



**DİŞ PROTEZ LABORATUAR MALZEMELERİ**  
**(TOOTH PROSTHESIS LABORATORY MATERIALS)**

**Erdal ÇELİK\*, Çağrı TEKMEK\***

**ÖZET/ABSTRACT**

Son yıllarda, diş protez laboratuvar malzemeleri olarak, seramik porselenler, alçı, mum ve metalik altlıklar yaygın olarak kullanılmaktadır. Çeşitli nedenlerle kırılan veya eksilen dişlerin yenilenmesi amacıyla diş hekimine başvuran hastalar estetik görünüm ve çiğneme fonksiyonunun en iyi şekilde düzeltilmesini istemektedirler. Diş yenileme malzemesi olarak diş porseleni kullanılmaktadır. Diş porselenlerinin temel hammaddesini ana seramik hammaddelerinden kil, kaolen, kuarz ve feldspat oluşturmaktadır. Bu çalışmada, diş hekimliğinde kullanılan malzemelerin üretim yöntemi, özellikleri ve önemi araştırılmıştır.

*Recently, ceramic porcelains, plasters, wastes and metallic substrates have been widely used as tooth prosthesis laboratory materials. Patients, who applied to dental physician, wanted that their aesthetic appearances and chewing functions well fix because of the renewing of being broken or decreased teeth by several reasons. The tooth porcelains have been used as tooth renewing materials. The main ceramic raw material of the tooth porcelains consists of clay, kaolen, quarz and feldspat. In this study, synthesis method, properties and importance of the materials using at dental medicine were investigated.*

**ANAHTAR KELİMELEK / KEYWORDS**

Diş malzemeleri, Sırlama, Porselen  
*Dental materials, Glazing, Porcelains*

---

\* DEÜ, Mühendislik Fak., Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Bornova, İZMİR

## 1. GİRİŞ

Diş protez laboratuvar malzemeleri olarak, alçı, mum, metalik altlıklar ve seramik porselenler yaygın olarak kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde alçı, her türlü model elde etmede, modeli artikülatöre takmada, protezi muflaya almada kullanılır. Mum ise, metal döküm elde edilmesi istenen kuron-köprü çalışmalarında, akrilik esaslı protez çalışmalarında, iskelet protezlerin yapımında, protezlerin çeşitli safhalarındaki ağız içi provalarının tespit ve kayıt çalışmalarında kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde metallerin ayrıca önemli bir yeri bulunmaktadır. Porselene destek olarak kullanılan metallerin, porselenin metal üzerinde pişirilmesi nedeniyle yüksek ısıya dayanıklı soy metal alaşımları olmasını gerektirmektedir.

Diş hekimliğinde estetik kavramı oldukça önemlidir. Çeşitli nedenlerle kırılan veya eksilen dişlerin yenilenmesi amacıyla diş hekimine başvuran hastalar çiğneme fonksiyonunun ve estetik görünüm düzeltilmesini isterler. Diş yenileme malzemesi olarak kullanılan diş porseleni, doğal dişlere benzemesi için renklendirilmiş çok küçük boyutlu toz halindeki bir bio-seramik malzeme türüdür.

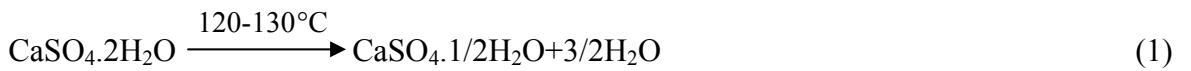
Porselenin diş yenileme malzemesi olarak seçilmesinin temel nedeni diş porseleninin renk, saydamlık ve yoğunlukta doğal dişlerin yapısına uydurmadaki estetik kalitesidir. Porselenin mukavemeti, sertliği, doğal dişlere yakın renkte oluşu ve yarı saydamlığı diş yenileme malzemesi olarak üstünlükler sağlamaktadır. Porselenin estetik ve fiziksel özellikleri, plastik dişlere karşı tercih edilmesine yol açmıştır.

Bu çalışmada alçı, mum, revetman, seramik porselen ve metalik altlıkların diş hekimliğindeki kullanım şekli ve özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca estetik özellik ve çiğneme fonksiyonlarının düzeltilmesini sağlayan seramik diş porselenlerin temel hammadde olan kil, kaolen, kuarz ve feldspat hakkında bilgiler verilmiş ve üretim prosesi açısından ele alınmıştır. Sırlama yöntemi ile NiCrMo altlıklar üzerine üretilen opak ve seramik diş porselenlerin mikroyapısal değerlendirilmesi yapılmıştır.

## 2. DİŞ HEKİMLİĞİ MALZEMELERİ

### 2.1. Alçı

İnsanlık tarihinin en eski malzemelerinden birisi olarak bilinen alçının doğada bulunan mineraline “jips” adı verilir.



Eşitlik 1’deki reaksiyon sonucunda ortaya kalsiyum sülfat hemihidrat yapıdaki alçı tozu çıkar. Elde edilen bu toz, özel değirmenlerde ince pudra haline getirilir ve elenir. Rutubeti önleyen özel torbalarda paketlenerek kullanıma sunulur (Singer ve Singer, 1963; Craig, 1993; Belger, 1975; Zembilci ve Çalikkocaoğlu, 1973).

Diş hekimliğinde alçı, her türlü model elde etmede, modeli artikülatöre takmada, protezi muflaya almada kullanılır. Alçı hamuru lastik bol içinde hazırlanır. Karıştırma ve kullanma sırasında kütlenin içinde hava kabarcıklarının olmamasına özen göstermek gerekir. Bu nedenle vibratör kullanmak faydalıdır. Vibratörün bulunmadığı durumlarda, model dökümü veya ölçü kaşığının doldurulmasında elle veya bir başka aletle olabildiği kadar titreşim meydana getirilmelidir. Ölçü kaşığı ve model için hazırlanan alçının ağırlıkça su/toz oranı 0.7 civarında olmalıdır. Diğer işlemlerde oran 0.3’e kadar düşürülebilir. Önemli olan istenilen oranın önceden saptanması ve bol içine suyun ve alçının ölçülerek konulmasıdır. Karıştırma aynı yönde yapılmalıdır ve karıştırmaya başladıktan sonra su veya toz eklenmesi sakıncalıdır.

