

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

78672


DİŞ PORSELEN TOZLARI


YÜKSEK LİSANS TEZİ


Met. Müh. Tahsin BOYRAZ

Enstitü Anabilim Dalı : METALURJİ MÜHENDİSLİĞİ  
Enstitü Bilim Dalı : METALURJİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 14/07/1998 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından  
oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

  
Yrd. Doç. Dr. Yılmaz KARAKAŞ

  
Yrd. Doç. Dr. Recep ARTIR

  
Prof. Dr. Okan ADDEMİR

Jüri Başkanı

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında değerli fikir ve tecrübeleriyle beni yönlendiren saygıdeğer hocam Yrd. Doç. Dr. Yılmaz KARAKAŞ 'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaların bir bölümü İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (Çapa) Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı ve aynı üniversitenin Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Diş Protez Programı laboratuvarlarında yürütülmüştür. Yardımlarından dolayı sayın Prof. Dr. Nejat TUNCER' e ve sayın Prof. Dr. M. Murat AYDIN' a çok teşekkür ederim. Çalışmaların bir başka bölümü Tunahan Dişçilik ve Tekstil San. Tic. Ltd. Şti. atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Fuzuli Bey' e ve diğer çalışanlara gösterdikleri yardım ve ilgiden dolayı çok teşekkür ederim.

İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi Metalurji Mühendisliği Bölümü'nde yapılan analiz ve çalışmalar için sayın Prof. Dr. Okan ADDEMİR' e teşekkür ederim. Ergitme potaları Asgold ve Atasay Kuyumculuk' tan sağlanmıştır. Sayın Ömer ERDEM' e çok teşekkür ederim. Diş Hekimi Sayın Öğün TRAKYALI' ya ilgi ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Serem Seramik Malzemeleri A. Ş.' de yapılan çalışmalarda büyük yardımlarını gördüğüm sayın Ahmet Kerim KOÇ ve Ahmet KILIÇ 'a çok teşekkür ederim.

Son olarak çalışmalarımda desteğini eksik etmeyen eşim Leyla BOYRAZ' a ve tez yazımındaki yardımlarından dolayı sayın Gülşen ve Betül KAYA kardeşlere çok teşekkür ederim.

Temmuz 1998

Met. Müh. Tahsin BOYRAZ

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜRLER	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. SERAMİK	3
2. 1. Giriş	3
2. 2. Seramik Ürünler	4
2. 2. 1. Seramik Ürünlerin Kullanım Alanları	4
2. 2. 2. Seramik Ürünlerin Sınıflandırılması	7
2. 2. 2. 1. Kalitatif Sınıflandırma	7
2. 2. 2. 2. Bünye Yapısına Göre Sınıflandırma	9
2. 2. 3. Seramik Ürünlerin Özellikleri	11
2. 3. Seramik Hammaddeleri	12
2. 3. 1. Kil	13
2. 3. 2. Kaolen	16
2. 3. 3. Feldspat	17
2. 3. 4. Kuars	18
2. 3. 5. Kalker	20
2. 3. 6. Magnezit	21
2. 3. 7. Dolomit	21
2. 3. 8. Talk	21
2. 3. 9. Boksit	22
2. 3. 10. Zirkonyum Silikat (Zirkon)	22
BÖLÜM 3. DIŞ MORFOLOJİSİ	24
3. 1. Genel Yapı ve Bağlantılar	24
3. 2. Süt Dişleri ve Sürekli Dişler	26
3. 3. Dişlerin Konumlarına Göre Yön isimleri	28
3. 4. Dişlerin Şekilleri ve Boyutları	30
3. 5. Diş Morfolojisinde Genel Özellikler	33

BÖLÜM 4. BİO-MALZEMELER	38
4. 1. Bio-malzemeler	38
4. 1. 1. Metalik Bio-malzemeler	38
4. 1. 2. Polimerik Bio-malzemeler	38
4. 1. 3. Seramik Bio-malzemeler	39
4. 2. Seramik Bio-malzemeler	41
4. 2. 1. Absorbe Edilemeyen veya Kısmen Bio-inert Seramikler	42
4. 2. 2. Dejenere Olan veya Emilen Seramikler	43
4. 2. 3. Bio-aktif veya Yüzey-reaktif Seramikler	44
BÖLÜM 5. DIŞ HEKİMLİĞİ MALZEMELERİ	45
5. 1. Alçı	45
5. 2. Mumlar	47
5. 3. Revetman	49
5. 4. Aşındırma ve Cila Maddeleri	51
5. 5. Yalıtkan Maddeler	53
5. 6. Ölçü Maddeleri	53
5. 6. 1. Termoplastik Ölçü Maddeleri	53
5. 6. 2. Hidrokolloidler	54
5. 6. 3. Çinko Oksit-Ojenol Patı	55
5. 6. 4. Kauçuk Esaslı Ölçü Maddeleri	57
5. 6. 5. Paris Alçısı	59
5. 7. Plastikler	60
5. 8. Porselenler	61
5. 9. Metaller	67
BÖLÜM 6. DIŞ HEKİMLİĞİNDE PORSELEN	70
6. 1. Porselenin Diş Hekimliğindeki Yeri	70
6. 2. Diş Hekimliğinde Porselenin Günümüze Kadar Geçirdiği Aşamalar	74
6. 3. Diş Porseleninin Yapısı	77
BÖLÜM 7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	88
7. 1. İskelet Protez Yapımı	88
7. 2. Porselen Diş Yapımı	96
7. 3. Diş Porseleni Tozu Üretimi	108
BÖLÜM 8. SONUÇLAR	115
KAYNAKLAR	117
ÖZGEÇMİŞ	121

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2. 1 Silisyum dioksitin modifikasyonları	19
Şekil 3. 1 Bir dişin boylamasına kesiti	25
Şekil 3. 2 Kesici ve azı dişlerde gelişme çizgileri	26
Şekil 3. 3 Solda süt dişlerinin, sağda sürekli dişlerin şematik görünüşü	28
Şekil 3. 4 Üst çene model üzerinde dişlerin konumlarına göre isimlendirilmesi	29
Şekil 3. 5 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin vestibül yönünden görünüşü	30
Şekil 3. 6 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin mezial yönünden görünüşleri	31
Şekil 3. 7 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin lingual yönden görünüşleri	31
Şekil 3. 8 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin distal yönden görünüşleri	32
Şekil 3.9 Bir üst sağ orta kesici dişin labial yönden görünüşü	34
Şekil 3. 10 Üst küçük azı dişi	35
Şekil 3. 11 Üst büyük azı dişi	36
Şekil 4. 1 İnsan kemiğinin x-ışınları analizi	40
Şekil 5. 1 Alçı işlerinde kullanılan laboratuvar aletleri a) alçı kaşığı, b) böl	46
Şekil 5. 2 Diş alçısından yapılmış bir alçı kalıp	47
Şekil 5. 3 Diş hekimliğinde kullanılan bazı mumlardan örnekler	49
Şekil 5. 4 Revetman kalıp örneği	50

Şekil 5. 5	Hazır yapılmış porselen dişler	64
Şekil 5. 6	Opak tabakanın işlenmiş halinin şematik görünümü	65
Şekil 5. 7	Opak üzerine dentin katmanının işlenmiş görünümü	65
Şekil 5. 8	Glazür tabakanın şematik görünümü	66
Şekil 5. 9	Opak, dentin ve glazür tabakaların bir arada gösterilişi	66
Şekil 6. 1	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 - 3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 - SiO_2$ diyagramı	79
Şekil 6. 2	Bazı seramik ürünlerin üçlü diyagramda gösterimi	79
Şekil 6. 3	Metal-porselen ilişkisi	80
Şekil 7. 1	İskelet protez yapımı akım şeması	88
Şekil 7. 2	Ölçü alındıktan sonra çıkartılmış alçı kalıp	89
Şekil 7. 3	Agar agar dublikat maddesinin yapısal formülü	90
Şekil 7. 4	Revetman model	91
Şekil 7. 5	Mum modelajı yapılmış alçı kalıp	92
Şekil 7. 6	Alçı model üzerinde metal iskelet görünümü	93
Şekil 7. 7	Metal iskelet	93
Şekil 7. 8	Diş dizimi yapılmış kullanıma hazır protezler	95
Şekil 7. 9	Hazır akrilik dişler	95
Şekil 7. 10	Porselen diş yapımı akım şeması	96
Şekil 7. 11	Dökülmüş metalin kumlamadan önceki durumu	99
Şekil 7. 12	Metalin 900°C deki oksidasyon sonrası görünümü	99
Şekil 7. 13	Toz opak kullanımı	100

Şekil 7. 14	Opağın pişirmeden sonraki görünümü	100
Şekil 7. 15	Pasta opağın bütün yüzeyi kapsayacak şekilde kullanımı	101
Şekil 7. 16	Pasta opağın pişirmeden sonraki görünümü	101
Şekil 7. 17	Labial yüzeylerde opak dentin yığılması	102
Şekil 7. 18	Opak dentinin yığılmadan sonraki görünümü	102
Şekil 7. 19	Dentin ile diş formunun sağlanması	103
Şekil 7. 20	Mine yığmak için dentin üzerinde olukların açılması	103
Şekil 7. 21	Mine yığılması	104
Şekil 7. 22	Mine yığılmasından sonraki görünüm	104
Şekil 7. 23	Bitmiş kronun glazürden önceki görünümü	105
Şekil 7. 24	Bitmiş kronun glazürden sonraki görünümü	105
Şekil 7. 25	Porselen diş yapımının şematik görünümü	106
Şekil 7. 26	Porselen pişirme fırınları	107
Şekil 7. 27	Diş porselen tozu üretimi akım şeması	108
Şekil 7. 28	Ergitme yapılan fırının dıştan görünümü	111
Şekil 7. 29	Toz konmuş potanın fırına yerleştirilmiş görünümü	111
Şekil 7. 30	Alümina bilyalı değirmen	112
Şekil 7. 31	Değişik aralıktaki eleklerin görünümü	112
Şekil 7. 32	960 °C'de opak, 935 °C'de dentin ve 910 °C'de şeffaf pişirimi yapılmış porselen	113
Şekil 7. 33	860 °C'de opak, 830 °C'de dentin ve 800 °C'de şeffaf pişirimi yapılmış porselen	113
Şekil 7. 34	Diş porseleni pişirme fırını	114

## TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2. 1 Değişik birkaç kilin kimyasal analizi	14
Tablo 3. 1 Bazı dişlerin ortalama uzunlukları	32
Tablo 3. 2 Diş boyutları	33
Tablo 4. 1 Bio-malzemelerin ve dokuların özelliklerinin karşılaştırılması	39
Tablo 4. 2 Bazı bio-malzemelerin kullanım alanları	40
Tablo 4. 3 Bio-seramik malzemelerin kullanımı ve pazar durumu	42
Tablo 4. 4 ASTM Standartlarına göre implant olabilir alümina bileşimi	43
Tablo 6. 1 Çeşitli firmalara ait diş porselenlerinin kimyasal analizi	82
Tablo 6. 2 Diş porselenlerinde renklendiriciler	82
Tablo 7. 1 Son uygulamada kullanılan tozun tane boyutu dağılımı	109
Tablo 7. 2 Kullanılan opak, dentin ve şeffaf tozların kimyasal ve rasyonel bileşimi	110



## ÖZET

### **Diş Porselen Tozları**

Anahtar kelimeler: Seramik, Bio-Malzemeler, Diş, Diş Malzemeleri, Diş Porselenleri, Diş Porselen Tozları

Porselenler, eritmeden sonra normal renk ve yarı saydımlıktaki doğal proteze çok benzer şekilde sert ve erimeyen bir kütle olarak şekillendirilebildikleri için sun'i dişlerden oluşan protezlerde jaket kuron yahut inley olarak diş restorasyonlarının yapımında kullanılır.

Diş porselenleri yüksek sıcaklıkta ergiyen (1290-1370 °C), orta sıcaklıkta ergiyen (1090-1260 °C) ve düşük sıcaklıkta ergiyen (870-1060 °C) olmak üzere sınıflandırılabilir. Yüksek sıcaklıkta ergiyen malzemeler ticari firmalar tarafından fabrikasyon yapay protez dişlerinde kullanılır. Nadiren diş laboratuvarlarında tek diş porselen restorasyon yapımında da kullanılır ancak, yüksek sıcaklıklarda çalışmalıdır. Orta ve düşük sıcaklıklarda ergiyen malzemeler inley ve jaket kuron porselenlerde tercih edilen malzemeledir. Günümüzde düşük ergime sıcaklığına sahip diş porselenleri kullanılır.

Uygulamada porselen, kaolen, kuars ve uygun flaks malzeme karışımı içerir. Uygun bir diş porseleni bileşimi % 81 feldspat, % 15 silika ve % 4 kil olabilir. Orta ve düşük ergime sıcaklığına sahip porselen yapımında daha düşük sıcaklıkta eritmek için sodyum veya potasyum karbonat ve boraks veya borik asit bileşenleri ilave edilir.

## SUMMARY

### Dental Porcelain Powders

Keywords: Ceramic, Bio-Metaterials, Tooth, Dental Materials, Dental Porcelains, Dental Porcelain Powders

Porcelains are used for the construction of tooth restorations, either jacket crowns or inlays and for artificial teeth for dentures, because after fusion, a hard insoluble mass is formed which can be made to simulate very closely the normal color and translucence of natural dentition.

Porcelains for dental use may be classified as high fusing (1290-1370 °C), medium fusing (1090-1260 °C) and low fusing (870-1060 °C). The high fusing material is used in the fabrication of artificial denture teeth by commercial manufacturers, but is rarely used in the dental laboratory to make individual porcelain restorations, since such high fusion temperatures must be employed. Medium and low fusing materials are thus the materials of choice for porcelain inlays and jacket crowns. Most dental porcelains in use now are of the low fusing variety.

In industry, porcelain consists of the product of fusion of an intimate mixture of kaolin, quartz and a suitable flux material. A suitable combination for porcelains might be % 81 feldspar, % 15 silica and % 4 clay. In making the medium and low melting point porcelains, other components such as sodium or potassium carbonate and borax or boric acid are added to lower the fusion point of the flux.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Ülkemizde henüz yeni yeni gündeme gelen ve üzerinde yok denecek kadar az çalışma yapılan diş seramikleri konusuna, belki bir başlangıç veya bir aşama kaydetmek amacıyla başlanıldı.

Seramik, seramiklerin özellikleri ve seramik hammaddeleri hakkında kısa bir özet verildikten sonra, diş morfolojisine kısaca değinilmiştir.

Diş seramikleri, özellikle diş porselenleri üzerinde yoğunlaşmaya çalışılmıştır. Diş porselenlerinin diş hekimliği açısından değerlendirilmesi yapılmış ve daha sonra diş porseleniyle birlikte porselenin yapısı incelenmiştir. Diş porselenlerinin de temel hammaddesini ana seramik hammaddelerinden kil, kaolen, kuars ve feldspat oluşturmaktadır. Bunlara ilaveten çeşitli renklendirici oksitler ve bazı organikler kullanılır.

Ülkemizde henüz üretimi yapılmayan diş porselenleri prefabrik dişler olarak veya porselen tozları olarak yurt dışından gelmektedir. Toz halinde gelen porselenler laboratuvarlarda teknisyenler tarafından dökülerek hazırlanmış metal çekirdek üzerine katman katman işlenerek ve her katman ayrı ayrı pişirilerek itina ile hazırlanır.

Piyasada bulunan porselen tozlarından örnek tozlar alınıp çeşitli analizleri yapılmıştır. Opak, dentin ve şeffaf tabakaların oluşturulmasında kullanılan tozlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu tozları kimyasal bileşimleri dikkate alınarak uygun toz karışımı hazırlanmıştır.

Çalışmalarımızın sonunda bu tozların kısmen de olsa üretimi amaçlanmıştır. Çalışmalarımız yine ana hammaddelere bazı renklendirici oksitlerin katılmasıyla diş porselen tozlarının yapımına yöneliktir.

Porselen tozları üretildikten sonra diş laboratuvarlarında uygulamaları yapılarak, piyasadaki tozlarla çeşitli yönlerden karşılaştırılması yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.



## BÖLÜM 2. SERAMİK

### 2. 1. Giriş

Anorganik maddelerin oluşturduğu bileşimlerin, herhangi bir yöntem ile şekillendirilip, sırlı veya sırsız olarak, sertleşip dayanıklılık kazanmasına varacak kadar pişirilmesi bilim ve teknolojisidir. Meydana gelen ürünlere ise seramik ürün denir [1].

İnsanoğlu taş devrinden hemen sonra kil'i tanımış ve ona şekil verebileceğini keşfetmiştir. Önceleri kilin plastiklik özelliğinden istifade ederek ham kilden hemen kırılıp dağılmayan bazı kaplar ve depo görevi görecektür çukurlar yapmışlardır. Fakat bunların ömrü fazla olmamıştır. Bu malzemelerin ateşte pişirilerek sertleşmesinin keşfiyle ilk seramik ürünlerde ortaya çıkmaya başlamıştır. İlk pişmiş seramiklere Mısır ve İsviçre'de su kenarında yaşayan insanların bulunduğu bölgelerde tuğla ve plaka şeklinde rastlanılmıştır. Mısır'dan Mezopotamya, Orta Asya, İran ve Anadolu'ya yayılmış ve ilk çanak çömlek tipi seramiklerin M.Ö. 6000 yıllarında Anadolu'da ve yine ilk sırlı seramiklerin de M.Ö. 4000 yıllarında Mısır'da yapıldığı tespit edilmiştir.

Daha sonra gelişen seramik buralardan Avrupa'ya aktarılmıştır. Seramik ürünlerin teknik yönden en gelişmiş olanı porselen ise M.S. ilk çağlarda Çinliler tarafından yapılmaya başlanmıştır. Porselen Avrupa'da 10. yüzyıldan beri tanınmasına rağmen ancak 17. yüzyılda Avrupalı porseleni araştırmaya başlamıştır. İlk porselen fabrikası da Fransa'nın Sevr şehrinde kurulmuştur. Bundan sonra seramik ve porselen gerek teknik kalite, gerek estetik değer ve üretim teknolojisi yönünden çok süratli gelişmeler göstererek günümüze gelmiştir [2, 3].

Anadolu çeşitli kültürlerin yaşadığı bir bölge olması nedeniyle her dönemden seramik eserlere rastlanmaktadır. En önemli seramikler M.Ö. 3500 Kalkolitik devir, M.Ö. 2500-1000 Truva, M.Ö. 2500-1000 Hitit, M.S. 11. ve 13. Asırlarda Selçuklu'lar

zamanlarından kalan seramiklerdir. 10. yüzyılda Anadolu'ya giren Osmanlılar, Selçuklular'dan kalan seramik kültürünü sürdürmüş ve 15. Yüzyılda kendi ekolünü oluşturmuştur. 16. ve 17. Yüzyıllarda özellikle İznik'te dünyaca ünlü çini eserler verilmiştir. Osmanlı döneminde daha ziyade saraylar, camiler, medrese ve türbeler için üretilen seramikler 17. Yüzyıldan sonra yozlaşmaya başlamış ve Cumhuriyet dönemine kadar Kütahya, Çanakkale seramikleri ve Fransa'dan çamuru getirilerek yapılan Yıldız Porselenlerini görürüz. 19. Yüzyılın sonlarına doğru çanak, çömlek, harman tuğlası gibi seramiklerin dışında hiç bir şey üretilemez hale gelinmiştir. Kiremit ihtiyacı dahi İtalya'dan Marsilya Kiremitleri adı altında ithal edilerek karşılanmıştır. Cumhuriyet'ten sonra ilk seramik üretim girişimi 1942 yılında Kartal'da Eczacıbaşı tarafından kahve fincanı üretimi ile başlar. 1950 de başlatılan sanayileşme girişimine paralel olarak 1958 de ilk modern seramik fabrikası sofrta ve süs eşyası üretmek üzere yine Eczacıbaşı tarafından Kartal'da kurulur. 1960 dan sonra ise seramik sanayi büyük bir hızla gelişmiştir [1, 2, 3].

## **2. 4. Seramik Ürünler**

### **2. 4. 1. Seramik Ürünlerin Kullanım Alanları**

Günümüzde seramiği kullandığımız yerler [2, 4, 5, 6].

#### 1. Yapı seramikleri

1. 1. Tuğla ve kiremit
1. 2. Duvar ve yer kaplama plakaları
1. 3. Sağlık gereçleri (lavabo, klozet, eviye, pisuar v. s.)
1. 4. Su ve kanalizasyon boruları

#### 2. Ev eşyası seramikleri

2. 1. Saksı, çanak, çömlek
2. 2. Süs eşyası (vazo, biblo, heykel)

2. 3. Sofra seramiği (tabak, kase, fincan, çaydanlık v. s.)

2. 4. AteŖe dayanıklı piŖirme kapları

### 3. Ser-met'ler

3. 1. Seramik metal karıŖımı parçaları

### 4. Elektrik seramikleri

4. 1. Ŗalter parçaları

4. 2. Sigorta parçaları

4. 3. Alçak ve yüksek gerilim izolatörleri

4. 4. Yalıtım seramikleri

### 5. Eletronik seramikler

5. 1. Manyetik seramikler

5. 2. Dielektrik seramikler

5. 3. Piezo elektrik seramikler

5. 4. Varistrler

### 6. Refrakter seramikler

6. 1. AteŖ tuğlası

6. 2. Silika tuğla

6. 3. Bazik tuğla

6. 4. Karbon tuğla

6. 5. Grafit

6. 6. Silisyum karbür

6. 7. Refrakter harçlar

6. 8. AteŖ imentosu

6. 9. Oksit refrakterler

## 6. 10. Seramik elyaflar

### 7. Aşındırıcı seramikler

7. 1. Zımpara taşları

7. 2. Zımpara tozları

7. 3. Sentetik elmas

### 8. Bio-Seramikler

8. 1. Seramik kemikler

8. 2. Seramik protezler

8. 3. Seramik dişler

8. 4. Seramik implantlar

### 9. Nükleer seramikler

9. 1. Nükleer yakıt sistem seramikleri

9. 2. Radyasyona karşı ağır betonlar

### 10. Mekanik seramikler

10. 1. Piston, yatak

10. 2. Motor gövdesi

### 11. Uzay araçları seramikleri

11. 1. Isı ve sürtünmeye dayanıklı kılıflar

11. 2. Uçuş pist platformları



## 12. Süper iletken seramikler

### 12. 1. Enerji iletim sistemleri

## **2. 4. 2. Seramik Ürünlerin Sınıflandırılması**

### **2. 4. 2. 1. Kalitatif Sınıflandırma [1, 2, 3, 4]**

#### 1. Kaba seramikler (pişme sıcaklığı 900-1050 °C)

1. 1. Tuğla ve kiremit
1. 2. Sırsız kırmızı kaba plakalar
1. 3. Çömlekçi seramikleri

#### 2. Akçini (pişme sıcaklığı 980-1100 °C)

2. 1. Sırlı duvar plakaları
2. 2. Süs eşyası (vazo, küllük, biblo v.s.)
2. 3. İç mekanlar için sanatsal seramikler

#### 3. Sert çini (pişme sıcaklığı 1100-1200 °C)

3. 1. Yer ve duvar seramik plakaları
3. 2. Su ve kanalizasyon boruları
3. 3. Bahçe seramikleri
3. 4. Dış mekanlar için pano, heykel gibi sanatsal seramikler
3. 5. Süs ve sofr seramikleri

#### 4. Vitrikiye seramik (pişme sıcaklığı 1240-1290 °C)

4. 1. Seramik sağlık gereçleri (lavabo, klozet, pisuar, helataşı, eviye v.s.)

## 5. Porselen (pişme sıcaklığı 1250-1420 °C)

5. 1. Sofra eşyası (tabak, fincan, kase, çaydanlık)
5. 2. Süs eşyası (biblo, vazo)
5. 3. Pres porselen (sigorta, fiş, şalter parçaları, elektrik izole porselenleri)
5. 4. Telekomünikasyon izolatörleri
5. 5. Yüksek gerilim izolatörleri
5. 6. Bio-seramikler (diş, protez, kemik)
5. 7. Ateşleme sistemleri (bujiler)
5. 8. Laboratuvar porselenleri

## 6. Refrakterler (pişme sıcaklığı 1350-1700 °C)

6. 1. Endüstriyel fırın malzemeleri
  6. 1. 1. Seramik sanayi fırın tuğlası
  6. 1. 2. Metalurji sanayi fırın tuğlası
  6. 1. 3. Cam sanayi fırın tuğlası
  6. 1. 4. Çimento sanayi fırın tuğlası
  6. 1. 5. Gaz üretim sanayi fırın tuğlası
  6. 1. 6. Enerji santralleri
  6. 1. 7. Kireç sanayi fırın tuğlası
  6. 1. 8. Kimya sanayi fırın tuğlası
  6. 1. 9. Enerji sanayi fırın tuğlası
6. 2. Isıtıcılar (Soba, elektrik ocağı, kalorifer kazanları, rezistans çubukları)
6. 3. Uzay araçları kılıfları
6. 4. Uzay araçları uçuş pist platform refrakterleri
6. 5. Isı izolasyonu refrakterleri
  6. 5. 1. İzolasyon tuğlaları
  6. 5. 2. İzolasyon elyafları

## 7. Teknik Seramikler (pişme sıcaklığı 1500-2000°C)

### 7. 1. Oksit seramikler

### 7. 2. Aşındırıcılar

## **2. 4. 2. 2. Bünye Yapısına Göre Sınıflandırma [1, 4, 6]**

### 1. Boşluklu seramikler

Boşluklu seramikler, kullanılan kilin camlaşma derecesinden daha düşük bir ısı derecesinde pişirildiklerinden gözenekli bir yapıya sahiptirler. Boşluklu olduklarından ısı geçirme kabiliyetleri diğer seramiklere göre daha azdır. Su emmeleri yüksek, sertlikleri azdır. Kaba ve ince seramik malzemeler olarak ikiye ayrılırlar.

#### 1. 1. Kaba seramikler

##### 1. 1. 1. Pişmiş toprak malzeme

- Tuğla
- Kiremit
- Taşıyıcı döşeme malzemesi
- Değişik kalıplama malzemeleri
- Dekoratif malzemesi
- Diğer pişmiş toprak malzemeler

##### 1. 1. 2. Ateşe dayanıklı (refrakter) Malzeme

- Ateş tuğlası
- Silika tuğla
- Bazik tuğla
- Silisyum karbür
- Oksit refrakterler

## 1. 2. İnce seramikleri

### 1. 2. 1. Fayanslar

- Adi fayanslar
- Karo fayanslar
- Sıhhi tesisat fayansları
- Mozaik Fayanslar

## 2. Yarı boşluklu seramikler

Boşluk oranları % 3-4 civarındadır. Pratikte su geçirmez olarak kabul edilebilirler. Sertlikleri boşluklu malzemelere göre daha yüksektir.

- Kaplama malzemesi
- Sıhhi tesisat malzemesi

## 3. Boşluksuz seramikler

Kullanılan kilin camlaşma derecesinde pişirilmiş olduklarından camsı bir yapıya sahiptirler. Su emmeleri pratik olarak %0, çelikten daha sert ve ısıya dayanıklılıkları boşluklu seramiklerden (ateşe dayanıklı olanlar hariç) fazladır. Greler ve porselenler olmak üzere ikiye ayrılırlar.

### 3. 1. Greler

- Karo greler
- Mozaik greler
- Sıhhi tesisat greleri
- Kimya endüstrisi greleri

### 3. 2. Porselenler

- Sıhhi tesisat malzemesi
- Alçak ve yüksek gerilim izolatörleri

- Mutfak eşyası
- Özel seramikler

### 2. 4. 3. Seramik Ürünlerin Özellikleri [1, 2, 7]

#### 1. Kimyasal dayanım özellikleri

Asitlerden (HF hariç), alkalilerden, bazlardan ve korozyondan etkilenmezler.

#### 2. Fiziksel dayanım özellikleri

Sert malzemelerdir. Kolay çizilmez ve aşınmazlar. Özel aşındırıcı amaçla üretilmiş seramikler tüm diğer metal ve malzemeleri aşındırma ve kesmede kullanacak kadar sert özelliğe sahiptirler (Korund, SiC, sentetik elmas gibi). Mekanik dayanıklılıkları fazla değildir. Darbelere karşı kırılırlar. Basınca dayanıklıdırlar. Taşıyıcı ve yük çekebilir özellikli olanlar tuğla ve yer kaplamalarıdır. Mikro yapısında cam fazı yüksek olan porselen gibi seramikler yarı saydamlık kazanmışlardır. Özgül ağırlıkları genelde metallere göre daha düşüktür. Genelde ısı değişikliklerine ve şoklara karşı dayanıklıdırlar. Sağlık ve estetik ile ilgili seramiklerin kullanılan yüzeyleri sır dediğimiz cam bir tabaka ile kaplanmıştır. Sırlı yüzeyler;

- Parlaktırlar
- Gözeneksizdirler
- Kir tutmazlar
- Mikrop ve bakteri barındırmazlar

#### 3. Elektriksel özellikleri:

Genellikle yalıtkan özellik gösterirler, bu özellikleri nedeni ile alçak ve yüksek gerilim yalıtkanlıklarında kullanılır. Buna karşı fırınlar için özel direnç malzemeleri olarak iletken seramikler de vardır (SiC, MoSi<sub>2</sub> gibi).

#### 4. Genellikle ısıyı az iletirler.

Özel olarak porozitesi yüksek ve lif şeklinde üretilen seramikler ısı ızalasyonu en yüksek ve ısıya dayanıklı malzemelerdir. Isıyı iyi iletmesi için üretilen seramikler fırınlarda ve metal eritme kapaklarında kullanılmaktadır (SiC, grafit).

#### 5. Refrakterlik özelliği

Isıya dayanıklı malzemelerdir. Soba, fırın, şömine, sanayi fırınlarında kullanılan tek malzeme seramiktir.

#### 6. Şekillenme özelliği

Kuru, yarı yaş, yaş ve sulu olmak üzere çok çeşitli metodlar ile şekillenebilme özelliğine sahiptir. Bu imkan nedeni ile her türlü şekil verilebilen bir malzemedir.

### 2. 5. Seramik Hammaddeleri

Seramik hammaddeleri özlü ve özsüz hammaddeler olmak üzere iki gruba ayrılır.

1. Özlü seramik hammaddeleri: Su ile yoğrulabilen, dağılmadan kolaylıkla şekillendirilebilen, kurdukları zaman verilen şekli muhafaza eden hammaddeler, özlü seramik hammaddeleri olarak adlandırılır.

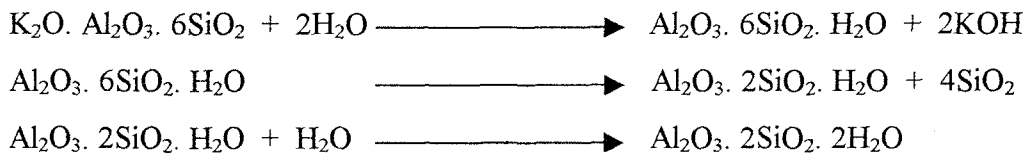
2. Özsüz seramik hammaddeler: Çok ince öğütülebilirler bile, su ile kolayca şekil verilemeyen, şekil verilebilse bile bir dış etken ile şeklini kaybedip dağılan maddeler özsüz seramik hammaddeleri olarak tanımlanır.

