve renkleri kaybolmaz. İşte bu nedenle Akdeniz'in hemen her bölgesinde yapılan kazı ve araştırmalarda böylesi örneklerle karşılaşılır. Bu küçük cam şekillerin ve boncukların yapımı ve süslenmesi sırasında kıymetli madenlerin ve taşların kullanıldığı örneklerin de bulunduğunu görüyoruz. Söz konusu amaç için altından bile faydalanılmıştır.

Camın geçirdiği teknolojik gelişim sürecinde teknik sorunların ve sınırların aşılmasıyla kullanılan enerjinin geliştirilmesiyle yeni biçimlendirme teknikleri ortaya çıkmıştır. Örnek olarak, parfüm ve tıbbi malzemelerin saklanması için kullanılan cam kaplar ve kutsal vazolar görülmektedir. Tabiidir ki rengi ve biçimsel özellikleriyle seramik sanatından etkiler taşıyan bu ürünler, dönemlerinin seramik biçimlerinden fazla uzaklaşmamışlardır. O günün cam eşyası ise belirli işler için kullanılmaktaydı; çünkü cam en çok 10-15 cm boyunda üretilebiliyordu. Bu küçük cam ürünler, biçimleri bakımından bugünkü anlayışa göre olağanüstü camcılık örnekleri değildir. Ancak üzerlerindeki renk ve desen çözümlenmeleri açısından çarpıcıdır. Bu kaplar, özellikle çeşitli kimyasal malzemeyi korumak; sağlıkla, güzellikle ilgili malzemeyi saklamak ve bu malzemenin gücünü ifade etmek için kullanılmış olmalıdır.

Geçmişte üretilmiş cam örneklerine baktığımızda, günümüzde kolay dediğimiz her örneğin bile o gün için ne kadar zorlukla elde edildiğini unutmamak gerekir. 800 °C-1000 °C'lere ulaşmak, bu derecelerde akıcılık kazanan camı işleyecek dayanıklı araçlar yapmak, gerekli iş için uygun ortam ve ustalığı elde etmek biçimlendirilen ürünleri soğutmak vb. belli başlı sıkıntılardandır. Cam tarihinin ilk uygulamalarından bu yana, camın temel yapısının elde edilmesi ve malzemenin biçimlere dönüştürülmesi iki ayrı uzmanlık alanı olarak

gelişmiştir. Camın gerekli özelliklerini sağlamak, karışımları hazırlamak, camlaştırmak başlı başına bir ham madde bilgisi, deneyimi ve teknolojisi gerektirir. Bunun kendine göre özel yolları vardır. Üstelik de gizli tutulması gereken bir bilgiye dayandırılmaktadır. Oysa cam biçimlendirme atölyeleri, kendilerine getirilen çok değişik özellik ve renkteki camları küçük miktarlarda ve gerektiği kadar eritip kullanabilir. Karışımlarda kolaylıkla değişiklik yapabilir ve ham madde sorunuyla da ilgilenmez. Cam tarihinin hemen her döneminde ham cam bloklarının hazırlanıp sonrada biçimlendirme atölyelerine dağıtıldığı izlenebilir. Hatta bugün bile geleneksel yollarla camcılık yapan küçük atölyeler, benzer şekilde sağlanan camları kullanmaktadır ya da önceden kullanacakları değişik camları hazırlayıp soğutarak katılaştırmakta ve sonradan bunları gerektiği kadar parçalayıp eriterek biçimlendirmektedir. Olanaksızlıklar içinde geliştirilen bütün bu yöntemlerin büyük bir titizlikle korunmuş olması da çok doğaldır. Nitekim yüzyıllar boyu cam üretim merkezleri bütün bilgileri titizlikle saklamaya özen göstermiştir. Hatta bugün bile her cam üreticisi, kendine özgü kilit bilgileri saklı tutmaya çalışır. Türkiye'deki geleneksel cam ürün yapımı, Selçuklu ve Osmanlı dönemleri olarak ele alınabilir.

Selçuklular'ın doğudan Anadolu'ya yeni göç ettikleri dönemden kalma bazı Selçuklu cam ürünlerinin varlıkları bilinmektedir. Selçuklu ve Arnavutluklar döneminin bazı parçaları bugün müze koleksiyonlarında yer almaktadır. Bunlar tamamen mimari dekorasyon ya da el yapımı ürünlerdir.

Osmanlı dönemi sırasında, bu dönemden kalan parçalardan da görülebileceği gibi cam sanatı oldukça ilerlemiştir. Cam endüstrisi özellikle İstanbul'un fethinden sonra bu şehirde oldukça gelişmiştir, Osmanlı döneminin lonca sistemi son derece iyi şekilde organize olmuştur. Her bir zanaatkar ve meslek grubu zanaatine ait ham madde temininden malzeme işlenişine, bitmiş ürünün şekli ve satış koşullarına kadar her konu ile ilgilenen bir sistem gelişmiştir. Sistem, ticaret ve zanaat üzerinde katı, disiplinli ve detaylı kurallardan oluşmuştur.

Kanıtlar, Osmanlı cam endüstrisinin İstanbul merkezli geliştiğini göstermektedir. Kaynaklar, dönemin başkentindeki Eğrikapı, Eyüp, Balat, Ayvansaray, Bakırköy, Beykoz, Paşabahçe, Çubuklu ve İncirköy mevkielelerinde çok farklı çeşitlerde cam üretimi yapan cam atölyelerinin bulunduğunu göstermektedir.

Bu cam yapım merkezlerinde üretilen cam ürünler dışında, ayrıca başta farklı pazarların zevkine uygun olarak üretim yapılan, 13. yüzyılın en büyük cam ihracat merkezi Venedik olmak üzere çeşitli ülkelerden cam ithalatı da yapılmıştır. O dönemde Venedik'te bir Türk ticarethanesi de bulunmaktaydı. Venedik'te özellikle Türk pazarı için üretilen camın ithalatı 1716'da dönemin padişahı tarafından yasaklanmıştır ancak 1700'lerden itibaren başka bir merkezden, Bohemya'dan cam ithalatı devam etmiştir.

Ayrıca I. Mahmut döneminde Fransa'dan cam ustaları getirildiği, Mehmet Dede ismindeki bir Mevlevi Dervişinin III. Selim döneminde cam yapım tekniklerini öğrenmek üzere İtalya'ya gönderildiği bilinmektedir. Söylenildiği üzere, söz konusu Mevlevi usta Beykoz, İstanbul'da bir atölye açmıştır ve çalışmaları arasında en popülerleri çeşm-i bülbül olmuştur. 1899'da Saul Modiano adındaki bir Yahudi Levanten tarafından bugün eski Paşabahçe Cam Fabrikası'nın bulunduğu yerde 'Fabbrica Vetrami di D. Modiano,

Constantinople' etiketli ürünler üreten, 1902 yılı itibariyle 500 kişiye iş imkanı sağlayan bir atölye kurulmuştur.

Osmanlı Devleti'nin egemenlik alanının genişlemesiyle sanat ve sanatçıların sayıları ve uğraşılan dalları çoğaldıkça çeşitli dinlerden kişiler bir arada çalışmaya başlamıştır. Bir din ayrımı gözetmeden oluşan ve eski anlamından pek değişik olmayan yeni uygulamaya gedik denmiştir. Gedik sözcüğü Türkçedir. Tekel ve imtiyaz anlamına gelmekte olup 1703-1730 yılları arasında resmi terim şeklinde kullanılmıştır.1860 yılına kadar süregelen bir sanatkâr ve esnaf düzenidir.17 Haziran 1861 günlü tüzükle, sanat ve ticarete tekel kaldırılmıştır. Bütün bu gelişim çizgisi içinde, diğer sanat alanlarında olduğu gibi camcılığın tekniğini, bilgisini ve deneyimi tezgâh başında veren uygulamalara yönelik mesleki bilgiler elimizde yoktur. Geleneksel Türk camcılığı XVII, XVIII yüzyıllarda üstün seviyeye ulaşmıştır. Ancak böylesine gelişmiş bir endüstriden elimize pek az belge kalmıştır. Camcılık merkezinin İstanbul'da Eğrikapı ile Tekfur Sarayı arasında bulunduğunu biliyoruz. Aynı zamanda, III. Murat zamanında hazırlanmış Surname'nin içinde çok ilgi çekici ve önemli bir minyatür yer alır. Bu minyatürde, padişah camcı esnafın geçit törenini izlemektedir. Resim 1.5'te bir araba üzerine kurulmuş cam ocağının çevresinde yer alan cam ustalarının üretimi görülmektedir. Böyle önemli bir tören için bile olsa, içinde cam ergitilen bir gezici cam ocağının hazırlanması çok büyük güçlüklerle doludur. Üstelik, gerek arabanın kuruluşu, gerekse boyutlar ve kullanılan teknik, gerçek bir atölye kadar doğrudur. Önemli bir gösteri için hazırlanan bu gezici atölyedeki fırının yapısı üzerinde kısa bir inceleme yapılırsa bunların günümüzde kullanılan araç gerece çok yakın olduğu görülür. Biçimlendirme yapan usta ve yardımcılarının durumu günümüzde de uygulanan düzene uygunluk göstermektedir.



**Resim1.5:Camcı esnafının tören geçidi**

Minyatürde camın ele alınışına bakıldığında, saray ve çevresi için ne kadar önemli olduğu anlaşılır. III. Mustafa döneminde ( 1750-1789 )Tekfur Sarayı dolaylarında yaygınlaşmış bir şişe ve camcılık merkezi vardır. Ham madde ve yardımcı malzemenin nereden sağlandığı ayrıntılı olarak bilinmemektedir. Ancak, Bakırköy'de Baruthane yakınlarında parlatma tezgâhlarının, güherçile endüstrisinin ve cam yan sanayinin bulunduğu da bilinmektedir. Bütün cam merkezleri padişaha aitti. Camcılara kira karşılığı verilmekteydi. Ayrıca belgelerden camcılara gedik yoluyla ayrılmış bu atölyelerden başka bir yerde cam üretimine izin verilmediği de anlaşılmaktadır. Camcılıkta kullanılan kumun nereden geldiği kesin olmamakla birlikte, Yedikule civarındaki Kumboğazı'ndan temin edildiği söylenmektedir.O günün yakıtı olan odunu hükümet sağlamıştır.Kalite konusunda düzenlemeler yapılmıştır. Bunlara uymayan camlar kırılmış ve yapımcıları cezalandırılmıştır. Görüldüğü gibi, Osmanlı döneminde camcılık merkezi genellikle İstanbul ve çevresindedir. Çeşitli belgelerden edinilen bilgilere göre; Eğrikapı, Eyüp, Balat, Ayvansaray, Bakırköy, Beykoz, Paşabahçe, Çubuklu, İncirliköyü bölgelerinde değişik özellikte ve bu boyutta cam üretimi yapılmıştır. Osmanlı Devleti'nde mevcut cam merkezlerinin yanı sıra özellikle Venedik'ten de cam getirilmiştir. XIII. yüzyıl başlarında önemli bir camcılık merkezi durumunda bulunan Venedik, her ülkenin siparişine göre camlar da üretmiştir. O dönemlerde Venedik'te bir Türk ticarethanesi bulunmaktadır. Bu yolla Venedik'ten Türk beğenisine uygun camların gelmesi, 1716 yılında Sultanın kararı ile durdurulmuştur. Zaten 1700 yıllarından bu yana diğer cam merkezi olan Bohemya'dan cam gelmekteydi. Sultan I. Mahmut döneminde Fransa'dan cam ustalarının getirildiği, Sultan II.Selim döneminde ise Mehmet Dede isimli bir kişinin camcılık öğrenmek için İtalya'ya gönderildiği ve dönüşünde Beykoz'da camcılık yaptığı bilinmektedir. Bu ustanın kurduğu söylenen tesiste özellikle çeşm-i bülbülde çok başarılı örnekler elde edilmiştir. 1899'da Fabbrica Vetrami di D. Modiano, Constantinople adı altında, Saul Mondiano isimli bir Musevî tarafından Paşabahçe'de, bugünkü Tekel Fabrikası yerinde kurulan tesis, 1902'lerde 500 işçi çalıştırır konuma gelmiştir. Ancak anlaşılıyor ki cam atölyesi, herhangi bir nedenle fazla başarılı olamamış ve bir süre sonra da kapanmak zorunda kalmıştır.

Cumhuriyet'in kuruluşu ile Türk cam endüstrisi yepyeni bir yön kazanmış ve 17 Şubat 1934'te diğer cam atölyelerine çok yakın bir yerde, Paşabahçe'de, Boğaz'ın yamaçlarında, meclis onayıyla ilk ulusal fabrika kurulmuştur. Türkiye İş Bankası tarafından "Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları AŞ" adı ile kurulan bu fabrikayı çeşitli tarzlarda cam üretimi yapan birçok başka şirket takip etmiştir.

Paşabahçe, özellikle kuruluş yıllarında ülkenin her yerinden çok sayıda cam ustasını bir araya toplamış ve Türk cam tarihi için önemli bir cam yapım merkezi haline gelmiştir. Bu dönemin en önemli cam işçileri arasında, özellikle serbest şekil verilmiş ürünleri ile tanınan (baba) Yusuf Görmüş yer almaktadır.

#### **1.4.Camın Tanımı**

Cam nedir? Bu soruya pek çok farklı tanımla cevap aranmıştır. Cama sadece,"Kırılğan, sert, parlak ve şeffaf bir malzemedir."demek yeterli değildir. Daha detaylı bir tanımlama yapmak gerekirse şu şekilde bir anlatım yerinde olacaktır. Cam yüksek sıcaklıkta eriyik hâlden hızlı bir biçimde oda sıcaklığına soğutulan ve bu esnada kristalleşme göstermeyen amorf (yarı düzenli yapıda ) bir malzemedir.

## 1.5.Güzel Sanatlar İçindeki Yeri

Geleneksel Türk cam sanatı örnekleri deyince akla ilk gelen; günlük cam eşyalarıdır. Bardaklar, sürahiler, tabaklar, çiçeklikler, yağ kandilleri, yağ lambaları, çeşitli koku ve parfüm şişeleri ve kapları, herkesin tanıdığı ürünlerdir. Bugün müze ve özel koleksiyonlarda sergilenen değerli örneklere bakınca bunların o gün bile kolay kolay herkes tarafından elde edilebilecek örnekler olmadığı kolayca anlaşılır.1726 yılında Sultan III. Ahmet'in çocuklarının sünnet töreninde ilginç bir gösteri olmuştur. Çeşitli akrobatlar, camlarla gösteriler yapmaktadır. Şişebazın bütün hüneri camın bu özel anlamına bağlanmıştır. Gösteri, değerli ve kırılabilen bir malzemeyle yapıldığı için ayrı bir önem kazanmıştır. Bu çok başarılı örnekler genellikle saraylar, konaklar için yapılmış gibidir. Dolayısıyla Türk camcılığının daha çok saraya ve varlıklı gruba hitap ettiği görülmektedir. Böyle bir yargıya varmak yanıltıcı olabilir ama günümüzdeki gibi yaygın bir cam kullanımından söz edilemeyeceği de gerçektir. O dönem, diğer Akdeniz ülkelerindeki camcılık, teknoloji yönünden pek farklı değildir. Türk camcılık sanatının hangi yıllarda nasıl bir gelişim içinde bulunduğunu ayrıntılı biçimde kesin kayıtlarla ve tarih belgeleriyle bilemiyoruz; ancak yakın çağlara doğru kısmen belgelenebilen çalışmalar mevcuttur. Zaten o dönemde, özellikle Avrupa'daki cam atölyelerinde hem hüner sayılabilecek cam üretimi düzeyine ulaşılmış hem de ucuz ürünler elde edilmiştir. Bunlardan bazılarının hâlâ üretimleri sürmektedir. Örnek olarak Venedik'teki Murano camcılığı verilebilir. Bugün hâlâ aynı atölyelerde cam üretimi yapılmakta ve eski geleneksel camcılık sanatı büyük bir başarıyla yaşatılmaktadır. Hatta aynı ailelerin torunları bugün bile camcılık yapmaktadır. Oysa Anadolu'da böyle yaygın bir camcılık olup olmadığını bilemiyoruz. Daha çok birer girişim ve deneme niteliğinde örneklerle karşılaşmaktadır. Fakat bugünkü gibi eskiden de camcılığın çok çekici bir konu olduğu söylenebilir. Camcılık alanında yapılan girişimlerin günümüzde izlerine rastlanmaması, o gün yeterli tekniğe ve ticari başarıya ulaşamamasına bağlanabilir diğer bir deyişle rekabet edememiş ve kaybolmuştur. Camcılığın, çok pahalı ürünlere ve özellikle saray ve çevresine yöneldiği de gerçektir. Üstelik cam teknolojisi sınırlı olan bir ülke, ileri camcılık teknikleri uygulayanlar için bir pazardır. O yüzden, tarihinin her döneminde ülkemize çok değişik kanallardan değerli eşya girmiştir.