Eklemeler, reaksiyonun normal yolundan saptırılmasına ve istenilen nitelikte olmayan bir alçı taşı kütlelerinin oluşmasına yol açar. Bol'un çok temiz olmasına dikkat edilmelidir. Bol dibindeki kırıntılar, sertleşme sırasında gereğinden fazla kristal odakları oluştururlar ve sertleşme süresini etkiler (Zembilci ve Çalikkocaoğlu, 1973; Görker, 1984).

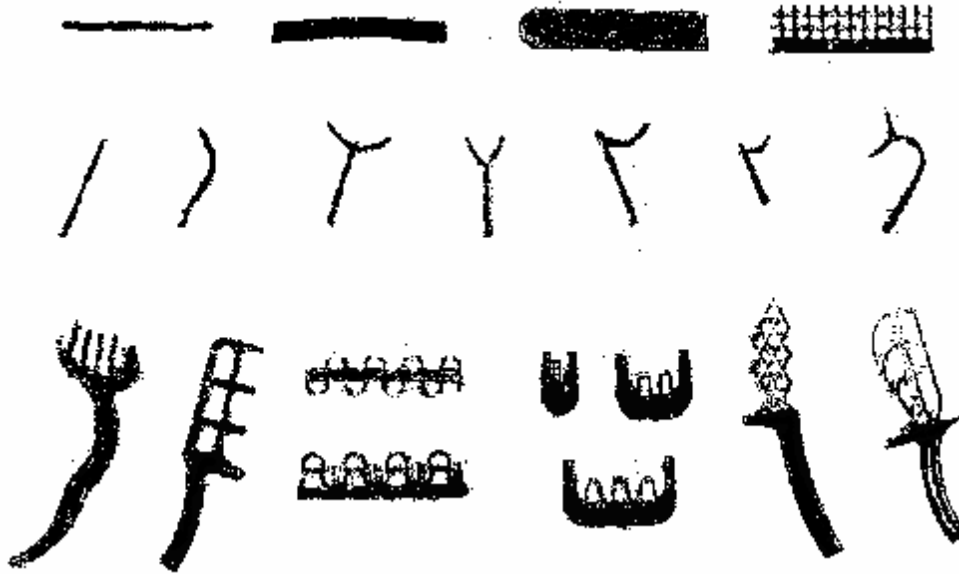
Model dökümünde, kutulama ve serbest döküm yönteminde kullanılır. Kutulama yönteminde, ölçü etrafına yaklaşık 1 cm genişliğinde mum sarılır ve bu muma dik yönde etrafı plak mumla çevrilerek içine alçı hamuru dökülür. Serbest döküm yönteminde; alçı hamuru doğrudan ölçü içine boşaltılır. Artan alçı hamuru fayans veya cam gibi pürüzsüz bir düzlem üzerine dökülerek düzeltildikten sonra, alçı doldurulmuş ölçü kaşığı ters çevrilerek bunun üzerine hafifçe bastırılır. Sertleşme başlamadan kenarları düzeltilir. Tam olarak sertleşme süresi, alçının markasına göre 10 ila 45 dakika arasında değişmektedir. Tam olarak sertleşme olmadan ölçü çıkartılmamalıdır.

Toz halindeki hemihidrat alçı, kapalı kutularda rutubetten uzakta saklanmalıdır. Aksi halde rutubet emerek bir kısmı dihidrat alçı taşına dönüşür. Alçı taşı halindeki model suda bekletilmemelidir. Zorunluluk varsa, içine daha önce alçı taşı atılıp bekletilmiş ve jips kristallerine doymuş su kullanılmalıdır.

Model çevresindeki sıcaklık 110°C'ye yaklaşmamalıdır. Aksi halde alçı taşı tersine reaksiyona uğrar, yani hemihidrat alçıya dönüşür (Zembilci ve Çalikkocaoğlu, 1973; Görker, 1984; Aydın, 1996).

## 2.2. Mumlar

Metal döküm elde edilmesi istenen kuron-köprü çalışmalarında, akrilik esaslı protez çalışmalarında, iskelet protezlerin yapımında, protezlerin çeşitli safhalarındaki ağız içi provalarının tespit ve kayıt çalışmalarında, işlemin maketi mumlar ile yapılır. Daha sonra mum maketler, amaca yönelik olarak metal veya akriliğe çevrilir.



Şekil 1. İskelet protez yapımında kullanılan mum örnekleri (Zaimoğlu vd., 1993).

Mumlar plastik ve elastik özelliklerinden dolayı diş hekimine büyük olanaklar sağlarlar. Termoplastik maddeler olmaları en önemli avantajlarıdır. Kullanıldıkları yerin özelliğine uygun olarak değişik fiziksel özellikler gösterirler (Craig, 1993; Greener vd., 1972; Phillips, 1984).

Kaynaklarına göre mumlar dört bölümde toplanabilir:

1. Madensel kaynaklı mumlar: parafin, mikrokristalin, ozoserit, keresin, montan, kandelilla ve japon mumları. Bu mumlar petrol ürünlerinden veya petrol yatakları yakınlarından elde edildikleri için, madensel kaynaklı olarak isimlendirilmiştir. Parafin ergime derecesi 50-60 °C diğerinin ergime derecesi 90 °C'dir.
2. Hayvansal kaynaklı mumlar: bal mumu ve ispermeçet mumu.
3. Bitkisel kaynaklı mumlar: karnoba ve uriküri mumları.
4. Sentetik mumlar: ütiliti mumu. Genellikle mum bileşimleri içine katkı maddesi olarak girerler. Diş hekimliğinde geniş kullanım alanına sahiptirler. (Zembilci ve Çalikkocaoğlu, 1973; Görker, 1984; Aydın, 1996).

Mumlar, ağız sıcaklığına yakın taban ergime ve suyun kaynama noktasına yakın tavan ergime dereceleri arasındadırlar. Isı karşısında genleşme özellikleri vardır. Modelaj ve ölçüde sakıncalı olan bu durum, karışımlar halinde kullanılmak suretiyle büyük ölçüde giderilmektedir. Ergimeden önce yumuşama ve basınçla şekil değiştirebilme özelliği vardır. Bu özellik diş hekimliğinde bazen yararlı bazen de sakıncalı olmaktadır. Isı etkisinde makro moleküllerinin birbiri üzerinden kaymasıyla ergime noktasında akışkanlık kazanır.

