

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİŞ PORSELENİ ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU
ÇALIŞMALARI**

136431

DOKTORA TEZİ

İbrahim BULDUK

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Tez Danışmanı : Prof. Vahdettin SEVİNÇ

Ocak – 2003

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

136431

**DİŞ PORSELENİ ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU
ÇALIŞMALARI**

DOKTORA TEZİ


İbrahim BULDUK


Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

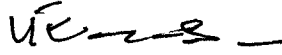
Tez Danışmanı : Prof. Vahdettin SEVİNÇ

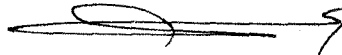
Bu tez 03/01/2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Vahdettin SEVİNÇ
Jüri Başkanı


Prof. Dr. Avhan SENGİL
Jüri Üyesi


Yrd. Doc. Dr. Senol YILMAZ
Jüri Üyesi


Prof. Dr. Yunus ERDOĞAN
(Dumlupınar Üniv.)
Jüri Üyesi


Prof. Dr. Ulvi AVCIATA
(Yıldız Teknik Üniv.)
Jüri Üyesi

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı titizlikle yöneten, çalışma süresince her türlü destek ve fedakarlığı esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim saygıdeğer hocam Sayın Prof. Vahdettin SEVİNÇ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma esnasında değerli fikirleri ile her zaman desteklerini gördüğüm Sayın Prof. Dr. İ. Ayhan ŞENGİL'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Şenol YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım .

Bu çalışma Afyon Kocatepe Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığınca desteklenmiştir. Ülkemizde Seramik Mühendisliği biliminin kurucularından Afyon Kocatepe Üniversitesi Araştırma Fon Başkanı Sayın Prof Dr. Ömer Faruk Emrulloğlu'na çalışma için sağladığı ekonomik destekten dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca hammadde temini ve pek çok testleri tesislerinde yapmama imkan tanıyan Kale Seramik A.Ş.'ne, Dentek Diş Laboratuvarına, Buray Diş Kliniğine desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

İbrahim BULDUK

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET..	x
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
-------------	---

BÖLÜM 2.

PORSELENİN DİŞ HEKİMLİĞİNDEKİ YERİ	3
2.1. Diş hekimliğinde kullanılan malzemeler.....	3
2.2. Diş hekimliğinde kullanılan malzemelerin karşılaştırılması	3

BÖLÜM 3.

PORSELEN KİMYASI.....	7
3.1. Diş Porseleninin Doğası	7
3.2. Cam Oluşumu	8
3.2.1. Akışkanlaştırıcıların Rolü.....	10
3.2.2. Ara Oksitlerin Rolü	12
3.3. Diş Porseleninin Kimyasal Kompozisyonu	14
3.3.1. Silis.....	14
3.3.2. Flakslastırıcılar	14
3.3.3. Ara Oksitler	15
3.3.4. Renklendiriciler	16

3.1.5. Opaklaştırıcı oksitler	17
3.4. Hammaddeler.....	17
3.4.1. Feldispat	17
3.4.1.1. Potasyum Feldispat	18
3.4.1.2. Sodyum Feldispat.....	18
3.4.2. Kuvars	18
3.4.3. Kil.....	19
3.4.3.1. Kilin Özellikleri.....	19
3.5. Diş Porseleninin Minerolojik Yapısı.....	20

BÖLÜM 4.

DİŞ PORSELENİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	22
4.1. Full porselen sistemleri.....	23
4.1.1. Cam seramikler	24
4.1.2. Kemik porselenler	26
4.1.3. Alümina esaslı porselenler	26
4.1.3.1. Alümina porselen diştaçı.....	27
4.1.3.2. Hi-Ceram	27
4.1.3.3. İn-Ceram.....	27
4.1.4. Magnezya esaslı porselenler	28
4.1.5. Feldspatik porselenler.....	28
4.2. Metal-Porselen sistemleri	28
4.2.1. Opak porselen.....	29
4.2.2. Bünye ve mine porseleni	29
4.2.3. Sır porseleni	29
4.3. Porselen dolgular	30
4.4. Porselen diştaçı	31

BÖLÜM 5.

DİŞ PORSELENİ UYGULAMALARI.....	32
5.1. Full porselen uygulaması	32
5.1.1. Model dökümü.....	32

5.1.2. Mum modelaj.....	32
5.1.3. Tijleme.....	32
5.1.4. Revetmana alma.....	32
5.1.5. Döküm ve tesviye.....	33
5.1.6. Kristalizasyon.....	33
5.1.7. Bitirme.....	34
5.1.8. Renklendirme ve sırlama.....	34
5.1.9. Simantasyon.....	35
5.2. Metal-Porselen uygulaması.....	35
5.2.1. Metal desteğin hazırlanması.....	35
5.2.1.1. Ölçü alımı ve model.....	35
5.2.1.2. Metal desteğin hazırlanması.....	37
5.2.1.3. Manşete koyma.....	40
5.2.1.4. Döküm.....	41
5.2.2. Porselenin metale tutunması.....	43
5.2.2.1. Fiziksel çekme kuvvetleri.....	44
5.2.2.2. Kimyasal çekme kuvvetleri.....	44
5.2.3. Metal-Porselen restorasyonlarının hazırlanması.....	47
5.2.3.1. Opak uygulaması.....	48
5.2.3.2. Bünye uygulaması.....	50
5.2.3.3. Sır uygulaması.....	52

BÖLÜM 6.

DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	54
6.1. Deneyde kullanılan malzemeler.....	54
6.2. Deney numunelerinin hazırlanması.....	56
6.2.1. Porselen üretimi.....	56
6.2.2. Porselen tozlarının metale uygulanması.....	59
6.3. Deney numunelerine uygulanan testler.....	60
6.3.1. Porselene uygulanan testler.....	60
6.3.1.1. Faz analizi.....	60
6.3.1.2. Ergime davranışlarının incelenmesi.....	60

6.3.1.3. Termal genleşme katsayılarının belirlenmesi	61
6.3.1.4. Mukavemet testleri.....	61
6.3.1.5. Mikroyapı analizi.....	61
6.3.2. Metal destekli porselen dişe uygulanan testler	62
6.3.2.1. Yüzey sertliğinin belirlenmesi	62
6.3.2.2. Porozite	62
6.3.2.3. Termal şok direnci.....	62
6.3.2.4. Kimyasallara dayanım.....	62

BÖLÜM 7.

SONUÇLAR.....	63
7.1. Porselene uygulanan testlerin sonuçları.....	63
7.1.1. Faz analizi sonuçları	63
7.1.2. Isı mikroskobu analizi sonuçları.....	66
7.1.3. Termal genleşme katsayıları.....	68
7.1.4. Mukavemet testlerinin sonuçları	70
7.1.5. Mikroyapı analizinin sonucu	77
7.2. Metal destekli porselen diş testlerinin sonuçları.....	79
7.2.1. Yüzey sertliği testinin sonucu	79
7.2.2. Porozite testinin sonucu	79
7.2.3. Termal şok direnci testinin sonucu.....	80
7.2.4. Kimyasallara dayanım testinin sonucu.....	80

BÖLÜM 8.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	81
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ.....	87

SİMGELER LİSTESİ

%	: Yüzde
ρ	: Yoğunluk
μm	: Mikrometre
Δx	: Uzaklık farkı
$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
atm	: Atmosfer basıncı
cal	: Kalori
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
K	: Kelvin
Kg	: Kilogram
kJ	: Kilojoule
Mohs	: Sertlik birimi
P	: Basınç
R	: Gaz sabiti
r	: Yarıçap
s	: Saniye
T	: Sıcaklık
t	: Zaman
x	: Uzaklık
ϕ	: Çap

KISALTMALAR LİSTESİ

(k)	: Katı
(s)	: Sıvı
(g)	: Gaz
AAS	: Atomik absorpsiyon spektrometresi
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
DTA	: Diferansiyel Termal Analiz
M.Ö.	: Milattan Önce
org.	: Organik
TG	: Termal Gravimetrik Analiz
US	: Amerika Birleşik Devletleri
USA	: Amerika Birleşik Devletleri
vb	: ve benzeri
XRD	: X Işınları Difraksiyon Analizi
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
Mpa	: Megapaskal

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Porselen Diş Resmi.....	6
Şekil.3.1. Silikat Diyagramı.....	8
Şekil.3.2. Dört oksijen atomuyla çevrelenmiş Si atomunun bulunduğu silikat biriminin üç boyutlu görüntüsü	8
Şekil.3.3. Camlarda devam eden kafesleri oluşturan bağlı silikatların üç boyutlu görüntüsü.....	9
Şekil.3.4. Kristalde bir M_2O_3 oksitinin iki boyutlu görüntüsü.....	9
Şekil.3.5. Camsı yapıda bir M_2O_3 oksitinin iki boyutlu görüntüsü.....	10
Şekil.3.6. Sodyum oksit ve silikat tetrahedrali arasındaki reaksiyon.....	11
Şekil.3.7. Sodyum silikat camlarının yapısının iki boyutlu görüntüsü.....	11
Şekil.3.8. Bir Silikat ağı içinde alüminyum.....	13
Şekil 5.1 Metal Üzerine Opak Uygulanması.....	49
Şekil 5.2 Isıl İşlemden Geçmiş Opak Tabaka.....	50
Şekil 5.3 Opak Üzerine Bünye Uygulanması.....	51
Şekil 5.4 Isıl İşlemden Geçmiş Bünye Tabakası.....	52
Şekil 5.5 Sır Uygulanması.....	53
Şekil 5.6 Sırlanmış Porselen Diş.....	53
Şekil 6.1 Porselen Diş Fırını.....	56
Şekil 7.1 Opak Porselenin Ergime Sıcaklığının Kompzisyonla Değişimi	64
Şekil 7.2 Bünye Porseleninin Ergime Sıcaklığının Kompzisyonla Değişimi	64
Şekil 7.3 Sır Porseleninin Ergime Sıcaklığının Kompzisyonla Değişimi.....	65
Şekil 7.4 Opak Porselenin Isı Mikroskobu Fotoğrafi.....	66
Şekil 7.5 Bünye Porseleninin Isı Mikroskobu Fotoğrafi.....	67
Şekil 7.6 Sırın Isı Mikroskobu Fotoğrafi.....	67
Şekil 7.7 Opak Porselende Termal Genleşme Katsayısının Kompzisyonla Değişimi	69

Şekil 7.8 Bünye Porselende Termal Genleşme Katsayısının Kompzisyonla Değişimi	69
Şekil 7.9 Sır Porselende Termal Genleşme Katsayısının Kompzisyonla Değişimi	70
Şekil 7.10 Opak Porselende Eğilme Mukavemetinin Kompzisyonla Değişimi	71
Şekil 7.11 Bünye Porseleninde Eğilme Mukavemetinin Kompzisyonla Değişimi.....	72
Şekil 7.12 Sır Porseleninde Eğilme Mukavemetinin Kompzisyonla Değişimi	72
Şekil 7.13 Opak Porselende Basma Mukavemetinin Kompzisyonla Değişimi	74
Şekil 7.14 Bünye Porseleninde Basma Mukavemetinin Kompzisyonla Değişimi.....	74
Şekil 7.15 Sır Porseleninde Basma Mukavemetinin Kompzisyonla Değişimi	75
Şekil 7.16 Opak Porselenin XRD Paterni	76
Şekil 7.17 Bünye Porseleninin XRD Paterni	77
Şekil 7.18 Opak Porselenin SEM Fotoğrafi.....	78
Şekil 7.19 Opak Porseleninin SEM Fotoğrafi.....	78
Şekil 7.20 Metal-Porselen Arakesitinin Optik Mikroskop Fotoğrafi	79