Özlü seramik hammaddeleri de, kendi aralarında özlülük derecelerine göre sıralanırlar. Bu sıralamaya etken olarak, oluşum koşullarına göre içerdikleri tane iriliklerini ve yoğrulmaları için alabildikleri su miktarını gösterebiliriz. Buna göre en özlü hammadde olarak montmorillonitik bir grupsal yapı gösteren bentonit, arkasındanda daha az özlü olarak çeşitli grupsal yapılara sahip killeri ve sonuncu olarak kaolinler sıralanabilir [1].

### 2. 5. 1. Kil

Kilin anaç kayası jeolojik devirlerde oluşmuş bulunan feldspatlardır. Feldspat kayalar çeşitli jeolojik devirlerde jeolojik ve fiziki şartların etkisiyle yer yer değişime uğramıştır.

Feldspat ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ )' in kaolinizasyon olayı :



Oluşan kaolinit (kaolen yatakları) zaman içindeki doğa şartları özellikle yağmur ve sel suları ile karşı karşıya kalınca tanecikler su ile beraber taşınarak arazi içindeki çukurluklara dolmuş ve buralarda zamanla çökerek kil yataklarını oluşturmuşlardır. Bu killere sedimanter killer denir [4, 8, 9].

Kil, kaolen ile aynı kimyasal yapıya sahip bir kaolinittir. Kilin kaolene göre farkı, kaolenden ayrılan tanelerin su ile sürüklenip toplanması sırasında tanelerin incilmesiyle kil plâstiklik kazanmış olur. Killerin bu plastik özelliği, seramik ürünlerin şekillendirilmesinde yararlanılan en önemli yanını oluşturur.

Kil yatakları, uzun zamanlar içinde ve çeşitli aralıklardaki sürüklenme ve taşımayla olduğundan birbirinden farklı tabakalar halinde üst üste veya çeşitli kalınlıklar halinde bulunurlar. Taşıma sırasında geçtikleri yollar ve yataklardaki anorganik ve bitkisel maddeleri de birlikte sürükleyerek taşırlar. Böylece bünyesine, metaloksitler, Ca, Mg, karbonatlar, sülfatlar, kömür, humus gibi yabancı maddeler de karışır. Genellikle karışan bu yabancı maddeler kilin saflığını, kalitesini ve beyazlığını bozucu etkiler yapar. Değişik birkaç kilin kimyasal analizi tablo 2. 1' de verilmiştir [2,10,11].

Tablo 2. 1 Değişik birkaç kilin kimyasal analizi [11]

	A	B	C	D
<b>SiO<sub>2</sub></b>	61.2	59.8	55.2	53.3
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	24.3	26.7	27.9	32.5
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1.4	1.7	1.2	1.5
<b>TiO<sub>2</sub></b>	1.0	1.0	1.1	1.1
<b>CaO</b>	0.3	0.3	0.3	0.2
<b>MgO</b>	0.4	0.3	0.4	0.2
<b>K<sub>2</sub>O</b>	1.3	0.6	1.0	0.7
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0.2	0.2	0.3	0.1
<b>Ateş Zaiyatı</b>	9.9	9.5	12.6	10.4
<b>Toplam</b>	100.00	100.00	100.00	100.00

Metal oksitler, karışma oranına göre killerin ham ve pişmiş renklerini değiştirir.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : Bej, sarı , kırmızı, kahverengi

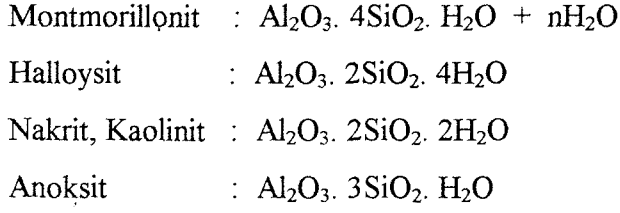
MnO<sub>2</sub> : Mor, kahverengi, siyah

TiO<sub>2</sub> : Sarı, bej, gri, kirli mavi

Karışımları gri, siyah gibi renkleri oluştururlar. Madensel tuzlar kilin reolojik (döküm) özelliklerini bozarlar. Sülfatlar pişme sırasında özellikle sırda olumsuz etkisiyle bozuşmalara sebep olur. Kömür ve organik diğer karışımlar fazla olmadığı takdirde killerin döküm özelliklerini olumlu yönde etkilerler. Killer tanelerinin inceliği oranında plastiklik kazanırlar. Halk dilinde plastiklik için yağlı kil tabir edilir.

Doğadaki killer hepsi değişik zaman ve yerlerde olduğundan birbirlerine göre çok farklılıklar arzeder ve çeşitli yabancı maddeler ile beraber çöktükleri için klasik kaolinit formülü olan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 2SiO<sub>2</sub>. 2H<sub>2</sub>O şeklinde kile rastlamak hemen hemen imkânsızdır. Genellikle kimyasal formülünde metaloksitler, alkaliler, SiO<sub>2</sub>' de ilave edildiği görülür ve formüldeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. SiO<sub>2</sub> oranları da değişmiş olur. Yine kil özelliğinde olan fakat teşekkülleri dolayısı ile yapıları değişik olan mineraller vardır.





Bünyesinde bu minarellerden çok fazla bulunan killere Bentonit adı verilir. Bu killerin sulanmak için çok fazla suya ihtiyacı vardır. Bu yüzden şekillendikten sonraki kurumaları sırasında çok küçülürler. Kil minerallerini meydana getiren zerreler ince altıgen plaklar şeklindedir. Sulandırılmış kilin çökmesi, plakların yüzmesi ve negatif elektrik yükü olması nedeni ile birbirlerini itme özelliklerinden dolayı çok yavaş olur. Killer bu özelliği ile sulu seramik çamurlarında süspansiyon malzeme görevi de görürler ve kendileri yavaş çökerken diğer kolay çöken ağır malzemeleri de taşıyarak karışımın çökmesini geciktirirler [8, 9, 12].

Killerin ısıya dayanıklılığında bünyesine karışan organik, metal oksit ve diğer anorganiklerin miktarlarına bağımlı olarak değişir. Kil bünyesinde metal oksitler, karbonatlar, sülfatlar ve feldspatlar arttıkça ısıya dayanımı azalır ve düşük derecelerde ergir, kaynar ve kabırır.

$Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  miktarı arttıkça ısıya dayanım özelliği artar. Bu tip killerin pişme renklerinde daha beyaz olur ve bunlara refrakter killeri ve şiferton adı verilir. İçindeki bol miktarda  $Fe_2O_3$ ,  $MnO_2$  bulunan ve ince taneli killere çömlekçi kili adı verilir. Bu killer alçak derecede sinterleşir. Pişme renkleri kahverengi veya kırmızı tonlardadır. Endüstriyel seramiklerde ise metal oksit oranı 1-1.5 altında olan sülfat ve karbonatları olmayan plastik killer kullanılır. Bu tip killere doğada bol miktarda rastlanmadığı için bol bulunan temiz olmayan killer çeşitli metotlarla temizlenerek zenginleştirilerek kullanılır [4, 9].

Ülkemizde kil minerali çoktur, ancak pişme renkleri koyu ve pişme ile kaliteli bir ürün olamayacak şekilde yabancı maddelerin karışık olduğu killerdir. Bunların bir kısmı renkli olmasına rağmen pişme özellikleri iyidir. Bu tip killer ile tuğla, kiremit ve

çanak, çömlek üretimi yapılmaktadır. Kaliteli killeri olarak nitelediğimiz killerden halen işletilen ocaklar;

İstanbul : Beykoz, Şile, Ayazağa, Sarıyer, Kilyos, Arnavutköy, Boğazköy

Söğüt : Kure Köy, Çaltı, İnhisar

ocaklarıdır. Bunun dışında çeşitli kurum ve kuruluşların aramalarına rağmen halen seramik sanayinin ihtiyacına cevap verebilecek başka kil ocakları bulunamamıştır. Kuruluşlar kil ihtiyaçları yönünden sıkıntıya girmişlerdir. Bünyesinde  $\text{SiO}_2$ ' si çok olan kil ocakları zenginleştirme işlemi sonunda kullanılabilir hale gelebilmektedir. Seramik kuruluşları kil ve kaolen zenginleştirme tesisleri kurarak istifade edilmeyen bu killeri kullanmayı sağlamaya çalışmaktadırlar. Bir kısım ihtiyaçları için ise yurt dışından özellikle İngiltere'den kil ve kaolen ithal edilmeye başlanmıştır [1, 2].

### 2. 5. 2. Kaolen

Kaolen, kile göre daha saf bir kaolinit olup, bünyesinde killerde olduğu kadar çok yabancı organik ve inorganik maddeler bulunmaz. Bu nedenle daha yüksek ısılarla dayanıklı ve pişirme renkleri daha beyazdır. Kaolinler de, killeri gibi suda açılmasına rağmen killeri kadar plastik olmayıp özsüzdürler. Kaolinit ihtiyacı daima, ürünün özelliğine göre kil ve kaolenin çeşitli oranlarda karışımı ile elde edilir.

Ülkemizde kaolen ocakları daha ziyade Batı ve Karadeniz Bölgesindedir.

Balıkesir : Mustafa Kemalpaşa

Çanakkale : Biga, Çan., Bayramiç

Eskişehir : Mihaliççik

Bilecik : Deresakarı

Uşak

Bursa

İstanbul : Arnavutköy

Nevşehir : Avanos

Ordu : Ünye

Ülkemiz kaolenleri Avrupa kaolenleri gibi suda kolay açılan cinsinden olmayıp, sert kaolenlerdir. Öğütülmeleri gerekmektedir. Kullanılan kaolen ocakları büyük rezervli olmayıp, oluşumları itibarı ile de aynı ocakta çeşitli özellikler göstermektedirler [1, 2, 9, 10].

### 2. 5. 3. Feldspat

Kil ve kaolenlerin anaç kayası olan feldspat, bünyesindeki alkaliler ile ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) kil ve kaolenlere göre ergime derecesi düşük olan bir seramik hammaddesidir. Seramik ürünleri oluşumunda, feldspat bünyesindeki alkali oranına bağlı olarak sinterleşme ve camlaşmayı sağlar. Feldspatlar sert minareller olup, üretim prosesi içinde öğütülmeleri gerekmektedir. Feldspatlar kimyasal olarak alkali alümina silikatlarıdır. Jeolojik oluşumlardan meydana gelen püskürük kütleler içinde saf halde veya granit, porfir, siyanit gibi kayalar ile beraber damarlar halinde bulunur. Seramik sanayiinde daha ziyade ortaklas ve albitler kullanılmaktadır [8, 9, 10].

K-Feldspat (Ortoklas)	: $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
Na-Feldspat (Albit)	: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
Ca-Feldspat (Anortit)	: $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
Ba-Feldspat (Celsian)	: $\text{BaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Feldspatlar, saf sodyum veya potasyum feldspatı olarak pek yok gibidir. Potasyum feldspatlarda bir miktar sodyum, sodyum feldspatlarda bir miktar potasyum bulunur. Ayrıca feldspatlar içinde bir miktar kuars ve kaolinden bulunmaktadır. Aynı şekilde Kaolen ve killerin içinde de çeşitli oranlarda feldspat bulunur [2, 11, 12].

Potasyum feldspatların sinterleşme intervali sodyum feldspatlara göre daha geniştir. Yumuşamaya başlangıç ısısı yaklaşık  $1150^\circ\text{C}$  ergime ısısı  $1280^\circ\text{C}$  dir. Aradaki  $130^\circ\text{C}$  fark nedeni ile potasyum feldspat, porselen gibi deforme olma noktasına kadar pişirilip camlaşan seramik ürünlerde tercih edilir.

Tabiatta %50'ye kadar kuars ile karışık olan feldspatlara pegmatit, fiziki şartlar ile ufalanıp kum şekline gelmiş feldspatlara feldspat kumu adı verilmektedir.

Ülkemiz feldspat yönünden zengin ocaklara sahiptir. Bünyesinde Fe, Ti ve Mika bulunan büyük stoklu sodyum ve potasyum feldspat temizleme işlemlerine tabi tutularak üstün kaliteli feldspat elde etme faaliyetleri sürdürülmektedir [1, 2, 5].

Ülkemizdeki Feldspat Ocakları :

Kütahya : Simav, Emet

Çanakkale : Biga, Çan

Aydın : Çine

Manisa : Demirci

Bilecik : Pegmatit

#### 2. 5. 4. Kuars

Diğer seramik hammaddelerine göre tabiatta daha saf bulunan kuars %99.5 SiO<sub>2</sub>, %0.5 Fe ve Ti ile karışık bulunur. Kuars SiO<sub>2</sub> tabiatta kristal ve amorf haldedir.

Kristal Kuars: Amorf kuars:

-Ametist - Sileks

-Topaz - Flint

-Neceftaşı - Kiselgur

-Kuars kumu - Diatomit

Kuars tabiatta ve Ülkemizde en yaygın bulunan seramik hammaddelerinden biridir. Kuars sert bir mineraldir. Öğütülerek kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle ekonomik olması dikkate alınarak en fazla kuars kumu olan şekli kullanılır.

Kuars kristalleri tabiatta:

-Kuars

-Kristobalit

-Tridimit

şeklinde bulunmaktadır. Bu üç kristal şekli, ısı değişimlerinde birbirlerine ve yine kendi aralarında daha farklı olan kristal yapılarına dönüşürler.

Seramik hammaddelerinin hepsi ısı karşısında hacmen küçülürler. Oysa kuars ısı karşısında bu kristal değişimleri, kuarsın hacmen büyümesine sebep olur. Kuarsın bu özelliği çamur, sır ve hammaddesinin %95'i kuars olan silika tuğlaların pişimi sırasında ve ani yüksek ısı değişimleri karşısında özel dikkat gerektirmektedir. Eğer kritik olan bu geçiş ısıları gerektiği süratle olmaz ise sır ve massede çatlama ve parçalamalara sebep olabilir [2, 8, 9, 11, 12].

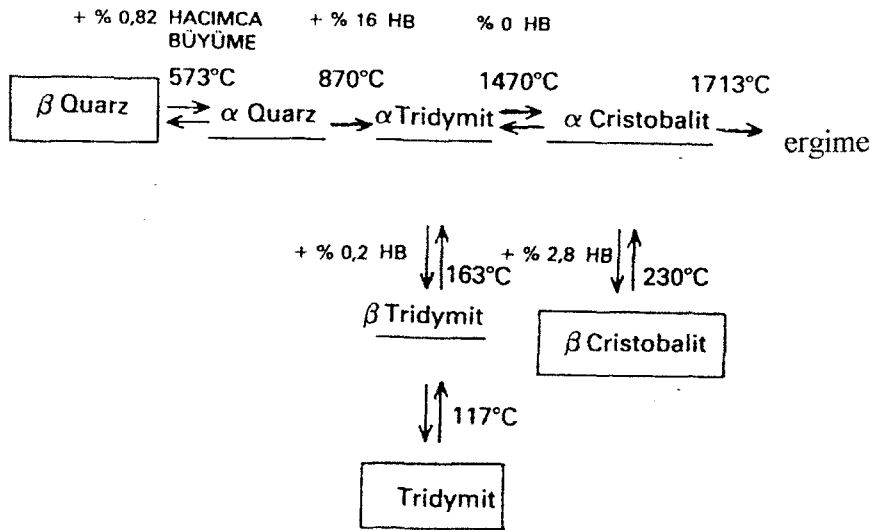
Ülkemiz Kuars Ocakları: Kuars, ülkemizde kaya ve kum şeklinde bir çok yörede yaygın olarak bulunmaktadır. Şu sırada değerlendirilmekte olan ;

Trakya : Podima, Kabakça, Çatalca

Bilecik

Kütahya

Çanakkale : Kemer bölgeleridir.



Şekil 2.1 Silisyum dioksitin modifikasyonları [1, 8]

### 2. 5. 5. Kalker

Tabiatta çok fazla rastlanabilen bir mineraldir. Kalker kristal hali ile kireçtaşı, mermer, kalsit, amorf hali ile ise tebeşir olarak bulunur. Kalker'in [ $\text{CaCO}_3$ -kalsiyum karbonat] ergime sıcaklığı  $2700\text{ }^\circ\text{C}$  gibi oldukça yüksektir. Ancak başka bir madde ile karışımının pişme sırasında birleştiği maddenin ergime noktasını yükselteceğine, tam tersi erime noktasını düşürür. Bir örnek alırsak :

Bu örnekte en düşük ergime noktası  $1210\text{ }^\circ\text{C}$  de %90 feldspat, %10  $\text{CaCO}_3$  karışımı görülmektedir. Bu olay genelde başka maddeler arasında da olmaktadır. Ergime ve donma noktalarının birleşen iki ayrı maddeye göre aşağıya çeken en uygun karışım oranına ötektik oran, ergime noktasına da ötektik nokta denilmektedir [2, 8, 10, 11].

$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	$\text{CaCO}_3$	$^\circ\text{C}$
%	%	
100	-	1280
95	5	1230
90	10	1210
85	15	1270
80	20	1380
75	25	1580
...	...	....
0	100	2700

Ülkemiz Kalker Ocakları: Kalkere Ülkemizin hemen her yöresinde bol miktarda rastlanılmaktadır. Seramik sanayiinde kullanılan ocaklar daha ziyade, dünyada mermere ismini veren Marmara Adası'ndaki mermer yataklarıdır. Biga civarındaki Kalsit yataklarıda kullanılmaktadır [1, 2, 3].

### 2. 5. 6. Magnezit

Ergime noktası 2000 °C gibi çok yüksek olan hammaddelerden biridir. Magnezit:  $MgCO_3$  (Magnezyum Karbonat) genellikle kalsine edildikten sonra yüksek ısıli metalurji fırınları için magnezit tuğla yapımında kullanılır.

Pişme ile  $MgCO_3 \longrightarrow MgO + CO_2$  (900 °C) bünyesindeki  $CO_2$  açığa çıkar ve MgO halini alır. Magnezyum oksit ısı şoklarına karşı dayanıklılığı artırdığı için laboratuvar kablalarında, ısı çubuklarında ve elektrik şoku olan alanlardaki özel seramiklerde kullanılmaktadır [2, 11].

Ülkemizde halen işletilen magnezit ocakları Eskişehir civarındadır.

### 2. 5. 7. Dolomit

Seramik ve hamur ve sırlarında CaO ve MgO ihtiyacının birlikte doğduğu hallerde kullanılır.

Dolomit:  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$  (kalsiyum karbonat, magnezyum karbonat)

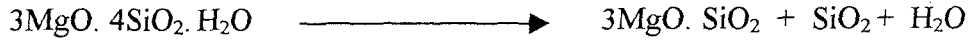
Tabiatta kaya ve kum şeklinde bulunan dolomit, ülkemizde Karadeniz ve Kütahya civarındaki ocaklardan elde edilmektedir [4, 8, 11,12].

### 2. 5. 8. Talk

Steatit olarak bilinen elektrik malzemesi, sert değirmen taşları ve ısı şoklarına dayanıklı olması arzu edilen mutfak seramiklerinde kullanılır.

Talk:  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$  (Magnezyum silikat)

Talk ısı karşısında 900 °C de:



Magnezyum silikat ve amorf  $\text{SiO}_2$  kristobalit kristali haline geçer. Amorf  $\text{SiO}_2$  nedeni ile talk katılmış ürünler talk oranına göre küçülmeleri azalır. Veya tamamen küçülme yok olabilir. Talk plaklar halinde bir kristal yapıya sahiptir. Aynı kimyasal yapıya sahip olan sabun taşı, talkın kullanıldığı yerlerde kullanılır. Sabun taşının kristal yapısı kütle tanecikler halinde olduğundan bazı hallerde talka göre daha iyi şekillenme özelliğine sahiptir [1, 2, 4, 10, 11].

### 2. 5. 9. Boksit

Bünyesinde kristal su bulunan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ' tir. Üç çeşit boksit cevheri vardır.

Gibsit :  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Böhmit :  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Diasporit :  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

$\text{Al}_2\text{O}_3$  elde edilmekte kullanılır. Boksitten elde edilen  $\text{Al}_2\text{O}_3$  seramik sanayinde ergime noktasını yükseltmek amacı ile direkt kullanıldığı gibi 2000 °C derecelik ark fırınlarında ergitilerek çok sert olan korund'un elde edilmesinde de kullanılır.

Korund ile yüksek ısıya dayanıklı refrakter malzemeler, reaksiyon kapları ve zımpara taşları üretilmektedir [1, 11, 12].

Ülkemizde işletilmekte olan en zengin boksit yatakları Konya civarındadır.

### 2. 5. 10. Zirkonyum Silikat (Zirkon)

Tabiatta kum hali ile bulunan zirkonyum silikat bazı özel seramik hamurlarında ve çok ince öğütülmesi halinde seramik sırlarında örtücülük elde etmek için kullanılmaktadır.

Zirkonyum silikat:  $\text{ZrSiO}_4$



Ülkemizde henüz rastlanmamıştır. Dünyada en fazla çıkarıldığı yer Avusturalya'dır. Zirkonyumun bulunduğu bir diğer hammadde Zirkonya:  $ZrO_2$ 'dir.  $ZrSiO_4$ 'in kullanıldığı yerlerde aynı amaçla kullanılmaktadır. Tanıdığımız bu seramik hammaddelerinden başka seramik hamur ve sırlarında kullanılan bazı diğer hammaddeler de şunlardır [2, 11, 12].

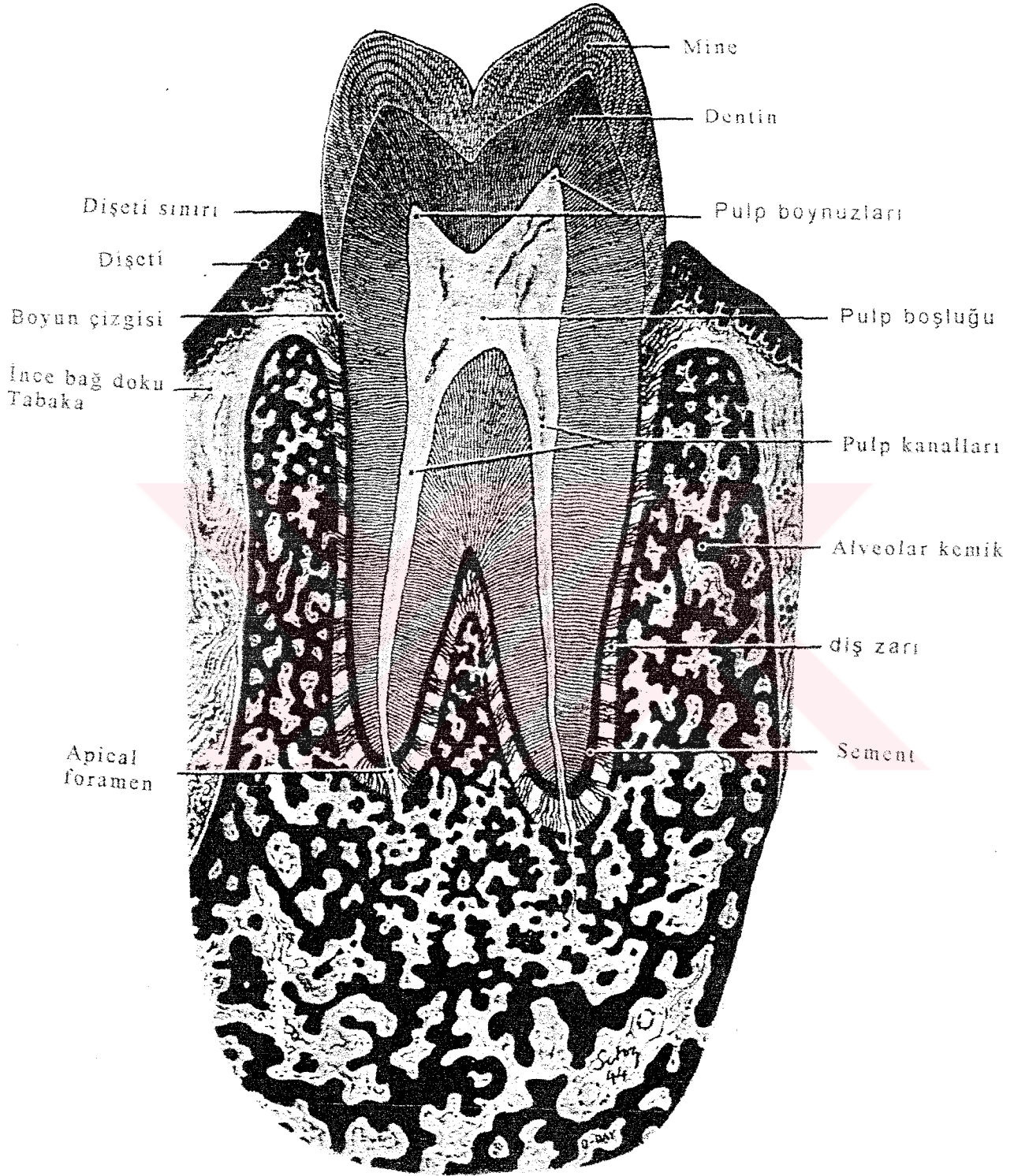
Adı	Formülü	Kullanıldığı Yer
Baryum karbonat	$BaCO_3$	Sırda
Üstübeç	$2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$	Alçak dereceli ve artistik bazı sırlarda
Mürdesenk	$PbO$	» » » » »
Sülyen	$Pb_3O_4$	» » » » »
Potaşe	$K_2CO_3$	Sır ve hamurda
Asitborik	$B(OH)_3$	Firitli fayans sırlarında
Boraks	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	» » » » »
Çinko oksit	$ZnO$	Sır ve sır boylarında
Kalay oksit	$SnO_2$	» » » » »
Ulaksit	$NaCaB_5O_9 \cdot 6H_2O$	Sır ve hamurda alçak derecede ergime
Pandermit	$2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3H_2O$	» » » » » » »
Kolamanit	$2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 5H_2O$	Sır ve hamurda alçak derecede ergime
Kalsiyum Fosfat	$Ca_3(PO_4)_2$	Kemik poseleninde

## BÖLÜM 3. DIŞ MORFOLOJİSİ

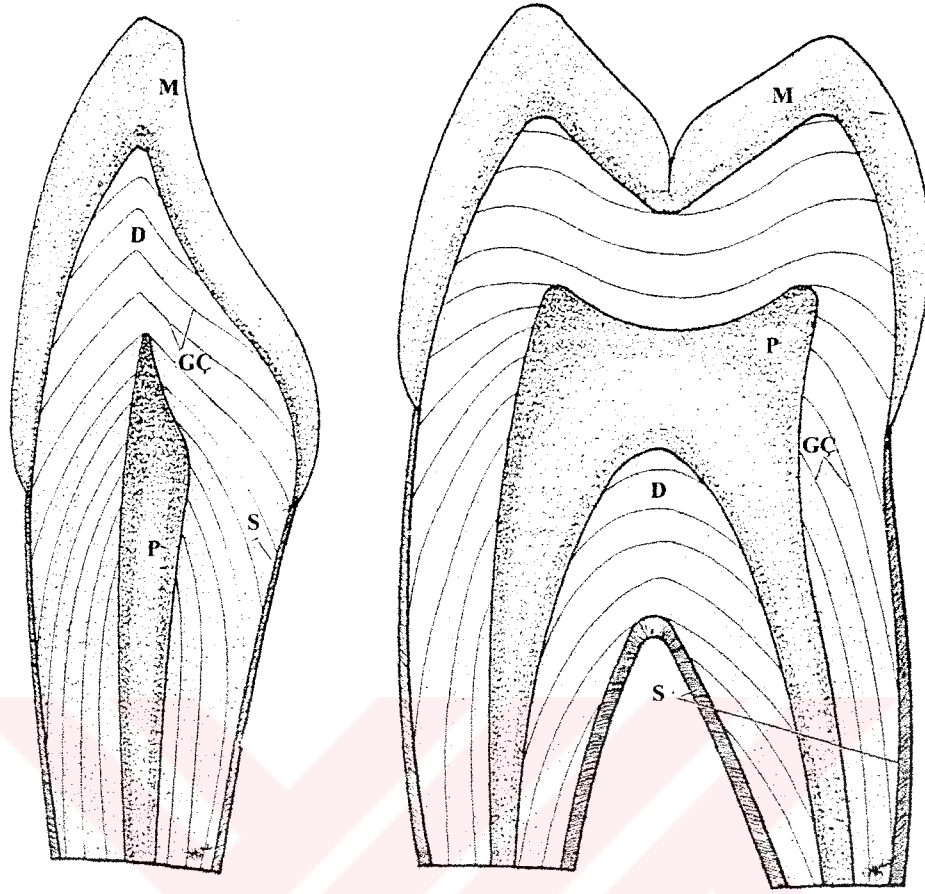
### 3. 1. Genel Yapı ve Bağlantılar

Şekilleri yerine göre farklı olmakla birlikte genel yapıları birbirine benzeyen dişlerden bir diş Şekil 3. 1' de kesit ve Şekil 3. 2' de şematik olarak gösterilmiştir. Öncelikle, dişin çeşitli tabakalarında görülen dokunun bir kemik dokusu değil, değişikliğe uğramış "Epitel Doku" olduğunu bilmek gerekir. Şekilde görüldüğü gibi dişin kök üstünde görünen kısmı "Mine" isimli çok sert nitelikte ayrı bir tabaka ile örtülmüştür. Bu tabakada sinir uçları yoktur ve hassas değildir. Mine' nin altında, dişin tüm gövdesini oluşturan ve kök kısmında da devam eden "Dentin" tabakası bulunmaktadır. Çok ince kanallar içinde sinir uçları bu tabakanın içine uzanmıştır. Bu tabaka dış etkenlere duyarlıdır. Dentin' in içinde, dişin tüm boyutunu kateden "Pulpa Yuvası" bulunmaktadır. Bu yuva dişin kök ucunda kök ucu deliği (foramen apikale) ile sonlanmaktadır. Dişi besleyici damarlarla duyarlılığı sağlayıcı sinirler bir paket halinde buradan girer ve pulpa yuvasını doldururlar. Dişin kök kısmına isabet eden dentin kısmının dış yüzeyi "Sement" isimli yumuşak ve duyarlı bir tabaka ile örtülüdür. Bu tabaka bir çeşit kemik zarıdır ve aynı özelliktedir.