Diş hekimliğinde kullanılmak için, ağız sıcaklığına yakın derecelerde ergimesi, fakat ağız sıcaklığında stabilitesini koruması beklenmektedir. Katı haldeyken küçük basınçlarla şekil değiştirmemesi istenir. Beklenen bir özellikte yandığı zaman hiçbir atık madde bırakmamasıdır (Zembilci ve Çalikkocaoğlu, 1973; Greener, 1972; Phillips, 1984).

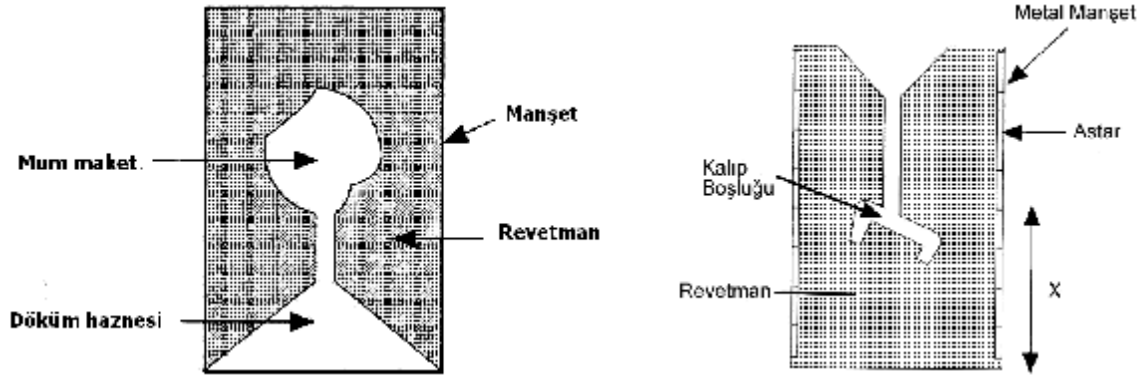
### 2.3. Revetman

Akrilik yapıdaki protezlerin kalıplanması için, mum model alçıyla muflalara yerleştirilir. Muflanın kaynama derecesinin en fazla 95°C'ye çıkması nedeniyle, akrilik reçine ile kaynamakta olan alçı taşında bir değişiklik olmaz ve polimerizasyonun oluşmasına, muflanın açılmasına kadar, alçıyla elde edilen kalıp görevini devam ettirir. Oysa aynı kalıplama işlemini bir metal protezin dökümü için yapmak istersek alçı taşı kullanamayız. Çünkü kullandığımız metallerin ergime derecesi 600°C'nin üzerindedir. Metal dökümlerinde veya metal lehim işlerinde kalıp maddesi olarak, ısıya dayanıklı bir madde kullanmamız gerekmektedir. Bu amaçla hazırlanmış olan kalıp malzemesine "revetman" denir. Şekil 2'de revetman kalıp örneği gösterilmiştir.

Ağız protezlerinin ve köprülerinin dökümü, sanayide yapılan kaba döküm işlemlerine benzemez. Ağızdaki hassas dengenin bozulmaması için hazırlanan mum modelinin tamamen şeklini koruyarak metale dönüşmesi gerekmektedir. Dökülen metal veya alaşımın, döküm sırasında yapısı değişmemelidir. Döküm esnasında alaşımın genleşme ve büzüşmeyle şeklinin değişmemesi sağlanmalıdır.

Tüm bu hedeflere ulaşılması için de revetmanın ısıya dayanıklı olması, ısınmada ayrışarak gaz çıkartmaması, metal veya alaşımın büzüşme katsayısını giderebilecek oranda genleşme göstermesi, dökümde metal veya alaşım ile kimyasal reaksiyona girmemesi, dökümdeki santrifüjün etkisi ile parçalanmaması, dökümden sonra kolayca kırılması ve yapışmaması gerekmektedir (Görker, 1984).

Altın dökümü için imal edilmiş olan revetmanlar ile krom, molibden, kobalt, nikel ve paslanmaz çeliğin dökümünde kullanılan revetmanlar farklı bileşimdedir. Çünkü bu elementlerin ve alaşımların ergime dereceleri farklıdır. Altın ve altın alaşımlarının ergimeleri ve dökülebilmeleri için sıcaklığın 800-1000 °C arasında olması gerekmektedir. Paslanmaz çelik, krom-kobalt-molibden veya krom-nikel alaşımların dökümde 1300-1700 °C arasında bir sıcaklık gerekmektedir (Phillips, 1984).



Şekil 2. Revetman kalıp örneği (McCabe, 1999).

## 2.4. Aşındırma ve Cila Maddeleri

Aşındırıcılar, tamamlanmış olan dişlere son şeklini vermekte kullanılır. Modelaj sırasında bırakılan fazlalıklar, genleşme payları, aşındırıcı maddelerle ortadan kaldırılır ve hatta istenilen bazı estetik düzeltmeler aşındırma ile tamamlanır. Aşındırılmış bir yüzey, çıplak gözle düzgün görünse bile, gerçekte pürüzlüdür. Temas ettiği ağız dokusunu irrite etmemesi ile birlikte bir tutucu özelliği de bulunmalıdır. Bu nedenle aşındırma işleminden sonra cila işlemi yapılır. Aşındırılmış yüzeyin girinti ve çıkıntıları cila ile kısmen dolar. Pürüzsüz bir yüzey ve hijyenik bir yapı ile estetik sağlanmış olur.

Aşındırıcı malzemenin, aşınan malzemeden daha sert olması, keskin ve aralarında açılı bulunan parçalar halinde yan yana gelen kenarları bulunması gereklidir. Aşındırma zerrelerinin aynı şiddette sürtünüp eşit derinlikte aşınma yaratması beklenilir. Diş laboratuvarlarında en çok kullanılan aşındırıcılara örnek olarak; elmas, tungsten karbür, karborundum, korundum, zımpara taşı, sünger taşı, kum (kuartz pudrası) ve trablus taşı verilebilir.

Cila maddeleri pürüzsüz ve yumuşak maddelerdir. Açılı yapan uçlara ve keskinliğe sahip değildirler. Diş hekimliğinde en çok kullanılan cila maddeleri; tebeşir tozu, ruj ve kromik oksittir.