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1 Akrillerin Avantaj ve Dezavantajları.....	5
Tablo 2.2 Porselenin Avantaj ve Dezavantajları.....	5
Tablo 3.1 Diş Porseleni Renklendirici Pigmentleri.....	16
Tablo 6.1 Hammaddelerin Kimyasal Bileşimleri	54
Tablo 6.2 Metal Alaşımın Kimyasal Bileşimleri	55
Tablo 6.3 Metal Alaşımın Fiziksel Özellikleri	55
Tablo 6.4 Opak Porselenlerin Kimyasal Kompozisyonları.....	57
Tablo 6.5 Bünye Porselenlerinin Kimyasal Kompozisyonları	57
Tablo 6.6 Sır Porselenlerinin Kimyasal Kompozisyonları.....	58
Tablo 6.7 Opak Pişirme Fırın Rejimi.....	59
Tablo 6.8 Bünye Pişirme Fırın Rejimi.....	60
Tablo 6.9 Sır Pişirme Fırın Rejimi.....	60
Tablo 7.1 Porselenlerin Ergime Sıcaklıkları.....	63
Tablo 7.2 Porselenlerin Isı Mikroskobunda Gözlemlenen Kritik Sıcaklık Değ.....	66
Tablo 7.3 Porselenlerin Termal Genleşme Katsayıları Değerleri.....	68
Tablo 7.4 Porselenlerin Eğilme Mukavemeti Değerleri.....	71
Tablo 7.4 Porselenlerin Basma Mukavemeti Değerleri	73

ÖZET

Anahtar kelimeler; Diş, porselen, üretim

Porselen; mukavemet, yüksek aşınma direnci ve mükemmel estetik sağladığı için diş hekimliğinde kullanılan en önemli malzemelerden birisidir. Normal ağız akışkanları içerisinde ve pratik olarak alınan yiyecek ve içeceklerde çözünmediği için porselen çok iyi kimyasal kaliteye sahiptir. Dişlerin temizlenmesi için kullanılan asidik ve alkali maddelere dayanıklıdır. Dokuyla mükemmel biyo uyumluluk sergiler. Ancak porseleninde bazı dezavantajları vardır: Uzun çalışma süresi gerektirir. Kırılgandır ve onarımı zordur. Ekonomik olmayıp pahalıdır. Kırılabilirlik tehlikesi nedeniyle yapay diştaçı ve köprüler, arzu edilen mukavemeti sağlamak üzere metalik bir destek kullanımı gerektirir. Metal destekli porselen restorasyonu metal destek üzerine sulandırılarak çamur kıvamına getirilmiş porselen tozu uygulayarak üretilir. Sonra doğal diş görünümünde porselen tabaka oluşturmak için yüksek sıcaklıkta pişirilir.

Porselenin pişirimi esnasında metal desteğin deformasyona uğramaması için porselenin pişirim sıcaklığı metalin ergime sıcaklığının en az 100 °C altında olmalıdır. Ayrıca ısıtma ve soğutma esnasında oluşan gerilimler nedeniyle porselende çatlak oluşmaması için metal destek ve porselenin termal genleşmeleri uyumlu olmalıdır.

Bu çalışmada dişilikte yaygın olarak kullanılan metal desteğin deforme olmayacağı sıcaklıklarda sinterlenebilen, termal genleşmesi metal desteğin termal genleşmesi ile uyumlu yüksek mukavemetli ve düşük ergime sıcaklıklı diş porseleni üretilmiştir. Bunun için uygun hammaddeler belirlenmiş bir prosedür uyarınca çeşitli işlemlerden geçirilerek diş porseleni üretilmiştir. Üretilen porselenin ısı mikroskobu ile ergime davranışları incelenmiş, mekanik testlerle mukavemet değerleri ölçülmüş, dilatometre ile termal genleşmeleri incelenmiş ve X ışınları difraktometresi ile oluşan fazlar belirlenmiştir. Daha sonra hazırlanan porselen metal destek üzerine uygulanarak metal destekli porselen diş üretilmiştir. Porselen dişe porozite testi, yüzey sertliği testi, asitlere ve alkalilere dayanım testi uygulanmıştır.

SUMMARY: PRODUCTION AND CHARACTERISATION OF DENTAL PORCELAIN

Key words; Dental, porcelain, production

Porcelain is one of the most important material used in dentistry since it obtains high strength, high wear resist and the most esthetic. Porcelain exhibits excellent chemical qualities, because it is insoluble in the normal fluids and in practically any given food or drink. It is also chemically able to resist the acids or alkali frequently used for washing teeth. Moreover, mammalian tissues are very tolerant of its presence. Porcelain does have, however, some disadvantages: Long working time is needed. It is relatively fragile and repairs are difficult. It is costly. Because of its fragility, artificial dental crowns and bridges have been made by using a metallic framework coated with a fused dental porcelain to provide the desired esthetics and strength. PFM restorations are fabricated by applying dental porcelain powder in aqueous slurry to a metal alloy framework. Then firing the porcelain at high temperature to form a tight, impervious porcelain layer having the appearance of natural dentition.

Firing temperature of the porcelain must be at least 100 °C below the solidus temperature of the alloy used as the metal framework, to prevent melting or distortion of the metal framework during porcelain firing. It is further important that the coefficient of thermal expansion of the porcelain must be only slightly less than that of the metal so that no cracks are produced in the porcelain layer due to thermal expansion mismatch stress occurring during firing and cooling down.

In this study, high strength and low fusing dental porcelain is produced for use in metal-ceramic systems. For this purpose, dental porcelain powder has been produced by applying determined processes on the raw material of dental porcelain. Melting behaviour of this porcelain has been investigated by heat microscope. Mechanical tests were applied on the dental porcelain. Thermal expansion of this porcelain has been investigated by dilatometer. Phases of the dental porcelain has been investigated by XRD. Then, porcelain teeth with metallic framework is fabricated by applying porcelain powder on a metal framework. Porosity, surface hardness and alkali and acid resistance tests were applied on the porcelain teeth.

BÖLÜM 1 GİRİŞ

Eksik dişleri tamamlama sanatının büyük yardımcısı olan porselen, Milattan önceki yıllarda Çinliler tarafından kullanılmış ancak on altıncı yüz yılda Portekizli denizciler tarafından Avrupa'ya getirilmiştir.

Porselen diş hekimliğinde ilk olarak 1774 yılında Saint-Germainen-Laye çevresinde eczacılık yapan Duchateau tarafından kullanılmıştır. Duchateau, porselen proteze gerek duymuştur. Porselenin küçülmeye uğradığını gören Duchateau, çevre diş hekimlerinden Nicolas Du Bois de Chenani ile birlikte çalışarak kullanılabilir bir protez yapmayı başarmıştır. 1885'de John Allen ilk kez platin üstüne pişirilmiş porselenli bir protez yapmayı başardı. Aynı yüzyılın sonlarına doğru çeşitli seramikçiler porseleni, diş hekimliğinin değişik alanlarında uygulamaya çalıştılar.

Bundan sonraki ilerlemeler, porselen tozlarının geliştirilmesi ve pişirme fırınlarında pirometrelerin kullanılmasına bağlı olarak hızla gelişmiştir. Pişirme fırınları önceleri bunzen beki, gaz ve alkolle ısıtılıyor; bu nedenle ancak alçak derecede eriyen porselen türleri pişebiliyordu. Bu koşullarda porselen, altın matrisler içerisinde hazırlanıyordu. Elektrik fırınların bulunuşu, pirometreler ile fırında pişen porselenin kontrol edilebilmesi, daha yüksek derecelerde pişen porselenlerin kullanılmasına olanak sağladı. Bu şekilde elde edilen porselenler ise çok daha mukavemetli ve şeffaf oluyordu. Başlangıçta porselen çalışmalarından pek iyi sonuçlar alınamıyor ve pişirildikten sonra porselende oluşan porozitenin yok edilmesi uğraşların başında geliyordu. Tüm çabalar 1949 yıllarına doğru olumlu sonuçlarını vermeye başladı. Ortaya atılan değişik tekniklerin arasında Almanya'da bir işletme vakumda ilk yapay porselen dişleri elde etmeyi başardı. Bunu takiben porselen diştacı, dolgu 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 kazanmıştı. Her iki teknik üzerinde yapılan araştırmalarda ilginç sonuçlar elde edildi. Vakumda pişirilen porselen dişler, atmosferde pişirilenlere oranla % 20 daha fazla mukavemetlidir. Porozite yok denecek kadar azalmıştır. Vakumda pişen porselenlerde boşluklar toplam porselen hacminin % 0.1' ini kapsarken, normal atmosferde pişen porselenlerde bu oran porselen hacminin % 4.5'i gibi büyük bir bölümünü kaplar. Porselenin içinde bulunan hava kabarcıkları "porozite" porselenin şeffaflığını azaltır ve matlaştırır. Vakumda pişirilen porselenlerde, porozitenin azlığı nedeniyle şeffaflık fazla olduğundan estetiği büyük ölçüde artırır. Ancak, günümüzde porselen türlerinde ve pişirme fırınlarında görülen büyük aşama atmosfer ve vakumda pişirilen porselenler 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 diştacının çiğneme basıncının fazla olmaması nedeniyle küçük ve büyük azı dişlerinde uygulama olanağı yoktur. Porselen çalışmalarında böyle bir olanak metal üzerinde porselenin pişirilmesi ile sağlanmıştır. Bu çalışmaların iyi sonuç vermesi tek diş restorasyonlarından çok porselenin köprü protezlerinde kullanılmasına neden olmuştur.

Metal-porselen çalışmalarının çok başarılı olmasının yanında, malzemenin pahalı olması ve çalışma süresinin uzunluğu kullanım alanını daraltmaktadır. Son yıllarda kıymetli alaşımlar yerine, ekonomik nedenlerle, paslanmaz alaşımların kullanılması üzerine yoğun bir araştırma kampanyası başlamıştır. Bu konuda henüz kesinlik kazanmamış olsa da bazı olumlu sonuçların elde edildiğini belirtmek yerinde olur. Koşullar ne olursa olsun, porselenin günümüz diş hekimliğinde daha güvenle kullanılan ve gelecekte büyük başarı sağlayacak bir malzeme olarak yerini koruyacağı düşünülmektedir [1].

BÖLÜM 2 PORSELENİN DİŞHEKİMLİĞİNDEKİ YERİ

2.1. Diş Hekimliğinde Kullanılan Malzemeler

Ön dişlerden bir ya da bir kaçının eksikliği, herhangi bir nedenle renk değişikliği, büyük çürükler ya da dişlerin kırılması hastayı en kısa sürede diş hekimine götürür. Bu gelişin nedeni çiğneme güçlüğü oluşması ve estetiğinin bozulmasıdır. Genellikle hastalar diş hekimine öncelikle estetik sonra da çiğneme fonksiyonunun düzeltilmesi için başvururlar. Yukarıda belirtilen olayda üç tür ayrı malzeme ile diştaç ya da köprü protezi uygulanabilir [1].