Dişin kök kısmı, Alveol ismi verilen çukurluk içindedir ve bu çukurlukla Sement tabakası arasında "Periodonsiyum" denilen lifli tabaka bulunmaktadır. Liflerin bir ucu sement tabakasına, diğer ucu alveol duvarına sıkıca bağlıdır. Bu tabaka dişlere dıştan gelen basıncın doğrudan alveol duvarına yansımalarını önler. Bir çeşit hidrolik basınç alanı gibi dıştan gelen basıncı karşılar ve kuvvetli basınçta gözle fark edilmesi güç bir miktarda esner. Bu tampon bölge dokusu da canlıdır. Dişin kök üstünde kalan ve ağızda görünen kısmına "Kuron" denir. Türkçe' si "mine, taç" tır. Fakat kuron veya kron demek daha uygundur. Alveol içinde kalan ve normalde ağız içinde gözle görülmeyen kısmına ise "Kök" denilmektedir. [13, 14, 15, 16]



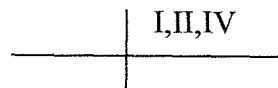
Şekil 3. 1 Bir dişin boylamasına kesiti [14, 16]



Şekil 3. 2 Kesici ve azı dişlerde gelişme çizgileri. M, Mine; D, Dentin; P, Pulp; GC, Gelişme Çizgileri; S, Sement [17]

### 3. 2. Süt Dişleri ve Sürekli Dişler

Süt dişleri yaklaşık altı aylıktan başlayarak üç yaşına kadar tamamlanırlar. Yedi yaşından itibaren on üç yaşına kadar ise sıra ile dökülerek kaybolurlar. Tamamı 20 diştten ibarettir. Üst ve altta dörder kesici diş, ikişer köpek dişi ve dörder azı dişi ile tamamlanırlar. Süt dişlerinde küçük azı yoktur. Ülkemizde şema üzerinde süt dişleri Roma rakamları ile gösterilmektedir. Şema, dikine orta çizgi ve çiğneme düzlemini temsil eden yatay çizgi ve çiğneme düzlemini temsil eden yatay çizgi ile oluşturulur. Dişler buldukları tarafa göre numaraları ile şema üzerinde gösterilirler [13, 18, 19].



örneği gibi.

Sürekli dişler yetişkin insanda 32 tanedir. Yaklaşık altı yaşından itibaren ağızda görülmeye başlar ve yaklaşık 20-25 yaşlarında tamamlanır. Üst ve alt çenenin iki tarafında simetrik olarak alveol kavisi üzerinde dizilirler. Tek çenede bir taraftan ele alınırsa, 1. diş Orta Kesici'dir. Latince Medial Ensisiv, Fransızca Santral olarak isimlendirilir. Yaklaşık yedi yaşları civarında çıkar. Tek köklüdür.

2. diş Yan Kesici'dir. Latincesi Ensisivus Lateralis, Fransızcası Lateraldır. Orta kesicilerle beraber çıkar ve tek köklüdür.

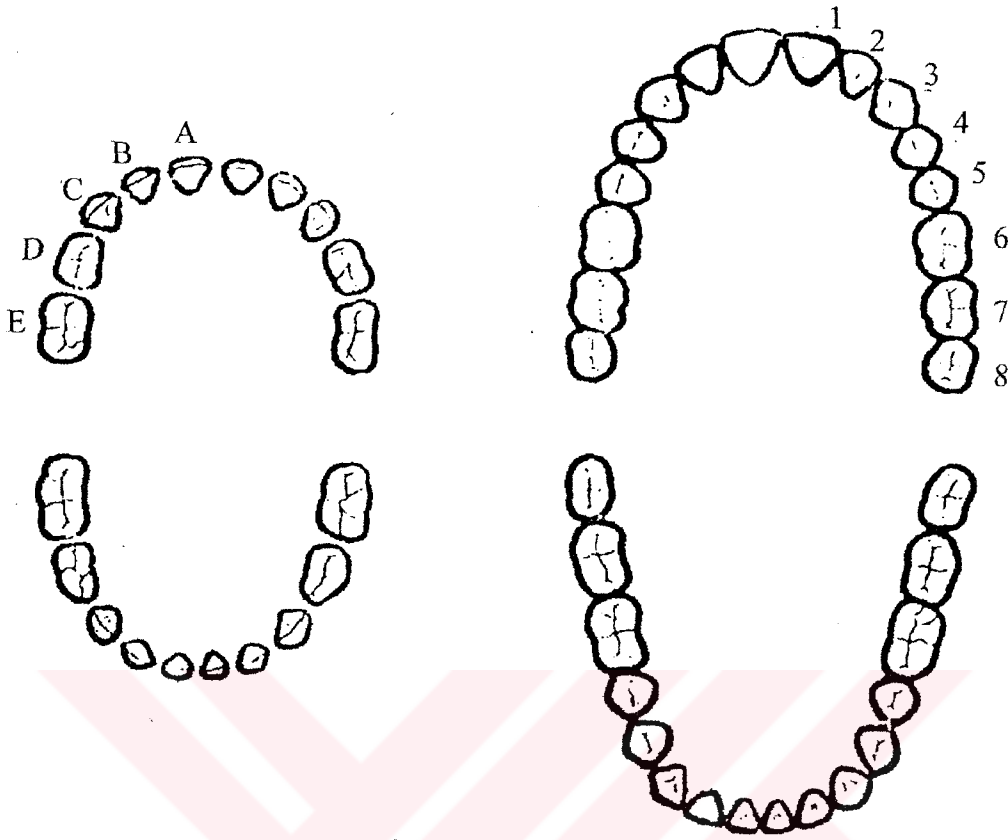
3. diş Köpek dişidir. Latincesi Kaninus, Fransızcada da kısaca Kanin ismi ile kullanılır. Kelimenin lâtince anlamı gene "köpek" dir. Parçalayıcı dişdir. 13 yaşları civarı çıkar ve tek köklüdür. Kök boyu en uzun olan dişdir [20].

4. diş Birinci Küçük Azı dişidir. Latincesi Premolar'dır. Dokuz yaşları civarında çıkar. Alt çenede bir köklüdür. Üst çenedeki normalde iki köklüdür ve kökün biri damak tarafında, diğeri yanak tarafındadır. Ender olarak (kural dışı) bir köklü olduğuna da rastlanmaktadır.

5. diş İkinci Küçük Azı dişidir. İsmi ve çıkışı 4 numarada olduğu gibidir. Alt çenede de üst çenede de birer köklüdür. Ender olarak üst çenede (kuraldışı) iki köklü olduğuna da rastlanmaktadır.

6. diş Birinci Büyük Azı dişidir. Latincesi Molar'dır. Fransızcada kısaca Gros denilmektedir. Altı yaş civarında çıkar. Üst çenede üç köklüdür. Köklerin biri damak tarafındadır. Diğer iki kök biri Mezialde (önde), diğeri Distalde (arkada) olmak üzere yanak tarafındadırlar. Alt çenedeki iki köklüdür. Köklerin biri Mezialde diğeri Distalde'dir.

7. diş İkinci Büyük Azı dişidir. İsmi ve çıkışı 6 numarada olduğu gibidir. Oniki yaş civarında çıkar. Kök sayıları ve kök konumu da 6 numarada olduğu gibidir.



Şekil 3.3 Solda süt dişlerinin, sağda sürekli dişlerin şematik görünüşü [16]

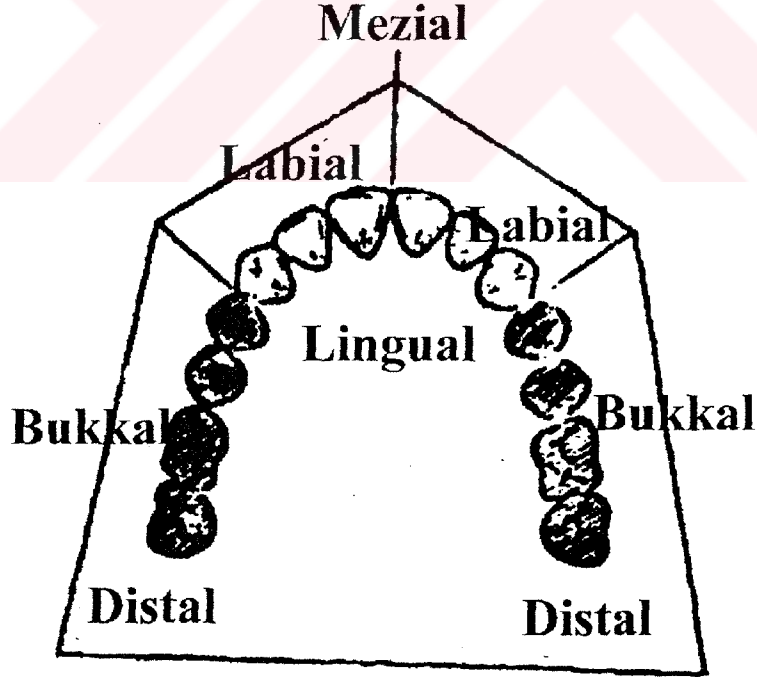
8. diş Üçüncü Büyük Azı veya “akıl dişi” ismi ile anılır. Yabancı dilde isimlendirmesi diğer büyük azılar gibidir. Yaklaşık 18 yaşlarında çıkabildiği gibi kırk yaşına kadar çıkması gecikeni de vardır. 80 yaşına geldiği halde akıl dişlerini henüz yeni çıkarmakta olan kişilere rastlanmıştır. Kök sayısı belli değildir. Bir kökten beş köke kadar görülmektedir. Bu dişi hiç çıkmayan kimseler de vardır [19].

### 3. 3. Dişlerin Konumlarına Göre Yön İsimleri

Dişleri oklüzal plânda incelerken, konumları da belli olmaktadır. Örneğin Şekil 3.4' de üst çene modeli üzerinde protetik total diş dizimi görülmektedir. Modelin dudaklara bakan ön kısmına Mezial, yumuşak damağa bakan arka kısmına Distal yön denmektedir. Dişlerin yanak tarafına Bukkal, dudak tarafına Labial veya bunların herikisine Vestibül tarafı denir. Damağa bakan tarafa üst çenede palatinal taraf, alt

çenede Lingual taraf denmekte veya her ikisi için sadece Lingual taraf denmekle aynı anlam verilmektedir. Çünkü dil hem üst çene hem de alt çene için aynı tarafı işgal etmektedir [20].

Bu genel tanımlama içinde dişleri tek tek ele alırsak, öne ve orta çizgiye bakan yönlerine Mezial, arkaya bakan yönlerine Distal denir. Yanağa veya dudağa bakan yüzlerine Vestibüler (labial, bukkal veya fasial da denebilir), içte kalan yani Vestibülün zıt yönünde olan yönlerine Lingual denmektedir. Dişlerin birbirlerine bakan ara yüzleri ise Proksimal yüzler şeklinde isimlendirilmiştir. Dişlerin kökleriyle kronları arasında kalan ve biraz incelmış görünümdeki boyun bölgelerine, Servikal bölge veya Kollum veya Kole deyimi kullanılmaktadır. Bunlardan Kole deyimi Fransızca (collet) yaka anlamına gelmekte ve ülkemizde en çok kullanılan deyim durumunda bulunmaktadır. Ağız dişlerin çiğneme yüzlerindeki tümsekçiklere Tüberkül, kesici ve kaninlerin arka yüzlerindeki tümsekçiklerin en kabarık noktalarına ise Singulum denilmektedir [15, 21].



Şekil 3. 4 Üst çene model üzerinde dişlerin konumlarına göre isimlendirilmesi [13]

### 3. 4. Dişlerin Şekilleri ve Boyutları

Üst ve alt çenenin bütün dişlerinin ayrı şekilleri vardır. Sadece çenenin sağ ve sol tarafındaki dişler, birbirlerinin simetriği durumundadırlar. Genel görünümde bir fikir vermek üzere Şekil 3. 6' da sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin Vestibül yüzünden Şekil 3. 7' de aynı dişlerin Mezial taraftan, Şekil 3. 8' de aynı dişlerin Lingul yüzden, Şeki 3. 9' de ise aynı dişlerin Distal taraftan görüşleri gösterilmiştir.



Şekil 3. 5 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin vestibül yönünden görünüşü [13]

Dişlerin boyutları kişiye veya cinsiyete göre değişmekle birlikte bu boyutların birbirine oranları (özellikle aynı kökenden gelen topluluklarda) fazla değişmemektedir. Kuron veya köprü yapımında diş modelajı yapacak veya hareketli bir proteze gene modelajla diş ekleyecek teknisyenin bu boyutları göz önüne alması gerekmektedir. Elbette ki bu boyutların bilinmesi, ağızdaki özel duruma uyulmasını engellemez. Örneğin bir ön kesicinin simetriği olan gerçek dişte Vestibül yüz aşınması veya yüzeysel mine şekillenmesi varsa, eksik olan diğer ön kesicinin, simetriği olan gerçek dişe benzetilmesi gerekmektedir. Eksik bir küçük azının yerine işlenmesi sırasında bunun simetriği olan dişin oklüzal yüzü aşınmışsa, işlenecek dişin de ona benzetilmesi gereklidir. Hatta iki tarafta aynı küçük azılar eksik olsa, yenilerinin komşu küçük azı





Şekil 3. 6 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin mezial yönünden görüşleri [13]



Şekil 3. 7 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin lingual yönden görüşleri [13]



Şekil 3. 8 Sol üst ve alt çenenin sürekli dişlerinin distal yönden görünüşleri [13]

ile uyum içinde olmasına özen gösterilmelidir. Bu özel durumlar bir yana bırakılırsa, dişlerin boyutları konusunda yapılan incelemelerden çıkan sonuçlara bakılarak fikir edinmek mümkündür. Örneğin bir araştırmacı, Akdeniz yöresi toplumlari için şu ortalama değerleri bulduğunu açıklamaktadır [22].

Tablo 3. 1 Bazı dişlerin ortalama uzunlukları [23]

Üst Çene Dişleri	Ortalama Uzunluk (mm)	Alt Çene Dişleri	Ortalama Uzunluk (mm)
Üst orta kesici	22.5	Alt orta kesici	20.7
Üst yan kesici	22.0	Alt yan kesici	21.1
Üst köpek	26.5	Alt köpek	25.6
Üst 1. Küçük azı	20.6	Alt 1. Küçük azı	21.6
Üst 2. Küçük azı	21.5	Alt2. Küçükazı	22.3
Üst 1. Büyük azı	20.8	Alt 1. Büyük azı	21.0
Üst 2. Büyük azı	20.0	Alt 2. Büyük azı	19.8
Üst 3. Büyük azı	17.1	Alt 3. Büyük azı	18.5

Tablo 3. 2 Diş boyutları [13]

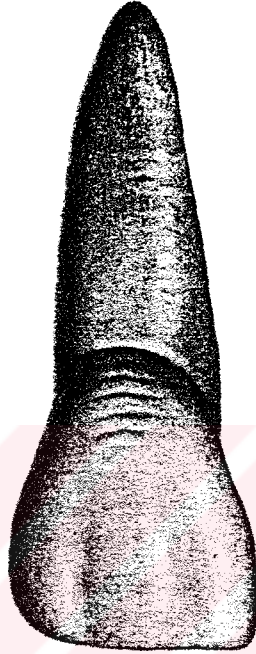
<b>Diş adı</b>	<b>Diş boyu</b>	<b>Kron boyu</b>	<b>M-D Çapı</b>	<b>V-L Çapı</b>
	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>
Üst orta kesici	22.5	10.0	9.0	7.0
Üst yan kesici	22.0	9.0	6.5	6.0
Üst kanin	26.5	9.5	7.6	8.0
Üst 1.küçük azı	20.8	8.0	7.0	9.0
Üst 2.küçük azı	21.2	7.5	6.5	8.5
Üst 1.büyük azı	22.0	7.5	10.5	11.8
Üst 2.büyük azı	20.5	7.2	9.2	11.5
Üst 3.büyük azı	18.0	7.0	9.0	10.0
Alt orta kesici	20.7	9.0	5.4	6.0
Alt yan kesici	22.0	9.6	5.6	6.5
Alt kanin	25.6	10.3	6.9	8.0
Alt 1.küçük azı	22.0	7.8	6.9	7.0
Alt 2.küçük azı	23.0	8.0	7.2	8.0
Alt 1.büyük azı	21.0	7.7	11.2	10.4
Alt 2.büyük azı	19.8	7.0	10.7	10.2
Alt 3.büyük azı	17.5	6.5	10.0	9.0

### 3. 5. Diş Morfolojisinde Genel Özellikler

#### 1. Kesici dişler

Kronların vestibül yüzleri dışbükey, lingual yüzleri içbükeydir. Proksimalden görünüşleri üçgen şeklini andırır. Kesici kenarlarda çok hafif şekilde üç tümsekçik görülür ve bu tümseklerin aralarından gene belirsiz iki oluk dikine olarak kronun yaklaşık üçte bir mesafesine kadar yükselir. Kronların distal köşeleri, mezial köşelerine göre daha yuvarlaktır, daha geniş açıdır. Kronların lingual yüzünde hafifçe meziale

yaklaşan bir kabartı görülür. Bu kabartıya Singulum denir. M-D genişliği üst orta kesicide en büyüktür. Büyüklük sırası ile üst yan kesici, alt yan kesici ve alt orta kesici olarak sıralanır. Singulum üst dişlerde daha belirgindir ve singulumların tabanında foramen sekum (kör delik) adlı bir çukurluk görülebilir [14].



Şekil 3. 9 Bir üst sağ orta kesici dişin labial yönden görünüşü [14]

## 2. Kaninler

Ağızdaki en uzun dişlerdir. Serbest kenarları kesicilerdeki gibi düz değildir. Tepesinde bir köşe vardır ve vestibül yüzeyin üçte biri bu köşenin mezial tarafında bulunur. Distaldeki köşe belirli olarak daha yuvarlaktır. Vestibül yüzey, tepe noktasından başlayıp boyun bölgesine doğru eğimi azalarak uzanan ve boyun bölgesinde kaybolan bir çıkıntı ile iki kısma ayrılır. Bu iki kısmın mezial ve distal kenarlarından başlayarak iki soluk olukçuk, kesici dişlerde olduğu gibi kaninlerin vestibül yüzlerinde üç küçük bombe meydana gelir.

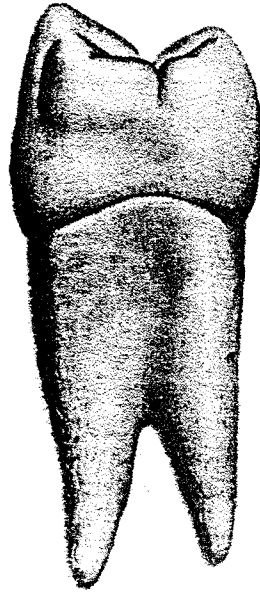
Üst kaninlerin M-D genişliği alt kaninlerden fazladır ama kron boyu alt kaninlerde daha yüksektir. Lingual yüzlerdeki Singulumlar üst kaninlerde daha belirgindir. Üst

kaninlerde Singulumdan Mezial ve Distal köşelere uzanan sulkuslar daha belirgin ve daha çok sayıdadır. Alt kaninlerde bu yüzey daha düzgündür [13].

### 3. Küçük Azılar

Kesici ve kaninlerdeki kesici kenarın yerinde çiğneyici yüzey oluşmuştur. Bu yüzeyin Vestibül ve Lingual taraflarında birer tüberkül bulunur ve bu tüberküller arasında mezial-distal yönde uzanan bir oluk vardır. Bu oluk, tüberküllerin iç yüzeyleri üzerinde kollar vererek mezial ve distalde derinleşir, sonra da çiğneyici yüzeyin mezial ve distalindeki kenar çıkıntılarında son bulur. Vestibül tüberkülün çiğneme yüzeyi, tüberkül tepesinden inen bir çıkıntı ile mezial ve distale inen iki eğim gösterir. Kronların vestibül yüzleri kaninlerinkine benzer.

Üst küçük azıların vestibül ve lingual tüberkülleri hemen hemen aynı büyüklüktedir. Alt birinci küçük azının lingual tüberkülü tüm küçük azılar içinde en küçük olanıdır. Alt ikinci küçük azının lingual tarafında ise mezial ve distal yönde iki tüberkül bulunmaktadır. Bunlardan mezial taraftaki daha belirgindir. Bu görünümü ile alt ikinci küçük azı diğerleri gibi iki tüberküllü değil, üç tüberküllüdür. Seyrek olarak iki

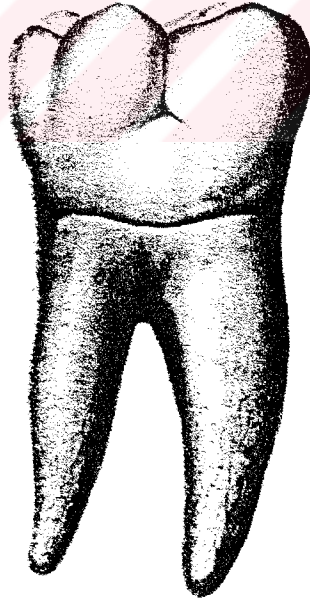


Şekil 3. 10 Üst küçük azı dişi [14]

tüberküllü olduğu da görülebilir. Üst birinci küçük azının mezial -distal uzaklığı, ikinci küçük azıdan biraz büyüktür. Üstte vestibül tüberkülleri de çok az farkla genellikle daha büyük olurlar.

#### 4. Büyük Azılar

Çiğneyici yüzler fazla gelişmiştir. Bu yüzlerdeki oklüzal oluk, mezialden distale uzanırken vestibül ve lingual yönde iki kol vererek dört tüberkülün meydana gelmesini sağlar. Mezio-distal oluk, mezialde, ortada ve distalde çukurlaşarak üç fossa (çukurluk) meydana getirirler. Bu çukurluklar mezial ve distal kenar çıkıntıları ile sınırlanırlar. Alt birinci büyük azı'nın distal tarafında, mezio-distal sulkustan vestibüle uzanan kollar bazen vestibül yüzeyin ortalarına kadar devam edebilirler. Vestibül tüberküllerinin tepe noktalarından kristalar, tüberküllerin bu yüzeylerine mezial ve distal eğimler verirler [13, 14].



Şekil 3. 11 Üst büyük azı dişi [14]

Üst büyük azıların V-L çapı, M-D çapından daha fazladır. Altlarda ise M-D boyutu daha uzundur. Üst azılarda oklüzal yüzey eşkenar dörtgene benzer. Alt büyük azılarda ise uzun kenarı vestibül tarafta olan bir yamuğu andırır. Gene alt büyük azıların vestibül yüzlerinin bombeliği daha fazla ve linguale doğru eğilime yönelik görünümdeyir. Lingual yüzleri ise daha düz ve diktir. Üst büyük azılarda ise lingual yüzey, vestibül yüzeye oranla daha yuvarlıktır.

Alt büyük azılarda beş tüberkül, diğerlerinde genellikle dört tüberkül vardır. Üst 1. büyük azının lingual yüzünün mezial tarafında bazen mine kabartısı şeklinde bir oluşum bulunabilir. Buna "Karabelli Tüberkülü" denir. Tüm büyük azıların mezial taraftaki tüberkülleri, aynı sıradaki distal tüberküllerinden genellikle biraz daha büyüktür [13].

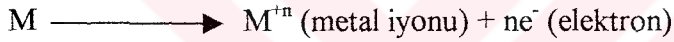


## BÖLÜM 4. BİO-MALZEMELER

### 4. 1. Bio-Malzemeler

#### 4. 1. 1. Metalik Bio-Malzemeler

Fe, Cr, Co, Ni, Ti, C, Mo ve W gibi birçok metal implant yapımında vücudun çeşitli yerlerinde kullanılır. Bazıları doku fonksiyonları için gereklidir. Kan hücreleri için Fe gibi. Metaller havada ve canlı vücudundaki korozif ortamlarda oksidasyona uğrarlar.



Metallerin bu özelliği canlı vücuduna yerleştirilen implantın gücünü azaltarak, uygun olmayan doku reaksiyonlarına sebep olarak sistematik bölgesel korozyona uğrar. Bu bakımdan kullanımları sınırlıdır veya özel yöntemlerle yüzey işlemleri yapılarak kullanılır. Kullanılan bazı metalik biyomalzemeler ise 316L paslanmaz çelik, Co-Cr-Mo alaşımları, Co-Ni-Cr-Mo alaşımları, Co-Ni-Cr-Mo-Fe alaşımları ve Ti alaşımlarıdır [24, 25].

#### 4. 1. 2. Polimerik bio-malzemeler

Silikon kauçuk (polidimetilsilikon  $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2[\text{O}-\text{Si}(\text{CH}_3)_2]_n\text{O}-$ ) gibi hidrojen ve karbon atomlarından oluşan polimerler, bio-malzeme olarak çokça kullanılmaktadır. Hemen hemen bütün ticari polimerler implant yapmak için kullanılabilir. Bağ dokusu liflerinin yapısını oluşturan ana protein olan ve suda kaynatılmakla jelatine dönüşen Kollajen gibi doğal doku bileşimini andıran polimerler dokularlada direk bağ yapmaya uygundur. Deride veya herhangi bir organda -dış etkenle- meydana gelen ezik, kesik,



Tablo 4. 1 Bio-malzemelerin ve dokuların özelliklerinin karşılaştırılması [24]

Malzemeler	Modül (MPa)	Kırılma mukavemeti (MPa)	Kırılma gerilimi (%)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )
<b>Polimerler</b>				
Silikon kauçuk	1-10	6-7	350-600	1.1-1.23
Poliamid	2 800	76	90	1.14
Polietilen	1 500	34	200-250	0.93-0.94
Akrilik	3 000	60	1-3	1.10-1.23
<b>Metaller</b>				
316L paslanmaz çelik	200 000	540-620	55-60	7.9
Co-Cr alaşımı	230 000	900	60	9.2
Ti-6Al-4V alaşımı	110 000	900	10	4.5
<b>Seramikler ve karbon</b>				
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	363 000	490	<1	3.9
Prolitik karbon	280 000	517	<1	1.5-2.0
Hydroksiapatit	120 000	150	<1	3.2
<b>Dokular</b>				
Deri	0.34/38	7.6	60	1.0
Aort	0.1/2	1.1	77	1.0
Kemik(uyluk)	17 200	121	1	2.0
Diş (dentin)	13 800	138	<1	1.9

yırtık gibi yaraların kapatılması veya ortopedik implantların ek yerlerini birleştirmede polimerlerden faydalanılır. Kullanılan bazı polimerik malzemeler ise polietilenler, polipropilen, poliamid (nylon), akrilik polimerler, hidrojel, polimetilmetaakrilik (akrilik kemik sement), silikon kauçuklar ve poliüretan kauçuklardır [26].

#### 4. 1. 3. Seramik Bio-malzemeler

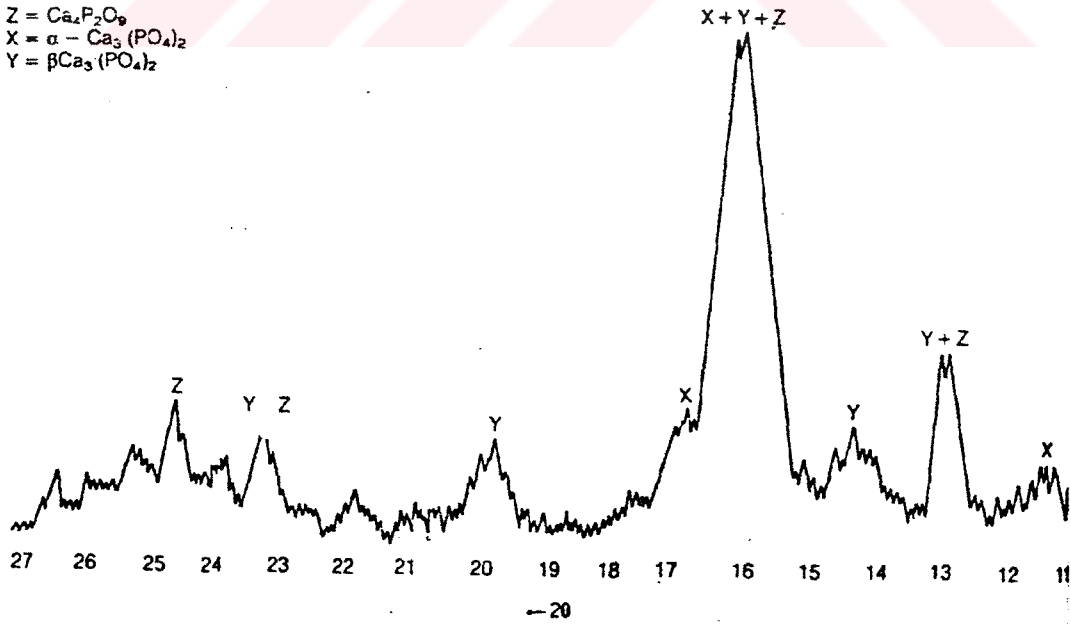
Seramik malzemeler aşınma, erozyon, mukavemet gibi özelliklerinden dolayı implant malzeme olarak kullanılmaktadır. Örneğin; seramikler yüksek basma mukavemeti, iyi bir estetik görüntü ve vücut sıvıları karşısında etkilenmeme özelliklerinden dolayı dişilikte kullanılır.

Kullanılan bazı seramik bio-malzemeler alüminyum oksit, hidroksiapatit, cam seramikler, karbonlar ve  $TiO_2$ ,  $BaTiO_3$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Ca_3(PO_4)_2$  dir [26, 27].

Tablo 4. 2. Bazı bio-malzemelerin kullanım alanları [24]

	Ortopedi	Dişçilik	Plastik cer.	Kalp cer.	Göz
Alümina	+	+	-	+	-
Cam	-	+	+	-	-
Prokarbon	+	-	-	+	-
Hydroksiapatit	+	+	+	-	-
Porselen	-	+	-	-	-
Sialon	+	-	-	-	-
Altın amalgam	-	+	-	-	-
Ti	+	+	-	+	-
Co-Cr-Mo alaşımı	+	+	-	-	-
Silikon	-	-	+	-	+
Akrilik	-	-	-	+	-
Polietilen	+	-	-	+	+

Z =  $Ca_2P_2O_9$   
X =  $\alpha - Ca_3(PO_4)_2$   
Y =  $\beta Ca_3(PO_4)_2$



Şekil 4. 1 İnsan kemiğinin x-ışınları analizi [27]

## 4. 2. Seramik Bio-Malzemeler

Seramiklerin yeni bir uygulama alanı bio-seramiklerdir. Geleneksel olarak, tıpta ve dişçilikte protez veya onarım amacıyla metal ve polimerler kullanılmaktadır. Son yıllarda ise, implant malzeme olmaya aday birçok seramik malzeme geliştirilmiştir. Seramik malzemelerin bu alanda kullanılmalarının başlıca nedeni diğer malzemelere kıyasla üstün aşınma ve erozyon özelliklerine sahip olmalarıdır. Örneğin, ortopedik cerrahide, fonksiyonunu yitirmiş kemiğin, seramik implant ile değiştirilmesinin aşınma, erozyon, mukavemet, özgül ağırlık gibi birtakım üstün özelliklerinin yanısıra başka avantajları da vardır.

Seramik implantlar, kontrollü bir şekilde sinterlenerek yapısında bir miktar porozite bırakılır. Böylece tabii kemiğin bu poroziteye doğru nüfuz ederek kaynaşması sağlanır. Buna ilave olarak korozyona karşı dirençleri bu amaçla kullanılan diğer malzemelere karşı çok üstündür. Bio-malzeme olarak kullanılan seramik implantlar genellikle,  $Al_2O_3$ ,  $Si_3N_4$  ve kompleks  $SiO_2$  esaslı bio-cam'dır. Bio-malzemelerde aranan diğer en önemli özellik ise malzemenin vücut tarafından kabul edilmesidir. Bu nedenle implant malzemelerde, vücuda bulunan Ca, K, Mg, Na, P gibi iyonların yer alması tercih edilir. Tablo 4. 3'de, bio-seramiklerin bugünkü ve gelecekteki pazarı görülmektedir [25, 28].