## 2.5. Yalıtkan Maddeler

Yalıtkan maddeler, kullanılmakta olan bir materyalin yüzeyinin bir başka materyal ile temasında yapışmamasını ve kaymasını önler. Örneğin alçı model yüzeyleri ile ölçü maddelerinin ve mumların temasındaki ayırıcı rol oynaması gibi. Bazı ölçü maddeleri ile alçının temasında yalıtkan maddeye gerek duyulmaz. Örneğin hidrokolloidler, çinko oksit patları, silikon esaslı ölçü maddelerinde alçı dökümü sırasında yalıtkan gerekmemektedir. Alçı ölçünün dökümünde ve akriliklerin alçı kalıp içinde kullanılmasında yalıtkan kullanılması zorunlu olmaktadır. Yalıtkan madde sürülmeden önce, alçı yüzeyinin ıslak olmaması gerekir (Görker, 1984). Bilinen belli başlı yalıtkan maddeler; lak, su camı, ince metal yapraklar, talk, sıvı yağ, kalın yağlar, şellak, sandarak ve propertidir.

## 2.6. Ölçü Maddeleri

Diş hekimliğinde kullanılan termoplastik ölçü maddeleri ısı ile şekil değiştirebilen türlerdir. Soğudukları zaman şekillerini muhafaza ederler. Ağızdan ölçü alındığı zaman retantif bölgelere giren madde, ağızdan çıkarılırken çıkıntıları sıyırması ile bir tür blok-out

yapılmış gibi, tüm retantif bölgeler yok olarak çıkar ve bu haliyle sertleşir. Bu nedenle retantif bölgeleri olan ağız bölümünün hassas ölçüsü için kullanılamaz. Özel ölçü kaşığı hazırlanması için alınacak ölçüde ve doğrudan ölçü kaşığı yapımında kullanılabilir. Hassas ölçü maddesi olarak bazı türleri, retantif bölgesi kullanmayacak şekilde kesilmiş bulunan diş kronlarının ölçülerinin alınmasında kullanılır. Kronun hassas ölçüsü için plastik maddenin her tarafından eşit basınç sağlama amacıyla diş hekimleri tarafından önce ölçüsü alınacak kesik krona bir bakır ano ajuste edilir ve sonra ölçü maddesi bu ano içine basınç ile itilerek tespit edilir ve ölçü kaşığı bundan sonra uygulanır.

Bir maddenin diğer madde içinde eriyip moleküllerinin dağılmasına, kolloidal çözelti meydana gelmesi denilmektedir. Diş hekimliğinde ölçü maddesi olarak kullanılan hidrokolloidler iki grupta toplanmaktadır. Bunlardan ısı etkisi ile jel halinden sol haline geçen ve soğuyunca eski durumuna dönen birinci gruba geri dönüşebilen (revelsibl) hidrokolloidler adı verilir. Kimyasal reaksiyonla sol halinden jel haline geçen ve daha sonra eski haline dönmesi mümkün olmayan hidrokolloidlere ise geri dönüşmeyen (irreversibl) hidrokolloidler denir. Ülkemizde genellikle irreversibl hidrokolloidler kullanılmaktadır (Zembilci ve Çalikkocaoğlu, 1973; Greener vd., 1972; Phillips, 1984).

## 2.7. Porselen

Porselen feldspat, silisyum ve kaolen olmak üzere üç ana bileşenden meydana gelmektedir. Diş hekimliğinde kullanılan porselenin bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Diş porseleni ve dekoratif porselenin bileşimi.

Bileşen	Diş Porseleni	Dekoratif Porselen
Feldspat (%)	81	15
Kuvars (%)	15	14
Kaolen (%)	4	70
Metalik pigmentler	1	1

### 2.7.1. Porselen Yapısı ve Özellikleri

#### 2.7.1.1. Feldspat

Volkanik kaya oluşumlarının en genel bileşeni feldspatlardır. Bu önemli mineraller çeşitli porselen eşyaların, seramik kapların ve değişik camların üretiminde geniş çapta kullanılır. Mineral feldspat; kristalin yapıda, mat, gri ile pembe arası bir renktedir. Sinterlenme sırasında 1100 °C’de ergimeye başlar, 1300 °C’de eriyerek camsı hale gelir. Bu, porselenin erimesi sırasında porselen dişin şeklinin korunmasının gerektiği yerlerde istenilen bir özelliktir. Açıkça tanımlanmış iki grup feldspat vardır. 1. grup ortoklaz ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) esaslı mineraller, 2. grup placioklas diye adlandırılan minerallerdir ki bunlar albitin ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) ve anortitin ( $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) katı eriyikleridir.

Birinci gruptaki ortoklaz ve selsian mineralleri, monoklinik kristal yapıdadır ve bunlar birbiri içerisinde her oranda erirler. İkinci gruptaki albit ve anortit mineralleri ise birbiri içerisinde kısmen eriyebilirler (Demirci ve Balaban,ü 2000). Bütün feldspat minerallerinin yapısı  $SiO_2$  iskeleti üzerine kurulmuştur. Fakat bu silis minerallerinden daha açıktır. Alüminyum iyonlarının, silisyumun yerini almasına rağmen aradaki yük eksikliği; K, Na, Ba, Ca kationlarının kristal kafese girmesiyle aşağıdaki gibi dengededir.

Albit ve anortit tiriklinik kristal bir yapıdadır, bundan dolayı (Na, Si) iyon değişimi sırasında (Ca, Al)’e eşit kapasitede olmalıdır. Böylece albit ve anortit’e platioklast feldspatları

olarak adlandırılan katı eriyikler serisinin son üyeleri olarak bakılabilir. Feldspatın iskelet yapısı, sıklaştırılmış tetraedra halkası üzerine kurulmuştur.

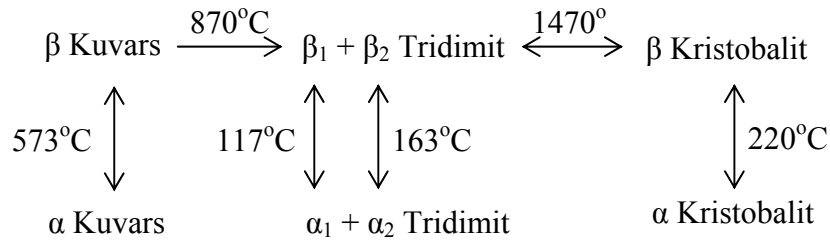
Bütün yönlerde aynı oluşuma bağlanan zincir yapısı sonucunda üç boyutlu iskelet meydana gelmiştir. Potasyum ve baryum katyonları büyük olduklarından daha küçük olan sodyum ve kalsiyum katyonlarından değişik bir düzenleme gösterirler. Bundan dolayı ortoklaz tipi feldspat halka yapısı daha geniştir. Bunun sonucu olarak birim hücre boyutları büyür ve yoğunluk plackioklas minerallerinden daha düşüktür. Feldspat, elverişli alternasyonlar sonucu kaolinite dönüşür (Worral, 1975).