- 1 – Metal diştaç ya da metal köprü
- 2 – Akrilik diştaç ya da metal- akril köprü
- 3 - Porselen diştaç ya da metal-porselen köprü

2.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan Malzemelerin Karşılaştırılması

Günümüzde genellikle ön dişlerde metal diştaç ve köprüler estetik nedenlerle kesin olarak uygulanmamaktadır. Doğal dişlerde eksiklik yoksa, her diş için kurallara uygun iyi cins bir akrilden diştaç uygulanabilir. Dişlerden bazıları kaybedilmişse metal–akril köprüler uygulanır. Kısa bir süre için estetik sağlanmıştı ancak en iyi cins akrillere bile canlı diş şeffaflığı verilemediğinden yandaki doğal dişlere tam renk uygunluğu sağlanamaz. Akriller değişik nedenlerle uygulandıktan bir süre sonra renk değiştirirler. Bu olay akrillerin en büyük dezavantajıdır.

Metal–Akril protezlerde iki maddenin birleşme yerlerinde açıklık, kaynaşmazlık görülür. Akril kolaylıkla metalden ayrılabilir. Belirtilen aralıktan giren tükürük ve atıklar burada

korozyon renklenmesi yaparlar. Bu renklenme ya akrilin yüzeyinden görülür ya da oksitler akriliği renklendirir. Akrilin tutunması için metal yüzeylere hazırlanan retansiyonlar basınç altında akrilin metalden ayrılmamasını sağlar. Metal-akril arasında yüzeysel bir kaynaşma bulunmadığından yukarıda belirtilen korozyon oksitleşmesi kısa ya da uzun sürede meydana çıkacaktır. Genellikle bu tür renklenmede kahverengimsi bir tabaka görülür. Diştaçlarında renkleşme sarı-gri ve siyaha kadar değişiktir. Aynı nedenlerle eski diştaçlarında koku meydana gelir. Akrilin yumuşaklığı ve sürtünmeye karşı dirençsizliği başka bir dezavantajını oluşturur.

Koparma ve öğütme işlemlerinde akrilik dişlerde aşınma olur, bu nedenle yüzeyleri düzleşir ve boyları kısalmır. Bu değişikliğin yanında, diş fırçası ve macunlarının etkisi ile yüzeylerde oluşan aşınma estetik yönden çok sakıncalıdır. Doğal dişlerin anatomik görünümlerinin yanında, akrilik dişlerin bombelerini kaybedip düzleşmesi hastaların şikayetlerine neden olmaktadır.

Günümüzde aşınma ve direnç sorununu çözümlenecek türde özel akriller yapılmıştır. Ancak bu akriller henüz çok pahalı ve özel çalışma gerektirmektedir. Bu şekilde eski tür akrilin önemli bir sakıncası ortadan kaldırılmış olur. Sertlik dereceleri normal akrile oranla % 50 daha fazladır. Bu tür akriller, sertlik yönünden normal akrillerle porselen arasında bir geçiş kabul edilebilir.

Akrillerin 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 estetiklik tamdır. Metal-porselen tutunma şekli akrilikten değişik şekilde olduğundan iki malzeme arasında boşluk bulunmaz. Bu nedenle renk değiştirme söz konusu değildir. Akrilin yukarıda belirtilen dezavantajlarının yanında bir takım avantajlarının da bulunduğunu belirtmek yerinde olur. Akril elastik bir madde olduğundan kırılma ve çatlama olayları çok az görülür. Hazırlanması kolay ve özel aletler gerektirmez.

Tablo 2.1. Akrillerin avantaj ve dezavantajları [1].

AKRİLLERİN AVANTAJLARI	AKRİLLERİN DEZAVANTAJLARI
Porselene oranla elastiktir.	Allerjendir.
Hazırlanması kolay ve özel çalışma gerektirmez.	Renk değiştirir.
Ekonomiktir.	Metalle bağlantı kurmaz.
	Yumuşak ve mukavemetsizdir.
	Dokuya zararlı olabilir.

Tablo 2.2. Porselenin avantaj ve dezavantajları [1].

PORSELENİN AVANTAJLARI	PORSELENİN DEZAVANTAJLARI
Yüksek düzeyde estetik sağlar.	Çalışma süresi uzun ve özel çalışma gerektirir.
Renk değiştirmez.	Ekonomik değildir.
Dokuyla tam bir uyum içindedir.	
Metale bağlantısı en iyi şekildedir.	

Bütün bu açıklamalardan sonra yine de dokuların dostu olarak tanımlanan porselen, üstün estetik özellikler göstermesi nedeni ile tüm diş hekimliği malzemeleri içinde en iyisidir. Porselen, diş hekimliğinde dört temel uygulama alanı bulur [1].

- 1- Yapay dişler,
- 2- Porselen diştaç,
- 3- Porselen dolgular,
- 4- Metal – Porselen diştaç ve metal porselen köprüler.



Şekil 2.1. Porselen diş resmi [1].



BÖLÜM 3 PORSELEN KİMYASI

3.1. Diş Porseleninin Doğası

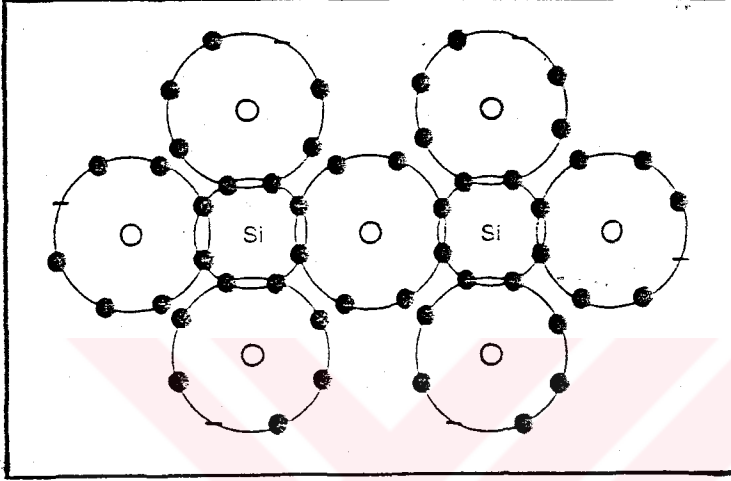
Seramik kelimesi Yunanca da toprak anlamına gelen "Keramikos" kelimesinden türemiştir. Seramik sonuçta toprak malzemedir. Genel olarak bir veya daha fazla metalin metal olmayan elementle genel olarak oksijenle kombinasyonu olarak tanımlanabilir. Bir matris olarak oksijen atomları ne kadar geniş olursa oksijen atomları arasındaki boşluklara o kadar çok küçük metal atomları yerleşir.

Seramik kristallerindeki atomik bağlar hem iyonik hem de kovalent karakterdedir. Bu güçlü bağlar seramiklerde sertlik, yüksek elastisite modülü, kimyasallara direnç ve ısıya dayanım gibi faydalı özellikler sağlarken, aynı bağlar yapıyı kırılgan yapar.

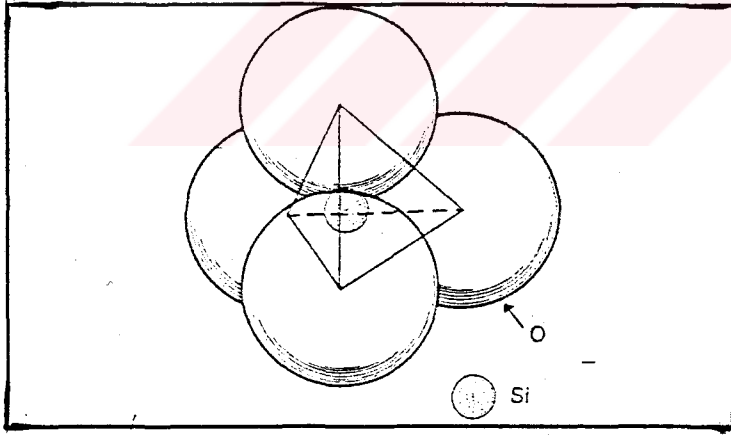
Camsı bir doğası olan diş porseleni büyük oranda kristal olmayan amorf bir yapıya sahipken az da olsa atomik bir düzenlilik sergiler. Diş Porselenleri, özellikle camsı malzemelerin formülasyonunu anlamak cam oluşum bilgisi gerektirir. Camlar; amorf katılar veya aşırı soğumuş sıvılar olarak adlandırılabilir. Bu amorflik onları diğer katılardan ayırır. Camların atomik yapıları ve son özellikleri sadece kompozisyona bağlı değil aynı zamanda ısı geçmişi de bağlıdır. Cam yapıcılar hem ergimiş hem de katı formdaki camların fiziksel özelliklerini modifiye etmek için karmaşık ve kirli eriyikleri ayırır. Sıvı camlarda yeni moleküler konfigürasyonun oluşumunu gösteren sürtünme kuvvetleri mümkün olduğunca yüksek olmalıdır. Bu alüminyum oksit gibi eriyik içinde vizkoziteyi yükselten malzemeler kullanarak veya hızlı soğutmayla başarılabılır [2].

3.2. Cam Oluşumu

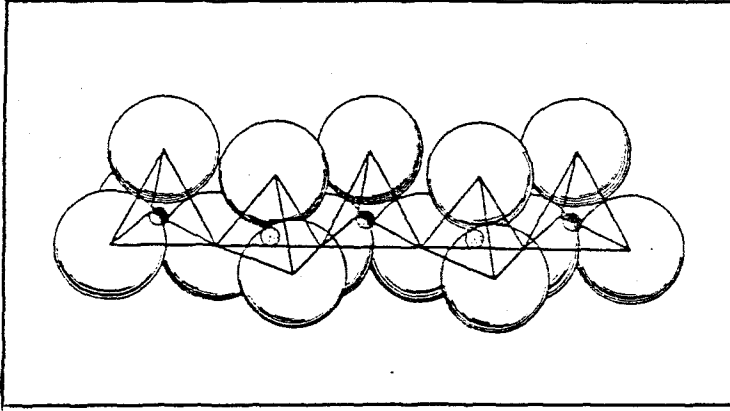
Bütün camlarda mevcut temel anyon O^- iyonudur. Bu iyon; Silisyum, Bor, Germanyum veya Fosfor gibi küçük katyonlarla çok kararlı bağlar oluşturur. SiO_4 gibi yapısal birimler oluşur. Bu iyonlar cam yapıcılar olarak adlandırılır.



Şekil 3.1. Silikat Diyagramı [2].



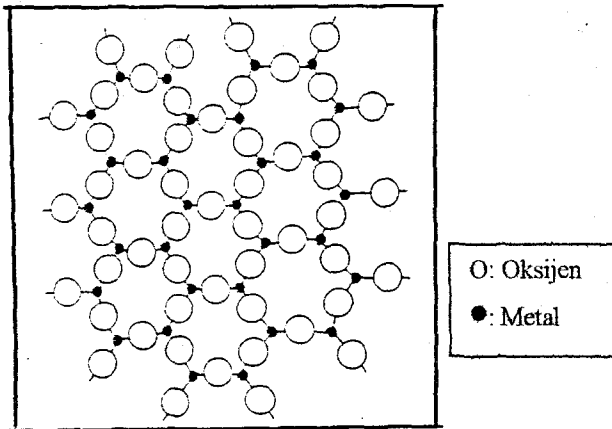
Şekil 3.2. Dört oksijen atomuyla çevrelenmiş Si atomunun bulunduğu silikat biriminin üç boyutlu görüntüsü [2].