İmplant olabilecek bio-seramiklerin istenen özellikleri [26, 27]

1. Zehirleyici özelliği olmamalı
2. Kanserojen yapıcı özelliği olmamalı
3. Alerjik olmamalı
4. İltihaplanma özelliği olmamalı
5. Vücuda uyum sağlamalı
6. Yapımı kolay ve ucuz olmalı
7. Vücut sıvıları tarafından fiziksel değişimlere uğramamalı
8. Yerleştirildiği vücutta kaldığı sürece vücut fonksiyonlarına uyumlu olmalı

Tablo 4. 3 Bio-seramik malzemelerin kullanımı ve pazar durumu [28]

Uygulama	1986			1996		
	Üretilen miktar (000)	Birim fiyat \$	Pazar (milyon) \$	Üretilen miktar (000)	Birim fiyat \$	Pazar (milyon) \$
Tüm kalça	300	600	180	400	700	280
Tüm diz	150	400	60	200	500	100
Kol ve ayak bileği / omuz	50	500	25	700	600	420
Parmak	400	50	20	600	100	60
Çivi ve plakaları sabitleştirme	1000	50	50	1200	60	72
Diş implantları	300	500	150	1500	250	375
Diş çevresindeki işlemler	200	20	4	1000	50	50
Kemik büyütme işlemleri	100	20	2	2000	40	80
Kemik bakımı	250	10	2.5	15000	20	300
Göğüs protezi	400	100	40	500	120	60
Göz içi mercekleri	1000	400	100	1500	750	1125
Orta kulak protezi	30	150	4.5	35	200	7
Kulak salyangozu protezleri	0.5	10000	5	10	10000	100
Dikişler	17500	2	35	18000	2	36
Yüz ilaveleri	6	200	1.2	10	250	5
Miringotomi tüpleri	300	30	9	500	50	25
Kalp pilleri	190	1500	285	200	2000	400
Kalp kapakçıkları	40	2000	80	60	2500	150
Kalp damar protezleri	250	200	50	500	250	125
Karincıkla ilgili parçalar	0.1	7500	0.75	0.5	10000	5
Damar bypassı	500	?	?	1000	?	?
Toplam : ABD		1403.9				3775
(Dünyadaki)		3509.8				9437

#### 4. 2. 1. Absorbe Edilemeyen veya Nispeten Bio-inert Bio-seramikler

1. Alümina
2. Prolitik karbon
3. Yoğun ve porozsüz alümina oksitler
4. Poroz alümina oksitler
5. Zirkonyum oksit
6. Yoğun hidroksiapatit
7. Kalsiyum alüminat

Bio-inert malzemelerin kullanım alanları [24, 26]

1. Kalça kemiği boşluklarında
2. Kemik levha ve vida olarak
3. Seramik-seramik kompozitler formunda
4. Seramik-polimer kompozitler formunda
5. Doğum aletleri olarak
6. Uyluk kemiği başlarında
7. Orta kulakta küçük kemikler olarak
8. Göz çukuru kenarlarının yeniden yapılandırılmasında
9. Tam veya kısmi kalça parçaları olarak
10. Sterilizasyon tüpleri şeklinde
11. Solunum tüpleri olarak
12. Kalp kapakçıklarında

Tablo 4. 4 ASTM Standartlarına göre implant olabilir alümina bileşimi [26]

Bileşim	%
$Al_2O_3$	99.6
$SiO_2$	0.12
$Fe_2O_3$	0.03
$Na_2O$	0.04

(Alkali oksit olarak çoğunlukla  $Na_2O$  kullanılır)

#### 4. 2. 2. Dejenere Olan veya Emilen Seramikler

1. Kalsiyum fosfat
2. Alüminyum kalsiyum fosfat seramikler: Karışımdaki  $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_5$  oranları 50: 34: 160 dır.
3. Coral
4. Trikalsiyum fosfat seramikler

5. Çinko-kalsiyum-fosfor oksit seramikler
6. Çinko sülfat-kalsiyum fosfat seramikler: Karışımdaki  $ZnSO_4$ ,  $ZnO$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_5$  oranları 15: 30: 30: 25 dir.
7. Ferrik kalsiyum fosfor oksit seramikler

Dejenere olan seramiklerin kullanım alanları [24, 26]

1. Hastalık veya travma nedeniyle hasar görmüş kemiğin yenilenmesi
2. Gözle ilgili hidroksiapatit implantlar
3. Fıtık disklerinin onarımında
4. Yüze ve dişe ait bozuklukların onarımında
5. Bel ve omuriliğe ait omurların onarımında
6. Doğum aletleri olarak
7. Kemik vidaları, hastalanmış kemik kaybı, kesilmiş tümör v. s. tarafından bırakılmış boşlukların doldurulmasında

#### 4. 2. 3. Bio-aktif veya Yüzey-reaktif Seramikler

1. Cam-seramikler
2. Yoğun ve porozsüz camlar
3. Hidroksiapatit

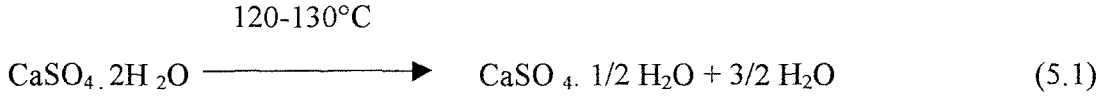
Yüzey-reaktif bio-seramiklerin kullanım alanları [26]

1. Metal protezlerin kaplanmasında
2. Dişe ait hataların düzeltilmesinde
3. Kemik vidaları ve tabakaları olarak
4. Küçük orta kulak kemik replikantları olarak
5. Kolların uzatılmasında
6. Kemik vidaları, hastalanmış kemik kaybı, kesilmiş tümör v. s. tarafından bırakılmış boşlukların doldurulmasında.

## BÖLÜM 5. DIŞ HEKİMLİĞİ MALZEMELERİ

### 5. 1. Alçı

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



Yukardaki 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 [4, 29, 30, 31].

Diş Hekimliğinde alçı, ağızdan ölçü almada, model hazırlamada, modeli artikülatöre takmada, protezi muflaya almada ve anahtar almada kullanılır. Alçı hamuru lastik bôl içinde hazırlanır. Karıştırma ve kullanma sırasında kütlede içinde hava kabarcıklarının kalmamasına özen göstermek gerekir. Bu nedenle vibratör kullanma zorunluluğu vardır. Vibratörün bulunmadığı durumlarda, model dökümü veya ölçü kaşığı doldurulmasında el ile veya bir başka aygıtla olabildiği ölçüde titreşim sağlanmalıdır.

Ölçü kaşığı veya 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 bôl içine suyun ve alçının ölçülerek konulmasıdır. Karıştırma aynı yönde yapılmalıdır ve karıştırmaya başladıktan sonra su veya toz eklenmesi sakıncalıdır. Eklmeler, reaksiyonun normal yolundan saptırılmasına ve istenilen nitelikte olmayan bir alçı taşı kütlelerinin oluşmasına yol açar. Bôl'ün çok temiz

olmasına dikkat edilmelidir. Ból dibindeki eski kırıntılar, sertleşme sırasında gereğinden fazla kristal odakları oluştururlar ve sertleşme süresini etkilerler [13, 31].

Model dökümünde, kutulama veya serbest döküm yöntemi kullanılabilir. Kutulama yönteminde, ölçü etrafına yaklaşık 1 cm genişliğinde mum sarılır ve bu muma dik yönde etrafı plâk mumla çevrilerek içine alçı hamuru dökülür. İkinci yöntemde ise alçı hamuru doğrudan ölçü içine boşaltılır. Artan alçı hamuru fayans veya cam gibi pürüzsüz bir düzlem üzerine dökülerek düzeltildikten sonra, alçı doldurulmuş ölçü

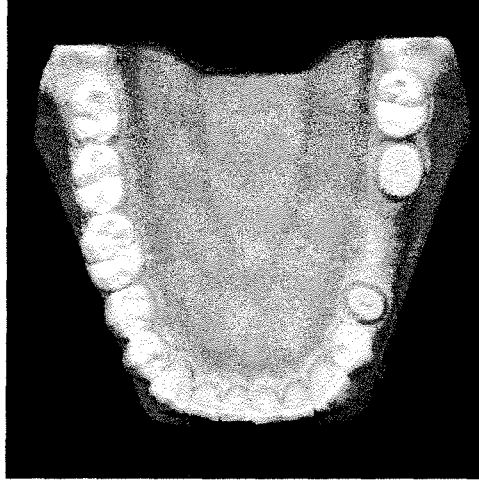


Şekil 5. 1 Alçı işlerinde kullanılan laboratuvar aletleri a) alçı kaşığı, b) böl [32]

kaşığı ters çevrilerek bunun üzerine hafifçe bastırılır. Sertleşme başlamadan kenarları düzeltilir. Tam olarak sertleşme süresi, alçının markasına göre 30 - 60 dakika arasında değişmektedir. Sertleşme tam olmadan ölçü çıkarılmamalıdır.

Toz haldeki 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.





Şekil 5. 2 Diş alçısından yapılmış bir alçı kalıp

Model çevresindeki ısı 110 °C'ye yaklaşmamalıdır. Aksi halde alçı taşı tersine reaksiyona uğrar, yani hemihidrat alçıya dönüşür [13, 31, 32].

## 5. 2. Mumlar

Metal döküm olarak elde edilmesi istenen kuron-köprü çalışmalarında, akrilik esaslı protez çalışmalarında, iskelet protezlerin yapımında, protezlerin çeşitli safhalarındaki ağız içi provalarında veya çeşitli tesbit ve kayıt çalışmalarında elde edilmesi istenen işlemin maketi mumlar ile yapılır. Daha sonra mum maketler, amaca yönelik olarak metal veya akriliğe çevrilir. Yani protetik çalışmaların temel maddeleri mumlardır.

Mumlar plastik ve elastik özelliklerinden dolayı keserek veya eklenerek diş hekimine veya diş teknisyenine büyük olanaklar sağlarlar. Termoplastik maddeler olmaları en önemli avantajlarıdır. Kullanıldıkları yerin özelliğine uygun olarak değişik fiziksel özellikler gösterirler [29, 33, 34].

Kaynaklarına göre sınıflamak istersek dört bölümde toplayabiliriz :

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 isimlendirilmişlerdir. Parafin'in ortalama 50-60 °C de ergimesine karşılık, diğerleri içinde ergime derecesi 90 °C ye kadar yükselenler bulunmaktadır.

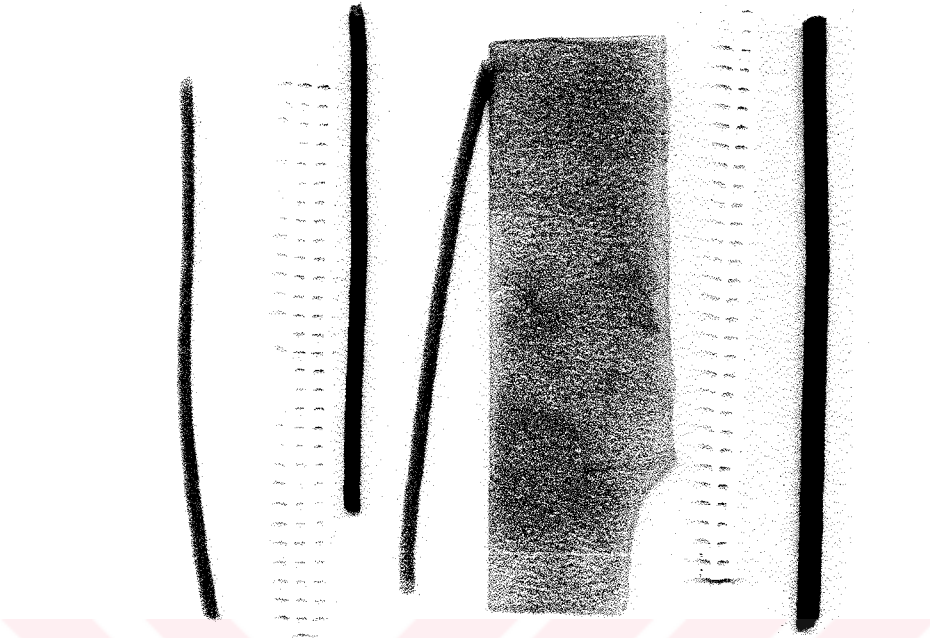
2. Hayvansal kaynaklı mumlar (Balmumu ve İspermeçet mumu). Balmumu bildiğimiz gibi Arı'dan, İspermeçet mumu ise Kaşalot balığının spermelerinden elde edilirler. Ergime dereceleri 40 ile 60 °C arasındadır. Ergime derecelerinin ağız ısısına çok yakın olması nedeniyle, ölçü mumlarının temel maddeleri olarak tercih edilirler.

3. Bitkisel kaynaklı mumlar (Karnoba ve Uriküri mumları). Güney Asya'da bulunan palmye türünden bir ağacın ürünü olan Karnoba mumu, bu bölümün tipik örneğidir. Ergime derecesi yüksektir ve diğer mumları sertleştirici katkı maddesi olarak kullanılır.

4. Sentetik Mumlar (Örneğin Ütiliti mumu). Genellikle mum bileşimleri içine katkı maddesi olarak girerler. Son zamanlarda diş hekimliğinde geniş kullanılma alanı kazanmışlardır [13, 31, 32].

Mumlar, ağız ısısına yakın taban ergime derecesi ile, suyun kaynama noktasına yakın tavan ergime dereceleri arasında maddelerdir. Isı karşısında genleşme özellikleri vardır. Modelaj ve ölçüde sakıncalı olan bu durum, karışımlar halinde kullanılmak suretiyle büyük ölçüde giderilebilmektedir. Ergimeden önce yumuşama ve basınçla şekil değiştirebilme özelliği vardır. Bu özellik diş hekimliğinde bazan yararlı, bazan da sakıncalı olmaktadır. Isı etkisinde makro moleküllerinin birbiri üzerinden kayması ile ergime noktasında akışkanlık kazanır.

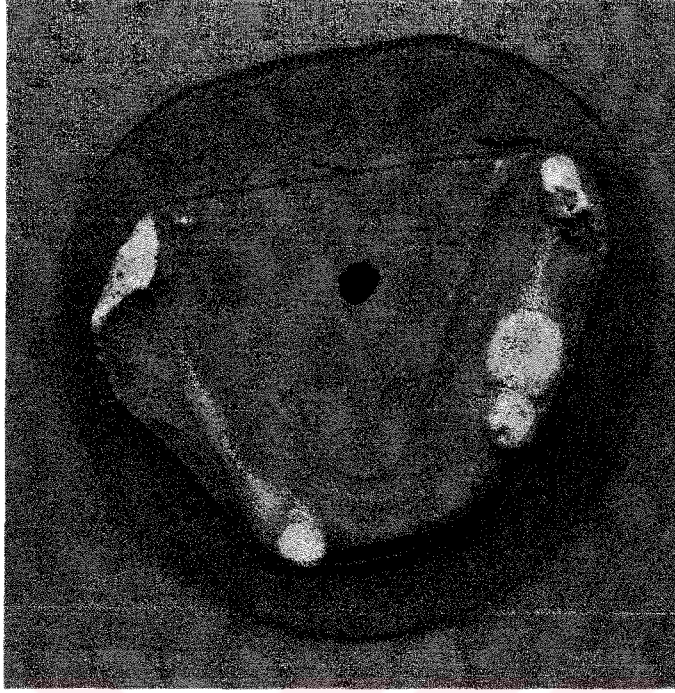
Diş hekimliğinde kullanılmak için, genellikle ağız ısısına yakın derecelerde ergimesi, fakat ağız ısısında stabilitesini koruması beklenmektedir. Katı haldeyken küçük basınçlarla şekil değiştirmemesi istenir. Beklenen bir özellik de yandığı zaman hiçbir artık madde bırakmamasıdır [31, 33, 34].



Şekil 5.3 Diş hekimliğinde kullanılan bazı mumlardan örnekler

### 5. 3. Revetman

Akrilik yapıdaki ağız protezlerinin (örneğin total protezin) kalıplanması için, mum modeli alçı ile muflalara yerleştirdiğimizi biliyoruz. Muflanın kaynama derecesinin en fazla 95 °C'ye ulaşabilmesi ve daha yüksek derecenin mümkün olamaması nedeniyle, akrilik reçine ile kaynamakta olan alçı taşında bir değişiklik olmaz ve polimerizasyonun oluşmasına, muflanın açılmasına kadar, alçı ile elde ettiğimiz kalıp görevini devam ettirir. Oysa aynı kalıplama işlemi bir metal protezin dökümü için yapmak istersek alçı taşı kullanamayız. Çünkü kullanabileceğimiz metaller arasında ergime derecesi 600 °C nin altında bulunan yoktur. O halde metal dökümlerinde veya metal lehim işlerinde kalıp maddesi olarak, ısıya dayanıklı bir madde kullanmamız gerekmektedir. İşte bu amaçla hazırlanmış olan kalıp materyaline “Revetman” denir.



Şekil 5. 4 Revetman kalıp örneği

Ağız protezlerinin dökümü, sanayide yapılan kaba döküm işlemlerine benzemez. Ağızdaki hassas dengenin bozulmaması için hazırlanan mum modelin tamamen şeklini koruyarak metale dönüşmesi gerekmektedir. Dökülen metal veya alaşımının, döküm sırasında yapısı değişmemelidir. Döküm sırasında alaşımın genleşme veya büzüşme ile şeklinin değişmemesi de sağlanmalıdır. Bunlara ek olarak, kalıp materyalinin döküm yapılan metal veya alaşımı ile kimyasal reaksiyona girmemesi gerekmektedir.

Tüm bu hedeflere ulaşılması için de revetmanın ısıya dayanıklı olması, ısınmada ayrışarak gaz çıkartmaması, metal veya alaşımın büzüşme katsayısını giderebilecek oranda bir genleşme göstermesi, dökümde metal veya alaşımı ile kimyasal reaksiyona girmemesi, dökümdeki santrifüjün etkisi ile parçalanmaması, dökümden sonra kolayca kırılması ve dökümden sonra yapışmaması gibi özelliklerinin bulunması beklenmektedir [13].

Altın için imal edilmiş olan revetmanlar ile krom, nikel, kobalt veya molibden gibi maddelerin, paslanmaz çeliğin dökülmesinde kullanılan revetmanlar farklı bileşimdedir. Çünkü bu elementler ve karışımların ergime dereceleri farklıdır. Altın ve altın

alaşımlarının ergimeleri ve dökülebilmeleri için 800-1000 °C arasındaki ısı genellikle yeterlidir. Paslanmaz çelik, krom-kobalt-molibden veya krom-nikel alaşımları için dökümde gerekli ısı 1300 ile 1700 °C arasında değişmektedir [34].

#### 5. 4. Aşındırma ve Cila Maddeleri

Aşındırıcıların görevi protezin son şeklinin ortaya çıkarılmasıdır. Modelaj sırasında bırakılan fazlalıklar, genleşme payları ve aşırılıklar, aşındırıcı maddelerle ortadan kaldırılır ve hatta istenilen bazı estetik düzeltmeler aşındırma sırasında tamamlanır. Ancak aşındırılmış bir yüzey, çıplak gözle düzgün görünse bile, gerçekte pürüzlüdür ve temas ettiği ağız dokusunu irrite etmesinin yanısıra bir tutucu özelliği de bulunmaktadır. Bu nedenle aşındırma işlemini kesinlikle cila işlemi izlemelidir. Aşındırılmış yüzeyin girinti çıkıntıları cilâ sırasında kısmen kopar ve kısmen dolar. Sonuçta gerçek bir pürüzsüz yüzey elde edilerek hijyenik yapı ile estetik sağlanmış olur.

Ağız protezlerinin, hassas ağız dokusunu tahriş etmemesi, yiyecek artıklarını ve diğer birinkintileri emmemesi ve bunlara yapışmaması, çok estetik bir görünüme sahip olması için, çok pürüzsüz ve çok iyi cilalanmış olması gerekmektedir. Bunları kullanacak kişiler üzerindeki olumlu etkisi de iyi polisajın nedenlerinden biridir. Pürüzsüz yüzey ve iyi cila, aşındırıcı ve cilalayıcı bazı gereçlerle sağlanır. Bunların kullanılmasından sonra da bez ve fırça ile parlatma işlemine devam edilir [32].

Aşındırıcı ve parlaticı maddelerin uygulama hızları da maddeye göre değişen bir özelliktedir. Akrilik reçineler ve altın alaşımları için dakikada 1500 ile 3000 devir arasındaki hız yeterlidir. Krom-Kobalt ve paslanmaz çelik için ise 18000 ile 25000 arasında bir devir hızı gerekmektedir.

Aşındırıcılar:

Aşındırıcı materyalin, aşınan materyalden daha sert olması, keskin ve aralarında açığı bulunan parçalar halinde yanyana gelen kenarları bulunması gereklidir. Aşındırma

zerrelerinin aynı şiddetle sürtünüp eşit derinlikte aşındırma sağlaması beklenir. Aşındırıcı materyal doğal bir madde olabilir, örneğin en sert madde olarak bilinen elmas gibi. Yapay olarak da elde edilebilir, örneğin Tungsten Karbür veya Silisyum Karbür gibi. Aşındırıcı etkenleri şöylece sıralayabiliriz :

a. Tanecik büyüklüğü: Daha geniş tanecikler daha etkili aşındırma yaparlar ve daha derin ve geniş parçalar kaldırırlar.

b. Taneciklerin şekli: Tanecikler keskin ve aralarında açı bırakan dizilimde oldukları takdirde kesme etkisi uzun süreli olur.

c. Taneciklerin sertliği: Taneciklerin sert aşındırıcıya ait olması halinde tanecik kırılması az olur ve aşındırma etkisi yüksek olur.

d. Tanecik Hızı: Taneciklerin hızı, taş veya metal kesiciyi döndüren motora veya fırça veya keçeyi döndüren tornaya bağlıdır. Yavaş dönme az sayıda fakat derin parçalar kaldırır. Hızlı dönme ise belli zamanda daha çok sayıda parçalar kaldırır. Hızlı dönme ise belli zamanda daha çok sayıda parçalar kaldırır veya düzeltir.

e. El basıncı: Aşındırma ve cilalamada çok önemli bir etkendir. Fazla el baskısı hızı düşürür ve ısıyı artırır. Protezin deforme olmasına da neden olabilir. Basıncı ayarlamalı ve cila tozu veya macununa, sürtünmeyi normalleştirici ve serinletici bir likid (örneğin su) katılmalıdır [13].

Protez laboratuvarlarında en çok kullanılan aşındırıcılar: Elmas, Tungsten Karbür, Karborundum, Korundum, Zımpara Taşı, Sünger Taşı, Kum (kuartz pudrası), Trablus taşı.

Cilalama maddeleri:

Yumuşak ve pürüzsüz maddelerdir ve açtıkları uçlara ve keskinliğe sahip değildirler. Cila yapılırken el basıncı hafif ve yeterince olmalıdır. Cila esnasında protez elde

döndürülerek sık sık alan değiştirilmeli ve her yüzeye eşitlikle uygulanmalıdır. Materyal ve sürtünmeyi sağlayan keçe ve fırça gibi araçlar gitgide yumuşayarak birbirini izlemelidir [32, 34].

Diş hekimliğinde en çok kullanılan cila maddeleri: tebeşir tozu, ruj, kromik oksit.

### 5. 5. Yalıtkan Maddeler

Yalıtkan maddeler, kullanılmakta olan bir materyalin yüzeyinin bir başka materyal ile ilişkisinde yapışmasını veya kaynamasını önler. Örneğin alçı model yüzeyleri ile ölçü maddelerinin veya mumların temasındaki ayırıcı rol gibi. Ama bazı ölçü maddeleri ile alçının temasında yalıtkan maddeye gerek olmaz. Örneğin hidrokolloidler, çinko oksit patları, silikon esaslı ölçü maddelerinde alçı dökümü sırasında yalıtkan gerekmemektedir. Alçı ölçünün dökümünde ve akriliklerin alçı kalıp içinde kullanılmasında ise yalıtkan kullanılması zorunlu olmaktadır. Yalıtkan madde sürülmeden önce, alçı yüzeyinin ıslak olmaması, ıslak ise kurummasının beklenmesi gerekmektedir [13].

Bilinen belli başlı yalıtkanlar: Lak, su camı, ince metal yapraklar, talk, sıvı yağ, kalın yağlar, şellak, sandarak, properti.

### 5. 6. Ölçü Maddeleri

#### 5. 6. 1 Termoplastik Ölçü Maddeleri

Diş hekimliğinde kullanılan termoplastik ölçü maddeleri ısı ile şekil değiştiren türlerdir ve soğudukları zaman son şekillerini muhafaza ederler. Ağızda ölçü alındığı zaman retantif bölgelere giren madde, ağızdan çıkarılırken çıkıntıların sıyırması (tiraj) ile bir tür blok-out yapılmış gibi tüm retantif bölgeler yok olarak çıkar ve bu haliyle sertleşir. Bu nedenle retantif bölgeleri olan ağız bölümlerinin hassas ölçüsü için kullanılamaz. Özel ölçü kaşığı hazırlanması için alınacak ölçüde veya doğrudan ölçü kaşığı yapımında kullanılabilir. Hassas ölçü maddesi olarak bazı türleri, retantif bölgesi

kalmayacak şekilde kesilmiş bulunan diş kuronlarının ölçülerinin alınmasında kullanılabilir. Kuronun hassas ölçüsü için plastik maddenin her tarafından eşit basınç sağlama amacıyla diş hekimleri tarafından önce ölçüsü alınacak kesik kurona bir bakır ano ajuste edilir ve sonra ölçü maddesi bu ano içine basınçta itilerek tesbit edilir ve ölçü kaşığı bundan sonra uygulanır. İnley kavitelerinin ölçüsü için de aynı yöntem uygulanmaktadır.

Ağız dokusunda bir süre yumuşaklığını koruyabilen bazı türleri ise (örneğin piyasada Kerr stenci ismi ile bilinen türü) soğuk akrille hazırlanmış özel ölçü kaşıklarının çevresine monte edilerek ağız fonksiyonuna uygun kenarlar elde edilmesini sağlar ve daha sonra alınacak fonksiyonel ölçüyü kolaylaştırır. Kuron ölçülerinde de bakır ano'nun içine aynı türde stençler doldurulmaktadır [13, 35, 36].

### 5. 6. 2. Hidrokolloidler

Bir maddenin diğer madde içinde eriyip moleküllerinin dağılmasına, kolloidal çözelti meydana gelmesi denilmektedir. Katı bir cismin tanecikleri sıvı içinde eriyip asılı duruyorsa buna süspansiyon, bir sıvının diğer bir sıvı içinde eriyip taneciklerinin asılı durmasına emülsiyon denmektedir. Erime ile oluşan bir karışımların likid görünümdeki durumlarına “sol hali” diyoruz. Kolloidal maddenin içindeki katı madde yeterince çoğaldığında ve belli oranda soğutulduğunda yarı katı bir şekle dönüşmesine de “jel hali” denilmektedir.

Diş hekimliğinde ölçü maddesi olarak kullanılan hidrokolloidler iki grupta toplanmaktadır. Bunlardan ısı etkisi ile jel halinden sol haline geçen ve soğuyunca gene eski durumuna dönen birinci gruba Geri Dönüşebilen (reversibl) Hidrokolloidler adı veriliyor. Kimyasal reaksiyonla sol halinden jel haline geçen ve daha sonra eski haline dönmesi mümkün olmayan hidrokolloidlere ise Geri Dönüşemeyen (irreversibl) hidrokolloidler denilmektedir. Her iki tür hidrokolloidler Dünyada kullanılmakta ise de, Ülkemizde genellikle irreversibl hidrokolloidler kullanılmaktadır. Reversibl olanlar ise ölçü maddesi olarak değil, genellikle dublikat alma maddesi olarak kullanılmaktadırlar [31, 33, 34].



### 5. 6. 3. Çinko Oksit-Öjenol Patı

Çinko Oksit - Öjenol patının diş hekimliğinde kullanılma alanı oldukça sınırlıdır. Fakat kullanılma endikasyonu bulunan durumlara da diğer ölçü maddelerinden üstün özelliklere sahiptir. Elastik bir madde olmaması çok dayanıklı yapıdan yoksun olması ve bazı kimselerin kokusuna tahammül edememesi veya allerjik etki altında kalması, kullanılma alanının sınırlı olması nedenleridir.

Proteзде ölçü almak için kullanılan karışım, tedavi veya cerrahide kullanılan saf çinko oksit-öjenol karışımı değildir. Ölçü maddesi özelliklerine uygun katkı maddeleri eklenmiştir ve hazır müstahzar halinde satılan bu pat, ölçü maddesi olmaktan başka işe yaramamaktadır. Tükrüklü ağızlarda bile ince mukoza ayrıntılarına kadar net ölçü verebildiği için, total protezlerin ikinci ölçülerinde ideal ölçü maddesi olarak tercih edilmektedir. Eğer ölçü kaşığı soğuk akrilikten yapılmış ise, acele etmeğe gerek yoktur ve alçı model dökümü için istenildiği kadar beklenebilir. Çünkü taban tutucusu stabil olduğu takdirde bu ölçü maddesinde hiçbir değişiklik olmaz. Ama ölçü kaşığı termoplastik bir maddeden veya bazplaktan yapılmışsa, model dökümünü bekletmemek gereklidir. Çünkü kaşık maddesinin ortam ısısı ile şekil değiştirmesi halinde, çinko oksit-öjenol maddesi de stabilitesini kaybeder.

Bu ölçü maddesinin total protezden başka önemli kullanılma alanı, röbazaj veya astarlama çalışması amacıyla ölçü alınma işlemindedir. Ağızda artık alveol kretlerine uyum sağlayamayan eski protez plağı ölçü kaşığı olarak kullanılır ve iç yüzeyi iyice kurutulmuş olan protez plağının üstüne çinko oksit-öjenol patı karıştırılarak dökülür ve ölçü alınır. Tıpkı soğuk akrilikten yapılan kaşıkta olduğu gibi eski protezin kenarları ölçüden önce kerr stenci ile çevrilip ağız fonksiyonuna uyum sağlama hareketleri yaptırılır.

Bu ölçü maddesinin elastik yapıda olmaması nedeniyle, alveol kretleri altında çok belirli retantif alanları (andırkat bölgeleri) olan ağızlarda, total protez için bile bu ölçü maddesini kullanmak doğru değildir. Zira donduktan sonra bu bölgelerde tiraj da

yapamayacağı için bazı yerlerinden kırılarak çıkar ve ölçüyü bozar. Uygun bir ağızda bu ölçü maddesi ile ölçü aldıktan sonra eksik kalan bir kısım görüldüğü takdirde, yeniden bir kısım pat karıştırarak ekleme yapmak ve eksik kısmı doldurarak ölçüyü tashih etmek mümkündür. Bu ölçü maddesi piyasada iki ayrı tüp içindeki iki ayrı formülle satılmaktadır. Beyaz tüpün içinde çinko oksit ana maddesi ile kuvvetlendirici maddeler, kırmızı tüpün içinde ise öjenol macunu karışımı bulunur [13, 31, 33].