Diş porseleni üretiminde ancak kalitesi çok yüksek ve saflığı çok fazla olan feldspatlar kullanılır. Feldspat, porselen hamuruna sertlik kazandırır. Feldspatın içinde emprüte olarak genellikle demir ve mika bulunur. Burada özellikle demirin ayrılarak atılması gerekir, çünkü demir oksitler porselenin renkli olmasına neden olan kuvvetli renklendirici maddelerdir.

Feldspatın içinden demirin ayrılması için feldspat, çelik çekiçlerle kırılır ve yalnızca aynı büyüklükteki açık renkli parçalar kullanılmak üzere ayrılır. Sonra bu parçalar silindirik değirmenlerde ince bir toz haline gelinceye kadar öğütülür. Tane boyutu kontrol edilerek kaba boyutlu parçacıklar atılır, çok ince boyutlu parçacıkları çıkarmak için ise flotasyon işlemleri uygulanır. Daha sonra kuru tozlar eğimli ve yavaşça titreşen manyetik separatörden geçirilir. Böylece saf hale gelen feldspat tozu dışçilikte porselen üretiminde kullanılacak duruma gelmiş olur (Craig, 1980).

### 2.7.1.2. Silis (Kuvars)

Genellikle silisin elde edilişi feldspat kadar zor değildir. Kimyasal olarak silisyum dioksit bileşimindedir. Silisin katılmasıyla oluşmuş mineraller arasında yapı bakımından değişiklikler vardır. Silis doğada çeşitli şekillerde bulunur Üç belirli kristalin şekli tanımlanır ki bunlar kuvars, tridimit ve kristobalittir. Her üç şekilde değişik kristal yapıdadır ve birden fazla modifikasyonlara sahiptir. Bu üç mineral arasındaki ilişkiler, silisin üretim ve kullanımında büyük bir öneme sahiptir. Silisin değişik modifikasyonlarının kararlı sıcaklık aralıkları ve dönüşüm sıcaklıkları aşağıda özetlenmiştir (Worral, 1975).



Her bir şeklin kararlı olduğu sıcaklık aralığı sınırlıdır. Silis minerallerinin dönüşümlerinde iki belirgin tip vardır. Bunlar;

- Mineraller arasında dönüşümler
- Mineral içi değişimler

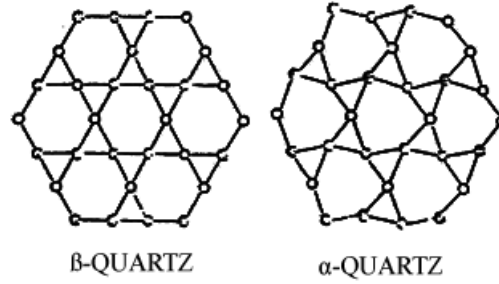
#### 2.7.1.2.1. Mineraller Arası Dönüşümler (Conversions)

Kuvars  $\rightleftharpoons$  Tridimit  $\rightleftharpoons$  Kristobalit şeklindeki dönüşümlerdir. Bu dönüşümler tersinir olmasına karşın değişim oranı normalde aşırı yavaştır. Bu dönüşümlerde hammaddenin yapısal olarak tekrar düzenlenmesi gerekir.  $\beta$  kuvars hekzagonal,  $\beta$  tridimit trigonal ve  $\beta$

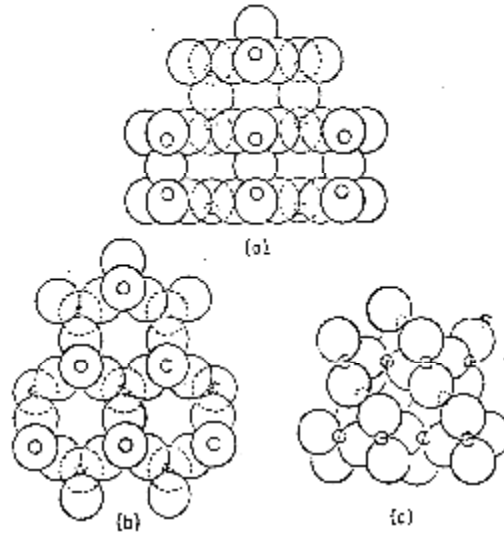
kristobalit kübik yapıdadır. Saf kuvars kristalinin ergime sıcaklığı 1710 °C'dir. Kuvars kristobalit ve trimite dönüşürken, önemli bir değişiklik olmadan tamamen eriyebilir. Benzer şekilde, normal sıcaklıkta teorik olarak yarı kararlı olan kristobalitin kuvars'a geri dönüşümü çok uzun bir zamanda gerçekleşebilir.

### 2.7.1.2.2. Mineraller İçi Dönüşümler (Inversions):

Minerallerin  $\alpha$  ve  $\beta$  modifikasyonları arasındaki geçişlerdir. Bu yalnızca az bir yapısal düzenlemeyi gerektirir ve tersinir olarak çok kısa sürede dönüşebilir. Her üç tip mineralinde  $\beta$  modifikasyonları yüksek sıcaklıklarda kararlıdır.



Şekil 3.  $\beta$  ve  $\alpha$  kuvars yapılarının şematik gösterilişi (Worral, 1975).



Şekil 4. Silis mineralinin ideal yapıları a) Tridimit b) Kristobalit c) Kuvars (Worral, 1975).

Silisin bütün minerallerinin yapısı bağlanmış SiO<sub>4</sub> üzerine kurulmuştur. Yapıdaki herhangi bir değişim bu tetrahedraların bağlanma tarzının bir sonucudur. Eğer iki tetraetra ortak bir oksijen atomu ile birbirine bağlanırsa, üç olasılık ortaya çıkar ve kuvars, tridimit ve kristobalit minerallerinin yapılarını meydana getirir. Bu üç mineralin tam yapıları Şekil 4'te gösterilmiştir (Worral, 1975; Deliard, 1949).