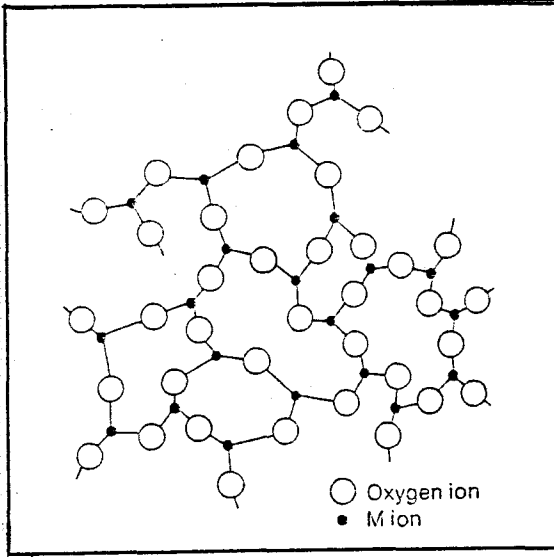
Şekil 3.3. Camlarda devam eden kafesleri oluşturan bağlı silikatların üç boyutlu görüntüsü [2].

Bu cam oluşturan oksitlerin karakteristiklerini inceleyen Zachariasen düzenli çalışmaları sonucunda camsı yapı teorisini önermiştir. Zachariasen, camlar ve kristallerdeki atomlar arası kuvvetlerin temel olarak benzer olması gerektiğini ve silikat camlardaki atomların eşit pozisyonlarda tanımlanması gerektiğini düşünmüştür. Ayrıca Zachariasen camlarda ve kristallerde atomların üç boyutlu oluşumda bağlanması gerektiği sonucunu çıkarmıştır.

Camlardaki ve kristallerdeki yapısal birimler özdeş olmasına rağmen kristalde bu yapısal birimler düzenli kafesler yaparlar. Aksine camlarda rasgele ağ örgüsünde düzenlenmesi için bağ açılarının bozulması gereklidir.



Şekil 3.4. Kristalde bir M_2O_3 oksitinin iki boyutlu görüntüsü [2].



Şekil 3.5. Camı yapıda bir M_2O_3 oksitinin iki boyutlu görüntüsü [2].

Zachariasen cam oluşumu için birkaç şart önermiştir.:

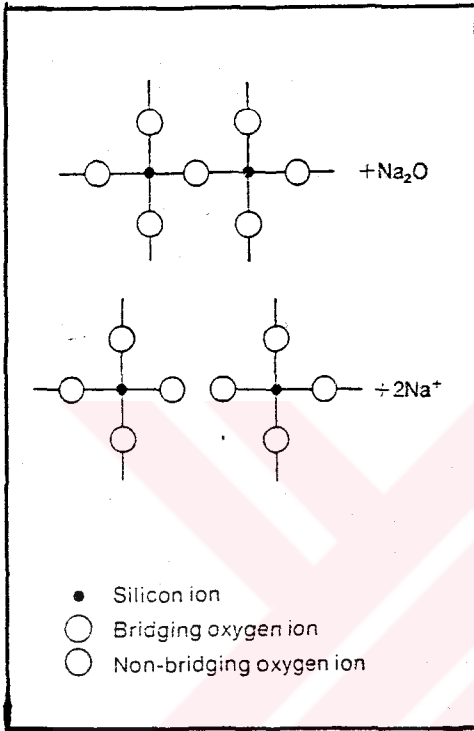
1. Bir oksijen atomu ikiden daha fazla M atomu ile bağlanmamalıdır.
2. M çevresindeki oksijen atomları sayısı az olmalıdır.
3. Bu polihedral oksijenler sadece köşelerde olmalı yüzeylerde veya kenarlarda olmamalıdır.

Dental amaçlar için sadece iki cam yapıcı oksit silis ve bor oksit kullanılır. Bu oksitler dental camları oluşturabilen temel ağ örgünün çevresini oluştururlar. Diş porselenleri cam yapıcı matris olarak temel Silisyum-Oksijen ağ örgüsünü kullanırlar. Düşük ergime sıcaklığı, yüksek vizkozite ve kristallenmeye direnç gibi ilave özellikler cam yapıcı SiO_4 kafesine diğer oksitlerin ilavesiyle yapılır. Bu oksitler potasyum, sodyum, kalsiyum, alüminyum ve bor oksittir [2].

3.2.1. Akışkanlaştırıcıların rolü

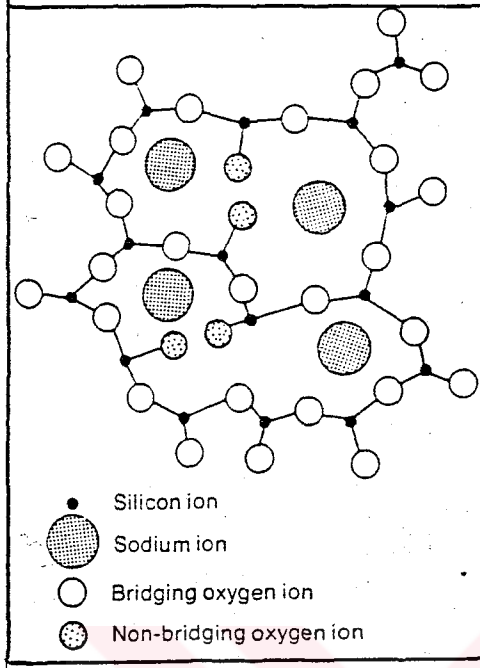
Potasyum, sodyum ve kalsiyum oksit cam modifiyerler olarak kullanılır. SiO_4 ağlarının için girerek ergitici olarak hareket ederler. Bir ergiticinin temel amacı oksijen ve silisyum gibi cam yapıcı element arasındaki bağı zayıflatarak camın yumuşama

sıcaklığını düşürmektir. Örneğin sodyum silikat camı üretmek için silikat eriyiğine soda (Na_2O) katılırsa, iki SiO_4 tetrahedrali arasındaki hattı oluşturmuş bağlı oksijen iyonlarının yerine Şekil.3.6. da ki gibi yapısal değişiklikler olur.



Şekil 3.6. Sodyum oksit ve silikat tetrahedrali arasındaki reaksiyon [2].

Şimdi iki tane bağlanmamış oksijen atomu vardır. Bunlardan birincisi sodyum oksit ile bağlanır. Sonuçta SiO_4 ağlarında bir boşluk oluşur. Sodyum iyonları bu boşluklara yerleşir.



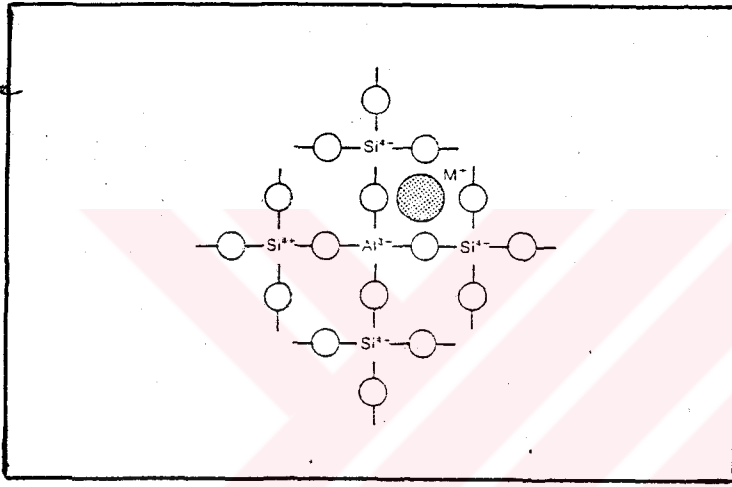
Şekil.3.7. Sodyum silikat camlarının yapısının iki boyutlu görüntüsü [2].

Katılan sodyum iyonlarının sayısı ne kadar fazla olursa, o kadar fazla Si-O-Si bağı kırılır. Camlarda O:Si oranı çok önemlidir. Hem camın vizkozitesini hem de termal genişmesini etkileyecektir. Örneğin metale bağlanmak için kullanılan dış porseleninde, porselenin termal genişmesini yükseltmek için pratik olarak soda içeriği artırılır. Lityum, potasyum gibi diğer alkali metal oksitler camsı yapıda benzer davranış gösterirler. Kalsiyum oksit, baryum oksit ve magnezyum oksit de modifiye oksitler gibi davranabilir. Bu alkali metal oksitlerin kullanımı oluşan orijinal camsı ağı muhafaza etmek için çok dikkatlice kontrol edilmelidir. Aksi takdirde kristallenme problemleri olabilir [2].

3.2.2. Ara oksitlerin rolü

Diş porseleninde temel camsı oluşum SiO_4 ağına akışkanlaştırıcıların veya düzenleyicilerin ilavesi sadece yumuşama noktasını düşürmez aynı zamanda vizkoziteyi de düşürür. Diş porselenleri piropplastik akışa dirençli olmalıdır. Ergime sıcaklığı düşük yüksek vizkoziteli camlar üretilmelidir. Bu işlem ara oksitler kullanılarak yapılabilir.

Ara oksitler cam oluşturmazlar, ancak camsı ağ içinde yer alırlar. Bir camın sertliği ve vizkozitesi alüminyum oksit kullanılarak artırılabilir. Cam oluşumunda alüminyum oksitin rolü karmaşıktır. Alüminyum oksit gerçek bir cam yapıcı olarak düşünülemez. Alüminyum iyonu kristallerde tetrahedral AlO_4 veya oktahedral AlO_6 grupları oluşturmak için dört veya altı oksijenle bağlanabilir. Bu tetrahedral gruplar Şekil 3.8. de görülen düzenlemeyi vermek için silikat kafesler içinde tetrahedral SiO_4 ile yer değiştirebilirler.



Şekil 3.8. Bir silikat ağı içinde alüminyum [2].

Her bir alüminyum iyonu +4 yüklü silisyum iyonu ile eşlenmiş olarak +3 yüke sahiptir. Elektiksel olarak nötralliği sağlamak için ilave bir pozitif yük olmak zorundadır. Dört tane AlO_4 başına bir alkali metal iyonu gerektiren sodyum oksit gibi bir alkali metal iyonu tetrahedral gruplar arasında barınabilir. Böylece bu ağ içerisinde her bir Al^{+3} iyonu Si^{+4} iyonu ile yer değiştirdiği için bir tane Na^{+1} iyonu nötralliyi korumak için açığa çıkar. Bu tip yapısal düzenleme feldispat ve zeolitler gibi pek çok alümina silikatta bulunur. Benzer durum cam ağ örgüsünde de mevcuttur [2].

3.3. Diş porseleninin kimyasal kompozisyonu

Camların stabilitesi Silisyum–Oksijen kafesine ve kovalent bağların azlığına bağlıdır. Aksi takdirde kristallenme ve hidrolitik stabilite problemleri ortaya çıkabilir. Diş porseleni minimum ortalama %60 SiO₂ içermektedir. Dengeleyici oksitler veya akışkanlaştırıcılar piropplastik akışa direnç, sertlik, hidrolitik stabilite, düşük ergime sıcaklığı ve kristallenmeye direnç gibi gerekli özellikleri sağlamak için dikkatlice ilave edilmelidir. Diş porseleninin başlıca kimyasal bileşenleri silis, flakslastırıcılar ve ara oksitlerdir [2].