Geleneksel Türk cam ürünü, çeşm-i bülbül ya da Venedik biçimi ile üretilen Türk filigranosu, Beykoz işi olarak da bilinir. Benzer yüksek kaliteli ürünler halen Venedik'te Murano'da üretilmektedir. Geleneksel çeşm-i bülbül dışında, Türk cam sanatının daha çok uygulamalı ya da dekoratif ürünler için uygun form ve tarzları benimsediği görülmekte, seramik sanatından edinilmiş birçok formun baskın olduğu bilinmektedir. Anadolu cam ürünlerine aşağıdaki örnekleri verebiliriz.

### Çeşm-i Bülbül

Çeşm-i bülbül filigrano tekniğine verilen Türkçe isimdir. Diğer filigrano teknikleri dünya çapındaki çeşitli cam merkezlerinde bilinmektedir. Çeşm-i bülbül Anadolu atölyelerinin çıkardığı bir üründür. Bu teknik, modern cam endüstrisinin ilerlemiş yöntemlerinin bile geleneksel ustaların çalışmalarını geçemediği bir tekniktir.

Çeşm-i bülbül son derece kalifiye bir tekniktir. Ürünün oluşumundaki her bir etap titiz bir şekilde yerine getirilmeli ve çok kısa bir zamanda bitirilmelidir. Teknik, genel olarak farklılık göstermeyebilir ama her bir ustanın ona yaklaşımı yani tarzı farklı olacaktır. Bu teknik, asla hata kabul etmez. Hata yapıldığında düzeltmek neredeyse imkansızdır, bu nedenle camı yapmak için ortaya konan kuralların her biri büyük bir kesinlikle yerine getirilmelidir.



**Resim1.6: Çeşm-i bülbül**



**Resim1.7:Cam boncuk**

Cam boncuk yapımı, cam üretiminin en cazip şekillendiren biridir. Bir halk sanatı olarak yaygın bir şekilde üretilen cam boncuklar, küçük fırınlarda yapılır. Cam, odun ateşinde yumuşatılır ve boncuklar elle kullanılan son derece basit birkaç aletle çeşitli formlar verilerek üretilir.

Cam boncuk üretiminde kullanılan yöntemler, fırının odunla yakılması ve cam üreticinin özellikleri yaklaşık 3000 yıllık bir geçmişine dayanır. Bugün yapılan boncuklarda bile nihai ürün daha önceki dönemlerdeki ürünlerden çok az farklılık gösterir ve görevleri de elbette çok az değişmiştir. **Güvercin şişe**, birleşik tekniklerle üretilen Anadolu cam ürünleri arasında en ilginç ve en tipik olanıdır. Anadolu atölyelerinde son derece yüksek bir yetenek ile üretilen güvercin şeklindeki şişedir. Yüksek yetenek gerektiren teknikleri kullanılması gerektiği için cam sanatı için son derece önemli bir üründür.

Cam; malzemesi, teknolojisi, enerjisi, özel araç gereciyle ağır bir endüstridir. Geçmişte de böyleydi, bugün de böyledir. Böyle bir endüstride ham madde başlangıç malzemesi olarak alınır ve işlenip dışarı bitmiş halde çıkar. Üretim sırasında bir defada kesin biçim verilir. Böyle bir endüstrinin ekonomik olarak çalıştırılması ve yaşatılması zordur. Yoğun bilgi ve teknoloji birikimi gerektirir. Rekabete dayanabilmesi, ekonomiklik arz etmesi zorunludur. Halbuki, geleneksel camcılık tarihimiz içinde böyle bir ekonomik başarı sağlanıp kayıtlara geçmiş örneklere pek rastlanmamaktadır. Gereksinim duyulan ve Anadolu'ya ulaşması zor ürünlerin bizzat burada yapılmasına yönelik denemeler olduğu tahmin edilebilir. Pahalı olan böyle örnekleri bugün müzelerde bulabiliyoruz. Zengin dekorlu, kesmeli, altın işlemeli, bir anlamda başyapıt diyebileceğimiz eserler olarak karşımızda durmaktadır. Günlük kullanıma hitap eden eşyalar arasında çiçeklikler, gül suyu şişeleri, çeşitli içki takımları ve buna benzeyen ürünler yer almaktadır. Ayrıca geçmişte yaygın bir biçimde kullanılan nargilenin camcılık yönünden de çekici bir yanı vardır. Nargile, biçimiyle ve bu biçimde camın kullanılışıyla başlı başına sembolik bir anlam taşır.



## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını okuyup cam ve camın tabiatta bulunuşunun araştırmasını yapacaksınız.

### Cam ve Camın Tabiatta Bulunuşunu Araştırmak

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cam ile ilgili genel bilgileri ve camın tabiatta bulunuşunu araştırınız.</li><li>➤ Cam ve camsı durumu araştırınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Size en yakın kütüphanelerin açık adresini ve yerini öğreniniz.</li><li>➤ Kütüphanedeki görevli memurlardan aradığınız konunun hangi bölüm ve numaralarda kayıtlı olduğu hakkında bilgi ediniz.</li><li>➤ Edindiğiniz bilgiler doğrultusunda kaynaklardan cam ile ilgili genel konuları araştırınız.</li><li>➤ Cam yapan silisyum dioksit (<math>\text{SiO}_2</math>) ait atomların dizilimini inceleyiniz.</li><li>➤ Camın tabiatta doğal olarak nasıl bulunduğunu araştırınız.</li><li>➤ Camın geçirdiği aşamaları ve bugünkü durumunu araştırınız.</li><li>➤ Osmanlı İmparatorluğu devrindeki camcılık tekniklerini araştırınız.</li><li>➤ Geleneksel Türk camcılığını araştırınız.</li><li>➤ Cam nedir, camsı durum nedir? Araştırınız.</li><li>➤ Cam malzemelerinin oluşum aşamalarını araştırınız.</li><li>➤ Camın tanımını inceleyiniz?</li><li>➤ Cam işlemeciliği alanının olduğu güzel sanatlar fakültelerine giderek bölüm kütüphane ve görevlilerinden bu konuları araştırınız.</li><li>➤ Alanınızla ilgili üniversitelerde yapılmış tezleri inceleyiniz.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları sınıftaki arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları dosyalayarak kendinize bir kaynak oluşturunuz.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet ile kazandığınız bilgileri aşağıdaki soruları cevaplandırarak kendinizi ölçünüz.

### ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki boşluklara uygun doğru kelimeleri yazınız, doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Cam malzemelerin sabit bir ergime sıcaklığı olmayıp onların sıvı, aşırı soğutulmuş.....ve.....durumları gözlenir.
2. Bir maddeye dışarıdan yeteri kadar enerji verilirse sıvı hale geçer. Soğutulduğunda ise .....
3. Geleneksel Türk camcılığı dediğimiz zaman akla ilk gelen, özellikle Beykoz işi.....dür.
4. Aşağıdakilerden elementlerden hangisi camın yapısında bulunur?  
A) Mo  
B) Au  
C) H<sub>2</sub>O  
D) SiO<sub>2</sub>
5. Aşağıdaki elementlerden hangisi silisyum oksittir?  
A) NO<sub>2</sub>                      B) H<sub>2</sub>O c)                      C) SiO<sub>2</sub>                      D) BaO<sub>2</sub>

Aşağıda ki ifadeler doğru ise parantezin içine **D** yanlış ise Parantezin içine **Y** harfi yazınız.

6. ( ) Cam, tabiatta doğal olarak oksidiyen ve kuvars şeklinde bulunmaktadır.
7. ( ) En büyük kuvars kristallerine pegmatitler içinde rastlanmaz.
8. ( ) Cam, yüksek sıcaklıkta eriyik halden hızlı bir biçimde oda sıcaklığında soğutulan ve bu esnada kristalleşme göstermeyen amorf ( yarı düz yapıda )bir malzemedir.

Not :Cevap anahtarı modülün sonundadır.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kitapçığın sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Kendinizi değerlendirmeniz sonucunda yanlış cevap verdiyseniz ya da cevaplama anında tereddüt yaşadığınız sorular için ilgili konulara dönerek ya da öğretmeninize danışarak tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

## UYGULAMALI TEST

**AÇIKLAMA:** Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri “**Evet** ve **Hayır**” kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

### Cam ve Camın Tabiatı Bulunuşu Konularında Kendinizi Ölçünüz

İşlem No	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Cam yapan silisyum dioksit ( $\text{SiO}_2$ ) ait atomların dizilimini yapabiliyor musunuz?		
2	Camın tabiatı doğal olarak absidiyen ve kuvars şeklinde bulunduğ doğru mudur?		
3	Camın geçirdiği aşamalarıyla da bugünkü durumuyla da bir yüksek sıcaklık sanatı olduğ doğru mudur?		
4	Osmanlı İmparatorluğu devrinde camcılık tekniklerinin yeteri kadar gelişmiş olduğunu söyleyebilir miyiz?		
5	Geleneksel Türk camcılığı XVII, XVIII. yüzyıllarda mı en üst seviyeye ulaşmıştır?		
6	Cam malzemelerinin oluşum aşamalarını sıralayabiliyor musunuz?		
7	Camın tanımını hatasız yapabiliyor musunuz?		
8	Geleneksel camcılık sanatının büyük bir başarıyla hangi ülkede yaşatıldığını biliyor musunuz?		

Yukarıdaki performans testini kendinize veya arkadaşınıza uygulayınız.

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda eksikleriniz varsa, uygulama faaliyetine geri dönerek işlemleri tekrarlayınız yoksa bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

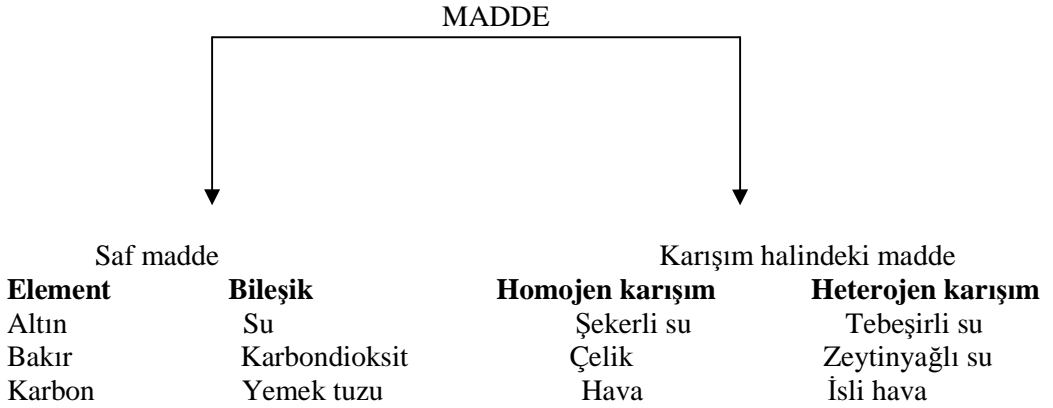
Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında, cam ile ilgili kimyasal karışımları araştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Doğada çok miktarda bulunan elementlerin adlarını araştırınız.
- Atomun yapısını aydınlatmak için pek çok bilim adamı çeşitli çalışmalar yaparak teoriler üretmişlerdir. Bu bilim adamlarının kimler olduğunu araştırınız.
- Yaşantımızda pek çok nesne ve olay çeşitli sembollerle ifade edilmektedir. Sembol kullanımının nedenini araştırınız.

## 2.CAM İLE İLGİLİ KİMYASAL KARIŞIMLARI ARAŞTIRMA

### 2.1. Saf Maddeler ve Karışımlar



**Şema 2. 1: Maddeler kabaca saf madde ve karışım olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir.**

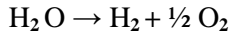
İçinde kendinden başka madde bulunmayan; yoğunluk, ergime noktası, kaynama noktası, çözünürlük gibi belirli ayırt edici özelliklere sahip maddelere **saf madde** denir. Örneğin su, alüminyum, oksijen, şeker, bakır ve alkol birer saf maddedir.

Karışımlar, iki ya da daha çok sayıda maddenin çeşitli oranlarda bir araya getirilmesi sonucunda oluşur. Karışımı oluşturan maddeler, karışım içinde özelliklerini korur.

Örneğin su ile şeker karıştırıldığında şekerli su elde edilir. Şekerli suyun tadı, şekerin tadındadır. Şeker, suyun içinde çözüldüğünden şekerli su akışkan bir sıvıdır. Karışımların özelliği, kendisini oluşturan maddelerin özelliklerine ve bu maddelerin karışımdaki oranlarına bağlıdır. Tuz, su içinde çözüldüğünde tuzlu suyun belirli bir yoğunluğu vardır. Yoğunluk su ve tuz oranına göre değişir. Su buharlaşırsa tuz miktarı artacağından yoğunluk da artar.

Her noktada aynı özelliğe sahip karışımlara **homojen karışım** denir. Çözeltiler homojen karışımlardır. Her noktasında aynı özellikte olmayan karışımlar ise **heterojen karışımlardır**. Bunlara örnek olarak kum ve çakıl karışımları verilebilir. Sıvı içinde asılı kalan taneciklerin oluşturduğu karışımlara da **süspansiyon** denir. Sıvı içinde başka bir sıvının çok küçük damlacıklar halinde asılı durumda kalmasıyla oluşan karışımlar **emülsiyon** adını alır. Çamurlu su süspansiyona, zeytinyağı ile su karışımı ise emülsiyona örnektir.

Farklı özelliklere sahip maddelere ayrılabilen saf maddelere **bileşik** denir. Örneğin, su saf maddedir. Aynı zamanda da bileşik madde olup kendisini meydana getiren elementlere ayrılabilir. Ayrışma sonucu:

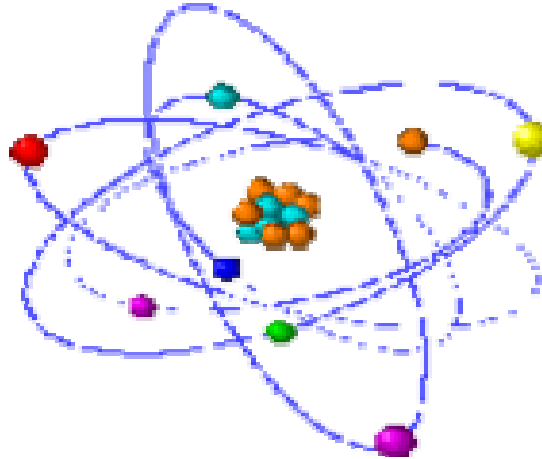


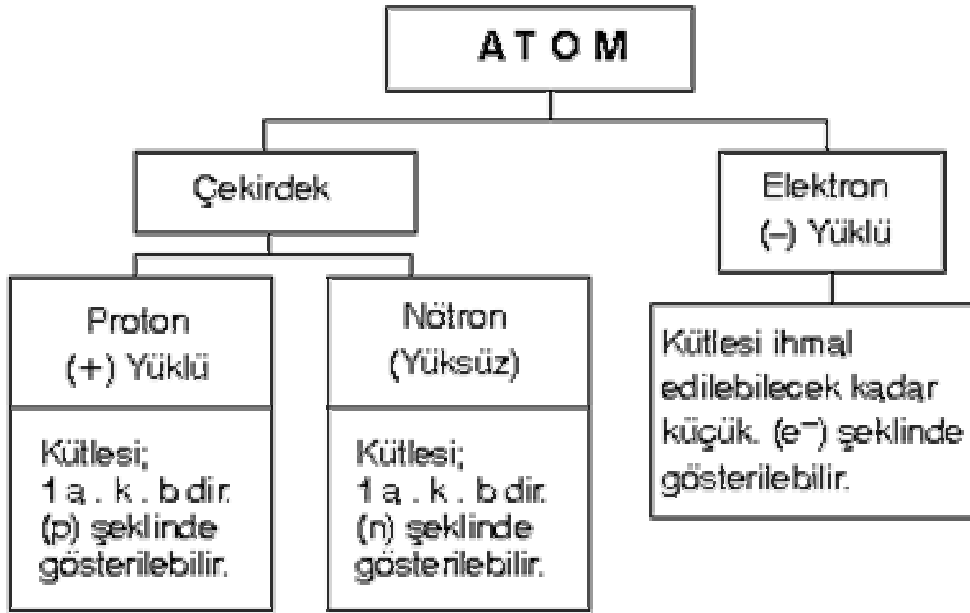
(1) hidrojen (  $\text{H}_2$  ) ve oksijen (  $\text{O}_2$  ) oluşur. Her ikisi de farklı özelliklere sahiptir.