Kuvarsın yapısının bütün detaylarını gösterecek biçimde çizimi zordur. Bitişik tetrahedra ünitelerinin bağıl durumları, bütün kristal boyunca bir spiral şekli oluştururlar. Tridimit ve Kristobalitin kristal yapıları, kuvarsinkinden daha açıktır. Bu, silisin diğer ilk şeklinin yoğunluklarının kuvarstan çok daha düşük olması ile açıklanabilir. Silis'in minerali arasındaki dönüşümler kristal yapı içerisinde karmaşık yeni düzenlemeleri gerektirir.



Mineraller içi  $\alpha \rightarrow \beta$  değişimleri (inversions) ise, çok daha basittir. Her iki şeklin atomik konfigürasyonu Şekil 3'te gösterilmiştir.

Diş porseleni yapımında saf kuvars kristalleri  $\text{SiO}_2$  kullanılır. Kristalin kuvars temizlenip yıkandıktan sonra akkor hale gelinceye kadar ısıtılır ve sonra suya atılır. Böylece parçalanmış kuvars, silindirik değirmenlerde öğütülerek toz hale getirilir. Bu kuvars tozu diş porseleni üretiminde kullanılabilir (Zembilci ve Çalikkocaoğlu, 1973; Craig, 1980). Doğadan elde edilen kuvars, aynı feldspatta olduğu gibi bir miktar demir içerebilir, bu da renklenmeye neden olacağından mutlaka giderilmesi gerekir. Saf silisin elde edilmesi, aynen feldspattaki gibidir. Fakat burada mümkün olduğu kadar toz boyutunun ince olmasına dikkat edilir.

### 2.7.1.3. Kaolen

Kaolinit grubu kil minerallerinin en saf hali olan kaolenler primer ve sekonder şekilde oluşmuştur. Primer kaolenler başlangıçta oluşumları dolayısıyla fazlaca silis, feldspat mineralleri ve mika gibi empürite içerirler. Kaolen kimyasal olarak, Alüminyum hidro silikat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) bileşimindedir. Örnek olarak doğal bir kaolenin içerdiği minerallerin oranları: %89 kaolinit, %7.10 Mika, %2.04 Kuvars, %0.81 Götit, %0.55 Florittir (Grimshaw, 1971; Erdinç, 1982). Killer; granit, gneis, feldspat pegmatit gibi kayaların jeolojik değişimi sonucu oluşmuşlardır. Killeri oluşturan değişime karşı olan etkenler iki çeşittir (Erdinç, 1982).

- Hipojenik etkenler: yer altında ısı ve kimyasal reaktiflerin neden olduğu alterasyonlardır.
- Epijenik etkenler: Yeryüzünde su, hava, yağmur, buzul, bitki ve hayvanların oluşturduğu alterasyonlardır. Epijenik etkenler sonucunda hidroliz, silis ayrışımı, hidratasyon türü reaksiyonlar meydana gelir. Örnek olarak, feldspattan kil oluşumu bir dizi karmaşık reaksiyonlar sonucudur. Feldspat'ın suda çözünen potasyum silikat yapısı asitli sularda liç edilerek giderilir. Bunu aşağıdaki gibi gösterebiliriz:



Kaolinit grubu kil mineralleri mineralojik olarak bir silis tetraedresi ve bir alümin oktoedrasinden oluşmuştur. Bu grup killere iki tabakalı kil minerali denir. Tabakalar arası bağlar çok zayıftır. Seramik eşya yapımında ve endüstride değişik biçimlerde killeri kullanılmasına rağmen diş porseleni için ancak saf kaolen kullanılabilir. Doğadan elde edilen kaolen, defalarca yıkanarak yabancı maddelerden temizlenir. Kurutulup, elendikten sonra hemen hemen beyaz bir toz görünümündeki kaolen kullanıma hazırdır.

### 2.7.1.4. Diğer Bileşenler ve Renklendiriciler

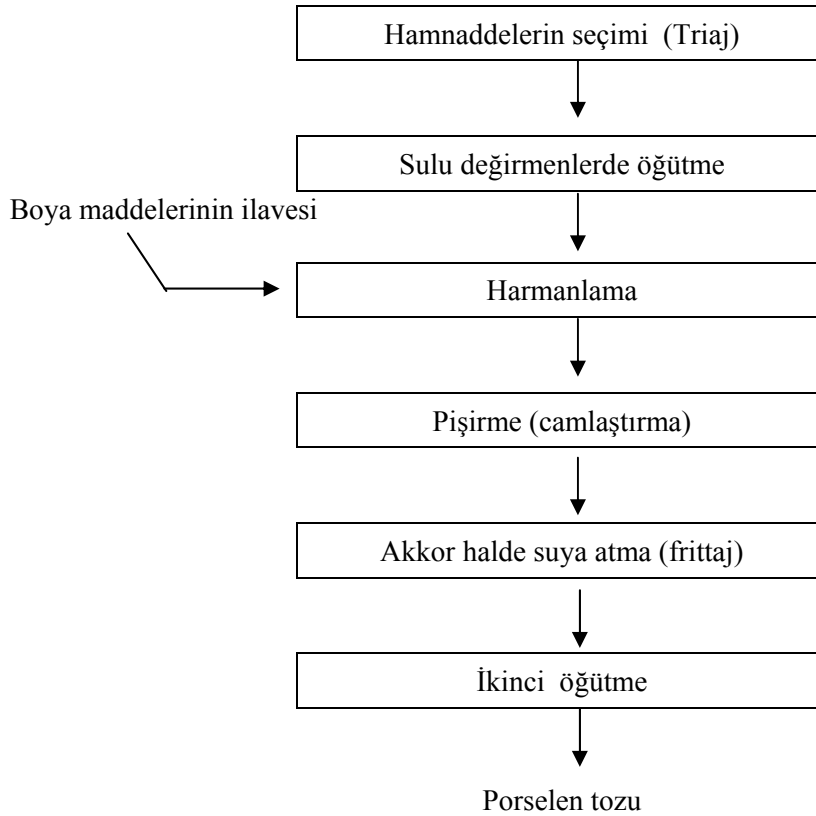
Değişik türdeki diş porselenlerinin tipik bileşenleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çizelgedeki porselenlerden yalnızca (A) mat, diğerleri ise yarı saydamdır. Opak porselen, dişin dentin bölümünün rengini veya çoğunlukla porselenin alttaki metalin rengini maskeleyen için ilk tabaka olarak kullanılır. (B) porseleninde matlaştırıcı araç olarak Zirkonyum oksit kullanılmıştır, ancak Kalay oksit veya Titanyum oksit de kullanılır. Alümina, porselenin saydamlığını düşürür ve normal olarak belirli sınırlarda katılır. Çizelgedeki (C) porseleni Alüminis porseleni olduğundan diğerlerinden daha fazla Alümina içermektedir (Skinner ve Philips, 1973).