3.3.1. Silis (SiO₂)

Dental seramikte % 50-60 oranında bulunur. Yüksek bir ergime sıcaklığına sahiptir. Orta yapı görevini üstlenir. Diğer bileşenlerin aktığı sıcaklık bölgelerinde iskelet görevi yapar. Yüksek sıcaklıklarda kütleyi kararlı hale getirerek seramiğin metal alt yapı üzerinde şekillendirildiği biçimde kalmasını sağlar. Yüksek sıcaklıkta akmasına engel olur. Seramiği kuvvetlendirip pişme sonrası meydana gelen küçülmeleri önler [1,2].

3.3.2. Flakslastırıcılar

Potasyum, sodyum ve kalsiyum oksitler cam modifiye ediciler ve SiO₂ ağının bütünlüğünü bozan akışkanlar olarak rol oynamaktadır. Akışkanın amacı, cam yapıcı elementlerle oksijen arasındaki bağlantı miktarını azaltarak camın yumuşama ısısını düşürmektir. Soda (Na₂O) sodyum silikat camları oluşturmak için silika katılırsa, yapısal değişiklikler meydana gelecektir. Sodyum iyonları ne kadar fazla sayıda eklenirse o derecede Si-O-Si köprüsü bozulacaktır. Cam içindeki oksijen silikat oranı büyük öneme sahiptir ve camın vizkozitesini, ısıl genişmesini etkilemektedir. Diğer bazı alkali metal oksitler Lityum veya Potasyum oksitlerde yapı içinde benzer şekilde bulunmaktadır. Magnezyum, Kalsiyum ve Baryum oksit ise modifiye edici oksitler olarak rol oynamaktadırlar.

Bu alkali metal oksitlerin kullanımı orjinal cam oluşum ağının oluşturulması için çok dikkatli kontrol edilmelidir. Kalsit bazı dental seramiklerde % 3-10 arasında kullanılır. Düşük sıcaklıklarda flaks özelliği çok iyidir. Yüksek miktarlarda kullanılırsa matlaştırıcı bir özelliği vardır. Kristalleşme eğilimi yüksek olduğu için, Alkali metal oksitlere göre ısıl genleşmesi düşüktür. Tabiatta mermer, tebeşir, kireçtaşı olarak bulunur. Çok temiz bir şekilde elde edildiği için dental seramikte kullanımı söz konusudur [1,2].

3.3.3. Ara oksitler

Diş porseleninde temel cam SiO_2 'ye cam modifiye ediciler ve akışkanların ilave edilmesi sadece yumuşama noktasını düşürmemekte aynı zamanda vizkozitesini de azaltmaktadır. Diş porseleninde ise istenilen sıcaklığın ani olarak yükselişinde veya düşürülüşünde akışkanlığa karşı bir direnç arzu edilir. Bu nedenle camları düşük fırınlama sıcaklığına sahip yüksek vizkozitede üretmek gerekecektir. Bu ise ancak ara oksitlerin kullanımıyla sağlanır.

Hammaddeler kısmında belirtildiği gibi camın sertliği ve vizkozitesinin yüksekliği Al_2O_3 ile sağlamaya çalışılır. Sert ve güçlü bir mineraldir. Dayanıklılığı artırmak için camsı matriks içine % 15 alümina kristalleri eklenmiştir. Böylelikle porselenin güçlendirilmesine imkan sağlanmıştır. Bu mineraller çeşitli oranlarda ve katkı maddeleriyle birlikte kullanılarak, çeşitli dental porselen oluşturulmuştur. Alümina kristalleri porselendeki çatlağın ilerlemesini engeller. Porselene opak bir görüntü verir. Alümina porselene ısıl şoka direnç kazandırır.

Bor oksit kuvvetli bir ergitici olmasına rağmen aynı zamanda bileşenler içinde cam yapıcı rolü de üstlenmektedir. Dental porselende bor oksitin (B_2O_3) ilavesi düşük genleşme ve iyi kimyasal direnç sağlamaktadır. Dental porselene küçük oranlarda eklenen alternatif modifiye edici ajanlar ise frit yapımı esnasında katılmaktadır. Lityum oksit ek akışkan oksit olarak ilave

edilmekte fakat kristallenme riskini arttırmaktadır. Magnezyum oksit yapıda çok az miktarda bulunmakta ve kalsiyum oksitin yerini alabilmektedir. Fosfor pentaoksit (P_2O_5) ise bazen opaklaşmaya yardımcı olarak kullanılmakta ve yapıda da cam yapıcı oksit olarak görev yapmaktadır [1,2].

3.3.4. Renklendiriciler

Pigment görevini gören oksitler dental porcelende değişik renk tonları elde etmek amacıyla eklenmektedir. Diş porcelenini renklendirmede metal oksitler kullanılır. Demir ve nikel kahverengi, bakır oksit yeşil, titanyum oksit sarımsı kahve, mangan oksit eflatun, kobalt oksit ise mavi renk oluşumu sağlar. Diş porcelenlerine renklendirici olarak aşağıda belirtilen metal ve metal oksitleri karıştırılır. Karışımda oksitler ve verdiği renkler Tablo 3.1 de belirtilmiştir [1,2].

Tablo 3.1. Diş porceleni renklendirici pigmentleri [1].

METAL VEYA METAL OKSİT	PORSELENE KAZANDIRDIĞI RENK
Titan Oksit	Beyaz
Uranyum Oksit	Sarı portakal
Krom alüminat yada Kalay-Altın Karışımı	Gül
Metalik altın	Kahverengi-Kırmızı
Demir Oksit yada Nikel Oksit	Kahverengi
Kobalt Alüminat	Mavi
Krom Oksit yada Bakır Oksit	Mavi yeşil
Manganez	Lavanta yeşili
Demir Fosfat yada Pilatin	Gri
Çinko Oksit	Sarı

3.3.5. Opaklaştırıcı oksitler

Dental porselende konsantre renk fritlerinin eklenmesi porselenin transparanlığının fazla olmasından dolayı dişe benzeyen bir etkinin oluşturulması için yeterli değildir. Özellikle dentin renkleri yüksek opaklığa gerek duymaktadır. Opaklaştırıcı oksitlerin ilavesi çok hassas bir işlemdir. Opaklaştırıcı oksitler genellikle çok ince partikül boyutlarında öğütülmüş metal oksit içermektedir. Bu amaçla çoğunlukla kullanılan oksitler ; seryum oksit , titan oksit ve zirkonyum oksittir [1,2].

3.4. Hammaddeler

Diş porseleninin başlıca hammaddeleri feldispat, kuvars, alümina ve az miktarda kaolen gibi kristalin minerallerdir. Her bir bileşenin tam olarak oranı porselen tipi ve özel markası ile farklılık gösterir [1,2,3].

3.4.1. Feldispat

Dental seramikte % 50-80 oranında bulunan feldispat ince bir şekilde öğütülüp seramik hamuruna katılır . Feldispat cam matris oluşumundan sorumlu temel elemandır. Doğada saf halde bulunmaz. İki maddenin karışımı şeklindedir. Bunlar ortoklas olarak adlandırılan potasyum alüminyum silikat ($K_2OAl_2O_36SiO_2$) ve albit diye bilinen sodyum alüminyum silikat ($Na_2OAl_2O_36SiO_2$) tır. Potasyum feldispatın sodyum feldispata oranı verilen bir malzeme yığnında farklılık gösterir. Porselen üreticileri için bu oran çok önemlidir. Her iki tip feldispat ta porselene oldukça farklı özellikler kazandırır. Temiz feldispatlar pişme sırasında beyaz renk alırlar . Bugün kullanılan seramiklerin çoğunda potasyum feldispat bulunur . Na-feldispat 1150 °C 'de tamamen erirken potasyum feldispat ~ 1200 °C 'de parçalanır ve tam erimesi 1530 °C 'ye kadar yaklaşır . Potasyum feldispatın erime aralığı geniş olduğu için tercih edilir . Cam oluşturma süresince fırınlamada seramiğin eriyip akmasını önler . Porselene belirli şeffaflık verir [1,2,3].

3.4.1.1. Potasyum feldispat

Işık geçirgenlik kalitesi nedeniyle günümüz porselen sistemlerinin önemli bir kısmında bulunur. 1250-1500 °C sıcaklık aralığında bir cam matris oluşturmak için kuvars ve kaolen ile ergir. Potasyum feldispat sadece ergimiş camın viskozitesini yükseltmekle kalmaz aynı zamanda sinterleme süresince porselenin piroplastik akışının kontrolüne yardım eder. Diğer bir deyişle ergimiş malzemenin akıcılığını azaltır ve porselen bünyenin oluşumuna yardım eder [1,2,3].

3.4.1.2. Sodyum feldispat

Porselenin ergime sıcaklığını düşürür. Potasyum feldispata göre uygunluğunun daha az olduğu düşünülür. Sodyum, potasyum ve kalsiyum oksit gibi cam düzenleyiciler porselenin ısıl genleşme katsayısını yükseltmek için akışkan gibi de hareket ederler. Bu alkali oksitlerin ilavesi ile metal-seramik sistemlerinde kullanılan porselenin ısıl genleşmesinin alaşımların termal genleşmesine porselenin termal genleşmesinin uygunluğunu sağlarlar [1,2,3].

3.4.2. Kuvars

Kuvars tamamen SiO₂ den oluşur bazı kayalardan, deniz kumu ve çakıllardan elde edilir. Dental seramikte % 10-30 oranında bulunur. Yüksek bir ergime sıcaklığına sahiptir. Orta yapı görevini üstlenir. Diğer bileşenlerin aktığı sıcaklık bölgelerinde iskelet görevi yapar. Yüksek sıcaklıklarda kütleli kararlı hale getirerek seramiğin metal alt yapı üzerinde şekillendirildiği biçimde kalmasını sağlar. Yüksek sıcaklıkta akmasına engel olur. Seramiği kuvvetlendirip pişme sonrası meydana gelen küçülmeleri önler [1,2,3].

3.4.3. Kil (Kaolen)

Porselenin bu özel katkı maddesi, alümina içeren bir kildir. Tarih boyunca, pişmemiş porselenin dökülebilirliğini artırmak için bağlayıcı olarak kullanılmıştır. Porselen bünyeye karıştırılan kaolen onun işlenebilirliğini mümkün kılar. Bir mineral olan kil; kuvars, feldispat, mika gibi hammaddelerin su, hava ve karbonik ortamında değişik kimyasal ve jeolojik etkilerle ayrışması sonucu oluşan bir mineraldir. Kil $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ kimyasal formülüyle gösterilir. Ağırlıkça % 40 Al_2O_3 , % 46 SiO_2 , % 14 H_2O içerir. Doğal etkenlerle yer değiştirmeyip temiz kalabilen tamamen beyaz renkte ise kaolen olarak isimlendirilir. 1800 °C de ergimesi nedeniyle ısıya en dayanıklı olanıdır. Porselene belirli bir renk donukluğu verir. Su ile karıştırıldığında yapışkan bir kıvam alarak, seramik hamurunun modelaj çalışmasını kolaylaştırır [1,2,3].

3.4.3.1. Kilin özellikleri:

Plastisite : Öğütülmüş kilin su ile karıştırıldığında işlenip şekillenebilme özelliğine denir.

Kohezyon : Kil massesine verilen şeklin kuruduktan sonra da aynı şekli korumasına kohezyon özelliği denir.

Renk : Beyaz renkli ve saf olan kaolenin dışındaki killerin renkleri, sarı, pembe, kırmızımsı, mavimsi, gri, yeşil ve siyahımsı olabilir. Limonitli kil-esmer, Demir oksitli kil-kırmızı, Piritli kil-açık yeşil renk almaktadır. Normal pişme rengi (900-1250 °C) sıcaklık aralığında gözlenir.