## 2.2. Atomun Yapısı

Atom; bir elementin bütün özelliklerini taşıyan, kimyasal yollarla bölünemeyen en küçük parçasıdır. Çevremizdeki malzemelerin özelliklerini belirleyen yapı elemanları atomlardır.

Atom, çekirdek ve elektron olmak üzere iki temel parçacıktan meydana gelmiştir. Atom merkezinde (çekirdekte) ise proton ve nötron vardır. Bunun dışında elektronlar yer alır. Proton, pozitif yüklü; elektron, negatif yüklü; nötron, yüksüzdür. Normalde atom nötr yüklü olduğunda proton ve elektron sayıları eşittir. Elektronlar, proton ve nötronlara göre çok daha küçük kütleyle sahiptir.





Bir atomun kütlesi (atom ağırlığı) ise proton ve nötron sayısı toplamına eşittir.

Modern anlayışa göre atom, çapı  $10^{-1}$  nanometre [ ( 1nanometre (nm)=  $10^{-9}$  metre (m) ] olan esas itibarıyla elektriksel özelliğe sahip, proton, nötron ve elektrondan oluşan bir küttür. Bir atomun proton sayısı =elektron sayısı atom numarasını gösterir. Örneğin alüminyumun atom numarası 13'tür. Bu sayı, alüminyumda 13 proton ve 13 elektron olduğunu gösterir ve  $13^{Al}$  biçiminde yazılır.

Bir atomun kütlesi ( atom ağırlığı ) ise proton ve nötron sayısı toplamına eşittir. Örneğin, alüminyumun atom ağırlığı 27'dir.Bir atomun kütlesi atom ağırlığının Avagadro sayısına ( $6,02 \cdot 10^{23}$ ) bölünmesiyle bulunur. Alüminyum ağırlığı 27 denildiğinde Avagadro sayısı kadar alüminyum atomunun ağırlığı ifade edilmektedir. Bir elementin tüm atomlarında proton sayıları eşittir. Ancak, nötron sayıları farklı, dolayısıyla da kütle numarası farklıdır. Proton sayıları aynı; nötron sayıları farklı, olan atomlara o elementin **izotopları** denir. Modern anlayışa göre çekirdeğin etrafındaki elektronlar belirli bir enerji seviyelerinde bulunur. Elektronların enerjisi, Schroedinger (Şrödinger) dalga denkleminde çözülen kuantum sayılarına bağlıdır. Dört kuantum sayısı vardır:

- $n$  = Asli (ana) kuantum sayısı = 1,2,3,4.....,n
- $l$  = Tâli (yörüngesel) kuantum sayısı = 0,1,2,3,4.....,n-1
- $m_l$  = Manyetik kuantum sayısı = 0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$  , ..... $\pm l$
- $m_s$ =Spin(dönme) kuantum sayısı=  $\pm 1/2$

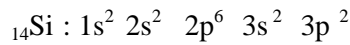
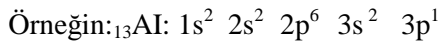
Ana kuantum sayıları  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$  gibi tam sayılarla gösterilir. Bu sayılara karşılık gelen elektron tabakaları aşağıdaki gibidir:

<u>Ana kuantum sayısı</u>	<u>Elektron tabakaları</u>
$n=1$	K
$n=2$	L
$n=3$	M
$n=4$	N

Elektron tabakalarının dizilişine Pauli prensibi ışık tutar. Prensibe göre herhangi bir atom veya molekülde, iki elektron aynı kuantum halinde bulunamaz. (Aynı kuantum numarasına sahip olabilir fakat aynı kuantum halinde olamaz.)  $m_l$  veya  $m_s$  değişir. Belirli bir sistemde mevcut iki elektronun dört kuantum sayısı ( $n, l, m_l, m_s$ ) birbirine eşit olmaz.

Farklı ana kuantum sayılarına olan elektronların enerjileri arasında büyük ölçüde fark vardır. Tali kuantum sayıları farklı olan elektronların enerjileri az miktarda farklıdır. Aynı  $n$  sayısına sahip elektronlar aynı tabakada bulunur. Her ana tabaka  $l$ 'nin aldığı değerlere göre tali tabakalara ayrılır. Ancak tali kuantum sayısını gösteren  $l$ 'nin alabileceği maksimum değer  $n-1$ 'dir.  $l=0, 1, 2, 3, 4, \dots$  tam sayılarla ifade edilir. Genellikle  $l=0$ , s harfi ile gösterilir.  $l$ 'nin 1, 2, 3, 4, değerleri sırasıyla p, d, f, g, h harfleri alır. s 2 elektron, p 6 elektron, d 10 elektrona sahiptir. Ayrıca kabukta bulunabilecek maksimum elektron sayısı  $2n^2$  ile sınırlıdır.

Elektronların dizilişleri çekirdeğin en yakın yörüngesinden başlanarak yapılır.



Atomlarda farklı enerji düzeylerindeki elektronların farklı enerji düzeylerindeki elektronların çekirdek tarafından çekimleri de farklıdır. Elektronları bir yörüngeden alıp atom çekirdeğinden uzaklaştırmak için öncelikle çekirdek ile elektron arasındaki çekim kuvveti yenilmelidir. Yörünge çekirdekten ne kadar uzaksa o yörüngedeki elektronu uzaklaştırmak içinde o kadar az enerji gereklidir. Bir atomun en dış yörüngesinde bulunan elektronlara **değerlik elektronları** denir.

Sodyumun değerlik elektron sayısı 1 olduğundan sodyum 1 değerlidir. Elektronlar çekirdek etrafında belirli yörüngelerde büyük süratle döner. Elektronlar bu yörüngelere belirli bir kurala göre yerleştirilir.

Elektronlar yörüngelere yerleştirilirken;

- $2n^2$  formülüne uyarlar. (n : yörünge sayısı,1,2,3..... gibi tamsayılar)
- Son yörüngede maksimum 8 elektron bulunur.

Buna göre, her yörüngedeki elektron sayısı :

1. yörünge :  $2 \cdot 1^2 = 2$  elektron
2. yörünge :  $2 \cdot 2^2 = 8$  elektron
3. yörünge :  $2 \cdot 3^2 = 18$  elektron
4. yörünge :  $2 \cdot 4^2 = 32$  elektron alır.

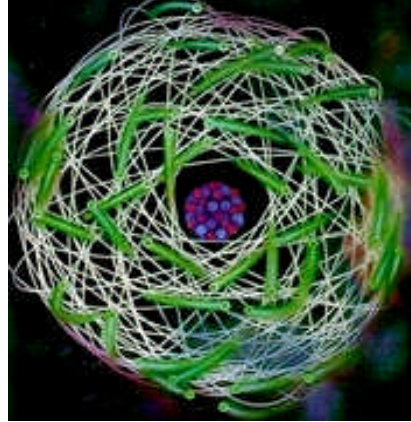
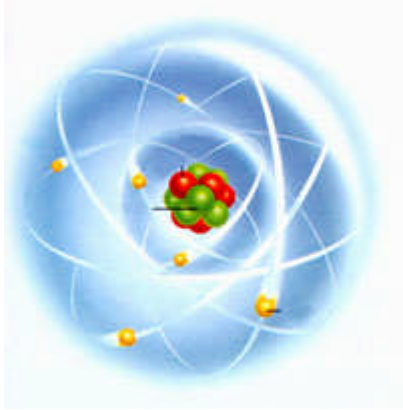
### Atom Numarası

Bir elementin çekirdeğinde bulunan toplam proton sayısıdır.

Protonlar (+) yüklü taneciklerdir. Atom numarası, pozitif yük sayısı ya da çekirdek yükü olarak da tanımlanabilir.

Nötr bir atom için; Atom numarası = proton sayısı = elektron sayısı

İyon için; Atom numarası = proton sayısı  $\neq$  elektron sayısı



Nötr Ca atomunun çekirdeğinde 20 tane protonu olduğu için atom numarası ve elektron sayısı 20 dir.  $Ca^{+2}$  iyonu için atom numarası ve proton sayısı 20 iken elektron sayısı 18' dir.

Nötr Cl atomunun çekirdeğinde 17 tane protonu olduğu için atom numarası ve elektron sayısı 17 dir.  $Cl^-$  iyonu için atom numarası ve proton sayısı 17 iken elektron sayısı 18' dir.

### Kütle Numarası

Çekirdekte bulunan proton ve nötron sayılarının toplamı kütle numarasıdır.

Kütle numarası = proton sayısı + nötron sayısı



Al atomunun çekirdeğinde 13 proton ve 14 nötron bulunduğundan kütle numarası 27'dir. Al atomundaki proton, nötron, elektron, kütle numarası ve yükün simge üzerinde gösterilişi aşağıda verilmiştir.

Kütle numarası 27 Al 0 Yük

Atom numarası 13, 13 Elektron sayısı

## İyon

(-) ya da (+) yüklü atom ya da atom gruplarına iyon denir.

Nötr bir atom;

Elektron verirse (+) yüklü iyon (KATYON)

Elektron alırsa (-) yüklü iyon (ANYON) oluşur.

### Katyon Oluşumuna Örnek

Potasyum atomunun elektron dağılımı  $19K \quad 2 \quad 8 \quad 8 \quad 1$  şeklindedir.

K atomu son yörüngesindeki 1 elektronu vererek  $K^+$  iyonunu oluşturur ve soy gaz kararlılığına ulaşır.

$K^+$  iyonunun elektron dağılımı ise  $19K^+ \quad 2 \quad 8 \quad 8$  şeklindedir.

### Anyon Oluşumuna Örnek

Klor atomunun elektron dağılımı  $17Cl \quad 2 \quad 8 \quad 7$  şeklindedir.

Cl atomu son yörüngesine 1 elektronu alarak  $Cl^-$  iyonunu oluşturur ve soy gaz kararlılığına ulaşır.

$Cl^-$  iyonunun elektron dağılımı ise  $Cl^- \quad 2 \quad 8 \quad 8$  şeklindedir.

### Bileşik Yazma

Anyon ve katyonların yükleri çaprazlanır. Birincinin yükü ikincinin altına indis olarak, ikincinin yükü birincinin altına indis olarak yazılır.

Örnek olarak  $13Al$  ve  $16S$  atomları arasında oluşacak bileşiği yazalım.

Atomların elektron dağılımları yapılırsa;

$13Al \quad 2 \quad 8 \quad 3$

$16S \quad 2 \quad 8 \quad 6$

şeklinde olur. Al atomu son yörüngesindeki 3 elektronu vererek  $Al^{+3}$  iyonu, S atomu son yörüngesine 2 elektron alarak  $S^{-2}$  iyonunu oluşturur. Bu iki iyonun yükleri çaprazlanırsa

$+3 \quad +2$

Al S  $Al_2S_3$  bileşiğinin oluştuğu görülür.

## İzotop

Atom numaraları aynı, kütle numaraları farklı olan atomlar birbiriyle izotoptur.

İzotop atomların proton sayıları aynı nötron sayıları farklıdır.

İzotop atomların kimyasal özellikleri aynıdır.

Fiziksel özellikleri farklıdır.

$1\text{H}$     $2\text{D}$     $3\text{T}$    Hidrojenin izotoplarıdır.  
1 1 1

$35\text{Cl}$     $37\text{Cl}$    klorun izotoplarıdır.  
17 17

İzotop iyonlarda ise, elektron sayısının farklı olması ile kimyasal özellikleri de farklı olur.

$35\text{Cl}^-$  iyonu ile  $37\text{Cl}$  atomu izotop olup kimyasal özellikleri farklıdır.  
17 17

### Allotrop

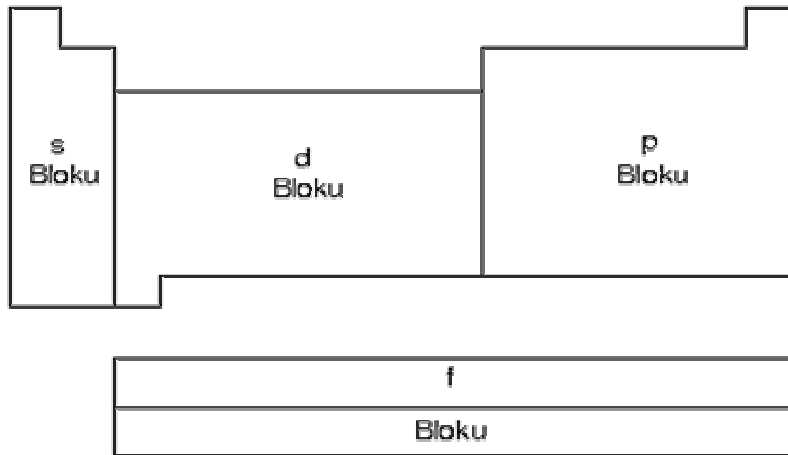
Fiziksel özellikleri ve kristallerinin uzayda dizilişleri birbirinden farklı olan aynı cins atomlar birbirinin allotropudur.

Elmas ve grafit birbirinin allotropudur. Her ikisi de C atomunun değişik dizilişinden oluşmuştur. Bazı kimyasal özellikleri aynıdır.

Oksijen ve ozon birbirinin allotropudur. Her ikisi de O atomunun değişik dizilişinden oluşmuştur, kimyasal özellikleri farklıdır.

## 2.3.Periyodik Cetvel

Elementlerin atom numaralarına göre belirli bir kurala uyarak sıralanması ile periyodik cetvel oluşur. Periyodik cetvelde yatay sıralara **periyot**, dikey sıralara **grup** denir. Periyodik cetvelde 7 tane periyot, 8 tane A grubu, 8 tane B grubu vardır. 8B grubu 3 tanedir. Her periyot kendine ait olan s orbitali ile başlar p orbitali ile biter. Diğer bir ifade ile 1A grubu ile başlayıp 8A grubu ile sona erer. Aynı grupta olan elementler birbirlerinin yerine kullanılabilir. Periyodik cetvelde birçok özellik ilişkisi bulunduğundan geliştirme ve araştırma problemlerinde cetvelden faydalanılır.



- A grubu elementleri, s ve p blokunda,
  - B grubu elementleri, d ve f blokunda bulunur.
- B grubu elementlerine **geçiş elementleri** denir. Bunların tamamı metaldir.
- Periyodik cetvelde A grubu elementlerinin özel isimleri vardır.

1A	2A	GEÇİŞ METALLERİ										3A	4A	5A	6A	7A	8A
ALKALI METALI	TOPRAK ALKALI METALLERİ															HALOJENLER	SOYGAZLAR

## PERİYODİK TABLO

Gruplar	1A	2A		3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1. periyot	1 H																		2 He
2. periyot	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3. periyot	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4. periyot	19 K	20 Ca		21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5. periyot	37 Rb	38 Sr		39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6. periyot	55 Cs	56 Ba	*	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7. periyot	87 Fr	88 Ra	*	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
*Lantanitler			*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
**Actinitler			*	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

- Periyodik cetvelde aynı grupta bulunan elementlerin değerlik elektron sayıları aynı olduğundan benzer kimyasal özellik gösterir
- Periyodik cetvel elementleri elektron dizilişine bağlı olarak dört bloktan (s, p, d, f) meydana gelir. Bloklardaki elementlerin değerlik elektronları bulunduğu bloğun adıyla aynı orbital dedir.

Elementler artan atom numaralarına göre periyodik cetvele yerleştirildiğinde, cetvelin sol tarafından metallerin sağ tarafında ametallerin yer aldığı görülür. Her periyot bir alkali metal ile başlar bir soygaz ile biter.