Çizelge 2: Değişik türdeki diş porselenlerinin tipik bileşimleri (Skinner ve Philips, 1973)

Porselen türü	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	ZnO (%)	ZrO <sub>2</sub> (%)
A (Opak)	68.7	15.3	11.0	5.0	5.0	-	-	-
B (Dentin)	58.4	15.1	6.1	6.1	15.6	-	-	4.0
C (Alüminos)	41.0	36.2	1.0	1.0	3.6	7.1	10.9	-
D (Dentin)	65.2	15.1	7.1	7.1	4.2	-	8.1	-

Porselenin ilk rengi beyazdır. Diş porselenlerinde renk ve ton değişimleri çeşitli pigment ilaveleri ile sağlanabilir. Porselen karışımına ilave edilen renklendirici pigmentlere renkli firit denir. Bu camsı tozlar, gerçek dişlere benzer tonları elde etmek için küçük miktarlarda katılır. Bunlar; metal oksitler, ince cam ve feldspat ile birlikte öğütülerek toz haline getirilirler. Uygun porselen beyazı Zirkonyum, kaolen ve Silisyum ilave edilerek elde edilebilir (Craig, 1980).

### 2.7.2. Diş Porseleni Üretimi



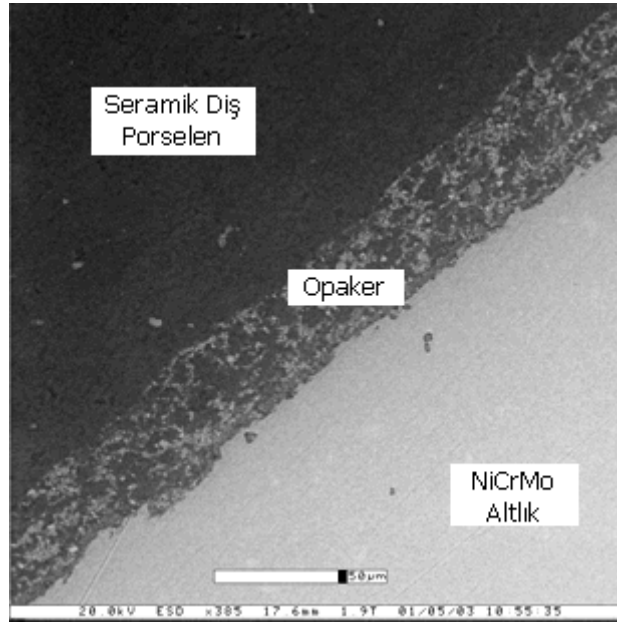
Şekil 5. Diş porseleni üretimi proses akım şeması (Caniklioğlu, 1984)

Yukarıdaki akım şemasında görüldüğü gibi, önce diş porselenlerinin hammaddeleri olan feldspat, kuvars ve kaolen ayrı ayrı öğütülür. Toz halindeki hammaddeler birlikte harmanlanarak içerisine boya maddeleri (pigmentler) ilave edilir. Elde edilen bu karışım, vitrifikasyonun (camlaşma) sağlanması için pişirilir. Sinterleme sıcaklığı porselen karışımındaki feldspat oranına göre 1100–1300 °C arasında değişir. Sinterleme işlemi sonucu ergime ile camlaşma meydana gelir. Daha sonra ergimiş kitle akkor halde suda soğutulur. Bu işleme

“frittaş” denir. Bu işlem sonunda cam yapısı çok gevrekleşir, elde edilen ürüne “frit” denir. Çok gevrek bir yapıda olan frit, çok ince bir toz haline kolayca gelebilir. Bunun için bir öğütme işlemi uygulanarak 7-70 µm boyutunda porselen tozu elde edilir. Daha sonra değişik renk ve tonlardaki, mat ve yarı saydam porselen tozlarını ve özel likitleri ile renk değiştirici tozları içeren komple bir set halinde laboratuvarlarda kullanılmak üzere piyasaya sunulur (Skinner ve Philips, 1973).

### 2.7.3. Diş Porselenlerinin Genel Özellikleri

Porselen dişler; biyolojik olarak uyumlu ve estetik özellikleri doğal dişlere yakın olduğundan tercih edilmektedir. Aşınmaya karşı dirençlidirler. Ağız ortamından etkilenmezler, allerjen değildirler ve yumuşak dokulara uyumludurlar (William, 2002). Şekil 6’da sırlama yöntemiyle NiCrMo altlık üzerine üretilen seramik diş porselen kaplamasının SEM mikroyapısı görülmektedir. Seramik diş porselen ile NiCrMo altlık arasına bağlayıcı olarak opaker kullanılmıştır (Erdoğan, 1982).



Şekil 6. Sırlama yöntemiyle NiCrMo altlık üzerine üretilen seramik diş porselen kaplamasının SEM mikroyapısı (Çelik vd., 2001).

### 2.8. Metalik Altlıklar

Diş hekimliğinde metallerin önemli yeri bulunmaktadır. Metal üzerinde pişirilen porselenin yüksek sıcaklıkta erimesi, kullanılacak alaşımların yüksek ısıya dayanıklı soy metal alaşımları olmasını gerektirmektedir. Porselene destek olarak kullanılan metallerin başında altın alaşımları gelmektedir. Ancak bu tür alaşımların pahalı olması, daha ucuz ve aynı fiziksel özelliklere sahip alaşımların araştırılmasına yol açmıştır. Diş hekimliğinde metal porselen çalışmaları için kullanılan alaşımlar üç grupta toplanabilir:

- Kıymetli (soy) metal alaşımları.
- Yarı kıymetli (yarı soy) metal alaşımları. ve
- Kıymetsiz metal alaşımları (William, 2002; Caniklioğlu ve Özel, 1980).