Küçülme : Plastik kilin şekillendirildikten ve kurutulduktan sonraki boyutu ilk verilen boyutlara göre daha küçüktür. Kil massesinin hacmi kuruma süresince küçülür. Bu olaya kilin rötreye yapması denir.

Kilin Pişmesi :

200 °C 'in altında kil önce yüzey suyunu atar . Rötrey yüksektir .

450-650 °C 'in arasında kil molekül suyunu atar .

850-950 arasında $3(2\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3) \rightarrow 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 + 4\text{SiO}_2$

Müllit ve Tridimit oluşur

1200 °C 'de küçülme % 20 'yi bulur [1].

3.5. Diş Porseleninin Minerolojik Yapısı

Diş porseleninin mineral yapısı sinterlenmiş olarak bilinmesine karşın tamamen kaynaşmış camlar halinde olmayıp çok iyi bilinmemektedir. Fırınlanmış diş porseleni tozlarının mineral analizi değişik miktarlarda camsal fazın yanı sıra sınırlı oranda kristal lösit faza da sahip olduğunu göstermektedir.

Feldispat, kuvars ve kil minerallerinin faz diyagramlarında kimyasal yapıya bağlı olarak diş porseleninde lösit ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$) veya alternatif olarak (KAlSi_3O_8) kristalizasyon alanında kalır. Diş porseleninde devamlı mevcut olan lösitin yanı sıra fırınlanmış opak porselende opak maddeleri de kristal yapı içinde kalırlar. Bu opak maddeler rutil (TiO_2), kassiterit (SnO_2), seryum oksit (CeO_2), badellit (ZnO_2) ve zirkon ($\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ veya ZrSiO_4) olabilir.

Görüldüğü gibi diş porseleninin mineral analizinde amorf camsal fazın yanı sıra sınırlı oranda devamlı kristal lösit de çok önemli olarak görülmektedir. Lösit kristallerinin gerçek önemi, ergime esnasında diş porseleninin stabilitesine direkt olarak etkili olmasıdır. Cam veya mine materyali bu kristallerden zayıftır. Diş porselenindeki lösitten ortoklas sorumludur. Diğer ana bileşen olan albit ise toz tanelerinin kaynaşması için akışkanlaştırıcı olarak rol oynar. Gereken alkaliler ise ham materyallerde çözünmemiş formlarda zaten bulunurlar. Eğer çözünebilen alkaliler ilave edilmiş olsaydı bunlar kesinlikle kaynaşmadan ortadan kaybolacaklardı. Diş porseleni yapısındaki kuvars silikat fritleri içine alkali yardımı ile absorbe edildiğinden bu durum oldukça önemlidir.

Diş porselenindeki ortoklas aynı zamanda mükemmel bir sertlik minimum ısıl genişleme ve kimyasal dirençten sorumludur. Ortoklasın ayrıca çok önemli bir özelliği de ergime esnasındaki uyumsuz davranışıdır.

Karışımların ergime dereceleri saf ortoklasın ergime noktası olan 1170°C dan saf albitin kine yani 1125°C a kadar değişmektedir. Burada görülebileceği gibi ortoklas ve albitin yakın ergime noktaları vardır. Ancak aradaki fark albitin 1125°C ta tamamen ergimesine karşılık, ortoklasın bu derecede sadece lösite ayrışmasıdır. 1540°C a ulaşıldığında ise lösite çözünmeye başlar ve erir. Bu nedenle ortoklas için 1170°C ve 1540°C arasında değişen bir ısı dilimi mevcuttur. Bu sıcaklık aralığında ortoklas viskoz bir eriyik halindedir. Ortoklas cam yaparak ergime gösterir. Diş porseleni için bu durum oldukça önemlidir zira fırınlama sırasında formun bozulmaması gerekir.

Feldispat ajanı olan lösite hem kübik hemde tetragonal kristal sistemlerde ortaya çıkar. Doğada genellikle silisik asit içeriği düşük olan volkanik taşlarda bulunabilir. Kristallerin rengi beyazımsıdan griye kadar değişir.

Seramik kristallerinin birbirleri arasındaki sıkı bağlantı ve çok küçük olmaları nedeniyle lösite kristallerini anlamak oldukça zordur. X-Ray difraktometresi veya SEM gibi elektronik aletler bu gösterim için uygundur [3,4,5].

BÖLÜM 4 DIŞ PORSELENİNİN SINIFLANDIRILMASI

Diş porselenleri fırınlama sıcaklıklarına göre sınıflandırılmaktadır. Diş porselenlerinin ergime sıcaklıklarındaki farklılıklar esas olarak sodyum karbonat, kalsiyum karbonat, potasyum karbonat ve boraks gibi düşük sıcaklıklarda ergiyen ve feldispattan daha etkili olan akışkanların katılımı ile ilgilidir. Porselen tozları ergime derecelerine göre üç gruba ayrılır: Yüksek sıcaklık porseleni, Orta sıcaklık porseleni ve Düşük sıcaklık porselenidir.

Üç gurup porselen malzemesi de aynı bileşik ve içerikten oluşmaktadır. Ancak yüksek, orta ve düşük sıcaklık porselenleri arasında mikro yapılar belirgin farklılıklar içermektedir. Yüksek ve orta sıcaklık porselen malzemesi mikroskopik olarak gözleendiğinde esas olarak kuvarstan oluşan ince kristal iskeletler içinde Şekilsiz feldispatik matriksin olduğu karmaşık yapılar gözlenmektedir. Ergime sıcaklığını düşüren ve feldispattan daha etkili olan akışkanlar orta sıcaklık porseleninde, yüksek sıcaklık porselenine göre daha fazladır. Bu durum porselenin fırınlanmasını da kolaylaştırmaktadır. Bu olay ayrıca yüksek sıcaklık porseleninden daha düşük sıcaklıkta glazür işleminin yapılabilmesini de sağlamaktadır.

Yüksek sıcaklık porseleni : Yüksek sıcaklık porseleninin pişme sıcaklığı 1288 –1371 °C dir. % 4 kaolen, % 81 feldispat, % 15 kuvars içerir. Bu tür porselenlere ergitici maddeler katılmamıştır. Çok homojen bir yapı gösterir ve % 15 oranında küçülme gösterirler. Yüksek sıcaklık porseleni, şeffaflığı sağlamlığı ve pişme süresinde modeli bütün detayları ile korunması nedeniyle, tüm önemli yapılarda aranılır ve diğerlerine tercih edilir. Dolgu, dişacı, köprü protezlerinde başarı ile kullanılır.

Orta sıcaklık porseleni : Orta sıcaklık porseleninin pişme sıcaklığı 1093 °C – 1260 °C dır. % 61 Feldispat, % 29 Kuvars, % 2 Na₂CO₃, %1 B₂O₃, %5 CaCO₃, %2 K₂O₃ içerir. Yapısında kaolen bulunmayan, ancak ergitici maddeleri içeren bu tür porselenler daha düşük sıcaklıklarda ergirler. % 15'ten fazla küçülme gösteren porselen, homojen yapı gösterir. Dolgu, diştaçı ve köprü protezinde kullanılır.

Düşük sıcaklık porseleni : Düşük sıcaklık porseleninin pişme sıcaklığı 871–1066 °C dır. % 12 Feldispat, % 60 Kuvars, % 8 Na₂CO₃, % 11 Na₂B₄O₇, %1 CaCO₃, %8 K₂CO₃. Düşük sıcaklık porseleninin ergime sıcaklığı, altının ergime sıcaklığından daha düşüktür. Düşük sıcaklık porseleninde kaolen miktarı çok azdır veya hemen hemen hiç yoktur. Buna karşılık akışkanlaştırıcı miktarı %35 'e kadar ulaşmaktadır. Sonuçta soğuduktan sonra yüksek ve orta sıcaklık porseleninden daha fazla cama benzeyen daha homojen daha az kuvars kristaline sahip mikro yapı oluşmaktadır. Pişirme süresi çok kısadır. % 30 - % 35 oranlarında küçülme gösteren porselen, piştikten sonra gözenekli bir yüzey gösterdiğinden, ağız sıvısında bozulur, rengi değişir ve gri bir renk alır. Sinterlendikten sonra kırılğan bir hal aldığından önemli yapılarda kullanılmaz. Genellikle köprü protezlerine şekil vermekte, tamamen yapay diş ve tüplü dişlerin yapımında bu tür porselenler kullanılır [6,7,8].

4.1. Full Porselen Sistemleri

Diş Hekimliğinde full porselen, çiğneme basıncından fazla etkilenmeyen alanlarda kullanılır. Bu tür porselenler iki yöntemle elde edilir.

- 1- Hazır yapay dişler ve her türden prefabrik fasetler
- 2-Diş hekimi yada teknisyen tarafından laboratuvarda hazırlanan özel porselen dişler.

Tam ve bölümlü protezlerde çok sayıda kullanılan dişlerle, diştaçı ve köprü protezlerinde yararlanılan fasetler özel fabrikalarda hazırlanırlar. Daha önce hazırlanan porselen tozları saf su ile hamur haline getirildikten sonra özel

kalıplarda pişirilirler. Bu kalıplar bakır ve kalay alaşımı olan bronzlardan yapılmıştır. Kalıplar iki ayrı bölümden oluşur. Kalıpların içi istenilen tür dişin boyutlarından biraz daha büyük hazırlanmıştır. Aradaki boyut farkı pişirme süresinde porselenin küçülmesini karşılar.

Pişirme kalıplarına doldurulacak porselen hamuruna, çalışma kolaylığı sağlamak için nişasta yada reçine karıştırılır. Ayrıca porselenin türünü belirlemek ve elemanların kolayca tanınmalarını sağlamak amacıyla organik boyalarla iyice boyanır. Bu boyalar pişirme süresinde yanarlar ve geriye hiç bir artık bırakmadan kaybolurlar. Hazırlanacak yapay diş kramponlu isteniyorsa kalıpların platinal yüzünde bulunan iki metal dayanağın yardımı ile; porselen hamurun içine, dişlerin tutuculuğunu sağlayacak kramponların lehmleneceği, kıymetli alaşımlardan iki metal parça yerleştirilerek muflalar kapatılır ve pişirme fırınına yerleştirilir [8,9].

4.1.1. Cam seramikler

1980 yıllarında geliştirilen cam seramikler %45 cam ve %55 kristal tetrasilisik mika olan mikamsı camdan oluşmaktadır. Dökülebilir cam porselenlerin yapısında diğer porselenlerden farklı olarak alüminyum oksit bulunmamaktadır. Cam seramiklerin ağırlıkça %70 ini silisyum oksit, %30 unu magnezyum oksit ve %4 ile 9 unu diğer magnezyum florit gibi oksitler oluşturmaktadır. Dökülebilir cam porselendeki cam yapı bu materyale daha iyi mekanik özellikler kazandırmaktadır. Bu porselende kristal yapı %12 ile 15 civarındadır ve kütlenin büyük bir bölümü amorf cam yapısındadır. %55'ini oluşturan mika kristallerinin birbirine kenetlenmesi ile porselenin direnci artmakta ve porselende oluşan çatlakların yayılımı engellenmektedir. Cam seramiklerin eğilme mukavemeti 135 MPa civarındadır.

Klasik seramiklerden daha dayanıklı olan doğal diş minesi gibi ışığı geçiren dökülebilir cam seramik materyali 1985 yılında 'Dicor' adı ile ortaya konulmuştur. Aynı yıllarda

Hobo, Dicor ile aynı fiziksel ve kimyasal yapıda olan 'Cera Pearl' adını verdiği dökülebilir cam seramik malzemesini geliştirmiştir.