<b>METAL-AMETAL ve SOYGAZ'IN ÖZELLİKLERİ</b>		
<b>Metal</b>	<b>Ametal</b>	<b>Soygaz</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grup numarası 1A, 2A, 3A ve B gruplarında bulunan elementler metaldir.</li> <li>2. Kendilerini soygaza benzetmek için son yörüngelerindeki elektronları vererek (+)değerlik alır. 1A(+1), 2A (+2) Kesinlikle (-) değer almaz.</li> <li>3. Kendi aralarında bileşik oluşturmaz. Ametallerle bileşik oluşturur.</li> <li>4. İndirgen özellik gösterir.</li> <li>5. Tel ve levha haline gelebilir.</li> <li>6. Elektrik akımını iletir.</li> <li>7. Tabiatta genellikle katı halde bulunur.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grup numarası 5A 6A,7A olanlar ametaldir.</li> <li>2. Soygaza benzeme yani son yörüngelerindeki elektronları 8'e tamamlamak için elektron alarak(-) değerlik alır. 5A(-3), 6A,(-2)7A(-1)... Fakat(+) değerlik alabilir.</li> <li>3. Kendi aralarında ve metallerle bileşik oluşturur.</li> <li>4. Yükseltgen özellik gösterir.</li> <li>5. Tel ve levha haline gelmez.</li> <li>6. Elektrik akımını iletmez.</li> <li>7. Tabiatta genelde gaz ve çift atomlu moleküller halinde bulunur. (F<sub>2</sub>,N<sub>2</sub>,O<sub>2</sub>...)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grup numarası 8A olanlar soygazdır.</li> <li>2. Kararlıdır, elektron alışverişi yapmaz.</li> <li>3. Bileşik yapmaz</li> <li>4. Orbitaleri doludur.</li> <li>5. Tabiatta tek atomlu gaz halinde bulunur.</li> </ol>

## Periyodik Özellikler

Periyodik cetvelde elementlerin atom numaralarına bağlı olarak yerleri değiştiğçe atom çapları ve elektron dizilişleri farklılık gösterir. Bu durum elementlerin özelliklerinde de periyodik değişmelere neden olur. Özelliklerdeki değişmeler periyot ve gruplara göre şöyle özetlenebilir;

Periyotlarda soldan sağa gidildikçe;

- Atom numarası büyür, değerlik elektron sayısı büyür.
- Atom kütlesi büyür.
- Atom çapı küçülür.
- 4-Orbital sayısı değişmez.
- İyonlaşma enerjisi artar ( Bu artışta küresel simetrik durumlar istisna oluşturur. ).
- Elektron ilgisi ve elektronegatiflik artar.
- Metalik özellikler ( elektrik, ısı iletkenliği vb. ) azalır, ametallik özellikler artar.
- Metallerin erime-kaynama noktaları yükselir, sertlikleri artar hidroksitlerinin bazlık kuvveti azalır. Ametallerin erime ve kaynama noktaları düşer, asitlerinin asitlik güçleri artar.
- Metallerin kimyasal tepkime ilgileri (aktiflikleri) azalırken, ametallerin kimyasal tepkime ilgileri artar.

**İyonlaşma enerjisi:** Gaz halindeki nötr bir atomun en yüksek enerji düzeyindeki orbitallerinde bir elektron koparmak ( sonsuz uzaklığa götürmek ) için verilmesi gereken enerji miktarına denir. İyonlaşma olayı dışarıdan ısı alan (endotermik ) bir olaydır.

## 2.4.Kimyasal Denklemler

İki ya da daha fazla maddenin birbirleri ile etkileşerek kendi özelliklerini kaybedip yeni özelliklerde birtakım ürünler meydana getirmesine **kimyasal olay**, bunların formüllerle gösterilmesine **kimyasal denklem** denir. Kimyasal denklemlerde (□) işaretinin sol tarafında reaksiyona girenler, sağ tarafında da ürünler bulunur. Reaksiyona giren veya reaksiyondan çıkan maddeler birden fazla olduğundan aralarına artı (+)konur. Kimyasal denklemlerde eşitlik işareti yerine ok (→) kullanılır. Bu işaret aynı zamanda reaksiyonun hangi yönde ilerlediğini de gösterir. Bir kimyasal olayın denklemini yazabilmek için olaya giren maddelerin neler olduğunu ve reaksiyon sonucu hangi maddelerin elde edildiği bilinmesi gerekir. İşleme giren ve elde edilen maddelerin içindeki atomların cinsleri ve sayıları birbirine eşit olmalıdır. Bu, Lavosier(Lavoziyer) kanununun bir sonucudur. Bunu sağlamak için yaptığımız işleme **kimyasal denklemlerin denkleştirilmesi** denir. Denkleştirme, bileşik veya elementlerin formüllerinin baş tarafına mümkün olan en küçük kat sayıları koyarak yapılır. Bu katsayı, o molekülden kaç tane olduğunu gösterir.

Hidroklorik asit ve sodyum hidroksitin reaksiyonundan, yemek tuzu ve su meydana gelir. Bu kimyasal olayın denklemi:  $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$  şeklindedir.

Bu olayda reaksiyona giren ve çıkan atom sayıları birbirine eşittir.

## Kimyasal Reaksiyonlarda Değişmeyen Bazı Özellikler

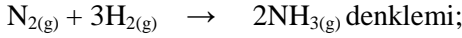
- Atom sayısı ve cinsi
- Toplam kütle
- Toplam proton sayısı
- Toplam nötron sayısı
- Toplam elektron sayısı
- Kütle numaraları
- Çekirdek kararlılıkları

Kimyasal reaksiyonlarda; mol sayısı, molekül sayısı, basınç, hacim, sıcaklık değişebilir.

Basit denklem denkleştirme: Karışık redoks reaksiyonlarının dışındaki denklemleri denkleştirmek için atom sayısı en fazla olan bileşiğin kat sayısı 1 olarak alınır. Diğerlerinin katsayısı buna bağlı olarak sayılarak bulunur.

Bir kimyasal denklemde maddelerin baş tarafında bulunan katsayılar mol olarak yorumlanır.

Şayet reaksiyona giren ve oluşan maddelerin tamamı gaz olursa kat sayılar hacim (lt) olarak da yorumlanabilir.



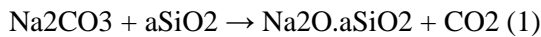
1 mol  $\text{N}_{2(g)}$  ile 3 mol  $\text{H}_2$  tepkimeye girmiş 2 mol  $\text{NH}_3$  oluşmuştur, şeklinde yorumlanır.

Bu denklemde maddelerin tamamı gaz olduğundan; 1 hacim  $\text{N}_2$  ile 3 hacim  $\text{H}_2$  tepkimeye girmiş ve 2 hacim  $\text{NH}_3$  oluşmuş, şeklinde de yorumlanabilir ya da 1 lt  $\text{N}_2$  ile 3 lt  $\text{H}_2$  tepkimeye girerse 2 lt  $\text{NH}_3$  oluşur da denilebilir.

Aşağıdaki kimyasal reaksiyon, klasik bir cam yapımını özetlemektedir.

Daha önce sözü geçen ham maddeler öğütülür, uygun oranlarda karıştırılır ve uygun fırınlarda eritilir.

İlgili kimyasal reaksiyonlar, aşağıdaki şekilde özetlenebilir:



(3) no lu reaksiyon (4) (veya (5)) ve (6) eşitlikleri olarak da meydana gelebilir



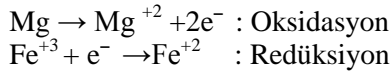
Şu noktaya dikkat etmek gerekir ki, Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub> ve CaO/SiO<sub>2</sub>, molar oranlar değildir. Normal pencere camında molar oranlar yaklaşık 2 mol Na<sub>2</sub>O, 1 mol CaO ve 5 mol SiO<sub>2</sub> şeklindedir. Diğer camlarda bu oranlar çok değişiklikler gösterir. Cam içerisinde kimyasal bileşikler yoktur ve cam esasında amorf, çok bileşenli, katı bir karışım veya aşırı soğutulmuş bir sıvıdır.

Denkleştirilmiş kimyasal denklemler, çok çeşitli problemlerin çözümünde kullanılır. Kimyasal denklemlerdeki katsayılar, molekül sayılarını, mol sayılarını ve gazlarda hacim oranlarını verir. Olaya giren ve sonuçta elde edilen maddelerin içindeki atomların cinsleri ve sayıları birbirine eşittir. Reaksiyona giren maddelerin kütlelerinin toplamı eşittir. Bu kütlenin korunması prensibinin bir uygulamasıdır.

## 2.5.Oksidasyon ve Redüksiyon

Kimyasal olayların pek çoğunda elektron alışverişi söz konusudur. Bir maddenin elektron kaybetmesi olayına, oksidasyon veya oksitlenme ( yükseltgeme ) denir. Elektron veren atom ya da iyonun değeri büyür. Bir maddenin elektron kazanması olayına ise redüksiyon veya redüklenme ( indirgenme ) denir. Elektron alan bir atom ya da iyonun değeri küçülür. Bir maddenin redüklenmesi, bir başka maddenin oksitlenmesiyle gerçekleşir. Redüklenme – oksitlenmenin bir arada olduğu tepkimelere **redoks tepkimesi** denir.

Değerlik	
	+ 3
	+ 2
	+ 1
↑ Oksitlenme artar.	0
	↓ Redüklenme artar.
	- 1
	- 2
	- 3



Birçok deneyin sonucu olarak elementler yükseltgenme ya da indirgenme ya da indirgenme yatkınlığına göre sıralanmışlardır. Bu sıraya **aktiflik sırası** adı verilir. Maddelerin kimyasal tepkimelere girme yatkınlığına ise **aktiflik** denir. Metallerin aktiflikleri yüksektir. Elektron kaybederek bileşik oluşturur. Ametaller çoğunlukla elektron kazanır. Bu nedenle metaller için aktif sözcüğünün kullanılması, o elementin elektron kazanma eğiliminin büyük olduğunu belirler.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlemleri tamamladığınızda cam ile ilgili kimyasal karışımları öğreneceksiniz

### Cam ile İlgili Kimyasal Karışımlar

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cam ile ilgili saf maddeleri ve karışımları araştırıp veri toplayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Size en yakın kütüphanelerin açık adresini ve yerini öğreniniz.</li><li>➤ Kütüphanedeki görevli memurlardan aradığınız konunun hangi bölüm ve numaralarda kayıtlı olduğu hakkında bilgi edininiz.</li><li>➤ Edindiğiniz bilgiler doğrultusunda kaynaklardan konularınızı araştırınız.</li><li>➤ Araştırdığınız konular hakkında bilgi sahibi olunuz.</li><li>➤ Araştırdığınız konuların ya notlarını tutun ya da yayınların fotokopisini çektiriniz.</li><li>➤ Alanınızla ilgili üniversitelerde yapılmış tezleri inceleyiniz.</li><li>➤ Cam ile ilgili saf maddelerden örnekler bulunuz.</li><li>➤ Bulduğunuz örneklerin özelliklerini araştırınız.</li><li>➤ Cam ile ilgili olan elementlerin periyodik cetvelin hangi periyot ve grubunda yer aldığını bulunuz.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları sınıftaki arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları dosyalayarak kendinize bir kaynak oluşturunuz.</li><li>➤ Atomun yapısını araştırınız.</li></ul>



<p>➤ Camın atom yapısını analiz ediniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Atomu oluşturan tanecikleri ve bu taneciklerin görevlerini araştırınız.</li><li>➤ Camı oluşturan atomlar hakkında veri toplayınız.</li><li>➤ Camı oluşturan atomların özelliklerini ve yapılarını araştırınız.</li><li>➤ Camı oluşturan atomların periyodik cetveldeki yerlerini bulunuz.</li><li>➤ Camın yapısını oluşturan atomların hangi bağlarla bir araya geldiklerini araştırınız.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları sınıftaki arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları dosyalayarak kendinize bir kaynak oluşturunuz.</li><li>➤ Reaksiyona giren ve çıkan maddelerin atom sayılarının ve cinslerinin birbirine eşit olmasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Kimyasal denklemlerde eşitlik yerine ok(→)kullanmaya dikkat ediniz.</li><li>➤ Kimyasal reaksiyonlarda kütle korunumu prensibini öğreniniz.</li><li>➤ Bir maddenin elektron kaybetmesi sonucunda iyon değerliğinin değişimini araştırınız.</li></ul>
---	--

<p>➤ Kimyasal denklemler, oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarını çözümleriniz.</p>	<p>➤ Bir maddenin elektron kazanması sonucunda iyon değeriğinin değışimini araştırınız.</p> <p>➤ Elementlerin aktiflik sırasının neye göre belirlendiğini araştırınız.</p> <p>➤ Hangi elementlerin aktifliklerinin yüksek olduğunu öğreniniz.</p>
--	---

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet ile kazandığınız bilgileri aşağıdaki soruları cevaplandırarak kendinizi ölçünüz.

### ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki boşluklara uygun doğru kelimeleri yazınız.

1. Saf madde kendinden başka bulunmayan.....,ergime noktası,.....,çözünürlük gibi ayırt edici özelliklere sahip iken karışım iki yada daha çok sayıda maddenin bir araya getirilmesi sonucu oluşan maddedir.
2. Valans elektronların konumları ve özellikleri elementin .....özellikliğini belirler.
3. Periyodik cetvelde düşey sütunlara .....adı verilir.
4. Proton .....yükli;elektron ,.....yükli;nötron.....dür.
5. Aşağıdakilerden hangisi her noktada aynı özelliğe sahip karışımlara sahiptir?
  - A) Heterojen karışımlar
  - B) Homojen karışımlar
  - C) Kimyasal karışımlar
  - D) Bileşik karışımlar
6. Aşağıdakilerden hangisi bir atomun en dış yörüngesinde bulunan elektrondur?
7. A) negatif                      B) pozitif                      C) değerlik                      D) valans
8. Periyodik cetvelin bir grubunda aşağı doğru inildikçe aşağıda verilenlerden hangisi değişmez?
  - I.Atom numarası
  - II.Atom kütlesi
  - III.Atomun yarı çapı
  - IV.Değerlik elektron sayısı

A) Yalnız III                      B) Yalnız IV                      C) III ve IV                      D) I, II, ve III

9. Periyodik cetvelin bir periyodunda soy gazlara doğru gidildikçe aşağıda verilen değişimlerden hangisi gözlenir?

- A) Atom hacmi artar.
- B) Atom yarıçapı artar.
- C) İyonlaşma enerjisi azalır.
- D) Elektron ilgisi artar.

Aşağıda ki ifadeler doğru ise parantezin içine **D** yanlış ise Parantezin içine **Y** harfi yazınız.

- 10. ( ) Periyodik cetvel, elementlerin düzenli yerleştirilmesi ile oluşturulmuştur.
- 11. ( ) Bir atomun proton sayısı =elektron sayısı, atom numarasını gösterir.
- 12. ( ) Bir maddenin elektron kazanması olayına oksidasyon denir.
- 13. ( ) Her noktasında aynı özellikte olmayan karışımlara heterojen karışımlar denir.
- 14. ( ) Sıvı içinde asılı kalan taneciklerin oluşturduğu karışımlara bileşik denir.
- 15. ( ) Bir atomun kütlesi atom ağırlığının avagadro sayısına bölünmesi ile bulunur.
- 16. ( ) Periyodik cetvel dört ana kısımdan meydana gelir.

Not : Cevap anahtarı modülün sonundadır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kitapçığın sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Kendinizi değerlendirmeniz sonucunda yanlış cevap verdiyseniz ya da cevaplama anında tereddüt yaşadığınız sorular için ilgili konulara dönerek ya da öğretmeninize danışarak tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

## UYGULAMALI TEST

**AÇIKLAMA:** Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri “**Evet** ve **Hayır**” kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

**Cam ile ilgili kimyasal karışımlar konusundaki bilgilerinizi ölçünüz.**

İşlem No	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Saf madde ile karışım arasındaki farkı biliyor musunuz?		
2	Atomun yapısında neler bulunduğunu sıralayabiliyor musunuz?		
3	Periyodik cetvelden nerelerde yararlandığınızı biliyor musunuz?		
4	Kimyasal denkleştirme işlemlerini yapabiliyor musunuz?		
5	Redüksiyon veya redükleme olayını biliyor musunuz?		
6	Kimyasal reaksiyonlarda kütle korunumu prensibini biliyor musunuz?		
7	Bir maddenin elektron kaybetmesi sonucunda iyon değerliğinin değişimini biliyor musunuz?		
8	Bir maddenin elektron kazanması sonucunda iyon değerliğinin değişimini biliyor musunuz?		
9	Elementlerin aktiflik sırasının neye göre belirlendiğini öğrendiniz mi?		
10	Hangi elementlerin aktifliklerinin yüksek olduğunu biliyor musunuz?		

Yukarıdaki performans testini kendinize veya arkadaşınıza uygulayınız.