Öjenol Macunu karışımı:

Öjenol	% 56
Reçine (sakız cinsi )	% 16
Zeytin yağı	% 16
Keten tohumu yağı	% 6
İnce madeni yağ	% 6

Çinko Oksit Macununun karışımı :

Çinko Oksit	% 80
Reçine	% 19
Mağnezyum Klorür	% 1

Bazı preparatlarda bu ikinci karışımın içine Lanolin ve çok küçük oranda su da konulmaktadır.

Bu iki karışımı ihtiva eden tüplerden çıkan patlar karıştırılarak ve ölçü kaşığına dökülerek ölçü alınır. Maddenin sertleşmesi olayı kimyasal bir reaksiyonla meydana gelmektedir. Karıştırıldıktan kısa süre sonra Çinko Öjenolat meydana gelir. Ancak bazı araştırmacılar, öjenol patı ağının sertleştiğini ve içinde çinko asidi taşıdığını iddia ederek, olayın fiziksel olduğunu belirtmektedirler. Karışımın içine çok az miktarda su katılırsa, reaksiyon hızlanmakta ve sertleşme süresi kısalmaktadır [13].

#### 5. 6. 4. Kauçuk Esaslı Ölçü Maddeleri

Bu tür ölçü maddeleri iki bileşenden oluşurlar ve bunların bir reaktifle polimerize edilmeleri ile elde edilirler. Elastik yapıya tam olarak sahiptirler. Bunlara genel olarak “Elastomer” adı verilmektedir. Elastomer kelimesi, elastik ve polimer kelimelerinin birleştirilmesi ile meydana getirilmiştir. Ölçü maddesi olarak kullanılan kauçuk esaslı maddeler iki tiptedirler: Birincisine “Polisülfür esaslı yapay kauçuk maddeleri”, ikincisine ise “Silikon esaslı yapay kauçuk maddeleri” denmektedir.

##### 1. Polisülfür Esaslı Yapay Kauçuk Maddeleri :

Bunlarda polimerizasyon olayı, bir tür “vulkanizasyon” olayıdır. Kauçuğun kükürtle birleştirilerek lastik elde edilmesi olayına vulkanizasyon denir. Polisülfür esaslı yapay kauçuklarda kükürt ve kurşun peroksit reaktif maddesi ile polisülfür polimer’in karıştırılıp reaksiyon vermesi yoluyla elde edilirler. Eser miktarda (çok az miktarda) organik aminler karıştırılırsa, reaksiyon hızlanmaktadır.

Her iki materyel dışarıda karıştırılır ve hasta ağzına uygulandıktan sonra vulkanizasyon meydana gelir.

Piyasada iki ayrı tüp içinde satılmaktadır. Tüplerin birinde polisülfür maddesi, diğerinde reaktif madde bulunmaktadır. Polisülfür esaslı ölçü maddeleri suya karşı çok hassastır. Su ile karışırsa sertleşme süresi çok kısalmır. Bu nedenle ağza uygulanmadan önce ağız mukozasının adamakılı kurutulması için çaba gösterilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde ilk temas eden bölümlerde hızlı sertleşmeler olacağından, yüzeysel gerilmeler ve deformasyonlar olabilir.

Bu tür ölçü maddelerinde vulkanizasyon ağızda tamamlanmaz. Çünkü aslında bir polimerizasyondur. Ağızdan çıktıktan sonra da devam eder. Bu nedenle ağızdan çıktıktan sonra uzun süre bekletilmesinde sakınca olabilir. Ölçünün alınmasından sonra

en geç bir saat içinde modelin dökülmesinde fayda vardır. Bir saatten sonra olabilecek değişiklikler, modelin hassasiyetini etkileyebilirler [13, 33, 36].

## 2. Silikon Esaslı Yapay Kauçuk Maddeleri :

Polidimetil Siloksan maddesinin, polietil silikat'ın da bulunduğu ortamda, Kalay Oktan reaktifi ile oda ısısında vulkanize edilmesi esasına dayalı bir yapay kauçuk maddesidir. Bu kauçuklara, oda ısısına vulkanize olabilen anlamında RTV kauçukları da denilmektedir. Burada RTV, "İngilizcedeki Room Temperature Vulcanization" kelimelerinin baş harflerini göstermektedir.

Silikon esaslı yapay kauçuk ölçü maddeleri de piyasada iki ayrı tüp halinde satılmaktadırlar. Birincisi molekül büyüklüğüne yakın silis tanelerini, ikincisi ise ya pat halinde, ya da likid halinde kalay oktan karışımını ihtiva etmektedir. Çok gizli tutulan karışım formülü henüz öğrenilememiştir.

Silikon esaslı ölçü maddelerinin, ölçü alındıktan sonra fazla bekletmeden model dökümüne gerek bulunmamaktadır. Ayrıca maddenin sertleşmesinde diğer tüm ölçü maddelerinin aksine, ısının herhangi bir etkisi sözkonusu değildir. Sertleşme süresinin kısalıp azalması, reaktif maddenin miktarının fazla veya az konulması ile hekim tarafından ayarlanabilir. Elbette ki normal sınırların çok fazla aşılması gereklidir.

Silikon esaslı ölçü maddelerinin kullanımında, genellikle "wash" tekniği uygulanır. Bu teknikte, esas ölçü maddesi, kendisi için çok az mesafe bırakılmış özel bir ölçü kaşığı ile kullanılır. Veya taban ölçü maddesi içinde çok küçük aralıklar bırakılarak son ölçü maddesi bunun üzerine uygulanır. Bu tekniğin birinci örneği Çinko Oksit-Öjenol maddesinin uygulanışında belirtilmişti. Silikon esaslı maddelerde bu teknik daha da geliştirilmiştir.

Ölçü total protez için ise, Çinko Oksit-Öjenol maddesinin benzeri teknik uygulanır. Sadece bu maddede, Hidrokolloidlerde olduğu gibi, ölçü kaşığında tutucu deliklerin sağlanması gerekmektedir.

Bölümlü protez veya kuron köprü ölçülerinde ise, önce hamur kıvamlı olan silikon maddesi ile (piyasada bu türün ünlü müstahzarı Optosil ismi ile bilinmektedir) ölçü alınır. Bu madde sertleştikten sonra, net ölçüsü istenen dişlerin civarından keskin spatülle yer açımı yapılır ve fazlanın taşması için de gene keskin spatülle kanallar açılır. Sonra da akışkan silikonlu madde reaktifle karıştırılarak bu ölçü kaşığının üstüne dökülür ve dişler aynı yerlere gelecek şekilde oturtularak yeniden ölçü alınır. (Piyasada bilinen akışkan Xantopren isimlidir) [13].

Porselen çalışmalarında, bu ölçü alındıktan sonra sert alçıyı dökmeden önce bakır veya gümüş metali ile kaplanarak model elde etme olanağı bulunmaktadır.

Silikon esaslı ölçü maddelerinde, polisülfür esaslı ölçü maddeleri için uygulanan çift karıştırma tekniğinin uygulanmasına gerek yoktur. Ayrıca polisülfür esaslı maddelerde yalnızca gümüş metali ile kaplama olanağı varken, silikon esaslılarda hem gümüş hem de bakır metali ile kaplama olanağı bulunmaktadır. Poli sülfür esaslı olanlar bakır sülfattan bozulurlar.

### 5. 6. 5. Paris Alçısı

Genel olarak alçı bahsinin incelenmesi sırasında Paris Alçısından da söz edilmişti. Bu nedenle yapısı ve bazı özellikleri hakkında burada ayrıca bilgi verilmesi gerekmektedir. Ancak şunu belirtmek gerekir ki, paris alçısı, ilk kullanılan ölçü maddelerinden olduğu halde, en iyi ölçü maddesi olma özelliğini korumaktadır. Az kullanılmasının nedeni, hem hekim, hem de hasta için bazı zorlukların bulunmasındandır. Örneğin hastanın ağızdaki andırkatların tiraj sırasında zorlanması, hastanın tadından hoşlanmaması, kırılan parçaların hekim veya teknisyen tarafından sonradan montajının sabır gerektiren dikkati zorlayıcı bir iş olması gibi. Ölçü kaşığını bırakması ve ortalığı kirletmesi de bunlara eklenebilir.

Paris alçısı, hastanın ağız dokusunu irrite etmez, karıştırılması kolaydır, ağızdaki en ince girintilere nüfuz ederek buraların net ölçüsünü verir, sertleşme süresi oldukça

kıdasır ve kırıldığı zaman parçaları hiç bir deformasyona uğramadan eski yerine monte edilebilir. Ağızdaki tüm detayları veren çok net bir ölçü sağlar. Basıncsız ölçü alınmak istediği zaman da ideal ölçü maddesidir [32, 33, 37].

### 5. 7. Plastikler

Dünya Plastik endüstrisinin gelişmesi diş hekimliğini de önemli ölçüde etkilemiş, özellikle protez tekniğinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Örneğin Akriliklerin bilinmediği yıllarda diş hekimleri protez kaide maddesi olarak porselen, vulkanit, fenolik reçineler kullanmakta idiler. Porselen çok kırılıyordu ve yapılması çok güçtü. Fenol formaldehit reçinelerde renk bozulması oluyordu ve termoset bir plastik olduğu için tamiri çok zordu. En çok kullanılan vulkanit ise hijyenik değildi. Yüzeyi kısa zamanda bakterilerle kaplanıyordu ve opak olduğu için de ağız dokusunun rengini tam olarak veremiyordu. Tek avantajı antiallerjik olması idi ve gerçek akrilik allerjisi vakalarında bu özelliği dolayısı ile bugün bile kullanılmaktadır.

İlk kez 1937 de kaide maddesi olarak kullanılan akrilik, çok kısa zamanda diğerlerinin yerini aldı ve diğerleri unutuldu. Çünkü birçok istenmeyen özellik akrilikle ortadan kalkmıştı ve bu durum bu alandaki eksikliği kanıtlıyordu. Akrilik esaslı plastiklerin de birçok sakıncalı özellikleri bulunmaktadır ve bu özelliklerin birçokları henüz giderilememiştir. Ancak günümüzün elimizde bulunan materyalleri arasında en uygunu durumundadır.

Dünya plastik endüstrisinin piyasaya sürdüğü plastikler, Fenolformaldehit, Sellüloz Asetat, Sellüloz Nitrat, Üreformaldehit, Styren, Vinil Reçine indenler, Akrilatlar, Kazein Plastikleri ve Fenolik Furfurol olmak üzere on grup altında toplanmışlardır. Bunlardan diş hekimliğinde kullanılma alanı en yaygın olanı Akrilat Plastikleri'dir. Bu nedenle diğer plastiklerden burada söz edilmeyecektir. Ancak Akrilat Plastiklerini ve dişhekimliğinde kullanılma alanlarını daha ayrıntılı olarak ele almadan önce, plastiklerin özelliklerinden söz ederek konuya girmekte, iyi anlaşılması bakımından yarar vardır. Genel ismi ile "Reçineler" olarak isimlendirmemiz gereken bu plastik maddeler, polimer yapıya sahip, özel yöntemlerle endüstrinin her alanında istenen şekil

maddeler, polimer yapıya sahip, özel yöntemlerle endüstrinin her alanında istenen şekil verilebilen ve her madde yerine kullanılabilen, genellikle ucuza mal olan, yapısının ana elementi karbon olan organik bileşiklerdir. Kimyasal yapılarının analiz yoluyla tam olarak anlaşılması sağlanamamıştır. Ancak nasıl oluştukları hakkında bilgimiz bulunmaktadır. Karbon atomlarından yapılmış bileşikler, içindeki karbon yoğunluğuna göre, gaz, sıvı veya katı halde olabilirler. Bir molekülü içinde 4 veya daha az karbon atomu bulunan hidrokarbon bileşikleri, tabiatта genel olarak gaz halinde görülürler. Örneğin tek karbon atomu ve buna bağlı dört hidrojen atomu bulunan Metan ( $\text{CH}_4$ ) gaz halindedir. Beş karbon atomlu Pentan'dan 22 karbon atomlu hidrokarbon bileşiklerine kadar olanlar sıvı halindedirler. 22 karbonlu olan bileşik, parafine benzer katı bir maddedir. Moleküllerdeki karbon atomu sayısı yükseldikçe reçinenin direnci de çoğalmaktadır. Karbon atomunun çoğalması demek, molekül büyüklüğünün de artması demektir. Bir reçinede tüm moleküllerin aynı boyutta olması da mümkün değildir. Bu nedenle reçinelere kesin formül verebilmek mümkün olamamaktadır [13].

### 5. 8. Porselenler

Diş hekimliğinde “Seramik Dişler” veya “Seramik kuron, seramik köprü” gibi deyimleri kullananlar vardır. Seramik, ana maddesi kil cevheri olan ve pişirme suretiyle, şekil verilmiş materyalin sertleştirilmesi ve sızlanıp kullanılması ile sonuçlanan çalışmanın ürünüdür. Testiler, fayanslar, mozaikler, mutfak eşyası ve sıhhi tesisat malzemeleri gibi, aşamalarla gelişmiş birçok türleri bulunmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılan tür ise, tüm bu türlerin en gelişmiş ve farklı özellik gösterenidir. Bu nedenle çok geniş anlamı içeren “seramik” sözcüğünün diş hekimliğinde kullanılması pek doğru olmamaktadır. Doğrudan “porselen” veya “diş porseleni” denilmesi daha doğru olacaktır [38].

Porselen'in yapısı ve özellikleri :

Tüm porselenler üç ana maddeden oluşur :

1. Kil cevheri:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .  $2\text{SiO}_2$ .  $2\text{H}_2\text{O}$  .

2. Feldspat:  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  ve  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$

1. Kuars :  $SiO_2$  den oluşur.

Porselenin ergime derecesi, yüksek, orta ve alçak derecelerde pişen porselenlerde 870 -1370 °C arasında değişmektedir. Ancak günümüzde diş hekimliğinde kullanılmak üzere oldukça düşük ısılarda pişen ve özel altın ve plâtin alaşımları ile organik ilişki kurup çok sıkı bağlanabilen porselen türleri yapılmıştır. Alümina esaslı porselenler, bu gelişmiş örneklerden biridir ve 800-960°C arasında pişmektedirler [30, 38, 39, 40].

Diş hekimliğinde kullanılan porselen, aslında porselen hamurunun ergitilerek “frit” yapılmasından elde edilen materyaldir. Diğer bir deyimle bir çeşit “cam”dır.

Porseleni meydana getiren üç materyal önce saflaştırılır, sonra değirmenlerde sulu ortamda öğütülür. Elde edilen tozlar istenilen oranda su ile karıştırılıp hamur yapılır. Bu hamur 1200 °C da pişirilir, sıcakken suya batırılır ve içindeki gerilim boşaltılır. Elde edilen bu madde 'frit' dir. Frit değirmende öğütülerek çok ince toz haline getirilir, kurutulur. İçine renk verici pigmentler katılarak diş hekimliğinde kullanılmaya hazır hale getirilir. Materyalin kristalize olma zamanı donma zamanından uzun olduğu için cam halinde iken sertleşmektedir. Cam elde edilmesindeki mekanizma da aynıdır. Bu nedenle frit'e bir çeşit cam denilebilir. Bazı eşyalarımızın üzerindeki Emaye de aynı prensiplerle hazırlanmıştır. Bu nedenle alçak derecede ergiyen porselen türlerine, bazı yayınlarda “emaye porselenleri” adı da verilir [1, 2, 4, 41].

Protez laboratuvarında porselen yapımı ;

Laboratuvarlarda çok geliştirilmiş özel elektrikli fırınlar kullanılmaktadır. Platin matriks veya metal destek üstüne önce opak hamur konur ve bir süre pişirilir. Sonra çıkarılıp soğutulur, dentin ve mine tabakaları sırası ile yerleştirilir. Bu işlem yapılırken sık sık kâğıt mendiller veya emici bezlerle suyu alınır. İşleme bittiği zaman, kurunun büyüklüğü, aproksimal yüzler de dahil, normalde istenen büyüklükten biraz fazla olmalıdır. Çünkü porselen pişerken suyunu kaybeder ve büzülür. Bırakılan büyüklük,



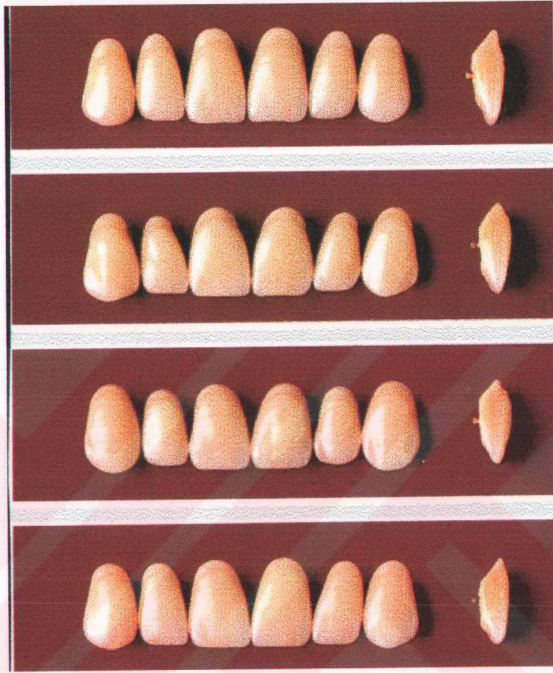
bu büzülmeyi karşılamak içindir. Pişme işlemi bittikten sonra güdük üzerinde kontrol yapılır ve fazlalıklar varsa saf alüminyum oksit taşları ile alınır. Kesinlikle renkli taş kullanmamak gereklidir. Çünkü renkli taşlarda oksitler vardır ve son fırınlamada renk değiştirmesine neden olabilirler. Son pişirme glazür içindir. Pişirme süreleri tarifelerde vardır [13, 31, 42].

Şekil 5. 6-7-8-9 da bu aşamalar şematik olarak gösterilmiştir.

Glazür deyimi, porselenin cilası için kullanılmaktadır. Eskiden son işlem olarak cila maddesi sürülüp pişirilirdi. Bugün artık cilâ maddesi kullanılmamaktadır. Ama cila için son pişirme yapılmaktadır. Estetik için glazürleme işleminden önce, istenirse “makyaj” yapılmaktadır. Makyaj işlemi, metal oksitlerle kuron yüzeyinde bazı renklerin veya şekillerin canlandırılmasıdır. Örneğin bazı yerlerinde kahverengi lekeler olan bir üst santral dişin yanındaki ikinci santrale porselen jaket kuron yapılırsa, bu yeni kuronun da benzer lekeleri taşıması gerekmektedir. Aksi halde takma diş olduğunu açıkça belli eden bir görünüm kazanır. Makyajla istenirse dolgu görünümü bile yapılabilir.

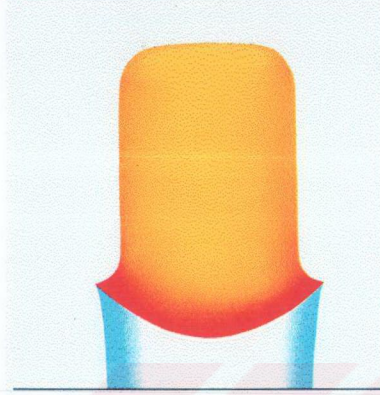
Sarı renk için Titan Oksit, sarı-portakal renk için Uranyum Oksit, gül rengi için Krom alüminat, kahverengi için Demir Oksit veya Nikel Oksit, Mavi için Kobalt Alüminat, mavi-yeşil için Bakır Oksit, gri lavanta yeşili için Manganez ve gri renk için Demir Fosfat kullanılır [39, 41, 43].

Eğer yapılan kuron bir jaket kuron ise, kuronun tam olarak bitmesinden sonra içindeki platin matriks kazınarak çıkarılır ve ağıza ajuste edilmek üzere diş hekimine verilir. Ağız protezleri laboratuvarlarında yapılan jaket kuron veya metal destekli porselen kuronlar, düşük ısılı özel diş porselenleri ile yapılmaktadır. Özel fırınların ısıtma ve kurutma süreleri, yapıldığı firmanın özel düzenlemesine göre tarifelerinde belirtilmiştir. Bu tarifelere uymak gereklidir. Ülkemizde halen Vita firması ile Biodent firmasının fırınları kullanılmaktadır.

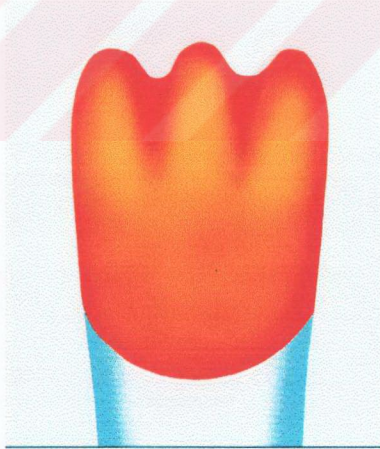


Şekil 5.5 Hazır yapılmış porselen dişler

Pahalıya mal olması ve yapımının güçlüğü gibi etkenler olmasa, özellikle krun ve köprülerde porselenden başka estetik materyelin kullanılmasına gerek kalmayacaktır. Çünkü gerekli destek kurallarına uyulması halinde, kırılma sakıncası da giderilebilmektedir. Dokuda hiçbir uyumsuzluk yapmaması, hiç su çekmemesi ve çok hijyenik olması, tabii dişlere benzetme olasılığının en yüksek bulunması, diş hekimlerince tercih nedeni durumundadır [13, 39, 41].



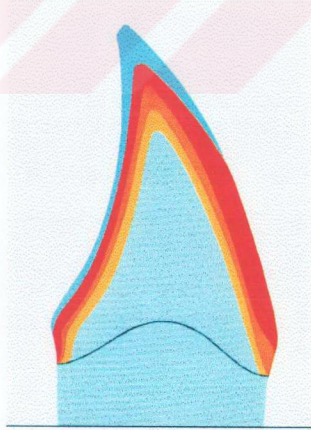
Şekil 5. 6 Opak tabakanın işlenmiş halinin şematik görünümü



Şekil 5. 7 Opak üzerine dentin katmanın işlenmiş görünümü



Şekil 5. 8 Glazür tabakanın şematik görünümü



Şekil 5. 9 Opak, dentin ve glazür tabakaların bir arada gösterilişi

## 5. 9. Metaller

Dişhekimliğinin her çalışma alanında metallerin önemli yeri bulunmaktadır. Diş hekimliğinin her dalında kullanılan çeşitli araçlar genellikle metallerle imal edilmişlerdir. Bunların yanısıra Cerrahide kullanılan iğneler, teller ve şineler, tedavide kullanılan amalgam ve inley dolgu maddeleri, ortodontide kullanılan bağlar ve daha birçok örnekler metal ana yapısına sahiptirler. Ağız Protezleri Teknisyenlerini ilgilendiren metaller ise protez laboratuvarlarında kullanılan ve protez imali için tüketilen metal gereçlerdir. Ağız protezlerinde hareketli kaide maddesi veya sabit protezlerde gövde veya çapa maddesi olarak kullanılan metaller, bazan saf olarak bazan da alaşımlar halinde kullanılırlar. Saf veya alaşımlar halinde kullanılan bu metallerin kıymetli ve kıymetsiz olarak belli başlı olanları şöylece sıralanmaktadır :

Kıymetli Metaller :

Altın: Saf olarak veya tüm kıymetli alaşımların bileşimine girerek kullanılır. Ergime derecesi 1063 °C dir ve akışkanlığı yüksektir. Sarı renkli, yumuşak ve kolaylıkla tel ve levha haline getirilebilecek özelliktedir. En az reaktif metallerden biridir. Okside olmaz ve kimyasal korozyona uğramaz. Diş hekimliğinde saf olarak kullanılmaz.. Çok düşük oranlarda bile olsa bir ölçüde sertleştirici başka metal karıştırma zorunluluğu vardır. Örneğin 22 ayar altın veya 18 ayar altın olarak kullanılmaktadır. Saf altın 24 ayar olduğuna göre, bir miktar bakır veya Gümüş karıştırılmış demektir. Ülkemizde en çok bilinen üç ayar'ın, içlerindeki altın oranları şöyledir

24 ayar %100 altın, 22 ayar %91.6 altın, 18 ayar %75 altın, 14 ayar %58.3 altın

Kuyumcuların altın ayarını ölçmek için kullandıkları bir taş ve bir sıvı vardır. Taşın adı Mihenk Taşıdır. Bu taşın ismi, herhangi bir varlığın değerini ölçmekte kullanılmak üzere mecaz anlamda edebiyatımıza bile girmiştir. Kullanılan sıvı ise, 60 kısım nitrik asit (HNO<sub>3</sub>), 20 kısım hidroklorik asit (HCl) ve 20 kısım su (H<sub>2</sub>O) dan oluşmuştur.

Mihenik taşı, silisyumlu siyah bir taştır. Altın, bu sert taşın üstüne kuvvetle bastırılarak sürülür ve sarı iz bırakması sağlanır. Eriyik bu izin üstüne sürüldüğü zaman iz silinmeyip kalıyorsa, bu altın 24 ayar saf altındır. Eriyik her ayar için ayrı dozlarda sulandırılır ve her doz bir ayarı silecek biçimde hazırlanır, gene aynı yöntemle tüm ayarlar sürtme ve göz kararı ile tesbit edilmiş olur [32, 34, 38, 39].

Ülkemizde dişhekimliğinde 22 veya 18 ayar altın kullanıldığı halde, birçok ülkede ağız ortamından etkilenmeyecek şekilde modifiye edilmiş 14 ayar altın kullanılmaktadır.

Platin: Diş hekimliğinde başlangıçta porselenin dayanak metali olarak kullanılmıştır. Çünkü genleşme katsayısı porseleninkine çok yakındır. Ayrıca porselenle organik bağlantı denilebilecek bir adezyon sağlama özelliği bulunmaktadır. Ancak yumuşaklığı edeni ile bugün porselen ile sadece alaşımlar halinde kullanılması tercih edilmektedir. Ergime sıcaklığı 1755 °C dir, Asit ve bazlardan etkilenmeyen, okside olmayan, gri beyaz renkli çok dayanıklı bir metaldir [13, 29].

İridyum: Ergime derecesi 1950 °C dir ve son derecede sert bir metaldir. Camı çizer, tel veya levha haline gelemmez. Diş hekimliğinde alaşımlar içinde kullanılır.

Palladyum: Ergime derecesi 1557 °C dir. Beyaz renkli, çok sert, tel veya levha haline gelmesi çok zor bir metaldir. Diş Hekimliğinde alaşımları sertleştirme maddesi olarak kullanılır.

Rodyum: Ergime derecesi 2000 °C olan, çok sert ve tel veya levha haline getirilemeyen bir metaldir. Diş hekimliğinde yalnız alaşımlara girer.

Rutenyum: Ergime derecesi 2000 °C nin üstünde olan, çok sert ve ender bulunan bir maddedir. Dişhekimliğinde alaşımların katkı maddesi olabilir.

Osmiyum: Ergime derecesi 2400 °C olan, platin cinsi metallerin en serti, sertliği kuarsdan bile fazla olan bir metaldir.

Gümüş: Ergime derecesi 960 °C dir. Doğada oldukça bol bulunduğu için kıymetli metallere kıymetsiz metaller arasında sayılabilecek, metalik beyaz renkte, çok güzel cila kabul eden bir metaldir. Oksitlenmeye karşı dayanıklı olmakla beraber her türlü kükürtlü karışıma veya gaza karşı hassastır [33, 39].



## **BÖLÜM 6. DIŞ HEKİMLİĞİNDE PORSELEN**

### **6. 1. Porselenin Diş Hekimliğindeki Yeri**

Ön dişlerden bir ya da birkaçının eksikliği, herhangi bir nedenle renk değişikliği, büyük Oçürükler ya da fraktür sonucu dişlerin kırılması hastayı en kısa sürede diş hekimine götürür. Bu gelişin nedeni çiğneme gücünden çok hastanın estetiğinin bozulmasıdır. Dişsizlikten ileri gelen bozuk bir görüntüye medeni bir insan dayanamaz. Genellikle hastalar dişhekimine öncelikle estetik sonra da çiğneme fonksiyonunun düzeltilmesi için başvururlar.

Büyük ümitlerle dişhekimine başvuran hasta hekiminden mucize bekler. Dişhekimisi hastasına en uygun endikasyonu koyarak ve tüm kurallara uygun hazırladığı başarılı restorasyonda, kullanacağı malzemenin türüne göre başarılı ya da başarısız sayılacaktır. Burada ortaya çıkan önemli sorun malzemenin en iyisini kullanabilmek, daha doğrusu seçebilmektir. Bu da dişhekiminin tüm malzemeleri özellikleri ile iyi tanması gerektiğini gösterir [41].

Yukarda belirtilen vakada üç tür ayrı malzeme ile Kuron ya da köprü protezi uygulanabilir.

1. Metal kuronlar ya da metal köprü
2. Akrilik jaket kuronlar ya da Metal-Akrilik köprü
3. Porselen jaket kuronlar ya da metal porselen köprü

1. Günümüzde genellikle ön dişlerde metal kuronlar ve köprüler estetik nedenlerle kesin olarak uygulanmamaktadır.



2. Doğal dişlerde eksiklik yoksa, her diş için kurallara uygun iyi cins bir akrilden jaket kuron uygulanabilir. Dişlerden bazıları kaybedilmişse metal-akrilik köprüler uygulanır.

Bu durumda istenilen estetik kısa bir süre için sağlanmıştır ve hasta memnundur. Dişhekiminden sevinçle ayrılır. Ancak akriliklerin özelliğini iyi bilen hekim daha önceki tecrübelerini de anımsayarak görevini tam yapmış bireyin mutluluğuna erişememiştir. Bu durum hekimin kendi eksikliğinden çok kullandığı maddenin özelliklerinin iyi olmamasından ileri gelir. Akrilik allerjen bir madde olduğundan herkışıye aynı güvenle uygulanamaz. Köprü gövdeleri mukozaya temas ettirilmese bile, kuronlar diş eti cebine gireceğinden, bu bölgede kısa süre sonra allerjik belirtilerle beraber gingivitis görülür [13, 31, 41].

En iyi cins akriliklere bile canlı diş şeffaflığı verilemediğinden yandaki doğal dişlerle tam renk uygunluğu sağlanamaz. Akrilikler değişik nedenlerle uygulandıktan bir süre sonra renk değiştirirler. Bu olay akriliklerin en büyük sakıncasıdır. Jaket kuronlarda oluşan renklenme, ya kole'den giren kırıntıların ayrışması ya da direkt akriliğin kendisinde meydana gelir.