### 2.8.1. Kıymetli Metal Alaşımları

Pahalı olmalarına karşın destek fonksiyonunu en iyi bu alaşımlar sağlar. Bu alaşımların esas metali altındır. Porselen elastisitesi az olduğundan, alaşımlarda dayanıklılık aranmakta ve bu özelliği kazandırmak için, platin ve palladyum ilave edilmektedir. Platin, palladyum ve iridyum metalleri tane büyümesini azaltırlar, çigneme basınçlarına karşı direnci artırır ve ergime ısını yükseltirler. Bakır, porselenin optik özelliğini bozduğu ve rengini değiştirdiği için kullanılmaz. Demir, kalay, indiyum gibi düşük oranlarda katılan metaller alaşımın mekanik direncini artırırken, oksitleri metal-porselen bağımlı güçlendirirler (William, 2002; Caniklioğlu ve Özel, 1980).

### 2.8.2. Yarı Kıymetli Metal Alaşımları

Bu alaşımların esasını gümüş ve palladyum oluşturur. Bileşimlerinde çok az altın olduğundan renkleri beyazdır. Alaşımların döküm sıcaklığının yüksek oluşu, akıcılığının az ve aşınmaya karşı dirençsiz olmaları dolayısıyla kullanımları sınırlıdır.

### 2.8.3. Kıymetsiz Metal Alaşımları

Bunlar genellikle Krom-Nikel esaslı paslanmaz metal alaşımlardır. Bu alaşımlar soy metal alaşımlarından daha mukavemetli ve şekil değişimlerine karşı dirençlidir. Ancak, altın-platin alaşımları porselene bağlanma ve saydamlık yönünden çok daha üstündürler. Krom-kobalt-nikel içeren “Wiron” tipi özel alaşımların dökümde akışkanlığı iyidir. Krom-nikelli kıymetsiz alaşımlar Berilyum gibi sağlığa zararlı bileşeni içerebilmekte ve bazı kimselerde Nikel alerjisi oluşturabilmektedir. Toplumun %2'sinde rastlanan Nikel alerjisi bu tür alaşımların kullanımında bir sorun olabilmektedir. Krom-nikelli kıymetsiz alaşımların porselen ile bağlanmaları altın alaşımlarına oranla daha zayıftır. Çünkü Altın alaşımlarında bağlanmayı sağlayan Kalay ve indiyum gibi metaller bu alaşımlarda bulunmamaktadır. Fiziksel özellikleri Altın alaşımlarından daha iyidir. Özgül ağırlıkları daha az, ısıl iletkenlikleri 8 kez daha zayıftır. Bükülmeye karşı dirençleri ise, Altın alaşımlarından en az 9 kat fazladır.

## 3. SONUÇLAR

Diş hekimliğinde malzeme olarak; kalsiyum sülfat hemihidrat yapıdaki alçı tozları, mumlar, revetman, aşındırıcılar, yalıtkan maddeler, ölçü maddeleri, seramik porselen ve metalik altlıklar kullanılmaktadır. Bunlardan diş porselenleri doğal dişlere benzemesi için renklendirilmiş çok küçük boyutlu toz halindeki bir bio-seramik malzeme türüdür. Diş porselenlerinin temel hammaddesini ana seramik hammaddelerinden kil, kaolen, kuarz ve feldspat oluşturmaktadır. Bunlara ilave olarak çeşitli renklendirici oksitler ve bazı organikler kullanılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Aydın M.M. (1996): “Diş Hekimliği Manipülasyonu ve Protez Laboratuvarlarında Kullanılan Araçlar”, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Belger L. (1975): “Diş Hekimliğinde Kron-Köprü Protezleri”, Bilmen Kitapevi, İstanbul.
- Caniklioğlu B., Özel H. (1980): “Metal-Porselen Çalışmalarında Kullanılan Kıymetli Alaşımlar ve Hazırlama Tekniği”, Diş Hekimliği Dergisi, Cilt 16, Sayı 1.

- Canıklıoğlu B., (1984): Özel Görüşme, İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi.
- Craig R.G. (1980): "Restorative Dental Materials", C.V. Mosby Company, St Lois.
- Craig R.G. (1993): "Restorative Dental Materials", The C. V. Mosby Co., Saint Louis-Missouri.
- Çelik E., Tiryaki A.K., Akın Y., Avcı E. (2001): "NiCrMo Esaslı Metalik Altlıkların Üzerine Seramik Diş Porselenlerin Üretimi", V. Seramik Kongresi, 3-5 Ekim, 2001, İstanbul, N.21, s. 402-409.
- Deliard M. (1949): "La Prothese Dentaire Conjointe", Mouson et Cie Editeurs, Paris.
- Demirci N., Balaban S.E. (2000): "Diş Porseleni Üretim Teori ve Teknolojisi", Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Müh..
- Erdinç Ş.Ş. (1982): "Seramik Malzemeler-I, Seramik Malzemeler-II, Ders Notları", İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fak., Metalurji Müh. Böl., Seramikler Bilim Dalı.
- Görker T. (1984): "Ağız Protezlerinde Laboratuvar", Bozak Matbaası, İstanbul.
- Greener E. H., Haarcourt J.K., Lautenschlager E.P. (1972): "Materials Science in Dentistry", The Williams Wilkins Co., Baltimore.
- Grimshaw R.W. (1971): "The Chemistry and Physics of Clay and Allied Ceramic Materials", John Wiley and Sons Ltd.
- McCabe J.F. (1999): "Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi", İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, N.96, 57 s.
- Phillips R.V. (1984): "Elements of Dental Materials", W.B. Saunders Co., Philadelphia.
- Singer F., Singer S. S. (1963): "Industrial Ceramics", Chapman & Hall Ltd. London.
- Skinner E.W., Philips R.W. (1973): "The Science of Dental Materials", W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- William J.O. (2002): "Dental Materials and Their Selection", Quintessence Pub.Co.
- Worrall W.E. (1975): "Clays and Ceramic Raw Materials", Applied Science.
- Zaimoğlu A., Can G., Ersoy E., Aksu L. (1993): "Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi", Ankara, Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, N.17, 115 s.
- Zembilci G., Çalikkocaoğlu S. (1973): "Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi", Yenilik Basımevi, İstanbul.