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda eksikleriniz varsa, uygulama faaliyetine geri dönerek işlemleri tekrarlayınız. Yoksa bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında, camı oluşturan oksitleri ve cama etkilerini araştırabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Kimyasal ve fiziksel değişme terimlerinin ne anlama geldiğini araştırınız. Bu tür değişmelere çevrenizden örnekler veriniz.
- Kimyasal reaksiyonların semboller ve formüller kullanılarak gösterilmesinin nedenlerini araştırınız.
- Kimyasal tepkime denklemlerinin denkleştirilmesine neden gerek duyulduğunu araştırınız.
- Camı oluşturan oksitleri araştırınız ve yaptığınız çalışmalarını inceleyerek sınıfta tartışınız

## 3. CAMI OLUŞTURAN OKSİTLER VE CAMA ETKİLERİ

### 3.1. Camı Oluşturan Oksitler

Cam, fiziksel bakımdan bir katı olup belirli bir erime noktası olmayan, aşırı soğutulmuş bir sıvı durumundadır ve kristalleşmesine mani olacak kadar yüksek bir viskoziteye (1013 poise'den daha büyük) sahiptir; kimyasal bakımdan ise kumun, alkali ve toprak alkali bileşiklerinin ve diğer cam konstituentlerin (cam yapıcı maddelerin) bozundurulmaları ve eritilmeleri ile oluşan uçucu olmayan inorganik oksitlerin meydana getirdikleri, genellikle alkali ve toprak alkali silikatlardan ibaret kompleks bir üründür. Cam, tamamı ile camlaşmış bir saydam ürün olabildiği gibi, birçok hallerde, oldukça az miktarda camlaşmayan maddenin çok miktardaki camlaşmış ürün ile olan süspansiyonu halinde de olabilir.

Camın yapısı üzerinde yapılmış araştırmalar, gelişigüzel sıralanmış  $\text{SiO}_4$  tetraeder'lerinden ibaret bir şebekeye sahip olduğunu göstermiştir ve aynı zamanda bu şebeke ayrıca ortamın nötralliğini sağlayan alkali iyonları da içermektedir.

Toprak alkali iyonlarını da içeren camlar yeterli miktarda silikalı oldukları zaman suda çözünmez fakat sadece alkali metallere yapılan camlar su etkisiyle normal sıcaklıklarda bile hidroliz uğrar ve bu nedenle cam olarak pratikçe işe yaramaz. ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$  den  $\text{Na}_2\text{O}_4 \cdot \text{SiO}_2$  ye kadar değişen geniş bir kompozisyon aralığında olmak üzere sadece iki komponentli olan ve "su camı" olarak da isimlendirilen "alkali silikatlar" kum ve susuz sodanın basitçe bir arada eritilmesinden elde edilen sodyum silikatlarıdır.).

Buna göre kullanılabilir cam yapımı için, soğutulduklarında suda hidrolize uğramayan karışımlar hazırlanır ki bu hususta özellikle adi cama ait olan  $\text{SiO}_2 \cdot \text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O}$  üçlü sistemini söylemek gerekir. Metal cinslerini veya oranlarını değiştirmek suretiyle Bohemya, billur, Jena vb. camları gibi çeşitli ürünler elde edilebilirse de bütün bu camlar ve özellikle %60'dan az silika içerenler, kaynar suda yavaş yavaş hidrolize uğrar ve su da sonuçta alkali bir reaksiyon gösterir.

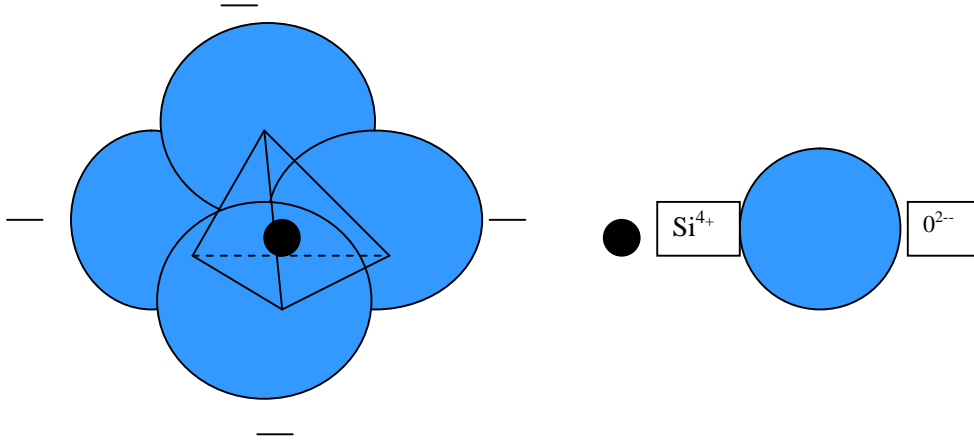
Camların adi sıcaklıktaki viskoziteleri o kadar yüksektir ki, kristallerin oluşması için gerekli atom hareketleri imkansızlaşır fakat uygun bir sıcaklığa kadar ısıtılmakla kristallenebilir(yani cam halinden çıkabilir.). Daha önce de değinildiği gibi, camlar, termodinamik olarak, stabil şekil olan kristal haline gelmeye çalışmakla beraber viskoziteleri yüzünden buna imkan bulamayan, stabil olmayan maddeler olarak düşünülebilir. Camlar, ayrıca, nispeten sınırlı sıcaklık aralıklarında yani bir değişim bölgesinde, gerek viskozite, gerek spesifik ısı veya genleşme bakımından önemli değişikliklere uğrar. Bu hususta özellikle viskozite değişikliği önem taşır; camın viskozitesi katı halde iken 1013 poise olup hamurlaşmamış halde 107 poise'a düşer.

Camların, uygulama alanlarına göre üretimlerinde rol oynayan bazı özellikleri şunlardır;

- **Çeşitli camların genleşme katsayıları**
- **Camların sulama ve tavlanması:**Eritilmiş cam, işlenmek üzere çok çabuk soğutulursa, birtakım iç-gerilimler yüzünden camın mekanik özellikleri, bazı yönlerde daha büyük bir dayanma bazı yönlerde de kırılma gösterecek bir şekilde değişir; yani, cam, çok çabuk soğutulma sonucu meydana gelen "sulama" yüzünden darbelere karşı dayanıksız bir hale gelmiş olur. Olay belli bir değişim noktasına bağlı olduğundan bu iç-gerilimlerin yok edilmesi, camın bu değişim sıcaklığı civarında birkaç saat tutularak çok yavaş soğutulması yani "tavlanması" suretiyle yapılır.
- **Camların mekanik özellikleri:** kopma yükü basıncına karşı direnci ve elastiklik modülü, sertlik
- **Camların fiziksel özellikleri:** yoğunluk, kırılma (refraksiyon) indisi, elektrik iletkenliği, ışınımlar bakımından geçirgenliği

Daha önce de belirtildiği gibi, cam yapımında önemli faktörler, erimiş oksitlerin viskozitesi ve bu viskozite ile bileşim (kompozisyon) arasındaki bağıntıdır.

Camın yapısında atomlar düzensiz olarak dizilmiştir. Atomlar, iyonik ve kovalent bağ ile bağlıdır. Tüm camlarda birim boyutta düzen olmasına rağmen bu düzen sürekli korunamamaktadır. Silika camında Si-O atomları tetrahedra oluştururlar. Si atomu dört tane oksijen atomu ile çevrelenir. Her oksijen iki tetrahedra arasında paylaşılır.Şekil3.1.SiO<sub>2</sub>(silika) tetrahedrası görülmektedir.



**Şekil 3.1: SiO<sub>2</sub> (silika) tetrahedrasının şematik görüntüsü**

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( bor oksit )ve diğer cam yapılarında da buna benzer durum söz konusudur Birim şekli aynı olmasına rağmen elemanlar arasında ki mesafeler değişmektedir.

Camların pek çoğunda birden fazla oksit bulunmaktadır. Cam yapısında yer alan oksitleri üç grupta sıralayabiliriz:

➤ **Cam İskeletini ( Ağ, Şebeke ) Oluşturan Oksitler**

Cam yapıcı silisyum dioksit ya da silistir. Cam, sıvı yapısına sahip fakat solit gibi davranan bir maddedir.SiO<sub>2</sub> (silisyum dioksit-silika ),B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (bor oksit-diboran trioksit),GeO<sub>2</sub> (germanyum oksit) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fosfor pentaoksit ), As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (arsenik trioksit), Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (antimuan pentaoksit).

➤ **Cam Oluşumunu Kolaylaştıran Oksitler**

Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( Skandiyum oksit), La<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (lantanyum oksit ),Y<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (yitriyum oksit),SnO<sub>2</sub> (kalay oksit)  
Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (galyum oksit),PbO<sub>2</sub> (kurşun dioksit),MgO(magnezyum oksitmagnezya),Li<sub>2</sub>O(lityum oksit),PbO(kurşun oksit),ZnO(çinko oksit),BaO (baryum oksit),CaO(kalsiyum oksit-kireç)  
SrO(stronsiyum oksit),CdO(kadmiyum oksit),Na<sub>2</sub>O(sodyum oksit),K<sub>2</sub>O(potasyum oksit)  
Rb<sub>2</sub>O(rubidyum oksit)

Silise sodanın (sodyum oksit – Na<sub>2</sub>O) ilavesi iki madde arasında kimyasal bir reaksiyona neden olur. Soda ve silis karışımı, silisin ergime noktasından çok daha düşük bir sıcaklıkta reaksiyon verir. Diğer taraftan soda; daha kolay ergiyen bir ürün oluşturmak suretiyle, silisin daha düşük bir sıcaklıkta akıcı hale gelmesini sağlar.

Soda-silis camındaki soda miktarı artırıldığı takdirde; camın, su tarafından kimyasal olarak etkilenmesi de artar. Bu nedenle, kolay ergitilebilen ve kolaylıkla şekillendirilebilen kullanımlı bir cam üretmek için, cam kompozisyonunda bazı ilaveler ile düzeltmeler yapmak gerekir.



Yaygın kullanılan, bilinen bir başka ağ yapı düzenleyici madde kireçtir (kalsiyum oksit-CaO).Kireç ilavesi camın kimyasal etkilere dayanıklılığını artırır.

#### ➤ **Bunlar Arasında Kalanoksitler (Şartlı Cam Yapıcılar)**

Ti O<sub>2</sub> (titan oksit-titanya), PbO(kurşun oksit), ZnO(çinko oksit),Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alüminyum oksit-alümina), ThO<sub>2</sub>(toryum oksit), BeO (berilyum oksit), ZrO<sub>2</sub> (zirkonyum oksit-zirkonya), CdO (kadmiyum oksit), V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (vanadyum pentaoksit),TeO(tellür monoksit).

Üçüncü grupta olan oksitler, belli bir orana kadar uygun oksit veya oksitlerle beraber bulduklarında ağ yapısı içinde yer alabilir. Örneğin MgO-CaO- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> camında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alümina) ağ yapısını oluşturur. CaO- Na<sub>2</sub>O- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- SiO<sub>2</sub> camında ise Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> şebeke değış tiren oksit olarak yer alır.

Bu maddeler kısmen bir cam yapıcı ve kısmen de bir ağ yapı düzenleyicisi gibi hareket eder. Ara oksidin rolü; camın devitrifikasyon (kristallenme) eğilimini azaltmak ve sağlamlığını artırmaktır.

Ara oksitler, cam yapıcı ve ağ yapı düzenleyici maddelerin rolünü birlikte oynayarak cam özelliklerini etkiledikleri gibi aynı zamanda, atomik ağ yapısını zenginleştirir.

Camın yapısında bulunan oksitler camların özelliklerini etkiler Örneğin, silika camı yapmak için SiO<sub>2</sub> ergitilmelidir. SiO<sub>2</sub>'in ergime sıcaklığı 1710 °C'dir. SiO<sub>2</sub>'ya % 26 oranın da Na<sub>2</sub>O ilave edilirse ergime sıcaklığı 874 °C'ye düşerek cam elde edilir ve bu cama su camı adı verilir. Üretilen cam suda çözünen bir bileşiktir. Buna biraz CaO ilavesi ile suya dayanıklı düşük sıcaklıkta ergiyen Na<sub>2</sub>O- CaO- SiO<sub>2</sub>( soda-kireç-silika)camı elde edilir.

#### **Camın yapısını oluşturan maddeler**

- Kum
- Dolomit
- Soda
- Feldspat
- Kalker
- 

#### **Yardımcı maddeler**

- Sodyum sülfat
- Seryum konsantre
- Çinko selenit
- Kobalt oksit
- Cam kırığı

Harman, yukarıdaki maddeleri bünyesinde taşıyan ve konveyör bantlarla direkt fırına gönderilen karışımdır.

Kum ve cam kırığı toplam harmanın yaklaşık %70'ini oluşturur.

GRUPLAR	GRUBA GİREN HAM MADDELER	ETKİLERİ
Cam yapıcılar	Silisyum dioksit (Silis)	Silis kumu camın ana yapısını oluşturur.
Ağyapı düzenleyiciler	Soda Dolomit - Kalker	Daha kolay eriyen bir ürün oluşturmak suretiyle silisin daha düşük bir sıcaklıkta akıcı hale gelmesini sağlar. Camın kimyasal etkilere dayanıklılığını artırır.
Ara oksitler	Feldspat	Alüminyum oksit ihtiva eder. Camın devitrifikasyon (kristallenme) eğilimini azaltır ve sağlamlığını artırır. Atomik ağı yapısını zenginleştirir.

**Sodyum Sülfat:** İstenilen ergime hızının oluşmasına yardımcı olur.

**Seryum Konsantre:** Renksizleştirme işleminin kimyasal aşamasında kullanılır. Demir iyonlarının dengesini sağlar. Mavi/mor renk verir.

**Çinko Selenit ve Kobalt Oksit:** Renksizleştirmede maskeleyen amacıyla kullanılır. Fiziksel aşama için gerekir. Selen, pembe renk verir.

Sodyum sülfat, seryum konsantre, çinko selenit ve kobalt oksit renksizleştirme işleminde kullanılır.

### Renksizleştirme

Soda-kireç camlarında ham maddelerdeki safsızlıklar dolayısıyla oldukça az miktarlarda bulunan demir oksidin oluşturduğu istenmeyen yeşilimsi rengin maskelenmesi işlemidir. Kimyasal ve fiziksel olmak üzere iki aşamada yapılır.

Bilim adamları camın seryum oksit ile renksizleştirilmesinde oluşan mekanizmanın büyük bir olasılıkla, seryum ve demirin  $CeFeO_3$  gibi bir kompleks oluşturduğunu ve bu şekilde cama renk veren serbest demir miktarını azaltarak maskeleyen işleminde daha az miktarda selenyum ve kobalt oksit kullanılmasını sağladığı görüşünde birleşmektedirler.

Ce konsantre kullanımında,  $Sb_2O_3$  beraberinde uygulanan  $NaNO_3$  ilavesine gerek kalmamaktadır.

## Cam Kırığı

Cam üretiminde kullanılan en önemli ham maddelerden biridir.

- Teknolojik olarak cam kırığı ilavesi, ergimeye yardım eder.
- Fırına ilk yol verilmesi anında fırın cam kırığı ile doldurulur.
- Iskarta camların değerlendirilmesini sağlar.

Cam kırığında istenmeyen madde olarak;

- Demir parçaları (çivi, soğutma teli, kapak),
- Organik maddeler (İçerdikleri karbon dolayısıyla istenmez),
- Alüminyum kapsüller (Küçük siyah silikon taşına sebep olur.) sayılabilir.

**Kontaminasyon:** Camdaki demir kirlenmesidir. Çeşitli yollarla (kaya parçaları, tel vb. ile ham maddelerin kendi bünyelerindeki demir oksitler) demir, harmana girdiğinde cam rengine olumsuz etki eder.

Maliyet ve bulunabilirlik gibi unsurların dışında ham maddelerin taşınması gereken diğer özellikler şunlardır:

- a. Ham madde, sadece belli bir cam kompozisyonunun gerektirdiği oksitleri sağlamalıdır.
- b. Yeterince saf olmalıdır.
- c. Ergitme ve afinasyon aşamalarında sorun yaratmamalıdır.

Cam üretiminde ham madde olarak silis kumu ( $\text{SiO}_2$ ), dolomit ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ), kireçtaşı ( $\text{CaCO}_3$ ), feldspat ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $6\text{SiO}_2$ ), soda ( $\text{Na}_2\text{O}_3$ ) ve cam kırığı kullanılır.