Metal-Akrilik protezlerde genellikle iki maddenin birleşme yerlerinde yarıklık, kaynaşmamazlık görülür. Akrilik kolaylıkla metalde ayrılabilir. Belirtilen aralıktan giren tükürük ve artıklar burada korozyon renklenmesi yapar. Bu renklenme ya akriliğin yüzeyinden görünür ya da oluşan oksitler akriliği renklendirir. Akriliğin tutunması için metal yüzeylere hazırlanan retansiyonlar ne kadar iyi olursa olsun ancak basınç altında akrilin metalden ayrılmamasını sağlar. Metal-Akrilik arasında yüzeysel bir kaynaşma bulunmadığından yukarıda belirtilen korozyon oksitleşmesi kısa ya da uzun sürede meydana çıkacaktır. Genellikle bu tür renklenmede kahverengimsi bir tabaka görülür. Jaket kuronlarda renklenme sarı-gri ve siyaha kadar değişiktir. Aynı nedenlerle eski jaket kuronlarda koku meydana gelir. Akriliğin yumuşaklığı ve sürtünmeye karşı dirençsizliği başka bir dezavantajını oluşturur.

Koparma ve öğütme işlemlerinde akrilik dişlerde aşınma olur, bu nedenle de tüberkül yüzeyleri düzleşir ve boyları kısalmır. Vertikal yöndeki bu değişikliğin yanında, diş fırça

ve macunlarının etkisiyle vestibül yüzeylerde oluşan aşınma estetik yönden çok sakıncalıdır. Doğal dişlerin anatomik görünümünün yanında, akrilik dişlerin vestibül'de bombelerini kaybedip düzleşmesi, kuron boyunun kısılması haklı olarak hastaların şikayetlerine neden olmaktadır.

Total protezlerdeki vertikal aşınmanın mandibüler eklemlerdeki patolojik oluşumları meydana getirdiğini kısaca hatırlatmayı uygun bulduk.

Günümüzde aşınma ve direnç sorununu çözümlenecek türde özel akrilikler yapılmış ve hizmete sokulmuştur. Ancak bu akrilikler henüz çok pahalı ve özel bir çalışma gerektirmektedir. Bu şekilde eski tür akriliğin önemli bir sakıncası ortadan kalkmış olur.

Piyasada sert akrilik diye adlandırılan bu tür akrilikler iki ayrı şekilde bulunur. Birincisi orjinal kutuda, tüm seri renkleri ve renklendiricileri kapsar. Doğal çizgi ve lekeleri yapay dişlerde belirlemek için gerekli malzeme karıştırıcılar aynı kutuda bulunmaktadır. Bu tür akriliklerden yararlanmak için tüm kutunun alınması gerekir. Hazırlanması özel çalışma gerektirdiğinden içerisindeki prospektüsü okuduktan ve gerekli bilgiler alındıktan sonra Akriliğin hazırlanmasına geçilmelidir. Aksi halde alınacak sonuç kesinlikle olumsuzdur.

İkinci tür sert akrilik, cam şişelerde toz olarak bulunur. Herhangi bir aksesuarı yoktur. Kullanılması kolaydır, normal beyaz akrilik tozuna küçük oranlarda bu tozdan karıştırılarak akrilik bilinen yöntemlerle hazırlanır ve pişirilir. Normal akriliğe karıştırılan tozun görevi akriliğe sertlik ve direnç kazandırmaktır. Bunun dışında renk vermek v.b. bir katkısı yoktur. Özel bir çalışma gerektirmez [41].

Her iki tür sert akrilik içinde cilâ önemli bir yer tutar. Normal akriliğe oranla daha sert olduklarından özel möller ve separelerle düzeltilmesi gerekir. Zımpara işleminden sonra özel keçe, fırça ve cila malzemesi kullanılmalıdır.

Sertlik dereceleri normal akriliğe oranla % 50 daha fazladır. Bu tür akrilikler, sertlik yönünden normal akriliklerle porselen arasında bir geçiş kabul edilebilir.

3. Ön dişlerde sadece madde kaybı varsa, full porselen jaket kuronlar uygulamakta hiç bir sakınca yoktur. Kurallara uygun hazırlanmış bu tür bir jaket kuron ya da kaybolmuş dişlerin yerini dolduracak metal-porselen çalışması, köprü protezi her yanı ile doğal dişe en yakın olanıdır.

Akriliklerin türlü dezavantajlarının yanında porselenin sayılabilecek hiç bir dezavantajı yoktur.

Kurallara uygun hazırlanırsa, kesinlikle kırılmaz. Doku ile ilişkileri en iyi düzeydedir. Allerjen değildir. Renk değiştirmez. Şeffaflığı nedeni ile doğal dişe en yakın olduğundan estetik tamdır. Metal-porselen tutunma şekli akrilikten değişik şekilde olduğundan iki malzeme arasında boşluk bulunmaz. Bu nedenle renk değiştirme ve kokuşma sözkonusu değildir. Yukarıda belirtilen nedenlerle porselen uygulaması yapan dişhekimi sonradan sorunlarla karşılaşmayacağını bilir. Akriliğin yukarıda belirtilen dezavantajlarının yanında bir takım avantajların da bulunduğunu belirtmek yerinde olur. Akrilik elâstik bir madde olduğundan kırılma ve çatlama olayları çok az görülür. Hazırlanması kolay ve özel aletler gerektirmez.

Akriliklerin dezavantajlarını özetleyecek olursak :

- a. Allerjendir
- b. Renk değiştirir
- c. Metalle bağlantı kurmaz
- d. Yumuşak ve dirençsizdir
- e. Dokuya zararlı olabilir

Avantajları :

- a. Porselene oranla elâstiktir
- b. Hazırlanması kolay ve özel çalışma gerektirmez
- c. Ekonomiktir

Porselenin avantajları :

- a. Yüksek düzeyde estetik sağlar
- b. Renk değiştirmez
- c. Dokuyla tam bir uyum içindedir
- d. Metalle bağlantısı en iyi şekildedir

Porselenin dezavantajları :

- a. Çalışma süresi uzun ve özel çalışma gerektirir
- b. Ekonomik olmayıp pahalıdır

Bütün bu açıklamalardan sonra gene de denilebilir ki: Dokuların dostu olarak tanımlanan porselen, üstün estetik özellikler göstermesi gerekli tüm dişhekimliği malzemeleri içinde en iyisidir.

Porselen, dişhekimliğinde dört temel uygulama alanı bulunur.

1. Hazır yapay dişler ve her türden prefabrike fasetler
2. Dişhekimliği ya da teknisyen tarafından laboratuarda hazırlanan ve "jaket" adı verilen porselen kuronlar
3. Doğal dişlere uygulanan inley şeklinde porselen dolgular.
4. Metal-porselen kuronlar ve metal porselen köprüler [13, 31].

## 6. 2. Diş Hekimliğinde Porselenin Günümüze Kadar Geçirdiği Aşamalar

Eksik dişleri tamamlama sanatının büyük yardımcısı porselen, M.Ö. 50 yıllarında Çinli'ler tarafından kullanılmış, ancak 16. Yüzyılda Portekiz'li denizciler tarafından Avrupa'ya getirilmiştir. Bu tarihten 150 yıl önce İtalya'da porselen yapılmasına çalışılmıştır.

Porselen diş hekimliğinde ilk olarak, 1774 yılında eczacı Alexis Duchateau tarafından kullanılmıştır. Duchateau bir gereksinme sonucu porselen proteze gerek duymuştur. Meslek gereği tatmak zorunda olduğu kimyasal maddeler, kullandığı protezini

renklendirdiği ve koku yaptığı için, kemik yada fil dişinden yapılmış protezini, o zamanlar "Vieux-sevres" adı verilen bir tür yumuşak porselen protezle değiştirmeyi istiyordu. Porselen maddesinin "Kontraksiyona" uğradığını gören Duchateau, çevre dişhekimlerinden Nicolas Dubois de Chemant ile birlikte çalışarak kullanılabilir bir protez yapmayı başarmıştır.

Araştırmalarını yalnız sürdüren Dubois, Sevresli seramikçilerinde katkısı ile aldığı sonuçları 1789 yılında yayınlarak Kraliyet İlimler Akademisi'ne sundu.

İlk kişisel porselen dişler, 1808 yılında Paris'te yerleşmiş İtalyan kökenli bir diş hekimi olan Giuseppangelo Fonzi tarafından gerçekleştirildi. Bu dişlerin arka kısımlarına yerleştirilen platin kramponlar metalik bir dayanağa lehimlenebilme kolaylığı sağlıyordu. Daha o çağlarda diş porselen sanayi Amerika'da büyük aşamalar göstermiş ve diş hekimlerine 1838 lerde hazır porselen dişler sunulmuştur [29, 44].

Claudius Ash, Samuel W. Stocton ve Samuel S. White gibi araştırmacılar porselen dişlerin prefabrike hazırlanmaları için gerekli fabrikaların kurulmasında büyük katkıları olmuştur. 1885'te Cincinnati'li John Allen ilk kez platin armatür üstüne pişirilmiş porselenli bir protezin yapım metodunu açıklamıştır. Aynı yüzyılın sonlarına doğru çeşitli seramikçiler porseleni diş hekimliğinin değişik alanlarında uygulamaya çalışmışlardır.

Daha 1837 lerde Murphy ve Herbest amyant modellerde eritilmiş camdan kesici dişler yapmışlar. Estetik sonuçlar çok olumsuz olduğundan çağdaşları seramiği cama tercih ederek o yönde çalışmışlardır [41].

Önceleri blok porselenler eksik diş boşluklarına uyacak şekilde mül'ler aşındırılarak hazırlanıyordu ancak bu tür çalışmalar yalnızca vestibül fasetlerde başarılı oluyor, öteki bölümlerde istenilen amaca ulaşamıyor ve çok uzun çalışmalar gerektiriyordu. İlk olarak porseleni kaviteye göre pişirmeyi 1887 de Charles Land ortaya koydu ve porselen inleylerin güncel yapım metodu bu şekilde bulunmuş oluyordu.

Bundan sonraki ilerlemeler, porselen tozlarının geliştirilmesi ve pişirme fırınlarında pirometrelerin kullanılmasına bağlı olarak hızla gelişmiştir.

Pişirme fırınları önceleri bunzen beki, gaz ve alkol ile ısıtılıyor; bu nedenle ancak alçak derecede ergiyen porselen türleri pişirilebiliyordu [29, 44].

Bu koşullarda porselen altın matrisler içerisinde hazırlanıyordu. 1886 da A. E. Matteson altın yaprak ile ilk estetik kuronu yapmış ve üstüne porselen pişirmiştir. Jenkins (1898) ise Avrupa'da bu tür çalışan seramikçilerin başında gelir.

Elektrik fırınlarının bulunuşu, pirometreler ile fırında pişen porselenin kontrol edilebilmesi daha yüksek derecelerde pişen porselenlerin kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu şekilde elde edilen porselenler ise çok daha sağlam ve şeffaf olmuştur.

1888' lerde platin üzerine porselen kaplamayı düşünen Land 1895 yılında platin yaprak üzerinde porselen fırınlamayı başararak günümüzde kullanılan porselen jaket kuronu ortaya koymuştur. Bu tür çalışmalar Spaulding tarafından geliştirilmiş ve en üst düzeye getirilmiştir.

Başlangıçta porselen çalışmalarından pek parlak sonuçlar alınamıyor ve pişirildikten sonra porselende oluşan porozitenin yok edilmesi öteki uğraşların başında geliyordu. Tüm çabalar 1949 yıllarına doğru olumlu sonuçlarını vermeye başladı. Ortaya atılan değişik tekniklerin arasında Almanya'da Gatzka' nın etkisiyle Wienond diye anılan ve uğraşısı porselen olan bir müessese vakumda ilk suni porselen dişleri elde etmeyi başardı. Bunu takiben porselen jaket kuron, İnley ve benzeri porselen işleri vakumda hazırlanabildi. Bu porselen için büyük bir aşama sayıldı.

Vakumda porselen hazırlanmasının uygulanmaya başlaması ile porselen pişirme tekniği; havada ve vakumda pişirme diye iki boyut kazanmıştır.

Her iki teknik üzerinde yapılan araştırmalarda ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Lacour ve Nally hava ve vakumda pişirilen porselenler üstünde yaptıkları çalışmalarda aşağıda

belirtilen önemli sonuçları saptamışlardır. Vakumda pişirilen porselen dişler atmosferde pişirilene oranla %20 daha fazla dirençlidir. Porozitenin yok denecek kadar azaldığı gözlenmiş, bunu Semelmann belirli rakamlarla açıklamayı bilmiştir. Vakumda pişen porselenlerde boşluklar total porselen hacminin %0.1 ini kapsarken normal atmosferde pişen porselenlerde bu oran porselen hacminin %4.5'i gibi büyük bir bölümünü kaplar. Porselenin içerisinde bulunan hava kabarcıkları "porozite" porselenin şeffaflığını azaltır ve matlaştırır. Vakumda pişirilen porselende porozitenin azlığı nedeni ile şeffaflık fazla olduğundan estetiği büyük ölçüde artırır.

Ancak günümüzde porselen türlerinde ve pişirme fırınlarında görülen büyük aşama atmosfer ve vakumda pişirilen porselen arasında yukarıda belirtilen büyük farkları ortadan kaldırmıştır. Kurallara uygun olarak çalışılırsa her iki teknikle yapılan porselenlerde alınan sonuçlar farksız ve olumludur.

Ön dişlerde uygulanan full porselen jaket kronlar çiğneme basıncının fazla olması nedeni ile küçük ve büyük azı dişlerinde uygulama olanağı yoktur. Porselen çalışmalarında böyle bir olanak metal üzerinde porselenin pişirilmesiyle sağlanmıştır. Bu çalışmaların iyi sonuç vermesi tek diş restorasyonlarından çok porselenin köprü protezlerinde kullanılmasına yaramıştır. Metal-porselen çalışmalarının çok başarılı olmasının yanında malzemenin pahalı olması ve çalışma süresinin uzunluğu kullanma alanını daraltmaktadır [29, 41, 44].

### 6. 3. Diş Porselenlerinin Yapısı

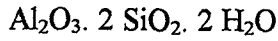
Dişhekimliğinde kullanılan porselen, yapı olarak seramikçilerin kullandığı sert porselene çok yakındır. Çoğunlukla silikat yapıli olan seramik, bir ya da birden fazla metalin, metal olmayan bir elementle genellikle oksijenle yaptığı bir kombinasyondur. Büyük olan oksijen atomları bir matris gibi görev yaparak, daha küçük metal atomlarını ve yarı metal silikon atomları arasına sıkıştırılmıştır.

Seramik kristalindeki atomik bağlar, hem iyonik hem de kovalent yapıdadır. Bu güçlü bağlar, seramiklerde stabilite, sertlik, sığa ve kimyasal maddelere direnç gibi

özellikler sağlar. Aynı yapı seramiğe kırılmalık kazandırdığından sakıncalı bir durum ortaya çıkmasına neden olur.

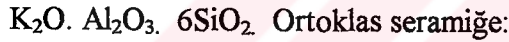
Tüm porselenlerin temel yapısı üç esas maddeden oluşur ( Şekil 6.1-2)

1 - Kil: Bir alüminyum hidrat silikası olan kil, kaolen, kaolinit ya da Çin kili adı verilen saf kaolenin formülü şöyledir :



Kil'lerin içinde, 1800 °C civarında ergimesi nedeniyle ısıya en dayanıklı olanıdır. Porselen belirli bir renk donukluğu verir. Su ile karıştırıldığında yapışkan bir kıvam alarak, seramik hamurun modelaj çalışmasını kolaylaştırır.

2 - Feldspat: Potasyum Feldspat (ortoklas) ya da Sodyum Feldspat (Albit) silikası ve ayrıca doğal bir mineral olan feldspat'dır. Kristal bir yapıya ve gri-gül kurusu bir renge sahip olan Ortoklas'un formülü şöyledir:

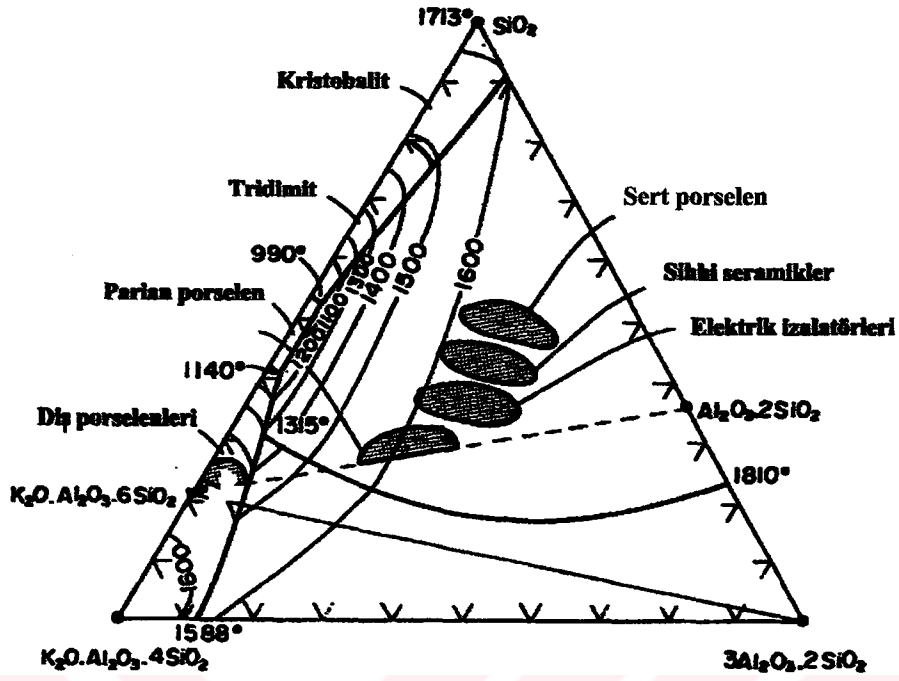


$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  şeklinde formüle edilebilen Albit'den daha üstün bir şeffaflık kazandırır.

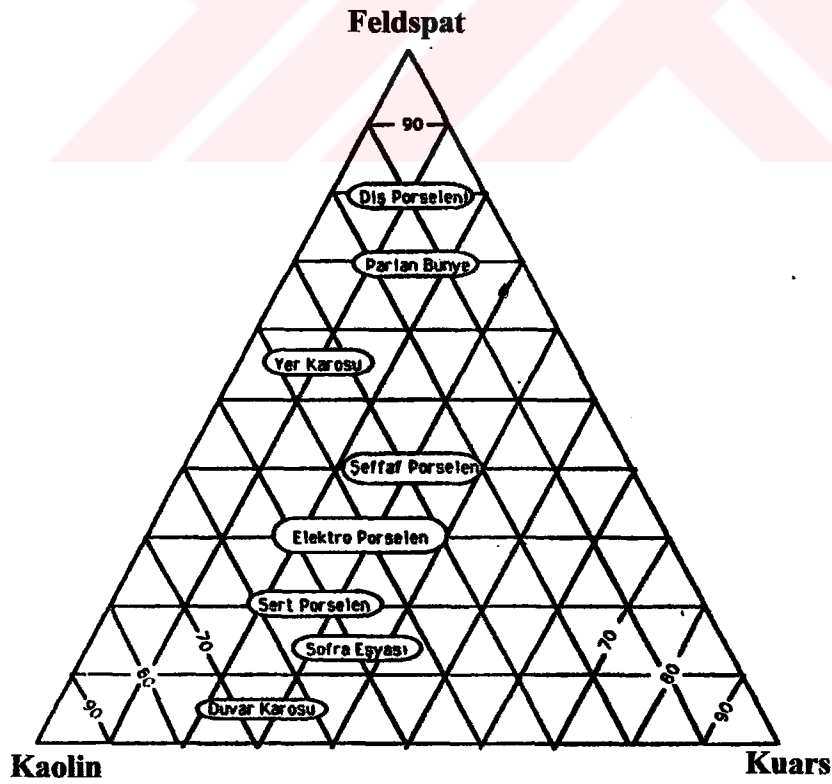
Feldspat 1100-1300°C arasında ergir. Yüksek ergime dereceli bileşenlere akışkanlık kazandırır. Porselene belirli bir şeffaflık verir ve ısıya daha dayanıklı bileşenleri tutan, bağlayan, camlaşmış bir siman görevi yapar.

3 - Kuars; tamamen Silis ( $\text{SiO}_2$ ) den oluşur. Kuars, bazı kayalardan, deniz kumu ve çakıllarından elde edilir. Porselen kitlesine destek görevi yapan ve pişme sonucu meydana gelen büzölmeleri önleyen kuars 1700 °C civarında ergir. Porselenler yukarıda belirtilen temel bileşimlerin yanında, boraks, sodyum karbonat, potasyum ya da kalsiyum gibi bazı ergiticileri de kapsarlar. Ergime derecesi 1100 °C den düşük porselen tozlarının bu ergiticileri kapsaması gereklidir [35, 41].





Şekil 6. 1.  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4 SiO_2 - 3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 - SiO_2$  diyagramı [33, 45, 46]



Şekil 6. 2 Bazı seramik ürünlerin üçlü diyagramda gösterimi [6]

Porselen tozları ergime derecelerine göre üç gruba ayrılır :

1. Yüksek ısı porseleni
2. Orta ısı porseleni
3. Düşük ısı porseleni

1. Yüksek ısı porseleni :

Pişme sıcaklığı: 1290 - 1370° C dir.

Yapısı: % 4 Kaolin, % 81 Feldspat, % 15 Silis

Bu tür porselenlere ergitici maddeler katılmamıştır. Çok homojen bir yapı gösterir ve %15 oranında büzölmeye uğrarlar. Yüksek ısı porselenleri, şeffaflığı, sağlamlığı ve pişme süresince modeli bütün detayları ile korunması nedeniyle, tüm önemli yapımlarda aranılır ve ötekilere tercih edilir. İncey, jaket, kuron ve köprü protezlerinde başarı ile kullanılır.

2. Orta ısı porseleni :

Pişme sıcaklığı: 1090 - 1260°C dir.

Yapısı: %61 Feldspat, %29 Silis, %2 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, %1 Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, % 5CaCO<sub>3</sub>, %2 K<sub>2</sub> CO<sub>3</sub>

Yapısında Kaolen bulunmayan ancak ergitici maddeleri kapsayan bu tür porselenler daha düşük derecede erirler. İncey, jaket kron ve köprü protezlerinde kullanılır.

3. Düşük ısı porseleni :

Pişme sıcaklığı: 870 - 1060°C dir.

Piştirme süresi çok kısadır. %30-35 oranlarında büzülme gösteren porselen, piştikten sonra porozlu bir yüzey gösterdiğinden, ağız sıvısında bozular, rengi değişir ve gri bir renk alır. Piştirmeden sonra kırılğan bir hal aldığından önemli yapımlarda kullanılma olanağı yoktur. Genellikle köprü protezlerinin fasetlerine şekil vermekte tüm sun'i diş ve tüplü dişlerin yapımında bu tür porselenler kullanılır. Yukarda belirtilen maddelerin dışında diş porselenleri renklendirici olarak metal ve metal oksitlerini de kapsarlar [37, 41, 47].

Tablo 6.1' de bazı porselenlerin kimyasal analizleri, tablo 6. 2'de ise renklendiriciler verilmiştir. Porselen tozlarında tüm bileşenler gerekli kalite ve saflıkta olmalıdır. Bu durumu sağlamak için bileşenlere 'Fritaj' adı verilen işlem uygulanır. Bu işlemde bileşenlere ısı vererek ilk yanma sağlanır, bu durumda bir kitle oluşturan porselen istenmeyen maddelerden arıtmak için yıkanır ve çok ince toz pudra haline gelinceye kadar dövülerek ufaltılır. Daha sonra diş hekimi ve laboratuarlara, "Mine" ve "Dentin" renklerini kapsayan değişik renkli tozlar, renk değiştirici tozlar, şeffaf porselen tozu ve temel opak porselen tozunu kapsayan bir bütün olarak özel kutularda sunulur. Porselen çalışmalarında çeşitli porselen tozları, çalışabilinecek bir kıvama gelinceye kadar saf su ya da yerine göre 70° lik alkol'le karıştırılarak çalışılır. Diş porselenlerine renklendirici olarak aşağıda belirtilen maden ve maden oksitleri karıştırılır. Karışımda hangi madenlerin ne renk verdiği aşağıdaki sıralamada belirtilmiştir. Son yıllarda metal-porselen çalışmalarının büyük ölçüde artması, porselen tozlarının da gelişmesine yardımcı oldu. Genellikle metal alaşımı hazırlayan kuruluş kendi alaşımına uygun porselen tozunu da hazırlayarak kesinlikle iki malzemenin bir arada kullanılmasını önermektedir. Metal-porselen ilişkisi şekil 6. 3' de görülmektedir.

Full porselen jaket kronlarda kullanılan alçak yada yüksek ısıda pişen porselenin kırılğanlığı, çekme kuvvetlerine karşı zayıf direnç göstermesi yeni uğraşlara neden olmuştur. McLean sertlik cetvelinde elmas'dan sonraki sırayı alan "Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>" alümina'yı normal porselen tozu ile %40, 50 oranlarında karıştırarak normal porselenden %30 daha fazla dirençli ve dayanıklı yeni bir porselen türü geliştirmiştir. Bundan sonra gelen çalışmalar günümüzde kullanılan Alümina porselen türlerini sergilemiştir.

daha fazla dirençli ve dayanıklı yeni bir porselen türü geliştirmiştir. Bundan sonra gelen çalışmalar günümüzde kullanılan Alümina porselen türlerini sergilemiştir.

Tablo 6. 1 Çeşitli firmalara ait diş porselenlerinin kimyasal analizi [36, 48, 49]

Bileşik	Biodent Opak BG 2	Ceramco Opak 60	VMK Opak 131	Biodent Dentin BD 27	Ceramco Dentin T 69	VMK Dentin 142
	%	%	%	%	%	%
SiO <sub>2</sub>	52	55	52.4	56.9	62.2	56.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.55	11.65	15.15	11.8	13.4	16.3
CaO	-	-	-	0.61	0.98	2.01
K <sub>2</sub> O	11.05	9.6	9.9	10	11.3	10.25
Na <sub>2</sub> O	5.28	4.75	6.58	5.42	5.37	8.63
TiO <sub>2</sub>	3.01	-	2.59	0.61	-	0.27
ZrO <sub>2</sub>	3.22	0.16	5.16	1.46	0.34	1.22
SnO <sub>2</sub>	6.4	15	4.9	-	0.5	-
Rb <sub>2</sub> O	0.09	0.01	0.08	0.1	0.06	0.1
BaO	1.09	-	-	3.52	-	-
ZnO	-	0.26	-	-	-	-
UO <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	0.67
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,CO <sub>2</sub> ,H <sub>2</sub> O	4.31	3.54	3.24	9.58	5.85	3.75

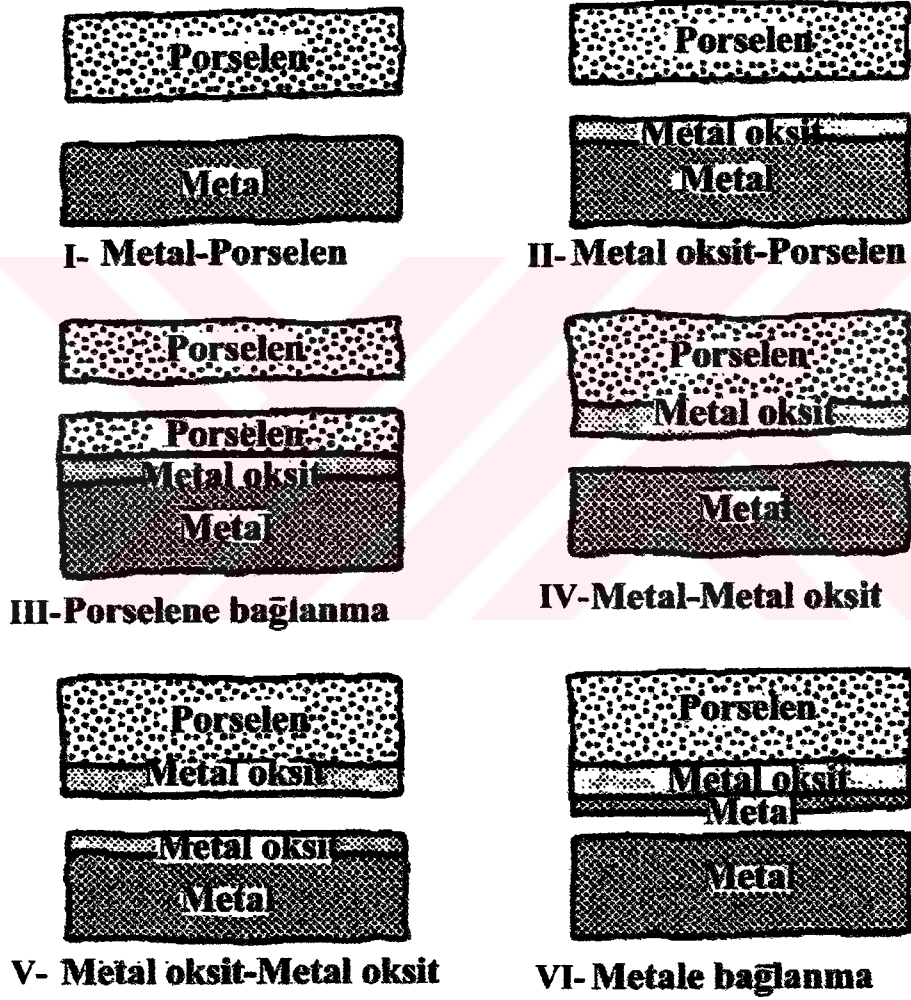
Tablo 6.2 Diş porselenlerinde renklendiriciler [1, 7]

Kullanılan Madde	Verdiği Renk
Alüminyum klor	Mavi
Altın	Gül kırmızısı
Altın Peroksit	Parlak gül kırmızısı
Titanyum oksit	Parlak sarı
Uranyum oksit	Portakal sarısı
Çinko oksit	Sarı
Mangan oksit	Mor
Kobalt oksit	Mavi
Demir oksit	Kahverengi
Demir fosfat	Gri
Gümüş oksit	Mat limon sarısı

Değişik yönlerden normal porselenlere oranla farklı olan Alümina porselenler metal-porselen ve tüm porselen çalışmalarında ayrıcalıklar gösterir. Pişirme ısıları ve yapıları yönünden porselenler karşılaştırıldığında aşağıdaki tablo ortaya çıkar.

Yüksek ısı porselenleri %80 feldspat, %15 kuars ve az oranda kaolinden oluşurlar. Pişirme dereceleri 1300-1400 °C arasındadır. Düşük ısı porselenleri 750-1100 °C

arasında pişenler yapıları %60 feldspat %25 kum ile düşük ısıda pişen materyallerden oluşur. Alüminalı porselenler 800-960 °C arasında pişerler . Yapı bakımından %40-50 oranında alümina, feldspat ile kuarstan oluşur. Pişirme derecesi yönünden düşük ısı



Şekil 6.3 Metal-porselen ilişkisi [5,14,23]

porcelainlerine benzeyen alümina porcelainleri düşük ısı porcelainlerinden daha az kontraksiyona uğurlar. Yapılarında büyük oranda alümina bulunmasına rağmen gerekli durumlarda porcelain jaket kronun lingual yüzüne yerleştirilen plak alümina tabakası ile jaket krona, normal porcelainlerden %50 daha fazla direnç sağlamaktadır. Aynı şekilde küçük boy tüm porcelain köprü restorasyonlarında eksik dişlerin yerine içi boş alümina profiller yerleştirilerek dayanıklı köprü protezleri yapma olanağı da vardır. Değişik nedenlerle normal porcelainlerle jaket kron endikasyonu olmayan durumlarda metal-porcelain uygulaması gerekirken alümina porcelain jaket kronlar bu tür vakalara başarı ile uygulanabilmektedir [1].