Doğal minenin kalsiyum hidroksiapatitten [$(Ca_{10})(PO_4)(OH)_2$] oluştuğu bilinmektedir. Dökülebilir cam seramik materyalinin kristalizasyon safhasında oluşan kalsiyum oksipatit [$Ca_{10}(PO)_6O$], kimyasal, fiziksel ve biyolojik olarak bu madde ile benzerlik göstermektedir. Bu malzeme mikroskopik inceleme altında çok hafif düzensizlik göstermesine karşın, doğal diş minesini ile aynı kristal yapıda olduğu tespit edilmiştir. Dökülebilir cam seramikler, elastiklik modülü, sertlik derecesi, çekme ve basma dayanıklılıkları bakımından diğer materyaller ile karşılaştırıldığında, zor bükülebildiği ve normal okluzal basınçlar karşısında şekil değiştirmedeği görülmektedir. Okluzal yüzeylerde aşınmaya karşı yeterince dirençli olup karşı dişteki minede aşınma oluşturmazlar. Çekme ve basma dayanımı daha fazladır.

Diş fırçası ile yapılan aşınma testlerinde, bu materyalin klasik porselen ve diğer materyallere oranla daha az aşındığı tespit edilmiştir. Kimyasal olarak dökülebilir cam seramikler; CaO, P_2O_5 , MgO, $SiO_2K_2OAl_2O_3$, ZrO_2 ve renklendirici ajanlardan oluşur. Temel yapıyı % 34 SiO_2 oluşturur. Bu P_2O_5 ile birleşerek, malzemenin fiziksel ve kimyasal stabilizasyonunu sağlar. Viskozitesi MgO ve CaO ile sınırlandırılan dökülebilir cam seramik materyalinde bulunması zorunlu maddeler, % 45 CaO ve % 25 P_2O_5 dir. Kalsiyum hidroksiapatit oluşumu % 5 MgO ile hızlandırılır. Dökülebilir cam seramikler suda ve tükürükte çözünmezler. Klasik seramiklere göre daha az olmakla beraber asidik fosfor florid, kalay florürden etkilenir ve hidroflorik asitte çözünürler. Allerjen ve toksik değildirler. Döküm cam seramik kronların radyoopasitesi mine dokusu ile aynı olduğundan kron altında gelişen ikincil çürükleri, pulpa odasının durumunu ve siman film kalınlığını görmek mümkündür. Bunun yanı sıra kronun marjinal uyumunu ve periodental dokularla olan ilişkisi değerlendirilir [10,11].

4.1.2. Kemik porselenler

Döküm kalsiyum fosfat cam materyali kalsiyum fosfat ve fosfor penta oksit elemanın kombinasyonudur. Diğer dökülebilir cam porselenlere göre daha dayanıksızdır ve ön bölge dişleri için çok opaktır. Kemik Porselenler temel içeriğinde kalsiyum fosfat bulunan, ısıl işlem sonucu amorf matriks içinde kristal oksiapatit oluşturulan nemli ortamda ise hidroksiapatite dönüşen dökülebilir apatit porselenidir. Dayanıklılığı ise bu kristallere ve kristaller ile kristal olmayan matriks arasındaki bağlantıya bağlıdır. Eğilme mukavemeti cam seramiklerinkine yakındır [12,13].

4.1.3. Alümina esash porselenler

Kor porselenler yüksek dayanıklılıkta ağırlığının % 50 si kadar alümina kristali içermektedir. Bu alümina bağlı kristaller ısıl genleşme uyumu sağlaması amacıyla cam tozu ile karıştırılmaktadır. Düşük oranda genleşmeleri ve erimez yapıları ısıl şoka karşı dirençli olmalarını sağlamaktadır. Dentin porseleni bu porselenlerde oldukça ergimiş halde alümina veya tamamen ergimiş feldispatik cam akışkan içeren cam bor sillikat tan elde edilmektedir. Bu camların içerdiği alümina kristal yapısı % 5-10 ile sınırlandırılmıştır. Mine porseleninde dentin porseleni ile aynı firitten elde edilmekte fakat şeffaflığın artması için serbest alümina kristal yapı miktarı azaltılmaktadır. Yapı içindeki alümina partikülleri kuvarstan daha kuvvetli ve daha yüksek elastisite modülüne sahip olup, çatlak büyümesini önlemede daha etkindir. Matris olarak seçilen camın alümina ile aynı ısıl genleşme katsayısına sahip olması gerekmektedir. Alümina ve cam fazının genleşmeleri farklı ise çatlak granüller arasında ilerlemekte ve dayanıklılık azalmaktadır. Alümina porselen kor malzemesinin eğilme mukavemeti 131 Mpa civarındadır [14,15].

4.1.3.1. Alümina porselen diştaçı

Platin foli tekniği kullanılarak yapılan alümina ile güçlendirilmiş porselen diştaçları son 25 yıldır geleneksel full porselen diştaçı olarak kullanılmaktadır. Bu sistemde kor porseleni %50 ye kadar alümina kristal içermektedir. Bu koru yüksek alümina içeriği olan camlardan yapılan dentin ile mine porseleni çevrelemektedir. Alümina porselen kor malzemesinin eğilme mukavemeti yaklaşık 131 MPa civarındadır [16,17].

4.1.3.2. Hi – ceram

Bu sistem ısıya dayanıklı özel bir diş üzerine fırınlanan porselen kristalleri ile güçlendirilmiş korlara bir örnektir. Kimyasal olarak alümina kora benzer yapıdaki Hi-Ceram korunun alümina içeriği daha yüksektir. Kristalin fazı uygulama özelliklerini ve opasitesini belirgin olarak bozmadan özel bir dağıtma şekli ile artırılmıştır. Hi – Ceramın eğilme mukavemeti yaklaşık 155 MPa civarındadır [18].

4.1.3.3. In - ceram

Bu porselen sistemi birbiri içine geçen alümina ve camdan oluşmaktadır. In-Ceram 'da alümina içeriği %90'a ulaşmaktadır. In –Ceram porseleninin bağımsız içerik analizi sonucunda partiküllerin alümina ve infiltrasyon camının da sodyum ve kalsiyumun küçük miktarları ile lantanyum alümina silikat olduğu sonucuna varılmıştır. Lantanyum infiltrasyona yardımcı olmak üzere camın viskozitesini azaltırken In- Ceram seramiğinin ışık geçirgenliğini iyileştirmek için kırınım indeksini artırmaktadır. Alüminyum oksit yerine magnezyum alüminatın kullanılması ise ışık geçirgenliğini iyileştirmektedir. Bunun nedeni alümina ile kıyaslandığında daha düşük kırınım indeksine sahip olması ve izotropik optik özellikleri sağlayan magnezyum alüminatın kristal gibi davranma özelliğidir. Ancak magnezyum alüminat bazlı kor seramiği alümina bazlı materyal kadar

kuvvetli değildir. In-Ceram porselen kor malzemesinin eğilme mukavemeti diğer porselenlerden üç veya dört kat daha büyüktür (420-520 MPa) [18].

4.1.4. Magnezya esaslı porselenler

Full porselen dental kronların yapımında magnezya, yüksek genleşmeli porselen kor maddelerinin temelini oluşturmaktadır. Magnezyum porselen kor ağırlığının %40-60'ı kadar magnezyum kristalleri içermektedir. Güçlendirme magnezya kristallerinin vitröz matriks içine dağıtılması ile ve matriks içindeki kristalizasyonla sağlanmaktadır. Eğilme mukavemeti geleneksel alümina kor ile hemen hemen aynıdır. Ancak sır uygulanması ile iki katına çıkabilmektedir [19].

4.1.5. Feldispatik porselenler

Uzun süreli ve devamlı bir şekilde estetiği sağlamaktadır. Bu porselenle yapılan restorasyonlarda opak porselen feldispatik cam, zirkonyum ve titanyum dioksit gibi opaklaştırıcılarla yüklenmiştir. Dentin porseleni yüksek şeffaflık gösteren renkli feldispatik camlar şeklindedir. Mine porseleni ise çok az miktarda opaklaştırıcı veya özel renk efektleri verebilecek kristal malzeme içeren ileri derecede şeffaflık sergileyen camlardır. Genellikle feldispatik porselenlerin ergime sıcaklıkları 1090-1260 °C dir, yani orta sıcaklık porselenleri arasındadır [20].

4.2. Metal-porselen sistemleri

Metal porselen restorasyonlarında kullanılan porselenler feldispatik porselenlerin içeriğine benzer bir yapıya sahiptirler. Bunların termal genleşmeleri yüksektir. feldispatik porselenlerden de farklı olarak ısıl genleşme katsayısını arttırmak amacıyla yüksek alkali içermektedir. İçeriklerinde yüksek oranda bulunan sodyum karbonat ve potasyum karbonat ısıl genleşmeyi arttırmakta ve metal

alt yapı ile uyum sağlamaktadır. Ancak metal porselenlerinde kullanılan yüksek genleşmeli porselenler, artan alkali miktarından dolayı çok daha yüksek kristalize olma eğilimi göstermektedir [21].

4.2.1. Opak porselen

Metal yüzeyine direk olarak uygulanan opak porselen yaklaşık olarak sodyum/potasyum feldispat – cam akışkan karışımıdır. Opak porselen metal yapıyı maskelemek ve opak porselenin kalınlığını en aza indirmek amacı ile büyük miktarlarda opaklaştırıcılarla çalışılmaktadır[21].

4.2.2. Bünye ve mine porseleni

Opak porselenini çevreleyen dentin ve mine porseleni feldispatik porselenden oluşmaktadır. Mine porselenin içine akışkan olarak bor oksit veya lityum oksit katılmamaktadır. Ancak bazı dental mine porselenlerinde bu oksitlere küçük oranlarda rastlanmaktadır. Bununla birlikte mine porselenleri düzenli porselenden çok büyük bir farkla ayrılmamaktadır. Son ürün içinde bulunan alkali türü ve oranının türü çok önemlidir. Na^+ iyonları ana cam yapıcı SiO_4 ağını bozmakta ve fazla kullanıldığı takdirde camda kristallenmeye yol açmaktadır. Ayrıca yüksek alkali içeriği hidrolik dayanım riskini arttırmaktadır [21].

4.2.3. Sır porseleni

Diş porseleni sırları düzgün bir yüzey oluşturmak için fırınlanmış porselenin yüzeyine uygulanan renklendirilmiş cam tozlarıdır. Bir sır normal olarak restorasyonun sıcaklığına daha düşük sıcaklıkta fırınlanmalı ve ısıl genleşme katsayısı porselen gövdesinden daha düşük olmalıdır. Eğer sır daha yüksek bir genleşmeye sahip olursa, gerilim altında soğumakta ve ince çatlamalara neden olmaktadır. Metal porselen restorasyonlarında son yıllarda dikkat çeken önemli bir hususta titanyum kullanılmasıdır. Rutil metal porselen tekniğinde

geleneksel porselenler kullanılmamaktadır. Rutil düşük ısıl genleşme katsayısı ($9.1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) nedeniyle özel porselenlerin geliştirilmesine yol açmaktadır. Rutil kullanılan porselenlerin iki önemli hususu mevcuttur. Düşük ısıl genleşme katsayısı, cam kısmına lösit ilave yapılarak elde edilmektedir. Düşük fırınlama sıcaklığı ise Alüminyum oksit içeriğinin azaltılması ve sodyum oksit ve kalsiyum tuzlarının artırılması ile sağlanmaktadır. Bu tip porselenler estetiğe zarar vermeden porselen jaket-kronların dayanıklılığını artırıcı özelliğe sahiptirler. Dental porselenler basma mukavemetine çekme, makaslama ve gömülme gerilimlerinden daha fazla dirençlidirler. Dental porselenin basma kuvvetine karşı dayanıklılığı yüksek olmasına rağmen doğal yapısındaki iç porozite nedeniyle gerilim kuvvetlerine karşı dayanıklılığı azdır. Bu poroziteler gerilimlerin oluşmasına neden olabilmektedir.