## 3.2. Silis ( $\text{SiO}_2$ )

Silis(silika),cam yapımı için çok önemli asidik karakterli bir oksittir. Ergime sıcaklığı  $1710^\circ\text{C}$ , yumuşama sıcaklığı  $600-800^\circ\text{C}$ 'dir. Kimyasal bileşimi  $\text{SiO}_2$ 'dan oluşur. Doğada polimorf bileşik halinde bulunur.Polimorf ,aynı kimyasal bileşiğe sahip fakat farklı kristal yapılarının oluşumudur.Sonuçta farklı fiziksel özellikler gösterirler.Silis, kuvars, kristobalit ve tridimit formunda oluşur.Kuvars ısıtılırsa tridimit ve kristobalite dönüşür ve soğurken tersine dönüşümler meydana gelir.

Silis, cam yapıcı oksittir. Camın viskozitesini artırır. Soğumuş halde cama camsı özellik kazandırır. Camın asıl genleşme kat sayısını ( $\alpha$ ) en az yükselten oksittir. Dolayısıyla camın ısı şok direncini artırır. Geleneksel soda-kireç-silika ( $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ )camlarında silika içeriği arttıkça camın kimyasal dayanımı artar ve ısı genleşme katsayısı düşer.

Cama silisyumdioksit ( $\text{SiO}_2$ ) veren 3 ham madde kaynağı; silis kumu, feldspat ve yüksek fırın cürufudur. Burada sözü edilen son iki ham madde ayrıca alüminyum oksidin ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) de ana kaynağıdır ve bunlar ergitme ve/veya afinasyonu kolaylaştırıcı ham maddelerdir.

Kalite için kimyasal olarak silisin en yüksek değerinde alüminyum oksit, demir oksit gibi impuritelere de en düşük değerinde olması istenir.

Kum içerisinde iri tane olursa bunlar fırında tam olarak eriyemez, çekilen nihai cam plakası üzerinde katı bir taş parçası olarak görünür. Kum partikülleri çok ince olursa, eritme prosesinde alev ve atık gazlar tarafından uzağa savrulur ve fırın içerisinde bazı kısımların üzerinde zarar verici etki yapar.

Kısaca Kum ( $\text{SiO}_2$ );

- Camın ana ham maddesidir.
- Ergitilmiş haldeki camın akışkanlığını azaltır.
- Camın termik şoka, yani ani ısı farklılıklarına karşı dayanıklılığını artırır.
- Asitlerin etkisine karşı camın direncini artırır.
- Viskozitesini artırır.
- Camın sıcaktan dolayı genişmesini azaltır.
- Camın çalışma sıcaklığını artırır.
- Camın mekanik mukavemetini artırır, diyebiliriz.

### 3.3. Bor Oksit ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )

Bor oksit ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ), en önemli cam yapıcı oksitlerden biri olmakla beraber saf bor oksit camı kararsız olup ticari bir değeri yoktur. Silika ile birlikte kullanıldığında ise borosilikat camları gibi çok önemli ticari camları oluşturur. Bor oksitin içinde bulunduğu çeşitli bileşikler vardır. Bor bileşiklerinden cam yapımında yararlanılanlar:

Borik asit	$\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Susuz borik asit	$\text{B}_2\text{O}_3$
Borik dekahidrat	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Boraks pentahidrat	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Susuz boraks	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ 'dir.

Cam yapımında bor oksit kaynağı olarak boraks veya borik asit kullanılmaktadır. Borun cama katılmasıyla camın ısı genleşme katsayısı düşer ve ısıya dayanıklı duruma gelir. Bor, işlem sırasında erimeyi ve camlaşmayı kolaylaştırdığı gibi katılmış camda rengi de kararlı kılar. Parlaklığı, yansımaya ve çizilmeye karşı dayanımı artırır. Camı asitlere karşı duyarsız hale getirir. Soda kireç camlarına az miktarda bor oksit ilavesi camın eritilmesi ve işlenebilirliğine önemli katkıda bulunur. Cam yünü bileşimine bor oksit ilavesi; erime sıcaklığını düşürür, kristallenme eğilimi azalır, daha uzun süre yün boyu eldesi sağlar ve suya dayanımı iyileştirir.

### 3.4. Alüminyum Oksit ( $Al_2O_3$ ) – (Feldspat)

Feldspatlar alümina ihtiva eden diğer tabii kaynaklardandır. Rutubet oranları çok önemlidir. Bu oranlar üretilen cam cinsine göre de değişmektedir. Fiziksel özelliklerde önemli olan feldspat tanelerinin mümkün olduğunca 0.5 mm ile 0.074 mm arasında olmasıdır. Aksi takdirde iri taneler fırında ergime anında problem yaratır.

Alüminyum oksit (  $Al_2O_3$  )-alümina hem cam yapıcı hem de ara oksitler (düzenleyici) gurubunda yer alır. İçinde bulunduğu sisteme bağlı olarak ağ düzenleyici oksitler gibi veya silika ağ yapısına girip  $AlO_4$ -tetrahedraları oluşturarak cam yapıcı oksit gibi davranabilir. Alüminyum oksit, camın viskozitesini ve ergime sıcaklığını artırır. Camın işlenmesine etki eder. Belli bir yüzdeye kadar kristalleşmeye engel olur. Isıl şoklara karşı dayanıklılığını artırır. Camı sertleştirir, çizilmeye karşı direnci yükseltir, kimyasal olaylara ve korozyona dayanıklı yapar.

Birçok durumda, alüminyum oksidin % 5-2 oranında ilavesi, söz konusu etkiler için yeterlidir.  $Al_2O_3$ 'in camın özellikleri üzerindeki etkisi sadece camın bileşiminde ne kadar  $Al_2O_3$  olduğuna değil, bunun ne kadarının silika, ne kadarının da CaO ile birlikte olduğuna bağlıdır. CaO oranı düşük camlarda alüminyum oksitin tamamı silika ile bağlanabilirse de CaO oranı yüksek camlarda bir kısmını CaO ile bağlanması da mümkündür. Bu durumda kalsiyum alüminatlar oluşabilir.  $Al_2O_3$  ilavesi özellikle CaO içeriği yüksek camlarda, ergime sıcaklığında viskozitenin artmasına neden olur. Sistemde alkali oksitleri bulunmasa da ergime sıcaklığını düşürerek ergime zamanını kısaltır; çünkü kalsiyum alüminantların ergime sıcaklıkları normal soda-kireç camlarının ergime sıcaklıklarına yakındır.

Alüminyum oksitin, camı çeşitli kimyasallara karşı dayanıklı hale getirebilmesi (örneğin, asitlere karşı dayanımı üzerindeki etkisi) büyük oranda camın bileşimindeki CaO oranına bağlıdır. Eğer CaO içeriği düşükse  $Al_2O_3$  camın kimyasal dayanımını artırır. Ters durumda azaltabilir. Genel olarak,  $Al_2O_3$ 'in camın viskozitesini artıracığı, çalışma aralığını genişleteceği, minimum çalışma ve tavlama sıcaklığını düşüreceği ve camın ısıl hassasiyetini azaltacağı söylenebilir. Önemli bir husus da farklı alüminyum oksit içerikli camların birbirine karışma hızlarının çok yavaş olmasıdır. Cam ergitilmesi; yüksek sıcaklıklara dayanıklı silika, alümina vb. oksitlerden oluşan refrakterlerle kaplı fırınlarda yapılır. Ergitme işlemi esnasında cam eriği ile refrakterler arasında meydana gelen etkileşimler sonucu refrakterler aşınabilir. Özellikle bu aşınmayla gelen  $Al_2O_3$ , cam içinde sicim oluşumunun en önemli sebeplerindendir.

Alüminanın, camın özellikle ergime aşamasındaki özellikleri üzerindeki etkisi, bileşimdeki oranı kadar cam harmanına hangi formda katıldığına da bağlıdır.  $Al_2O_3$ , cama kalsine veya hidrate alümina şeklinde ilave edilebilmesinin yanı sıra genellikle kil, feldspat, nefelin siyanit gibi doğal minarellerden de sağlanabilir. Kullanılan  $Al_2O_3$  ham maddesinin cinsi, sadece ekonomik faktörler açısından değil, camın ergimesi, rafinasyonu ve kalitesi yönünden de önemlidir.

Kısaca Feldspat ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \rightarrow$  Sodyum Feldspat yani Albit) ;

- Ergitme ve afinasyonu (habbelerin camdan uzaklaştırılması) kolaylaştırır.
- Cama  $\text{Al}_2\text{O}_3$  verir (Kristallenmeyi önler ve camı sağlamlaştırır.).
- Camın akışkanlığını azaltır.
- Camın ani ısı değişikliklerine karşı direncini artırır.
- Camın mekanik direncini artırır.
- Camın refrakter malzemede (fırın içi tuğlaları) aşındırıcı etkisini azaltır.
- Sıyın tesirine karşı camın direncini artırır.
- Camın erimesini zorlaştırır.
- $\text{Al}_2\text{O}_3$  camın kristallenme eğilimini azaltır ve sağlamlılığını artırır.

### 3.5. Sodyum Oksit ( $\text{Na}_2\text{O}$ )

Sodyum oksit (  $\text{Na}_2\text{O}$  ), bazik olarak cam oluşumunu kolaylaştıran oksitlerden olup silika ile birleşerek sodyum silikat oluşturur. Ergimiş camın akışkanlığını artırır. Kolay şekillendirilebilmesini sağlar, ısı genleşme kat sayısını artırır, ısı şoka karşı dayanıklılığı azaltır. Yüksek sodyum oksit içeren camların tavlama sıcaklığı düşüktür. Özellikle  $\text{Na}_2\text{O}$  miktarının % 18'den fazla olduğu camlarda az miktarda kalsiyum oksit bulunması, dayanıklılığın artırılması açısından yetersizdir. Bu, pencere camı ve şişe camları için istenmeyen bir durumdur.

Camlarda sodyum oksit kaynağı olarak sodyum karbonat –soda kullanılır. Soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), boraks, şili güherçilesi=sodyum nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ), tuz ( $\text{NaCl}$ -Sodyum klorür), sodyum feldspat, sodyum bi karbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ) maddeleri cama  $\text{Na}_2\text{O}$  verir. Cam yapımında sodyum oksit kaynağı olarak daha çok soda kullanılır.

Sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), genellikle soda olarak isimlendirilen bu ham madde, soda-kireç-silis camlarının ana ham maddelerinden biridir. Bu arada üretilen ton başına cam içinde en pahalı olan ham maddedir. Sodyum karbonat tabiatta doğal olarak bulunabildiği gibi sentetik olarak Solvay metodu ile de üretilebilir.

Cam yapımında tercih edilen, tane iriliği nedeni ile daha az tozuma yapan granüle tipte ağır soda olanıdır.

Ülkemizin tek sentetik soda üretim fabrikası şişe cam bünyesinde Mersin'de faaliyet gösteren Soda Sanayii AŞ'dir.

### 3.6. Potasyum Oksit ( $\text{K}_2\text{O}$ )

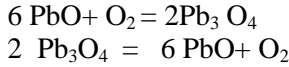
Potasyum oksit (  $\text{K}_2\text{O}$  ), cam düzenleyici bir diğer alkali oksittir. Etkileri sodyum oksitinkine benzer. Potasyum iyonunun çapı, sodyum iyon çapına göre daha büyük olduğu için cam içindeki hareketliliği de azaltır. Bu nedenle potasyumlu camların çalışma aralığı daha geniş, elektrik iletkenliği düşüktür. Sodyum oksit yerine tamamen potasyum oksit kullanıldığında camın ergitilmesi güçleşir. En iyi sonuç sodyum oksit ve potasyum oksitin bir arada bulunduğu şartlarda elde edilmiştir. Bu oksit,  $\text{PbO}$  ile birlikte veya tek başına kristal camlarında kullanılır.

Potasyum oksitin doğal kaynağı potasyum tuzlarıdır. Potasyum karbonat= potaş ( K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>),potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>),potasyum feldispat, potasyum klorür (KCl),potasyum sülfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) belli başlı potasyum oksit kaynaklarıdır. Cam yapımında aralarından en fazla potasyum karbonat tercih edilir.

### 3.7. Kurşun Oksit ( PbO)

Kurşun, yüzyıllardır cam yapımında kullanılan önemli bir elementtir. Kurşun cam harmanına kurşun oksitler şeklinde katılır. İki tip kurşun oksit vardır; kurşun monoksit (PbO)litarj (mürdesenk adı ile bilinir). Suda çözünmez fakat alkalilerde, asitlerde ve bazı klorlu çözeltilerde çözünür. Kurşun tetraoksit ( Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>),kırmızı kurşun veya sülyen adı alır.500-530°C’de bozunarak PbO’e dönüşür. Suda çözünmez. Cam yapımında çoğunlukla kırmızı kurşun kullanılır.

Kurşun oksitlerin eldesi, metalik kurşunun oksitlenmesi ile olur. Oksidasyonla önce litarj oluşur. Oksidasyonun 450°C’nin altında sürdürülmesiyle 10 Nu.lı eşitlikte görüleceği gibi litarj kırmızı kurşuna dönüşür. Sıcaklık kontrolü çok önemlidir. 450°C’nin üzerine 11Nu.lu eşitlikte görülen tepkime geri döner. Saflık çok önemlidir. Litarjin metalik kurşun içirme riski vardır. Bu, camın siyahlaşmasına neden olur.



Son yıllarda toksik (zehirli) etkiye sahip kurşunun çözünme yoluyla camı terk ederek kaptaki yiyecek ve içecekleri kirletebileceği yönünde ciddi tartışmalar vardır.

Kurşun oksit, optik camlarda, elektrik endüstrisi camlarında ve mutfak gereçlerinde yaygın olarak kullanılır. Camın yoğunluğu ve yansıma indisini artırır, ergime sıcaklığını düşürür, çalışma aralığını genişletir. Kurşunlu camlar diğer camlara göre daha kolay kesilebilir. Bunun sonucunda; kristal cam adı verilen ve ışığı çok iyi yansıtan parlak cam elde edilir.

Kurşun oksidin cam içinde özel bir durumu vardır. Sadece PbO ve SiO<sub>2</sub>’den oluşan ikili sistemlerde çok yüksek oranlarda (yaklaşık % 80 mol) PbO içeren camlar kolayca oluşturulabilir. Kurşun iyonlarının silis tetrahedralarının köşe oksijenleri arasında köprü oluşturacak camın ağ yapısına katılabileceği düşünülmektedir. Bu, camın daha düşük sıcaklıklarda ergitilmesini ve rahat işlenebilmesini sağlar.

### 3.8. Magnezyum Oksit ( MgO)

Magnezyum oksit ( MgO) yüksek sıcaklıkta ( 2800°C ) ergiyen bir oksittir. Suda hafifçe, asitlerde tamamen çözünür. Magnezyum oksit, magnezyum karbonat (MgCO<sub>3</sub> ), magnezyum sülfat (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O),dolomit (MgCO<sub>3</sub>.CaCO<sub>3</sub>),talk (3 MgO.4 SiO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O ) ve deniz suyundan elde edilir. Cam üretiminde MgO çoğunlukla dolomitten temin edilmektedir.

MgO cama kalsiyum oksit gibi etki eder, fakat camın viskozitesini CaO’e nazaran daha fazla artırır; buna bağlı olarak çabuk katılaşma özelliği kazandırır. Düz cam imalatında camın kristallenme eğilimine karşı bileşime belli oranda MgO ilave edilir. MgO camın sıvılaşma sıcaklığını bir miktar düşürürken kristal büyüme hızını büyük oranda yavaşlatır.

Aynı zamanda camın atmosferik etkilere karşı direncini artırır. Şişe üretiminde çabuk katılaştıran MgO'li camlar kullanılır. MgO harmanının ergime sıcaklığını düşürür ve ürüne parlaklık kazandırır.