Porcelain jaket kronlarda bu durum değişiktir. Başarı, hazırlanan dişin dengeli hazırlanmasına bağlıdır. Bu şekilde hazırlanmış bir diş yapılan jaket krona gelen çekme kuvvetleri, basma kuvvetlerine dönüşeceğinden jaket kuronda kırılma tehlikesi azalmış olur. Çeşitli nedenlerle hazırlanacak diş her zaman kurallara uygun olarak hazırlanamaz. Bu tür çalışmalarda metaller yardımcı olmakla beraber tüm porcelain jaket kronların sağladığı estetiği yerine getiremezler.

Alümina porcelainlerin basınca karşı direncini artıran alümina, porcelainle kimyasal olarak birleşir. Porcelende başlayan çatlakları alumina kristalleri çok sert olduğu için önler. Direnç bakımından büyük avantaj sağlayan alümina porcelainleri, alüminanın etkisi ile porcelainin canlı görüntüsünü sağlayan şeffaflığını ortadan kaldırarak opaklaştırmaktadır. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için yeni bir yapım tekniği ortaya konulmuştur. %40-50 gibi yüksek oranlarda alümina bulunan porcelainlerle yapılan jaket kronlarda önce matris üzerine bir kapsül, ya da alt yapı hazırlanmakta, bunun üzerine de kole ve kesici kenar (gingival, insizal) porcelainleri eklenerek opak porcelainin yüzü şeffaf porcelainle kaplanmaktadır.

Kapsül, basınçlara karşı dirençli olduğundan metal-porcelain çalışmalarındaki metal alt yapıya benzetilebilir. Bu benzetme sadece dayanıklılık yönünden yapılmıştır. Yapılan araştırmalar normal porcelain jaketlere oranla %50 daha fazla bir direnç artması olduğunu ortaya koymuştur.

Pişme ısısı ya da ısısal genleşmeyi, materyalin direncine hiç tesir etmeden değiştirmek amacıyla, Li ve K Silikat gibi pişmeyi kolaylaştıracak katkıları karıştırılır. Porselenin ilk rengi beyaz ve şeffaftır. Renk ve gölge değişimleri pigment ilaveleriyle elde edilebilir. Elde edilen renkler çok sulandırılmış bir durumda ve yüksek ısılarda bile değişmez. Pigmentler porselen karışımı ile birlikte pişirilen metal oksitlerdir. Uygun porselen beyazı; zirkonyum, killi toprak, silisyum ilaveleriyle elde edilebilir. Sarı; vanadyum ya da krom ile birlikte Ti oksit kullanılarak elde edilir. Kırmızımsı renklerin elde edilmesi çok güçtür. Kolloidal şekildeki altın bu işlem için en uygun olanıdır. Mavi ise kobalt tozları kullanılarak elde edilir. Genel olarak glazür materyali, bor oksitleriyle beraber kullanılan pişmeyi kolaylaştırıcı katılardan hazırlanır.

Pişmemiş olarak yukarıda belirtilen homojenlik sağlayabilmek için, pişirilir, öğütülür ve karıştırılır. Yapışarak bir araya gelen materyal, istenilen boyutlarda küçük parçacıklarda öğütülerek hazırlanır. Renk vericiler sonradan katılarak kullanılan porselen tozları elde edilir. Porselen hamurunun hazırlanarak yerine uygulanması saf su ya da manipülasyon özelliklerini artıran özel sıvısı ile birlikte yapılır. Daha sonra gelen yoğunlaştırma işlemi, pişmiş materyal içinde boşluk kalmaması için, hava kabarcıklarının ve suyun ortadan kaldırılması sağlanır. Bu işlem için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler şu şekilde sıralanabilir [1,4,10].

1. Titreştirme yöntemi
2. Spatülleme yöntemi
3. Vurma yöntemi
4. Fırçalama yöntemi
5. Gravitasyon yöntemi
6. Karışık yöntem

Tek boyutlu parçacıklardan oluşmuş porselen tozu kullanılması ile objede geniş bir boşluk sahası meydana gelir (tüm hacmin %45'inden fazla). Belirli sınırlar içinde uygun değişik boyda parçacıklar seçilmiş olması ile boşluk alanı %20'ye kadar düşürülebilir. Parçacık boyutlarının küçültülmesi ile toplam boşluk hacmi artar ve materyal daha az şeffaf bir durum alır. Porselene uygun bir şeffaflık kazandırabilmek

materyal daha az şeffaf bir durum alır. Porselene uygun bir şeffaflık kazandırabilmek için, geniş ve homojen parçacıkların kullanılması gerekir. Kusursuz bir ürün elde edilebilmesi için, parçacık boyutlarının uygun seçilmesi çok önemlidir.

Porselenin pişirilmesinde öncelikle kurutmaya dikkat edilmelidir. 600°C 'nin üstündeki bir sıcaklıkta malzeme sadece kurutulmuş olmaz, ayrıca 400°C de organik katkılarda yanar. Aynı zamanda, prokimyasal reaksiyon yanında, dehidratasyon da meydana gelir. Porselen tozlarının yapımçı firmalar tarafından ilk hazırlanmasında, pişirme süresince bu reaksiyonların çoğu meydana geldiğinden prokimyasal reaksiyon o kadar kuvvetli olmaz [1,4].

600 °C'nin üstündeki bir sıcaklıkta şekil değiştirme safhası başlar. Birbirlerine birleşme yoluyla, parçacıklar hep beraber pişerler. Bu pişirmenin: düşük, orta ve yüksek (bisküi pişirilmesi) sıcaklıklarda yapılması gerekir. Pişmiş porselen yüzeyinin biskükiye benzemesi nedeniyle fransızca bir deyim olan "bisküi" terimi kullanılmaktadır. Boşlukların arası sonraki pişmelerde materyalin sıvılaşarak akması ile dolar.

Porselen biraz daha ısıtıldığında şeffaflaşır ve uygun rengini alır. Yüzeyde normal glazür meydana gelirken istenilen şeffaflığın elde edilmesi için fırında bekletme süresi ayarlanır. Porselende hiçbir kabarcık olmadan mümkün olan en yüksek homojenlik sağlandığından bu ilk glazür, "Lüstr" vakum altında meydana getirilir. Sıcaklık 960-980°C ye eriştiğinde tüm glazür meydana gelir. Sıcaklık çok çabuk yükseltirse yüzey çatlayabilir ve içerde kalan hava kabarcıkları dışarı çıkamazlar. 1100 °C de daha ileri prokimyasal reaksiyonlar meydana geleceğinden, porselen oranlarında, yapısında ve özelliklerinde değişiklikler görülür. Bu nedenle, porselenleri aşırı ısıtmalardan her zaman kaçınılmalıdır. İçerde kalmış hava kabarcıklarının ortadan kaldırılması için 10 atmosferlik basınç altında yapılan araştırmalarda alınan sonuçlar olumlu değildir. Basınç altında porselenin içinde sıkıştırılan hava kabarcıklarının, sonradan ortam ısısının etkisi ile yeniden genişmesi ve hacim büyümesi porselende kötü sonuçlar doğurur.



gaz da kullanılabilir. Porselenin pişirilmesinde gaz, parçacıkların arasına yayılarak, porselen içindeki havayı ortadan kaldırır ve dışarı çıkmaya zorlar. Bu tür gazların atom çapları çok küçük olduğundan sakıncaları yoktur. Bu yöntem, normal vakumda pişirmeye oranla daha zor ve çok süre alır [1, 4, 10].

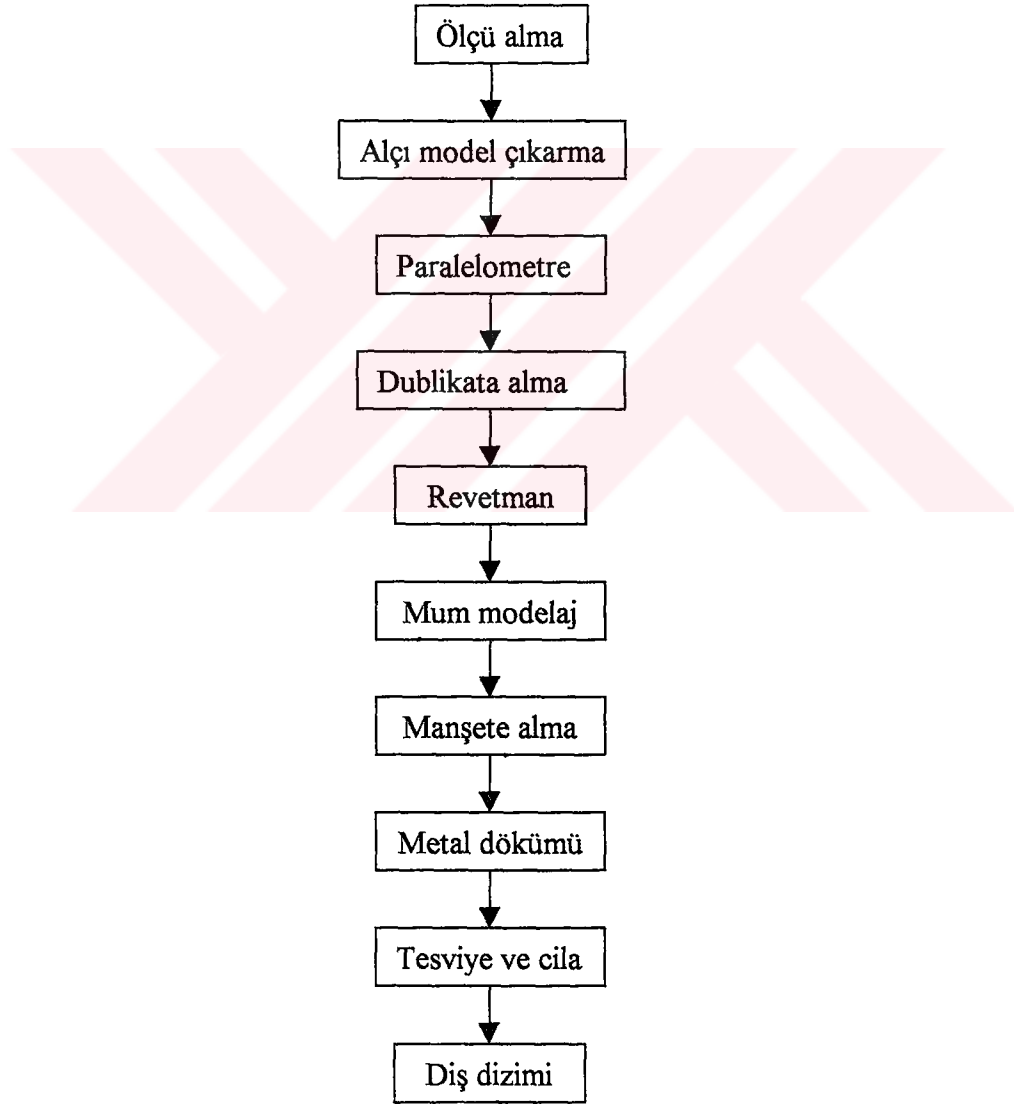
Vakumda pişirme işlemi, fırın içindeki havanın boşaltılması sonucu, porselen parçacıklarının arasındaki hava da boşaltılmış olur. Bu boşluklara sıvı porselen akarak camlaşır. Pişirme yöntemlerinin en olumlusu vakumda pişirmedir.



## BÖLÜM 7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

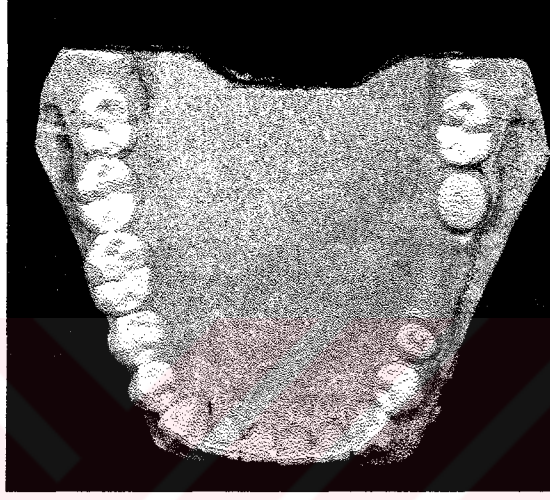
### 7. 1. İskelet Protez Yapımı

İstanbul Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu laboratuvarlarında yapılan çalışmada aşağıdaki sıra takip edilmiştir.



Şekil 7. 1 İskelet protez yapımı akım şeması

Hastanın ağzından ölçü alındıktan sonra ölçü üzerinden alçı model çıkartılır. Bileşimi verilmeyen ancak bir takım özellikleri ve kullanım talimatı verilen, değişik firmalara ait bir çok alçı çeşidi mevcuttur. Kullanım yerlerine göre değişik renk ve özelliklerde firmalar tarafından hazırlanmıştır. Kullanıcının veya teknisyenin yapacağı, belirtilen miktarda suyu karıştırmak ve yine belirtilen zamanda sertleşmesini beklemektir.



Şekil 7. 2 Ölçü alındıktan sonra çıkartılmış alçı kalıp

Örneğin; Moldano marka alçı, 100 gr moldano/30 ml su oranıyla karıştırılır. Yaklaşık 15 dakikada sertleşir.

Alçı model çıkarılırken; kalıba alma işlemi vakum altında veya model içerisinde hava kabarcıkları kalmayacak şekilde çalışmalıdır.

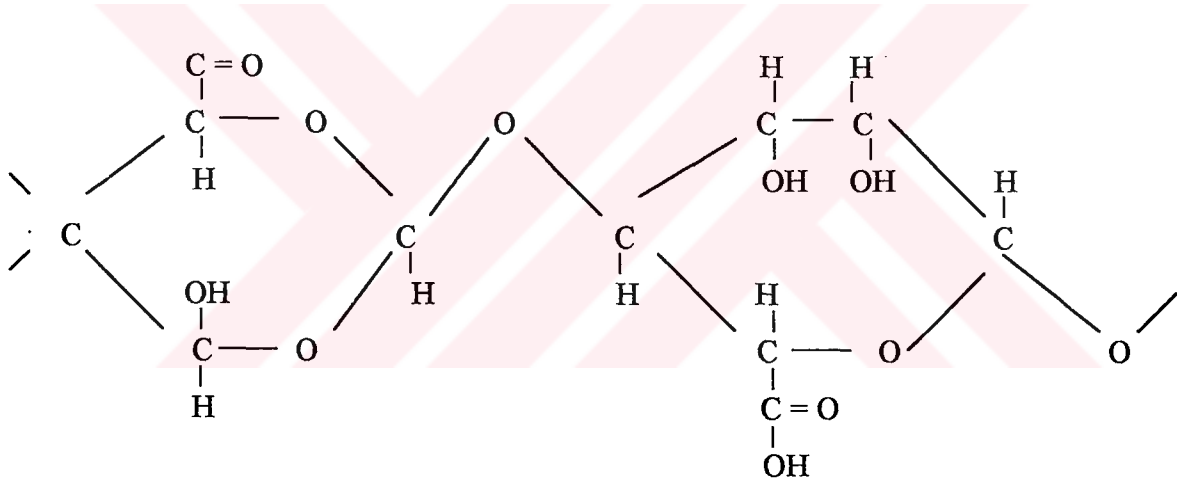
Alçı model çıkarıldıktan sonra iskelet protezin metal kısmının ağızda uyumlu çalışabilmesi için gerekli tespitler paralelometre aleti ile yapılır. Yapılacak dişler için ortak bir ekvator belirlenir. Ekvator çizilerek kroşeler belirlenir. Maksimum tutuculuk için bu işlem itina ile yapılmalıdır. Kroşe dişetinin yaklaşık 1.5 mm üstünde son bulur.

Daha sonra alçı kalıp üzerine mumlama yapılır. Dişlerin dişeti ile ekvator çizgileri araları, kroşelerin geçtiği yerler, doku girintileri, protezin yaslanacağı dokuların üstü

ve gerekli yerler mumla doldurulur. Bu mumlamanın amacı protezin ağza tam olarak oturması ve akriliğin metali daha iyi kavrayabilmesidir. Fakat son akrilik çalışmasında bu mumlu model değil sade alçı model referans alınır.

Mumlanan alçı model yaklaşık 10 dakika kadar suda bekler. Bunun amacı; dublikat model çıkarılırken alçının dublikatın suyunu emmesine engel olmaktır.

Dublikat olarak kullanılan madde "agar agar" dır. Agar agar dönüşebilir ve aynı zamanda termoplastik olmayan bir ölçü maddesidir. Deniz yosununun galaktoz ile birleşiminden elde edilir. Yosunun cinsine göre değişik yapıda agar agar elde edilebilir. Yapısal formülü aşağıdaki gibidir.



Şekil 7.3 Agar agar dublikat maddesinin yapısal formülü

Dublikatın ergime sıcaklığı 100 °C civarındadır. Ergidikten sonra biraz soğumaya bırakılır, zira bu sıcaklıkta model üzerine dökülürse mumlar ergir. Çünkü mumların ergime sıcaklığı daha düşüktür. Yaklaşık 40-45 °C gibi dublikat hala akışkan haldedir. Dublikat özel muflalara alınmış mumlu alçı model üzerine dökülür ve soğumaya bırakılır. Dublikat model üzerinden metal döküm için kullanılacak revetman model çıkartılır. Revetman model çıkarmanın amacı, revetmanın yüksek ergime sıcaklığına dayanıklı olmasıdır.



Şekil 7. 4 Revetman model

Dublikat üzerine revetman, üretici firmanın önerdiği şekil ve miktarda karıştırılarak vakum altında veya vibratör vasıtasıyla dökülür. Böylece hava kabarcıklarının kalmasına engel olunmuş olur ve aynı zamanda da revetmanın ince ayrıntılara kadar girmesi sağlanmış olur. Bu model üzerine bir huni yardımıyla döküm ağzı bırakılır.

Kuars	%80
Magnezyum oksit ve amonyum fosfat	%20

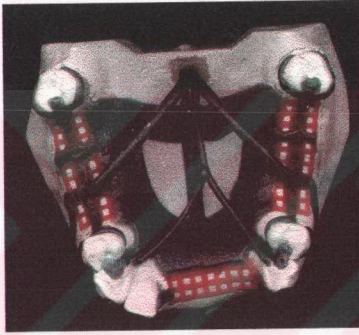


Yukarda bileşimi verilen revetmanda yine yukardaki reaksiyon oluşur. Oluşan magnezyum fosfat bileşiği yüksek ısılarda ayrılmayan dayanıklı bir maddedir.

Revetman üretici firmalar, kullanım talimatını vermişlerdir. Örneğin, Granisit marka bir revetman ise; 160 gr granisit/24 ml su, Wirovest marka ise, 400 gr wirovest/52 ml su ve 10-15 dakika karıştırılır.

Bu işlem yine özel muflalarda yapılır. Sertleştikten sonra dublikat kesilerek alınır. Daha sonra revetman model fırına konur. Fırından çıkartılıp yaklaşık 150°C ye ısıtılmış reçine içinde 15-20 saniye bekletilir. Bu süre içinde revetman model üzerinde 1-1.5 mm kalınlıkta sert bir tabaka oluşur.

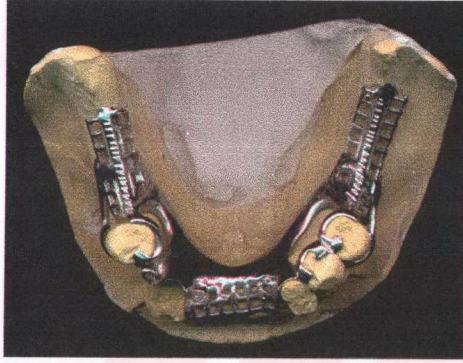
Kullanılan reçine, mum ve çam sakızı bileşiminden oluşmaktadır. Daha sonra revetman model üzerine dökülecek metalin mum modelajı yapılır.



Şekil 7. 5 Mum modelajı yapılmış alçı kalıp

Mum modelajı yapılmış revetman model manşete alınır. Yani muflaya alınarak mum modelajlı revetman model üzerine tekrar revetman dökülür. Daha sonra fırına konulur. Örneğin Wirovest revetman önce 250 °C de 30-60 dakika ön ısıtma ve daha sonra 900-1050 °C de 30-60 dakika bekletilir. Bu işlemler sırasında mum ergimiş olur ve geriye metalin döküleceği boşluk kalır. İlaveten revetman suyunu atar ve gaz çıkışlarında tamamlanmış olur. Bu arada metal ergitilecek potada aynı anda ısıtılır.

Yaklaşık 1000 °C de fırından çıkarılan manşet ve pota, potanın içine metal konularak hemen döküm makinasına yerleştirilir ve döküm yapılır. Kullanılan döküm makinası merkezkaç kuvvetiyle döküm yapar. Döküm bittikten sonra manşet soğutulur ve kırılarak metal alınır. Dökümde kullanılan çok çeşitli metal alaşımları vardır. Bunların



Şekil 7. 6 Alçı model üzerinde metal iskelet görüntüsü



Şekil 7. 7 Metal iskelet

döküm şekli ve yöntemleri firmalar tarafından verilir. Kullanılan bazı metallerin bileşimleri ise şöyledir.

Wiron 99: %65 Ni, %22 Cr, %9.5 Mo, %1 Si, %0.5 Fe, max. %0.02 C, %0.5 Ce

Wironit: %64 Co, %28.5 Cr, %5 Mo, %1 Si, %1 Mn, %0.5 Mn

Remanium Gm 700: %61 Co, %32 Cr, %5 Mo, %0.7 Si, %0.7 Mn, %0.4 C

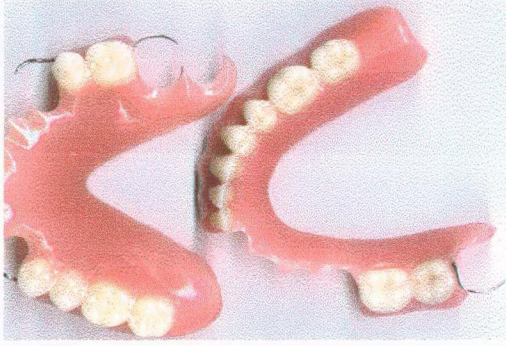
Döküm yapıldıktan sonra revetman kırılarak metal çıkarılır ve temizlenir. Döküm yolları kesilerek tesviye ve cila yapılır. Mekanik olarak temizlenemeyen yerlerin temizliği için asit kullanılır.

Metal kısım hazırlandıktan sonra hasta ağızına provaya gönderilir ve tekrar metalle ölçü alınır. Dişler metal üzerine mum desteği ile dizilir ve hasta ağızından kapanış alınır. Daha sonra muflaya alınıp üstüne alçı dökülür. Burada kullanılan model ilk baştaki alçı modeldir. Alçı modelin mumları alınır ve kullandıktan sonra mufladan alınıp suya atılır. Kaynar suda 7-8 dakika bekleyince mum ergir ve dişler üstteki alçıdan kalır. Alçıyı dökmeden önce esas modelin üstüne yapışmayı önlemek için lak sürülür.

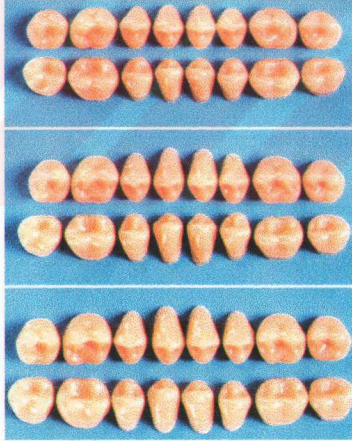
Daha sonra altta asıl modelin üzerinde metal ve üstte alçıya batmış iki diş arasında aradaki mumlar temizlendikten sonra akrilik hazırlanıp doldurulur. Alt ve üst kalıp kapatılıp muflada preslenir. Bu işlem kullanım talimatına göre yapılmalıdır. Bridle sıkıştırıp kaynar suda 30 dakika preslenir. Daha sonra akrilikli dişin alçıdan temizlenmesi gerekir. Alt ve üst modele lak sürüldüğü için ayrılması kolay olacaktır. Dişlerin de alçıdan ayrılması itina ile yapılmalıdır. Fazla akrilikler kesilip düzeltilir ve daha sonra tesviye ve cilası yapılır.

Kullanılan Meliodent marka akrilik 23.4 gr akrilik/10 ml sıvı 22-35 °C de 30-40 saniye karıştırılır.





Şekil 7. 8 Diş dizimi yapılmış kullanıma hazır protezler



Şekil 7. 9 Hazır akrilik dişler

## 7. 2 Porselen Diş Yapımı

Tunahan Dişçilik Atölyesindeki çalışmada aşağıdaki sıralama takip edilmiştir.



Şekil 7. 10 Porselen diş yapımı akım şeması

Hasta ağızından ölçü alındıktan sonra alçı model çıkartılır. Daha sonra modelaj, manşete alma ve metal döküm yapılır. Tesviye ve cilası yapıldıktan sonra hasta ağızına provaya gönderilir.

Üretici firmanın talimatına göre dökümü yapılan metal, alüminyum oksit taşlarla tesviye edilir ve 50-100 mikronluk beyaz alüminyum oksit kum ile kumlanır. Kumlamadan sonra metal kaynar suyla, buhar makinasıyla, ultrasonik temizleyiciyle veya tercihen etil-asetal ile temizlenip iyice kurulanır ve porselen çalışmaya başlanır.

Her ne kadar temiz metalin üzerine direk olarak çalışmaya başlanabilirse de, opak ile metalin kaynaşmasını artırması bakımından oksidasyona tabi tutulur. Oksidasyon dökümde yapılmış hataların telafi edilmesine olanak tanır. Metalde oluşmuş iç stresi yok eder ve döküm esnasında metalin içinde sıkışmış gazların dışarı çıkmasını sağlar.

Oksidasyondan sonra metalin rengi kontrol edilmelidir. Rengin açık gri olması normaldir. Eğer renk koyu ise veya normal olmayan bir renk ise yüzeydeki fazla oksit tabakası 50 mikronluk alüminyum oksit ile kumlanır. Daha sonra metal tekrar temizlenerek opak sürülebilir.

Metal yaklaşık 1000 °C de 9 dakikası vakum altında olmak üzere 10 dakika bekletilir. Metal kendiliğinden soğuduktan sonra opak çalışılır. Delikli ara gövdeler fontic fill ile doldurulur. 550 °C de 6 dakika kurutulur ve dakikada 80 °C artırılarak 600-990 °C arasında vakum uygulanır. 990 °C de 1 dakika vakumsuz bekletilir ve soğuyunca fırından çıkartılır.

Birinci pasta opak 550 °C de 8 dakika kurutulur ve dakikada 80 °C artırılarak vakum altında 1010 °C ye çıkarılır. 1010 °C de 1 dakika vakumsuz bekletilerek fırından çıkarılır.

İkinci pasta opak 550 °C de 8 dakika kurutulur ve dakikada 80 °C artış ile 990 °C ye kadar vakumda çıkarılır. 990 °Cde 1 dakika vakumsuz bekletilerek fırından çıkarılır.

Toz opak birinci fırınlama: 600 °C de 2 dakika tutulur. Dakikada 80 °C artışla vakumla 980 °C ye kadar çıkılır. Bir dakika bekletilip çıkarılır.

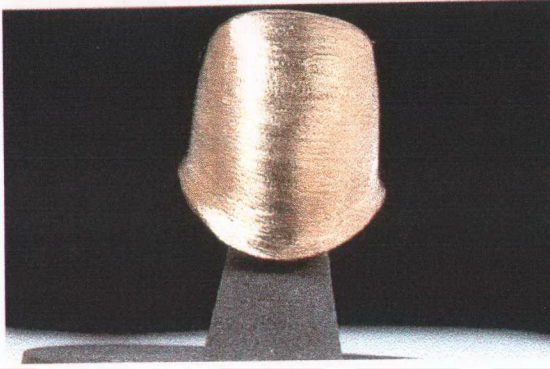
Toz opak ikinci fırınlama: 600 °C de 2 dakika kuruttuktan sonra dakikada 80 °C artışla vakumlu ortamda 970 °C ye çıkılır. Bir dakika bekledikten sonra çıkarılır.

Dentin birinci fırınlama: 580 °C de 6 dakika kuruttuktan sonra dakikada 45-60 °C artışla vakumlu ortamda 950 °C ye çıkılır. Bir dakika bekletilip çıkarılır.

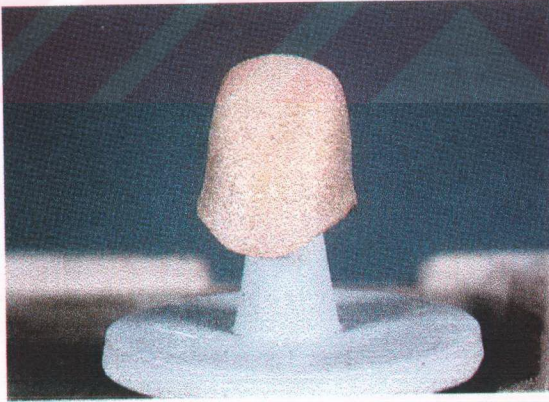
Dentin ikinci fırınlama: 600 °C de 6 dakika kuruttuktan sonra dakikada 60 °C artışla vakum altında 940 °C ye kadar çıkılır. Bir dakika bekletilip çıkarılır.

Glaze ve makyaj: 600 °C de 2 dakika kuruttuktan sonra dakikada 60 °C artışla vakumsuz ortamda 920 °C ye kadar çıkılır. 1-2 dakika bekledikten sonra çıkarılır.

Yukardaki anlatılanlar aşağıdaki şekillerde resimlendirilmiştir.