### 3.9. Baryum Oksit (BaO)

Baryum oksit (BaO), baryum karbonat ( $BaCO_3$ ), baryum sülfat veya barit ( $BaSO_4$ ), ve baryum silikattan ( $BaO, SiO_2$ ) alınır. BaO camın yoğunluğunu, kırılma indisini artırır. Özellikleri yönünden daha çok kurşun okside benzer. Alkaliler dışında, kurşun oksit hariç akışkanlaştırıcı özellik gösteren tek ucuz bazik asittir. Genleşme kat sayısı kurşun oksitle aynıdır, elektrik iletkenliği yakındır. BaO cama parlaklık verir. Camın kimyasal dayanımını artırmada aynı grupta bulunan CaO kadar etkili değildir. Cam bileşiminde alkalilerin yerine BaO girdiğinde camın kimyasal dayanımı yükselir. Kurşunlu camlara göre baryumlu camların sertliği daha fazladır. Her ne kadar BaO oranı % 40'ı aştığı zaman, kurşunlu camlarda olduğu gibi renkte sararma gözlenebilirse de ergitme sırasında redoks koşullarından etkilenmez. Pota ve tank fırınlarında kolayca ergitilebilen baryum oksitli camlar ateşte parlatma işlemine de tabi tutulabilir. Yalnız kristallenme eğilimi kurşunlu camlardan daha fazladır. Baryum oksit optik cam yapımında, şişe ve kristal taklidi camlarda, kaliteli züccaciye üretiminde, aydınlatma amaçlı camlarda kullanılır.

### 3.10. Demir Oksit (BaO)

Demir oksit iki ve üç değerli demir iyonu içerebilen oksittir. FeO, iki değerli demir iyonu ile oluşan ferro oksittir.  $Fe_2O_3$  üç değerli demir iyonu ile oluşan ferrikoksit (hamatit)  $Fe_3O_4$  iki ve üç değerli demir iyonu ile oluşan ferro feroksit şeklinde tanımlanır. Cam ham maddelerinde demir oksit miktarının mümkün olan en düşük seviyede bulunması istenir; çünkü demir oksit, iki veya üç değerli demir iyon miktarına bağlı olarak camın sarıdan yeşile, maviye kadar farklı renklerde renklenmesine sebep olur.

### 3.11. Diğer Oksitler ve Cam Özelliklerine Etkileri

Antimuan pentaoksit	( $Sb_2O_5$ )
Arsenik trioksit	( $As_2O_3$ )
Çinko oksit	( $ZnO$ )
Fosfor penta oksit	( $P_2O_5$ )
Kalsiyum oksit	( $CaO$ )
Lityum oksit	( $Li_2O$ )
Zirkonyum oksit	( $ZrO_2$ )
Kalay oksit	( $SnO_2$ )
Titan oksit	( $TiO_2$ )

Cam yapımında kullanılan oksitlerdendir.

Antimuan oksit saf halde bulunur. Cam bileşiminde yer almaz fakat belli amaçlar için çok az miktarda reçeteye ilave edilir. Özellikle soda-kireç camlarında saydamlık, renk



giderme gibi görevler üstlenir ve % 1 civarında kullanılır. Arsenik oksit saf halde bulunur. Reçeteye sonradan ilave edilir, renk verici ve saflaştırıcıdır.

Çinko oksit (ZnO) saf halde bulunduğu gibi bileşikler şeklinde de bulunabilir. Cam yapımında çinko karbonat ( $ZnCO_3$ ) kullanılır. Çinko oksit daha çok ısıya dayanıklı camların bileşimine girer. Camın suya karşı dayanıklılığını artırır. Özellikle borosilikat camlarının habbelerden ( kabarcıklardan ) arındırılmasında kullanılır. Isıl genişleme kat sayısını düşürmesi sonucu ısıl şoklara dirençli cam ürünler elde edilir. Fosfor pentaoksit saf halde kullanılır. Soda-kireç camlarında opaklaştırıcı rol oynar.

Kalsiyum oksit, kalsit, kalker ve dolomit kullanılarak cam yapısına ilave edilir. Camın suya karşı dayanıklılığını artırır. Fazla kullanıldığı taktirde kristalleşmeye sebep olur. Camın mekanik dayanıklılığını artırdığı gibi makineyle şekillendirmede olumlu etki yapar. Kalsiyum oksidin iki temel ham madde kaynağı vardır. Bunlar kalker ve dolomit (veya dolomitik kalker)dir. Dolomit cama aynı zamanda magnezyum oksitte verir.

### **Dolomit**

- Cama CaO ve MgO verir.
- Camın akışkanlığını azaltır.
- Asitlere karşı mukavemetini ve camın sertliğini artırır.
- Camı termik şoka karşı dayanıklı yapar.
- CaO camın kimyasal direncini artırır, cama bozulmazlık sağlar.

MgO'de cama dayanıklılık sağlar fakat CaO kadar etkili değildir.

### **Kalker (Kireçtaşı $CaCO_3$ ..... 55% CaO)**

- Cama CaO verir.
- Suyun tesirine karşı camın direncini artırır.
- Camın mekanik özelliklerini ve mukavemetini artırır.

Kireçtaşı ( $CaCO_3$ ) (Kalsiyum Karbonat-kalker) ve dolomit ( $CaCO_3$ ,  $MgCO_3$ ) cam harmanında önemli girdilerden biri olup kalsiyum ve magnezyum karbonattan müteşekkildir

Sodyum sülfat ( $Na_2SO_4$ ), cam harmanına ilk kez muhtemelen Leblanc metodu ile üretilen soda aracılığı ile girmiştir. Soda üretimi Solvay metodu ile yapılmaya başlanınca cam üreticileri daha önceki ergime hızlarını elde edebilmek için harmana ayrıca sülfat ilave edilmesi gerektiğini görmüşlerdir. Sodyum sülfat sentetik olarak üretilebildiği gibi doğal olarak da mevcuttur ve sodaya oranla çok daha yüksek düzeyde demir oksit içerir.

Cam bileşiminde lityum karbonat ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) ilavesi, lityum oksit sağlar. Lityum oksit akışkanlaştırıcıdır. Bilhassa özel camların üretiminde tercih edilir.  $\text{Na}_2\text{O}$  yerine kullanıldığı zaman camın ergitilmesi güçleşir. En iyi sonuç ikisinin birlikte bulunmasıyla sağlanır. TV tüpü yapımında; lityum oksitten, ergime sıcaklığını düşürmek, şekillendirme özelliklerini ve ürün kalitesini iyileştirmek için faydalanılır. Cam elyaf üretiminde ise viskoziteyi düşürerek elyaf üretiminin sürekliliğini geliştirir. Emniyet camlarının dayanımını artırır. Özel şişe üretiminde; şekillendirme kolaylığı, daha iyi ürün görüntüsü ve dayanım sağlamak için cam bileşimine ilave edilir.

Zirkonyum oksit, zirkondan ( $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ ) alınır. Camda viskoziteyi artırıcı rol oynar, kimyasal dayanımı iyileştirir.

Titan oksit, camlarda yüksek kırınım indisi sağlar. Bu yönüyle özellikle optik camlarda kullanılır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlemleri tamamladığınızda camı oluşturan oksitler ve cama etkilerini araştırabileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Camı oluşturan oksitleri analiz ediniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Camı oluşturan oksitleri kaynaklardan araştırınız.</li><li>➤ Alanınızla ilgili üniversitelerde yapılmış tezleri inceleyiniz.</li><li>➤ Camların, uygulama alanlarına göre üretimlerinde rol oynayan özellikleri araştırınız.</li><li>➤ Cam iskeletini( ağ, şebeke )oluşturan oksitleri araştırınız.</li><li>➤ Cam oluşumunu kolaylaştıran oksitleri araştırınız.</li><li>➤ Camı oluşturan ham maddelerin taşınması gereken özellikleri araştırınız.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları sınıftaki arkadaşlarınızla paylaşarak tartışınız.</li><li>➤ Yaptığınız araştırmaları dosyalayarak kendinize bir kaynak oluşturunuz.</li><li>➤ Camın ana ham maddesi olan oksiti araştırınız.</li><li>➤ Üç silis formu kendi içinde farklı sıcaklıklarda farklı yapılarda bulunur, bunları araştırıp inceleyiniz.</li><li>➤ Silisyum oksitin ergitilmiş haldeki camın akışkanlığına olan etkilerini araştırınız.</li><li>➤ Silisyum oksitin asitlere ve mekanik mukavemete karşı camı ne yönde etkilediğini araştırınız.</li></ul>

<p>➤ Oksitlerin cama etkilerini araştırınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cam yapımında kullanılan boroksit içinde bulunan bileşikleri araştırınız.</li><li>➤ Cam yapımında boroksit kaynağı olarak neler kullanıldığını araştırınız.</li><li>➤ Boroksitin cam yünü bileşimine ilavesinin etkilerini araştırınız.</li><li>➤ Cam yapımında sodyum oksit kaynağı olarak ne kullanıldığını araştırınız.</li><li>➤ Potasyum oksitin cama etkilerini araştırınız.</li><li>➤ Potasyum tuzlarını araştırınız.</li><li>➤ Kurşun oksitin cama etkilerini araştırınız.</li><li>➤ Kurşun oksitin yaygın olarak nerelerde kullanıldığını araştırınız.</li><li>➤ Magnezyum oksitin cama etkilerini araştırınız.</li><li>➤ Baryum oksitin hangi tür camların yapımında kullanıldığını araştırınız.</li><li>➤ Demir oksitin cam yapımında en düşük seviyede kullanılmasının sebebini araştırınız.</li><li>➤ Dolomitin cama olan etkilerini araştırınız</li><li>➤ Araştırdığınız konuların ya notlarını tutun ya da yayınların fotokopisini çekip dosyalayarak kendinize bir kaynak oluşturunuz.</li></ul>
--	--

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet ile kazandığınız bilgileri aşağıdaki soruları cevaplandırarak ölçünüz.

### Ölçme Soruları

Aşağıdaki boşluklara uygun doğru kelimeleri yazınız.

1. Camın ısı genleşme katsayısını en az yükselten oksit aşağıdakilerden hangisidir?  
A)Sodyum oksit B)Baryum oksit C)Silis D)Demir oksit E)Kurşun oksit
2. Su camını suya dayanıklı hale getirmek için hangi bileşik eklenmelidir?  
A)  $\text{Na}_2\text{O}$   
B)  $\text{SiO}_2$   
C)  $\text{Al}_2$   
D)  $\text{B}_2\text{O}_3$   
E)  $\text{CaO}$
3. Silis oksit ile ilgili aşağıda verilen özelliklerden hangisi yanlıştır?  
A) Ergime sıcaklığı  $1710^\circ\text{C}$ 'dir.  
B) Kimyasal bileşimi  $\text{SiO}_2$ 'dir.  
C) Isıl genleşme katsayısını en çok yükselten oksittir.  
D) Kuvars, kristobalit ve tridimit formunda oluşur.  
E) Camın viskozitesini artırır.
4. I.PbO II. $\text{P}_2\text{O}_5$  III. $\text{B}_2\text{O}_3$  IV. $2\text{nO}$  V. $\text{K}_2\text{O}$   
Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri cam iskeletini oluşturan (lağ, şebekesi)oksitlerdir?  
A)Yalnız I B)Yalnız II C)II ve III D)III ve IV E)II ve IV
5. Cam yönüne hangi bileşiğin ilavesiyle uzun süreli yün boyu eldesi sağlanır?  
A)Boroksit B)Alüminyum oksit C)Kurşun oksit D)Potasyum oksit E)Kurşun oksit
6. Cam üretiminde  $\text{MgO}$  çoğunlukla nereden elde edilmektedir?  
A)Kalsit B)Dolomit C)Silis D)Kalder E)Arsenik

7. Sadece potasyum oksit kullandığında camın ergitilmesi güçleşir. Bu yüzden cam yapımında nasıl bir işlem gerçekleşir?

- A) Sadece sodyum oksit kullanılmalıdır.
- B) Sodyum oksit ile potasyum oksit birlikte kullanılmalıdır.
- C) Kurşun oksit ile potasyum oksit birlikte kullanılmalıdır.
- D) Potasyum oksit daha fazla ısıtılmalıdır.
- E) Sodyum oksit, kurşun oksit ile kullanılmalıdır.

8. **Kurşun** oksitler nasıl elde edilir?

- A) Kurşunun asitte çözünmesiyle
- B) Kurşunun 2500C’de ısıtılmasıyla
- C) Kurşunun SiO<sub>2</sub> ile birleşmesiyle
- D) Metalik kurşunun ısıtılmasıyla
- E) Metalik kurşunun oksitlenmesiyle

9. Magnezyum oksit camın;

- I. Sıvılaştırma sıcaklığını düşürür.
  - II. Kristal büyüme hızını büyük oranda yavaşlatır.
  - III. Camın atmosferik etkilere karşı direncini artırır.
  - IV. Camın ergime sıcaklığını yükseltir.
- İfadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I      B) I ve II      C) I, II ve III      D) I, II ve IV      E) II, III ve IV

10. Titan oksit özellikle nerelerde kullanılır?

- A) Optik camlarda
- B) TV tüpü yapımında
- C) Emniyet camlarında
- D) Kristal cam yapımında
- E) Aydınlatma amaçlı camlarda

11. Cam yapımında demiroksitin en düşük seviyede bulunması istenir. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisi ile açıklanabilir?

- A) Camın siyahlaşmasına neden olur.
- B) Camın sarıdan-yeşile, maviye kadar renklenmesine sebep olur.
- C) Camın dayanıklılığını azaltır.
- D) Camın ergitilmesini güçleştirir.
- E) Camın şekillendirmesini zorlaştırır.

12. Borosilikat camlarda oluşan kabarıkların arındırılmasında aşağıdaki oksitlerden hangisi kullanılır?

A)Lityum oksit B)Kalay oksit C)Çinko oksit D)Arsenik oksit E)Fosfor penta oksit

13. Cam elyaf üretiminde aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

A)Lityum oksit B)Arsenik oksit C)Kalsiyum oksit D)Arsenik oksit E)Antimon penta oksit

14. Aşağıda formül ve sembolleri verilen elementlerin atom sayılarını yazınız.

3Al : ..... Alüminyum atomu  
2H<sub>2</sub>O : .....hidrojen atomu ve .....oksijen atomu  
4CL : ..... klor atomu  
2CO<sub>2</sub> : .....karbon atomu ve ..... oksijen atomu  
NH<sub>3</sub> : ..... amonyak atomu ve ..... hidrojen atomu...

15. Reaksiyonların boşluklarındaki kelime ve formülleri tamamlayınız.

- A) hidrojen + ..... → su  
2H<sub>2</sub> + ..... → .....
- B) Fosfor + ..... → difosforpentaoksit  
..... + ...5O<sub>2</sub> → .....
- C) ..... + ..... → bakırdioksit  
2Cu + ..... → .....
- D) Alüminyum + ..... → Alüminyumoksit  
..... + ..... → 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- E) Azot + ..... → Azotdioksit  
..... + ..... → .....

Not : Cevap anahtarı modülün sonundadır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kitapçığın sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Kendinizi değerlendirmeniz sonucunda yanlış cevap verdiyseniz ya da cevaplama anında tereddüt yaşadığınız sorular için ilgili konulara dönerek ya da öğretmeninize danışarak tekrar inceleyiniz.

## UYGULAMALI TEST

**AÇIKLAMA:** Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri “**Evet** ve **Hayır**” kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

**Camı oluşturan oksitler ve cama etkileri konusundaki bilgilerinizi ölçünüz.**

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Camı oluşturan oksitleri sıralayabiliyor musunuz?		
2. Camların, uygulama alanlarına göre üretimlerinde rol oynayan özellikleri biliyor musunuz?		
3. Cam iskeletini ( ağ, şebeke ) oluşturan oksitleri biliyor musunuz?		
4. Camı oluşturan ham maddelerin taşınması gereken özellikleri biliyor musunuz?		
5. Camın ana ham maddesi olan oksiti tanıyor musunuz?		
6. Üç silis formunun kendi içinde farklı sıcaklıklarda farklı yapılarda bulunduğunu biliyor musunuz?		
7. Silisyum oksitin ergitilmiş haldeki camın akışkanlığına olan etkilerini biliyor musunuz?		
8. Silisyum oksitin asitlere ve mekanik mukavemete karşı camı ne yönde etkilediğini biliyor musunuz?		
9. Cam yapımında kullanılan boroksitin içinde bulunan bileşikleri biliyor musunuz?		
10. Cam yapımında boroksit kaynağı olarak neler kullanıldığını öğrendiniz mi?		
11. Boroksitin cam yünü bileşimine ilavesinin etkilerini öğrendiniz mi?		
12. Cam yapımında sodyum oksit kaynağı olarak ne kullanıldığını biliyor musunuz?		
13. Potasyum oksitin cama etkilerini öğrendiniz mi?		
14. Potasyum tuzlarını öğrendiniz mi?		
15. Kurşun oksitin cama etkilerini biliyor musunuz?		
16. Kurşun oksitin yaygın olarak nerelerde kullanıldığını biliyor musunuz?		
17. Magnezyum oksitin cama etkilerini öğrendiniz mi?		
18. Baryum oksitin hangi tür camların yapımında kullanıldığını öğrendiniz mi?		
19. Demir oksitin cam yapımında en düşük seviyede kullanılmasının sebebini biliyor musunuz?		
20. Dolomitin cama olan etkilerini biliyor musunuz?		

Yukarıdaki performans testini kendinize veya arkadaşınıza uygulayınız.

### DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda eksikleriniz varsa, uygulama faaliyetine geri dönerek işlemleri tekrarlayınız. Yoksa bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



# MODÜL DEĞERLENDİRME

Modül sonunda kazandığınız yeterliği aşağıdaki uygulamayı yaparak değerlendiriniz. Camın kimyasal yapısını oluşturan oksitler ve cama etkilerini öğreneceksiniz.

## CAMIN KİMYASAL YAPISI

Aşağıdaki işlemleri tamamladığınız da camı oluşturan oksitleri ve cama etkilerini araştırabileceksiniz.

Periyodik cetveli mutlaka yanınızda bulundurmayı unutmayınız

- Camın ana ham maddesi olan oksiti araştırınız.
- Üç silis formu kendi içinde farklı sıcaklıklarda farklı yapılarda bulunur, bunları araştırıp inceleyiniz.
- Silisyum oksitin ergitilmiş haldeki camın akışkanlığına olan etkilerini araştırınız.
- Silisyum oksitin asitlere ve mekanik mukavemete karşı camı ne yönde etkilediğini araştırınız.
- Cam yapımında kullanılan boroksit içinde bulunan bileşikleri araştırınız.
- Cam yapımında boroksit kaynağı olarak neler kullanıldığını araştırınız.
- Boroksitin cam yünü bileşimine ilavesinin etkilerini araştırınız.
- Cam yapımında sodyum oksit kaynağı olarak ne kullanıldığını araştırınız.
- Potasyum oksitin cama etkilerini araştırınız.
- Potasyum tuzlarını araştırınız.
- Kurşun oksitin cama etkilerini araştırınız.
- Kurşun oksitin yaygın olarak nerelerde kullanıldığını araştırınız.
- Magnezyum oksitin cama etkilerini araştırınız.
- Baryum oksitin hangi tür camların yapımında kullanıldığını araştırınız.
- Demir oksitin cam yapımında en düşük seviyede kullanılmasının sebebini araştırınız.
- Dolomitin cama olan etkilerini araştırınız.

Araştırdığınız konuların ya notlarını tutun ya da yayınların fotokopisini çekip dosyalayarak kendinize bir kaynak oluşturunuz

Cam ile ilgili kimyasal formülleri hatasız yazmaya özen gösteriniz

**NOT:** Uygulama testi ile bu çalışmanızı değerlendiriniz.

## PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

**Açıklama:** Bu faaliyet ile **Camın Kimyasal Yapısı** konusunda kazandığınız bilgileri aşağıdaki soruları cevaplandırarak kendinizi ölçünüz.

### Ölçme Soruları

**Aşağıdaki boşluklara uygun doğru kelimeleri yazınız.**

1. Cam malzemelerin sabit bir ergime sıcaklığı olmayıp onların sıvı, aşırı soğutulmuş.....ve.....durumları gözlenir.
2. Bir maddeye dışarıdan yeteri kadar enerji verilirse sıvı hale geçer.Soğutulduğu taktirde ise .....
3. Geleneksel Türk camcılığı dediğimiz zaman akla gelen, özellikle Beykoz işi.....dür.
4. Saf madde kendinden başka bulunmayan.....,ergime noktası,.....çözünürlük gibi ayırt edici özelliklere sahip iken karışım iki ya da daha çok sayıda maddenin bir araya getirilmesi sonucu oluşan maddedir.
5. Valans, elektronların konumları ve özellikleri elementin .....özellikliğini belirler.
6. Periyodik cetvelde düşey sütunlara .....adı verilir.
7. Proton ,.....yükü;elektron ,.....yükü;nötron.....dür.
8. Aşağıda formül ve sembolleri verilen elementlerin atom sayılarını yazınız.  
3Al : ..... Alüminyum atomu  
2H<sub>2</sub>O : .....hidrojen atomu ve .....oksijen atomu  
4Cl : ..... klor atomu  
2CO<sub>2</sub> : .....karbon atomu ve ..... oksijen atomu  
NH<sub>3</sub> : ..... amonyak atomu ve ..... hidrojen atomu

9. Reaksiyonların boşluklarındaki kelime ve formülleri tamamlayınız.

- A) hidrojen + ..... → su  
2H<sub>2</sub> + ..... → .....
- B) Fosfor + ..... → difosforpentaoksit  
. + ...5O<sub>2</sub> → .....
- C) ..... + ..... → bakırdioksit  
2Cu + ..... → .....
- D) Alüminyum + ..... → Alüminyumoksit  
. + ..... → 2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- E) Azot + ..... → Azotdioksit  
+ ..... → .....

10. Aşağıdakilerden elementlerden hangisi camın yapısında bulunur?

- A) Mo  
B) Au  
C) H<sub>2</sub>O  
D) SiO<sub>2</sub>

11. Aşağıdaki elementlerden hangisi silisyum oksittir?

- A) NO<sub>2</sub>                      B) H<sub>2</sub>O c)                      C ) SiO<sub>2</sub>                      D) BaO<sub>2</sub>

12. Aşağıdakilerden hangisi her noktada aynı özelliğe sahip karışımlara sahiptir?

- A) Heterojen karışımlar  
B) Homojen karışımlar  
C) Kimyasal karışımlar  
D) Bileşik karışımlar

13. Aşağıdakilerden hangisi bir atomun en dış yörüngesinde bulunan elektrondur?

- A) negatif                      B) pozitif                      C) değerlik                      D) valans

14. Periyodik cetvelin bir grubunda aşağı doğru inildikçe aşağıda verilenlerden hangisi değişmez?

- I. Atom numarası  
II. Atom kütlesi  
III. Atomun yarı çapı  
IV. Değerlik elektron sayısı

- A) yalnız III                      B) yalnız IV                      C) III ve IV                      D) I, II, ve III

15. Periyodik cetvelin bir periyodunda soy gazlara doğru gidildikçe aşağıda verilen değişimlerden hangisi gözlenir?

- A) Atom hacmi artar.
- B) Atom yarıçapı artar.
- C) İyonlaşma enerjisi azalır.
- D) Elektron ilgisi artar.

16. Camın ısıl genişleme katsayısını en az yükselten oksit aşağıdakilerden hangisidir?

- A)Sodyum oksit B)Baryum oksit C)Silis D)Demir oksit E)Kurşun oksit

17. Su camını suya dayanıklı hale getirmek için hangi bileşik eklenmelidir?

- A)  $\text{Na}_2\text{O}$
- B)  $\text{SiO}_2$
- C)  $\text{Al}_2$
- D)  $\text{B}_2\text{O}_3$
- E)  $\text{CaO}$

18. Silis oksit ile ilgili aşağıda verilen özelliklerden hangisi yanlıştır?

- A) Ergime sıcaklığı  $1710^\circ\text{C}$ 'dir.
- B) Kimyasal bileşimi  $\text{SiO}_2$ 'dir.
- C) Isıl genişleme katsayısını en çok yükselten oksittir.
- D) Kuvars, kristobalit ve tridimit formunda oluşur.
- E) Camın viskozitesini artırır.

19. I.  $\text{PbO}$  II.  $\text{P}_2\text{O}_5$  III.  $\text{B}_2\text{O}_3$  IV.  $2\text{nO}$  V.  $\text{K}_2\text{O}$

Yukarıdakilerden hangisi veya hangileri cam iskeletini oluşturan (ağ şebekesi)oksitlerdir?

- A)Yalnız I B)Yalnız II C) II ve III D) III ve IV E) II ve IV

20. Cam yönüne hangi bileşiğin ilavesiyle uzun süreli yün boyu eldesi sağlanır?

- A)Boroksit B)Alüminyum oksit C)Kurşun oksit D)Potasyum oksit E)Kurşun oksit

21. Cam üretiminde  $\text{MgO}$  çoğunlukla nereden elde edilmektedir?

- A)Kalsit B)Dolomit C)Silis D)Kalder E)Arsenik

22. Sadece potasyum oksit kullandığında camın ergitilmesi güçleşir; bu yüzden cam yapımında nasıl bir işlem gerçekleşir?

- A) Sadece sodyum oksit kullanılmalıdır.
- B) Sodyum oksit ile potasyum oksit birlikte kullanılmalıdır.
- C) Kurşun oksit ile potasyum oksit birlikte kullanılmalıdır.
- D) Potasyum oksit daha fazla ısıtılmalıdır.
- E) Sodyum oksit, kurşun oksit ile kullanılmalıdır.

23. Kurşun oksitler nasıl elde edilir?

- A) Kurşunun asitte çözünmesiyle
- B) Kurşunun 250<sup>0</sup>C’de ısıtılmasıyla
- C) Kurşunun SiO<sub>2</sub> ile birleşmesiyle
- D) Metalik kurşunun ısıtılmasıyla
- E) Metalik kurşunun oksitlenmesiyle

24. Magnezyum oksit camın;

- I. Sıvılaşma sıcaklığını düşürür.
- II. Kristal büyüme hızını büyük oranda yavaşlatır.
- III. Camın atmosferik etkilere karşı direncini artırır.
- IV. Camın ergime sıcaklığını yükseltir.

Bu ifadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?

- A)Yalnız I      B)I ve II      C)I,II ve III      D)I,II ve IV      E)II,III ve IV

25. Titan oksit özellikle nerelerde kullanılır?

- A) Optik camlarda
- B) TV tüpü yapımında
- C) Emniyet camlarında
- D) Kristal cam yapımında
- E) Aydınlatma amaçlı camlarda

26. Cam yapımında demiroksitin en düşük seviyede bulunması istenir;bunun nedeni aşağıdakilerden hangisi ile açıklanabilir?

- A) Camın siyahlaşmasına neden olur.
- B) Camın sarıdan-yeşile, maviye kadar renklenmesine sebep olur.
- C) Camın dayanıklılığını azaltır.
- D) Camın ergitilmesini güçleştirir.
- E) Camın şekillendirmesini zorlaştırır.

27. Borosilikat camlarda oluşan kabarıkların arındırılmasında aşağıdaki oksitlerden hangisi kullanılır?

- A) Lityum oksit
- B) Kolay oksit
- C) Çinko oksit
- D) Arsenik oksit
- E) Fosfor pentaoksit

28. Cam elyaf üretiminde aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

- A) A)Lityum oksit
- B) B)Arsenik oksit
- C) C)Kalsiyum oksit
- D) D)Arsenik oksit
- E) E)Antimon pentaoksit

**Aşağıda ki ifadeler doğru ise parantezin içine D yanlış ise Parantezin içine Y harfi yazınız.**

29. ( ) Cam tabiiatta doğal olarak oksidiyen ve kuvars şeklinde bulunmaktadır.

30. ( ) En büyük kuvars kristallerine pegmatitler içinde rastlanmaz.

31. ( ) Cam yüksek sıcaklıkta eriyik halden hızlı bir biçimde oda sıcaklığında soğutulan ve bu esnada kristalleşme göstermeyen amorf ( yarı düz yapıda )bir malzemedir.

32. ( ) Periyodik cetvel, elementlerin düzenli yerleştirilmesi ile oluşturulmuştur.

33. ( ) Bir atomun proton sayısı =elektron sayısı, atom numarasını gösterir.

34. ( ) Bir maddenin elektron kazanması olayına oksidasyon denir.

35. ( ) Her noktasında aynı özellikte olmayan karışımlara heterojen karışımlar denir.

36. ( ) Sıvı içinde asılı kalan taneciklerin oluşturduğu karışımlara bileşik denir.

37. ( ) Bir atomun kütlesi atom ağırlığının avogadro sayısına bölünmesi ile bulunur.

38. ( ) Periyodik cetvel dört ana kısımdan meydana gelir.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kitapçığın sonundaki cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Kendinizi değerlendirmeniz sonucunda yanlış cevap verdiyseniz ya da cevaplama anında tereddüt yaşadığınız sorular için ilgili konulara dönerek ya da öğretmeninize danışarak tekrar inceleyiniz.

Cevaplarınız doğru ise bir sonraki modüle geçmek için ilgili kişiler ile iletişim kurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1-	Sıvı-camsı
2-	katılaştır
3-	Çeşm-i bülbül
4-	D
5-	C
6-	D
7-	Y
8-	D

Cevaplarınızı kontrol ediniz. Yanlışlarınızı geri dönerek düzeltiniz.

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2CEVAP ANAHTARI

1-	Yoğunluk, kaynama noktası
2-	fiziksel ve kimyasal
3-	grup
4-	Pozitif-negatif- nötr
5-	B
6-	C
7-	C
8-	D
9-	D
10-	D
11-	D
12-	D
13-	Y
14-	D
15-	D

Cevaplarınızı kontrol ediniz. Yanlışlarınızı düzeltiniz.

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1-	C
2-	E
3-	C
4-	C
5-	A
6-	B
7-	B
8-	E
9-	C
10-	A
11-	B
12-	C
13-	A
14	A) 3 B) 4-2 C) 8 D) 2-4 E) 1-3
15-	A) oksijen, $O_2, 2H_2O$ B) oksijen, $4P, 2P_2O_5$ C) bakır, oksijen, $CO, Cu_2O$ D) oksijen, $2Al, O_2$ E) oksijen, $N, O_2, NO_2$

Cevaplarınızı kontrol ediniz. Yanlışlarınızı düzeltiniz.

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	Sıvı-camsı
2	katılaştır
3	çeşmibülbul
4	Yoğunluk, kaynama noktası
5	fiziksel ve kimyasal
6	grup
7	Pozitif-negatif-nötr
8	A) 3 B) 4-2



	<b>C) 8</b> <b>D) 2-4</b> <b>E) 1-3</b>
<b>9</b>	<b>A) oksigen, <math>O_2, 2H_2O</math></b> <b>B) oksigen, <math>4P, 2P_2O_5</math></b> <b>C) bakır, oksigen, <math>CO, Cu_2O</math></b> <b>D) oksigen, <math>2Al, O_2</math></b> <b>E) oksigen, <math>N, O_2, NO_2</math></b>
<b>10</b>	<b>D</b>
<b>11</b>	<b>C</b>
<b>12</b>	<b>B</b>
<b>13</b>	<b>C</b>
<b>14</b>	<b>B</b>
<b>15</b>	<b>D</b>
<b>16</b>	<b>C</b>
<b>17</b>	<b>E</b>
<b>18</b>	<b>C</b>
<b>19</b>	<b>C</b>
<b>20</b>	<b>A</b>
<b>21</b>	<b>B</b>
<b>22</b>	<b>B</b>
<b>23</b>	<b>E</b>
<b>24</b>	<b>C</b>
<b>25</b>	<b>A</b>
<b>26</b>	<b>B</b>
<b>27</b>	<b>C</b>
<b>28</b>	<b>A</b>
<b>29</b>	<b>D</b>
<b>30</b>	<b>Y</b>
<b>31</b>	<b>D</b>
<b>32</b>	<b>D</b>
<b>33</b>	<b>D</b>
<b>34</b>	<b>D</b>
<b>35</b>	<b>D</b>
<b>36</b>	<b>Y</b>
<b>37</b>	<b>D</b>
<b>38</b>	<b>D</b>

## ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- KÖKTÜRK,U. "**Endüstriyel Ham Maddeler**",Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh.Mim.Fak.Basın Ünitesi,İzmir,1991.
- KARASU Bekir, Nuran Ay **Cam Teknolojisi** MEB-Ankara, 2000.
- <http://www.kimyaevi.com>
- <http://www.geolostic.kimyaci.com>
- <http://www.genbilim.genelkultur>
- <http://www.Odevsitesi.com>

## KAYNAKÇA

- KARASU Bekir, Nuran AY **Cam Teknolojisi** MEB,Ankara, 2000.
- KUŞÇUOĞLU Sema, Deniz YÜCESOY, Sevin ENGİN **Cam Teknolojisine Giriş**, Türkiye
- Şişe ve Cam Fabrikaları AŞ , İstanbul, 1993.
- ÖNEM, Y." **Sanayi Madenleri "Kozan Matbaacılık San.**Ankara,1996.
- VAROL Şinasi, Murat GÜROCAK "**LiseKimya Ders Kitabı**"**Bilim ve Kültür Yayınları LTD.Ş** Ankara , 2003.