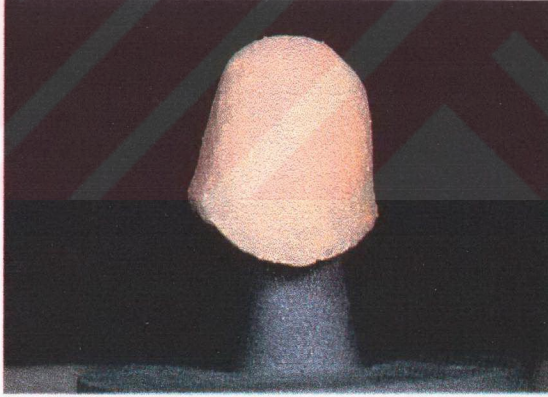
Şekil 7. 11 Dökülmüş metalin kumlamadan önceki durumu



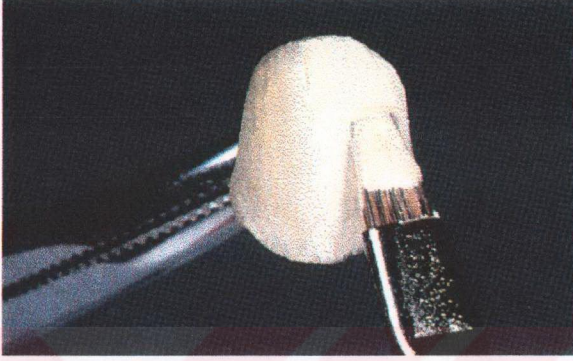
Şekil 7. 12 Metalin 900 °C deki oksidasyon sonrası görünümü



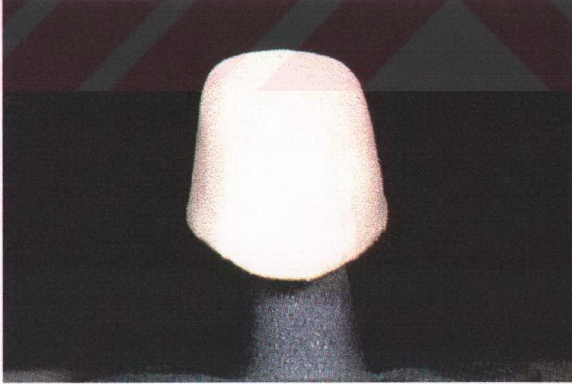
Şekil 7.13 Toz opak kullanımı



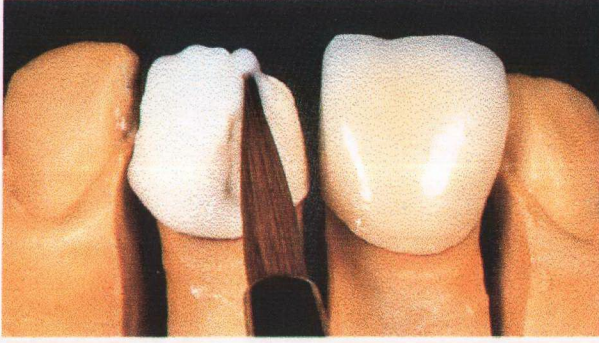
Şekil 7.14 Opağın pişirmeden sonraki görünümü



Şekil 7. 15 Pasta opağın bütün yüzeyi kapsayacak şekilde kullanımı

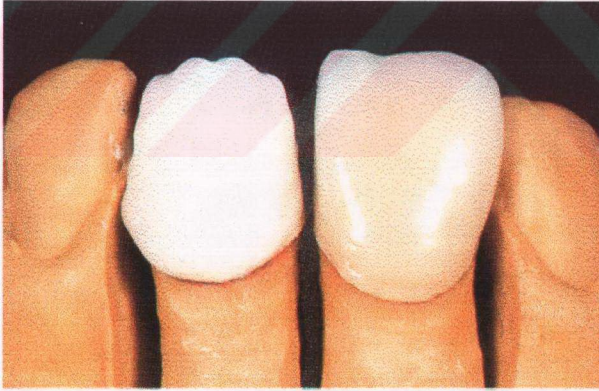


Şekil 7. 16 Pasta opağın pişirmeden sonraki görünümü



Z.C. YIKSEK ÖĞRETİM ENSTİTÜSÜ  
DOKÜMAN YAYIN MERKEZİ

Şekil 7. 17 Labial yüzeylerde opak dentin yığılması



Şekil 7. 18 Opak dentinin yığılmadan sonraki görünümü





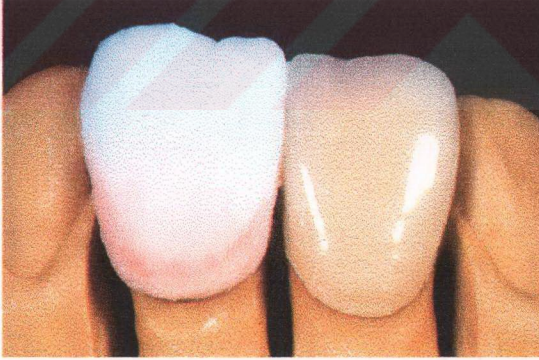
Şekil 7. 19 Dentin ile diş formunun sağlanması



Şekil 7. 20 Mine yığmak için dentin üzerinde olukların açılması



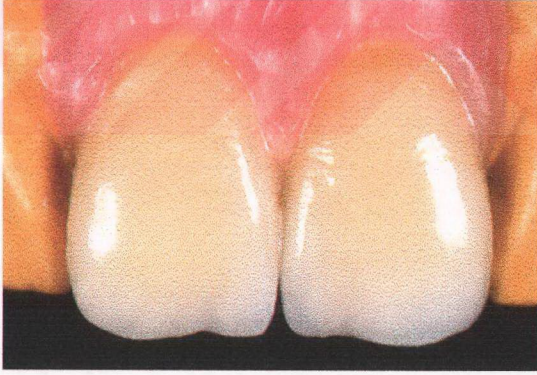
Şekil 7. 21 Mine yığılması



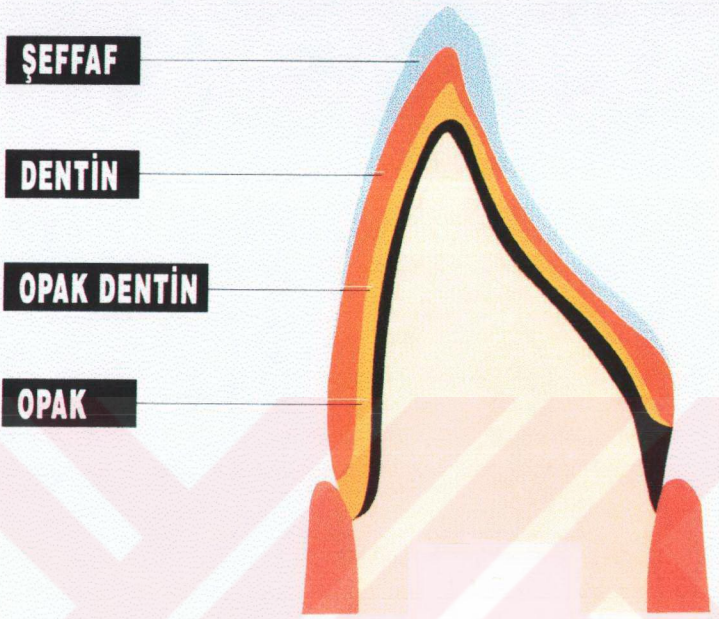
Şekil 7. 22 Mine yığılmasından sonraki görünüm. Pişirme sonrası çekme göz önünde tutularak porselen, istenilen diş büyüklüğünden biraz daha büyük yapılır.



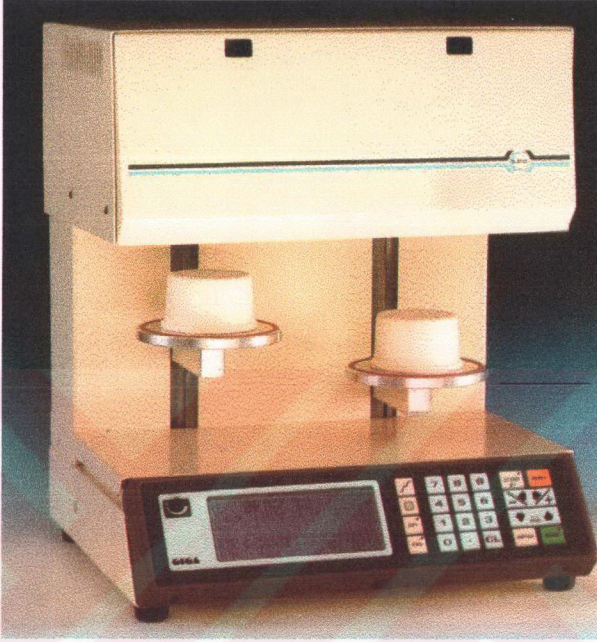
Şekil 7. 23 Bitmiş kronun glazürden önceki görünümü



Şekil 7. 24 Bitmiş kronun glazürden sonraki görünümü



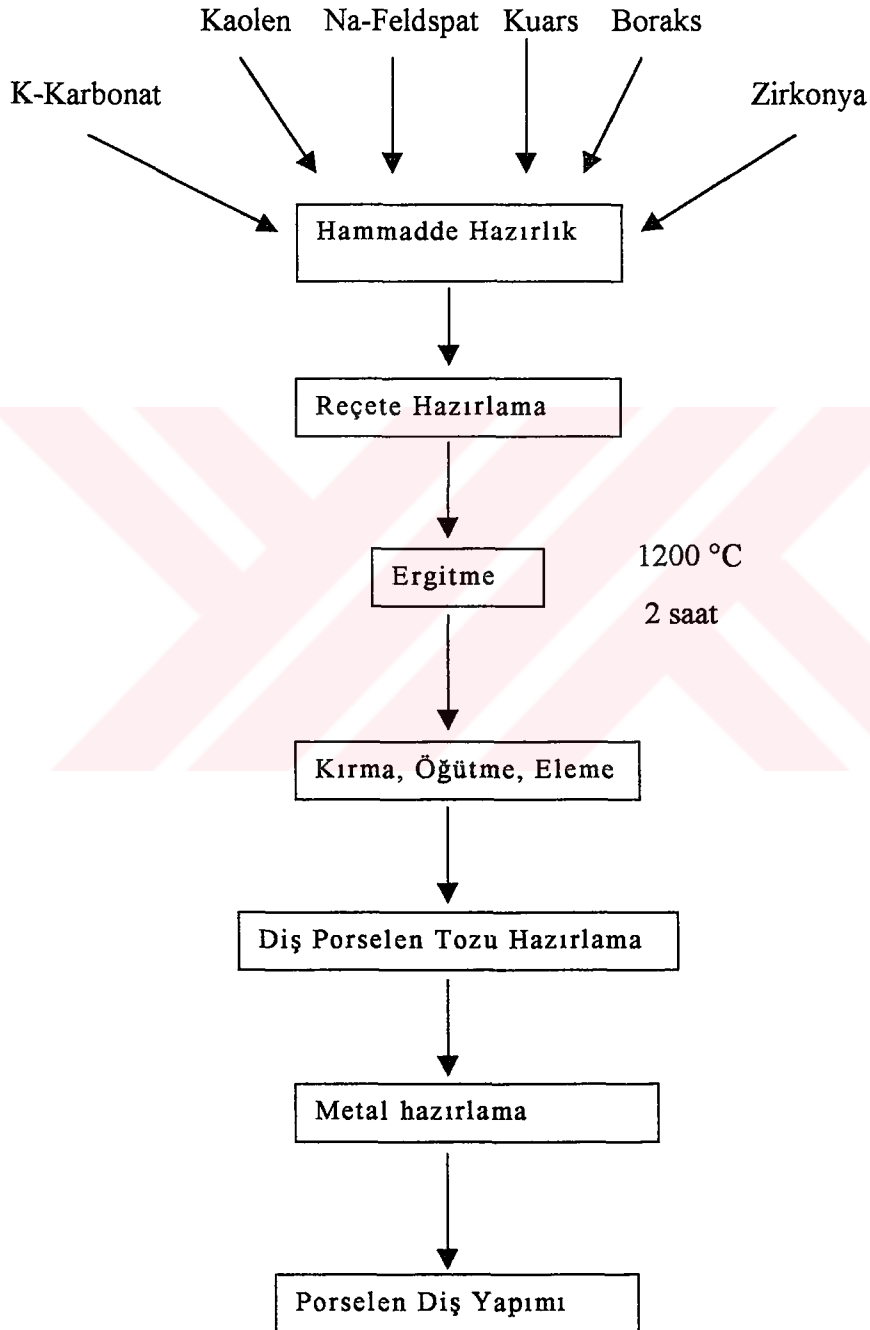
Şekil 7. 25 Porselen diş yapımının şematik görünümü



Şekil 7. 26 Bir porselen diş pişirme fırınının görünüşü

### 7. 3. Diş Porselen Tozu Üretimi

Bir kısmı Serem Seramik Malzemeleri A. Ş. de, bir kısmı da Tunahan Dişçilik ve Tekstil San. Tic. Ltd. atölyesinde yapılan çalışmalarda aşağıdaki yol izlenmiştir.



Şekil 7.27 Diş porselen tozu üretimi akım şeması

Gerekli hammadde hazırlandıktan sonra homojen bir karışım sağlanacak şekilde iyice karıştırılır. Ergitme, Asgold ve Atasay Kuyumculuk firmalarından sağlanan altın ergitme potalarında yapılmıştır. 1200 °C de iki saat bekletilerek yapılan ergitmeden sonra kırma, öğütme ve eleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Öğütme alümina bilyeli değirmende yapılmıştır. Elemeler değişik meş deki eleklerde yapılmıştır. Değişik tane boyutlarından diş porselen tozu hazırlanmış ve uygulamaya geçilmiştir.

Önceden hazırlanmış metal çekirdek üzerine önce opak çalışması yapılmıştır. Opak 550 °C de 9 dakika kurutulduktan sonra dakikada 80 °C artırılarak 960 °C ye çıkılıp 1 dakika bekletildikten sonra fırından çıkarılmıştır. Diğer çalışmalarda ise aynı şekilde 910 °C ve 860 °C ye çıkılmıştır.

Daha sonra dentin çalışması yapılmıştır. 580 °C de 5 dakika kurutulduktan sonra dakikada 80 °C artırılarak 935 °C ye çıkılıp 1 dakika bekletilerek fırından çıkartılmıştır. Diğer çalışmalarda ise aynı işlem 860 °C ve 830 °C ler de yapılmıştır.

Şeffaf çalışma ise 600 °C de 3 dakika kurutulduktan sonra dakikada 80 °C artırılarak 910 °C ye çıkılmıştır. 1 dakika bekledikten sonra fırından çıkarılmıştır. Diğer çalışmalarda ise 830 °C ye çıkılmıştır.

Tablo 7. 1 Son uygulamada kullanılan tozun tane boyutu dağılımı

	Opak	Dentin	Şeffaf
-115+250 mesh	-	%10	-
-250+270 mesh	%5	%5	%10
-270+325 mesh	%15	%15	%15
-325 mesh	%80	%70	%75

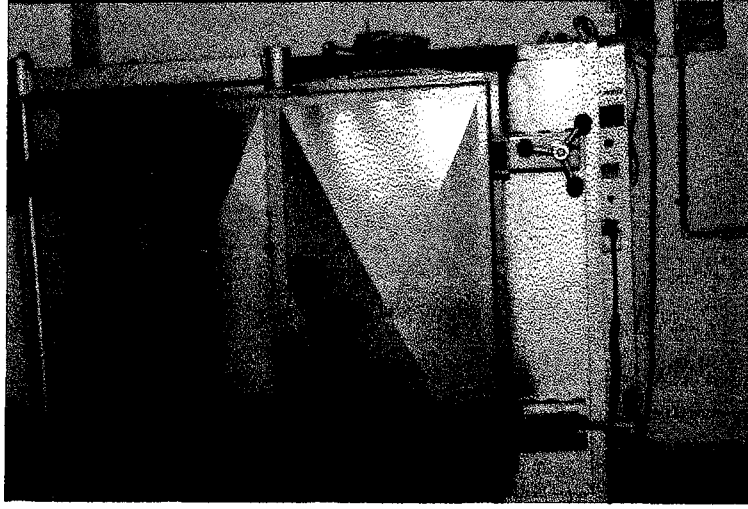
Tablo 7. 2 Kullanılan opak, dentin ve şeffaf tozların kimyasal ve rasyonel bileşimi

OPAK	Agr./Gr	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	ZrO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>
Kaolen	19.76	9.4848	0.3656	7.312	0.0198	-	-	0.1482	0.0119	0.0593	0.004
Na-Feldspat	35.2	24.57	0.1056	6.688	3.34	-	-	0.01408	0.1408	0.0352	0.0352
Boraks	16.4	-	-	-	2.66	-	6	-	-	-	-
K-Karbonat	15.97	-	10.88	-	-	-	-	-	-	-	-
Zirkonya	5	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Kuars	23.95	23.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	116.28	58.0048	11.35	14	6.0198	5	4	0.16228	0.1527	0.0945	0.0392
		58.67	11.5	14.17	6.1	5.06	4.05	0.16	0.15	0.1	0.04

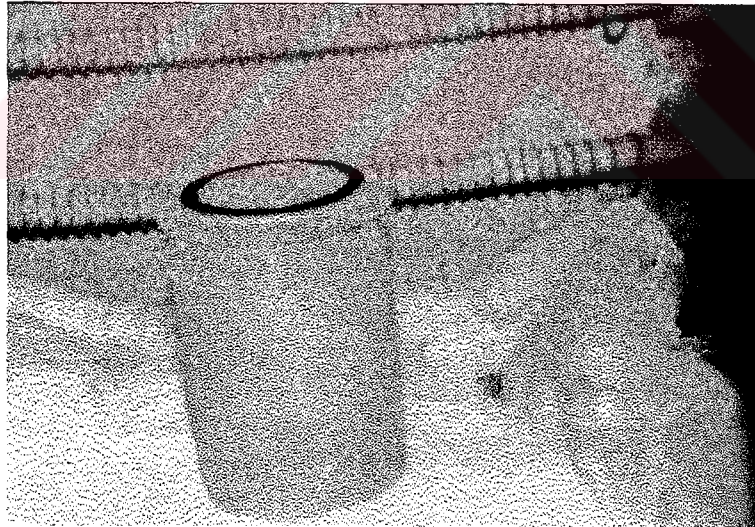
DENTİN	Agr./Gr	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	ZrO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>
Kaolen	16.8	8.064	0.3108	6.216	0.0168	-	-	0.126	0.01	0.0504	0.0034
Na-Feldspat	30.5	21.289	0.0915	5.795	2.8975	-	-	0.0122	0.122	0.0305	0.0305
Boraks	19	-	-	-	3.0838	-	6.963	-	-	-	-
K-Karbonat	18.5	-	12.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Zirkonya	1.5	-	-	-	-	1.5	-	-	-	-	-
Kuars	31.5	31.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	117.8	60.853	13.0023	12.011	5.9981	1.5	6.963	0.1382	0.132	0.0809	0.0339
		60.42	12.91	11.93	5.96	1.5	6.9	0.14	0.13	0.08	0.03

ŞEFFAF	Agr./Gr	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	ZrO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>
Kaolen	1.5	0.72	0.0277	0.54	0.0015	-	-	0.01125	0.0009	0.0045	0.0003
Na-Feldspat	65.59	45.78	0.1968	12.46	6.231	-	-	0.02624	0.2624	0.0656	0.0656
Boraks	10.9	-	-	-	1.769	-	4	-	-	-	-
K-Karbonat	21.7	-	14.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Zirkonya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kuars	13.5	13.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	113.19	59.72	14.955	12.939	7.964	-	3.98	0.0373	0.262	0.0697	0.0656
		59.72	14.96	12.94	7.97		3.98	0.04	0.03	0.07	0.07

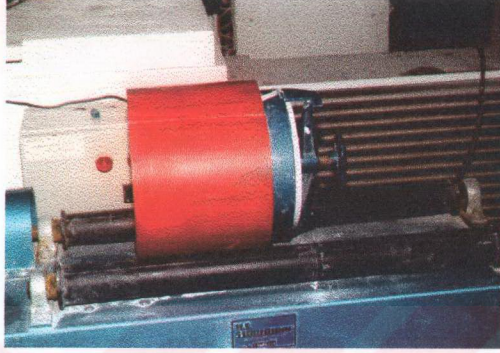




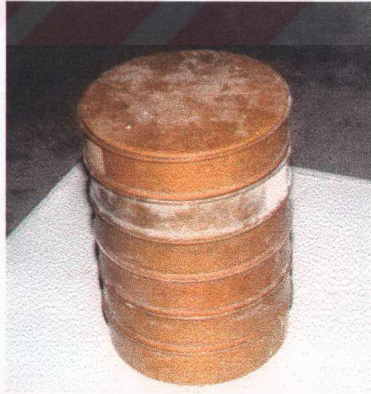
Şekil 7. 28 Ergitme yapılan fırının dıştan görünümü



Şekil 7. 29 Toz konmuş potanın fırına yerleştirilmiş görünümü



Şekil 7. 30 Alümina bilyalı değirmen



Şekil 7. 31 Değişik aralıktaki cleklerin görünümü



Şekil 7. 32 960 °C de opak, 935 °C de dentin ve 910 °C de şeffaf pişirimi yapılmış porselen



Şekil 7. 33 860 °C de opak, 830 °C de dentin ve 800 °C de şeffaf pişirimi yapılmış porselen



Şekil 7.34 Diş porseleni pişirme fırını

## BÖLÜM 8. SONUÇLAR

1. Diş hekimliğinde seramik veya daha uygun bir ifadeyle diş hekimliğinde porselen ülkemizde üzerinde aşağı yukarı hiç çalışma yapılmayan bakir bir konudur.
2. Tamamıyla yurt dışından gelen porselen tozları kullanılmaktadır. Bu porselen tozlarının firmalar tarafından hazırlanmış kullanım talimatları vardır. Teknisyenler bu talimatlara uygun olarak çalışmaktadırlar.
3. Yurt dışından gelen bu tozların fiyatlarının çok yüksek olması ülke ekonomisi için bir kayıptır.
4. Ülkemizde bu konular üzerinde çalışmalı ve gerekli yatırımları yapabilecek kuruluşlar teşvik edilmelidir.
5. Ancak yatırım maliyetlerinin yüksek olması, iç piyasanın yetersiz olabileceği ve bunun yanında dünya çapında büyük ve güçlü firmaların olduğu gözardı edilmemelidir.
6. Yapay dişler akrilik ve porselen tozlarından yapılmaktadır. Akrilikten yapılan protezler çok ekonomik, kolay hazırlanabilir ve daha elastik olmasına rağmen dokuya zararlı, yumuşak ve dirençsiz, metal bağlantısı kötü, renk değiştirme ve allerji gibi dezavantajları vardır. Porselenden yapılan dişlerde ise yüksek estetik, rengini koruma kararlılığı, dokuyla tam bir uyum ve iyi bir metal bağlantısı gibi avantajlarının yanında pahalı olması ve çalışma süresinin uzun ve özel olması gibi dezavantajları vardır.

7. Diş hekimliğinde porselen dişler ya hazır yapılmış fabrikasyon dişler şeklinde veya porselen tozlarından diş atölyelerinde hazırlanan dişler olarak kullanılır.
8. Diş atölyelerinde porselen tozlardan diş yapımında üç hatta dört aşamalı bir işlem uygulanır. Daha önce dökülmüş metal çekirdek porselen tozuyla daha iyi bir metal-porselen ilişkisi için oksitlendirilir. Sırayla opak, dentin, şeffaf ve glazür porselen tozları ayrı ayrı çalışılarak fırınlanır. Pişirme sıcaklığı üst tabakalara çıktıkça azaltılır.
9. Diş porselenleri daha fazla direnç kazanması ve daha az porozite için pişirilmesinde vakum uygulanır. Vakumda pişirilen porselen dişler atmosferde pişirilene oranla %20 daha fazla dirençlidir. Vakumda pişen porselenlerde porozite %0.1 iken atmosferde pişen porselenlerde bu oran % 4.5 dur.
10. Ülkemiz ekonomisi açısından diş porselenleri konusunda mutlaka çalışmaya ihtiyaç vardır.
11. Porselen toz üretimi, bu tozların veya kullanılmakta olan tozların mekanik ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesi konularında çalışmalar yapılabilir.
12. Metal-Porselen bağlantılı protezler yerine sadece porselenden yapılan ve üzerinde çalışmaların devam ettiği "In-Ceram" protezler çalışılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Arcasoy, A., Seramik Teknolojisi, Marmara Üniv. Yayınları, İstanbul, 1983
- [2] Güner, Y. , Seramik, Gençlik kitapevi, İstanbul, 1987
- [3] Sümer, G. , Seramik Sanayi El Kitabı, Anadolu Üniv. Yayınları, Eskişehir, 1988
- [4] Singer, F. and Singer, S. S. , Industrial Ceramics, Champman & Hall Ltd. London, 1963
- [5] Sümer, G. , Endüstriyel Seramikler, C. 1, Anadolu Üniv. Yayınları, Eskişehir, 1990
- [6] Sümer, G. , Endüstriyel Seramikler, C. 2 , Anadolu Üniv. Yayınları, Eskişehir, 1992
- [7] Kingery, W. D. , Bowen, H. K. and Uhlmann, D. R. , Introduction to Ceramics, 2<sup>nd</sup> Ed. , John Wiley & Sons, New York, 1960
- [8] Ryan , W. and Radford, C. , Whitewares: Production, Testing and Quality Control, Pergamon Press, Oxford, 1987
- [9] Worrall, W. E. , Clays and Ceramics Raw Materials, Elsevier Applied Science Publishers, London, 1986
- [10] Rado, P. , An Introduction The Technology of Pottery, 2<sup>nd</sup> Ed. , Pergamon Press, Oxford, 1988
- [11] Ceramic Industry-Materials Handbook, V. 147, No.1, p.46-176, January 1997
- [12] Ahrens, T. J. , Mineral Physics & Crytallography, American Geophysical Union, U. S. A. , 1995
- [13] Görker, T. , Ağız Protezlerinde Laboratuvar, Bozak Matbaası, İstanbul, 1984
- [14] Brand, R. W. and Isselhard, D. E. , Anatomy of Orofacial Structures, The C. V. Mosby Co. , Missouri, 1986
- [15] Turfaner, M. , Diş Morfolojisi ve Oklüzyon, İstanbul Üniv. Yay., İstanbul, 1997

- [16] Manley, E. B. and Brain, E. B. , An Atlas of Dental Histology, Blackwell Scientific Publications Ltd. ,Oxford, 1947
- [17] Provenza, D. V. , Oral Histology Inheritance and Development, J. B. Lippincott Co. Philadelphia, 1964
- [18] Bayırlı, G. , Pratik Endodonti, İstanbul Üniv. Yay. , İstanbul, 1990
- [19] McDonald, R. E. , Dentistry for the Child and Adolescent, The C. V. Mosby Co. Saint Louis, 1974
- [20] Moyers, R. E. , Handbook of Orthodontics, 4<sup>th</sup> Ed. , Year Book Medical Publishers, Chicago, 1988
- [21] Ash, M. M. and Ramfjord, S. , Occlusion, 4<sup>th</sup> Ed. , W. B. Saunders Co. Philadelphia, 1995
- [22] Gründler, H. , The Study of Tooth Shapes: A Systematic Procedure, Translated by Lea Weber, Buch-Und Zeitschriften-Verlag 'Die Quintessenz', Berlin, 1976
- [23] Cohen, S. and Burns, R. C. , Pathways of the Pulp, The C. V. Mosby Co. Saint Louis, 1976
- [24] Webster, J. G. , Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation, V. 1, John Wiley & Sons Press, New York, 1988
- [25] Reese, J. A. and Valega, T. M. , Restorative Dental Materials, V. 1, Quintessence Publishing Co. Ltd. , London, 1985
- [26] Bronzino, J. D. , The Biomedical Engineering – Handbook -, CRC Press, Florida, 1995
- [27] Ravaglioli, A. and Krajewski, A. , Bioceramics, Champman & Hall, London, 1992
- [28] Geçkinli, E. , İleri Teknoloji Malzemeleri, İ. T. Ü. Matbaası, İstanbul, 1992
- [29] Craig, R. G. , Restorative Dental Materials, 9<sup>th</sup> Ed. , The C. V. Mosby Co. , Saint Louis-Missouri, 1993
- [30] Belger, L. , Diş Hekimliğinde Kron-Köprü Protezleri, Bilmen Kitapevi, İstanbul, 1975
- [31] Zembilci, G. ve Çalıkkoçaoğlu, S. , Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi, Yenilik Basımevi, İstanbul, 1973
- [32] Aydın, M. M. , Diş Hekimliği Manipülasyonu ve Protez Laboratuvarlarında Kullanılan Araçlar, İ. Ü. Basımevi, İstanbul, 1996



- [33] Greener, E. H. , Haarcourt, J. K. and Lautenschlager, E. P. , Materials Science in Dentistry, The Williams & Wilkins Co. , Baltimore, 1972
- [34] Phillips, R. V. , Elements of Dental Materials, W. B. Saunders Co. , 4<sup>th</sup> Ed. , Philadelphia, 1984
- [35] Craig, R. G. , O'Brien, W. J. and Powers, J. M. , Dental Materials, The C. V. Mosby Co. , Saint Louis, 1975
- [36] O'Brien, W. J. , Dental Materials, Quintessence Publishing Co. , Chicago, 1989
- [37] Skinner, E. V. and Philips, R. W. , The Science of Dental Material, 6<sup>th</sup> Ed., W. B. Saunders Co. , Philadelphia, 1940
- [38] Anderson, J. N. , Applied Dental Materials, 5<sup>th</sup> Ed. , Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1976
- [39] Cohen, M. , Ceramics in Dentistry, Lea & Febiger, Philadelphia, 1940
- [40] Schneider, S. J. , Engineered Materials Handbook, V. 4, ASM International U. S. A. , 1991
- [41] Akın, E. , Diş Hekimliğinde Porselen, İ. Ü. Yayınları, İstanbul, 1990
- [42] Ubassy, G. , Shape and Color-The Key to Successful Ceramic Restorations, Qintessence Publishing Co. , Chicogo, 1993
- [43] McLean, J. M. , The Science and Art of Dental Ceramics, V. 2, Qintessence Pub. Co. , Chicago, 1979
- [44] Ring, M. E. , Dentistry-An illustrated history, Abradale Press, New York, 1985
- [45] Bever, M. B. , Encyclopedia of Materials Science and Engineering, V. 2, Pergamon Press, New York, 1986
- [46] Williams, D. , Concise Encyclopedia of Medical & Dental Materials, Pergamon Press, Oxford, 1990
- [47] Williams, D. F. and Cunningham, J. , Materials in Clinical Dentistry, Oxford Univ. Press, Oxford, 1979
- [48] Naylor, W. P. , Introduction to Metal-Ceramic Technology, Quintessence Pub. Co. , Chicago, 1992
- [49] McLean, J. W. , Dental Ceramics-Proceedings of the First International Symposium on Ceramics, Quintessence Pub. Co. , Chicago, 1983

[50] McLean, J. M. , The Science and Art of Dental Ceramics, V. 1, Quintessence Pub. Co. , Chicago, 1979

[51] Gorber, D. A. , Goldstein, R. E. and Feinman, R. A. , Porcelain Laminate Veneers, Quintessence, Publishing Co. , Chicago, 1988



## ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Tokat'ta doğdu. İlk ve orta öğrenimini Tokat'ta tamamladıktan sonra İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji Mühendisliği Bölümünü kazandı. Buradan mezun olduktan bir süre sonra Cumhuriyet Üniversitesi Metalurji Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1996 yılında Sakarya Üniversitesi Metalurji Mühendisliğinde Yüksek Lisansa başladı. Halen görevini sürdürmekte olup, evli ve bir kız çocuk babasıdır.

1970-1974  
1974-1978  
1978-1982  
1982-1986  
1986-1990  
1990-1994  
1994-1998  
1998-2002  
2002-2006  
2006-2010  
2010-2014  
2014-2018  
2018-2022