Dental porselenin yapısındaki bu zayıflık çeşitli yöntemlerin geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Son yıllara kadar rijit metal alt yapılardan destek alınarak kullanılan porselenin metal desteksiz olarak kullanımı mekanik özelliklerinin artırıldığı yüksek dirençli porselen sistemlerinin ortaya çıkmasıyla artmıştır [21].

4.3. Porselen Dolgular

Metal dolgular basınçlara karşı gösterdikleri dirence rağmen estetik özellikleri yoktur. Akрил dolgular basınçlara karşı zayıf oldukları halde estetik yönleri kısa bir süre için iyi olmakla beraber sonradan özelliklerini yitirirler çok çabuk aşınır ve renk değiştirirler. Porselen dolguların kırılma dayanıklılıklarının dışında sayılabilecek başka bir sakıncaları yoktur. Metal dolgular üstün özelliklerine rağmen estetik görünüşleri bozuk olduğu için ön dişlerde kullanılmazlar. Bu tür durumlarda porselen dolguların başarı ile uygulanma imkanı vardır. Porselen dolguların doğal dişle kusursuz renk uyumu sağlaması özellikle kesici dişlerde yaygın kullanım alanı bulur. Renk değiştirmemesi, doku ile iyi ilişkiler kurması, dış etkenlerden soğuk ve ısıya karşı canlı diş pulpasını iyi koruması ve aşınmaması üstün özelliklerinin başında gelir. Bunlara rağmen çiğneme basınçlarına

fazla direnç göstermemesi ve kırılabilirliği tüm dolgu türlerinin yerini almasını engelleyen tek sakıncalı yönüdür. Porselen Dolguların Kullanılabileceği Durumlar:

- 1- Ön kesici dişlerin kesici kenarlarında
- 2- Estetik sağlanması gereken durumlarda
- 3- Diş etinin altına uzanmış çürüklerde
- 4- Aşınmanın fazla olduğu bölgelerde

Estetik yönden başarılı fakat kırılabilir olan porselen dolguların uygulama alanlarını artırabilmek için farklı yöntemler ortaya konulmuştur. Bu tür dolgular üç grupta toplanabilir [8].

- 1- Full porselen dolgular
- 2- Metal pinlerle uygulanan porselen dolgular
- 3- Metal destek üzerine hazırlanan metal-porselen dolgular

4.4. Porselen Diştacı (Kron)

Porselen diştacı ile estetiklik, doğal dişlere en yakın şekilde sağlanabilir. Porselen çok iyi bir doku dostu olup çevresi ile zararlı ilişkiler kurmaz. Kötü bir ısı ve elektrik iletkenliğine sahiptir. Bu nedenle canlı dişlerin pulpasını en iyi şekilde korur. Diş minesinden sert olduğu için aşınıp şekil değiştirmez. Renk değiştirme özelliği yoktur. Temizlenmesi kolaydır.

Porselen Diştacının Kullanılabileceği Durumlar: Çatlama yada çürük sonucu kırılmış, renklenmiş, aşınmış ve uzamış, doğal diştacı değişik nedenle kaybolmuş dişlerde uygulandığı gibi eksik kalmış dişlere de uygulanabilir. Porselen diştacı, tüm alt üst kesici dişlerde uygulandığı gibi birinci ve ikinci küçük ve büyük azalarda rahatlıkla uygulanabilir. Pipo kullananlarda ve bazı meslek alışkanlıklarında porselen diştacı sakıncalı olabilir. Örneğin terzi ve marangozların ön dişleri ile iğne ve çivi tutmaları gibi. Bu tür insanlarda kesinlikle porselen diştacı uygulanmamalıdır [22].

BÖLÜM 5 PORSELEN UYGULAMALARI

5.1. Full Porselen Uygulaması

5.1.1. Model dökümü

Dovel pinleri ya da epoksi reçineden hazırlanmış daylar kullanılarak modeller dökülür. Day malzemesi olarak kullanılan epoksi reçinenin dış renginde olması, muhlama sırasında görünümü kolaylaştırır ve renklendirme işleminin hassasiyetini artırır.

5.1.2. Mum modelaj

Mum modelajdan önce day yüzeyleri kalınlığı yaklaşık 25 mikron olacak tarzda laklanır. Önce oklüzal yüz sonra aksiyal yüzeyler ve servikal bölgenin modelajı yapılır. Mum kalınlığı en az 1 mm olmalıdır.

5.1.3. Tijleme

Mum modelin kalın tarafına 2-2,5 mm kalınlığında ve 35 mm uzunluğunda bir döküm tiji konur. Döküm ağzını oluşturan ergime konisiyle birleştirilir. Anterior kronlar için tek, posterior kronlar için iki tij kullanılır.

5.1.4. Revetmana alma

Döküm işleminde fosfat içerikli yüksek ısıya dayanıklı özel revetman kullanılır. Bu revetmanın ısıl genişleme katsayısı materyalin büzülmesine uymalı ve bu 400 °C de % 0.6, 800 °C de % 0.9, 450 °C de % 1.6 olmalıdır. Isıtma işleminden sonraki sertliği 90

Kg/cm² olmalıdır. Revetmanın hazırlanmasında 60 gr toz, 8 ml distile suyla düşük hızda vakum altında elektrikli karıştırıcı ile 30 saniye karıştırılır. İlave olarak 20-30 saniye kadar vakumda vibrasyon yapılır. Hava kabarcığını önlemek için revetman, fırça ile mum modele sürülür. Mum örnek, silikon manşet içine yerleştirilir ve revetman dökülür. 60 dakika sonra sertleşmiş revetman silikon manşetten çıkarılır. Bir silikon manşet içine sekiz kuron yerleştirilebilir [23].

5.1.5. Döküm ve tesviye

Silikon manşetten çıkarılan ve içinde mum örneğin bulunduğu sertleşmiş revetman kitlesi, fırın sıcaklığı 100 °C 'yi geçmeyecek şekilde ayarlanarak fırında kurutulur. Fırın sıcaklığı 500°C ye yükseltildiğinde, içinde döküm örneğinin bulunduğu revetman kitle, eriyen mumun rahatça akabilmesi için ters çevrilerek 30 dakika daha fırında tutulur. Bu süre sonunda fırın sıcaklığı 800 °C 'a çıkarılarak 30 dakika daha bekletilir. Daha sonra dökülebilir cam seramik materyali revetman kitlenin döküm yolu ağzına yerleştirilerek planlanan sıcaklığa geldiğinde döküm işlemi otomatik olarak yapılır. Döküm sıcaklığı, Dicor için 1360 °C, Cera Pearl için 1460 °C 'dir. Döküm kitlesi kendi kendine soğuduktan sonra revetman temizlenir. Döküm üzerinde kalan revetman artıkları kumlama cihazında Al₂O₃ tozu ile basınç altında temizlenir. İki yüzlü elmas separe ile tij birleşim yerinden yavaşça kesilir. Bu aşamada kristalize formda olmayan döküm, porozite ve hava kabarcıkları yönünden incelenip hasta ağzında uyumlamalar yapılır [23].

5.1.6. Kristalizasyon işlemi

Bu işlem için özel olarak geliştirilmiş kristalizasyon fırını kullanılır. 50 gram kristalizasyon malzemesi, 18 ml distile su ile uygun olarak hazırlanıp vibrasyonla döküm cam seramik kron içine doldurulur. Aynı karışım kristalizasyon fırınının tablası üzerinde bulunan özel yuvalar içine yerleştirilir. Kristalizasyonu yapılmamış kron bu karışımla tamamen örtülür. 15-30 dakika kuruması için beklenir ve kristalizasyon tablası fırın içine yerleştirilir. Fırın sıcaklığı 750 °C 'a ayarlanarak bu sıcaklıkta 15 dakika

tutulup kristalizasyon sürecinin başlaması sağlanır. Sıcaklık her 60 saniyede bir 50 °C yükseltilerek Cera Pearl için 870 °C' a çıkarılarak 12 saat, Dicor için 1070 °C'de 6 saat tutularak kristalizasyon tamamlanmış olur.

Bu işlem sonunda kristalizasyon fırını bir saatte yavaş yavaş soğutulur, sıcaklık 220 °C a düşürülür ve kristalizasyon tablası dışarı alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulup kron kristalizasyon materyalinden temizlenir. Böylece kristalize kalsiyum oksiapatit oluşumu tamamlanmış olur. Oluşan kristalize yapının daha stabil hale gelmesi için döküm cam seramik kronlar kristalizasyon sıcaklığından düşük bir sıcaklıkta bir veya iki defa ısıtılarak doğal mineye çok benzeyen kimyasal ve fiziksel yapı kazandırılır [23].

5.1.7. Bitirme

Döküm cam seramik kronların ısı iletimi ve ısıl genleşme katsayılarının düşük olması nedeniyle, soğuma esnasında büzülme olmadığından day üzerine daha iyi uyum sağlar. Bu aşamada kronun iç yüzü, kronun iç yüzeyleri ve üzerindeki poröziteyi düzeltmek için; önce bu bölgeler elmas frezle aşındırılır, ultrasonik olarak temizlenir ve ilave döküm cam seramik materyali, distile su ile karıştırılıp gerekli olan yerleştirilir. Sonra kron yeniden döküm fırınına yerleştirilir, 970 °C' de 60 dakika pişirilir. Bu işlemden sonra fırın vakumu kaldırılarak kendi halinde soğumaya terk edilir. Eksik kısımları tamamlanmış döküm cam seramik kron, model üzerinde yeniden kontrol edilir, kumlama cihazında temizlenir. Lastik disk ile cilalanır [23].

5.1.8. Renklendirme ve sırlama

Kristalize olmuş döküm cam seramik kronlar doğal diş rengine göre daha beyazdır. Bu nedenle ilave renklendirme gerekir. Renklendirme oksitleri B_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O ve eser miktarda çeşitli metal oksitlerden oluşmaktadır.

Döküm cam seramik kronun yüzeyi ultrasonik olarak temizlenip tamamen kurutulduktan sonra sır malzemesi homojen olarak sürülür. Kole ve kesici bölgeler için seçilen

renklerle boyama yapılır ve kuruması için 5-6 dakika beklenir. Daha sonra 700 °C' da ki fırın önünde 2-3 dakika tutulan kron fırın içine yerleştirilir ve normal atmosfer basıncında 940 °C' da 30-60 saniye bekletilir. İstenen renk elde edilinceye kadar işleme devam edilir. Genelde dört uygulama sonunda istenen renk elde edilir. SEM ile yapılan çalışmalardan renklendiricinin kron yüzeyine kimyasal olarak bağlandığı ve minimum film kalınlığı ile bütün yüzeyi kapladığı görülmüştür [23].

5.1.9. Simantasyon

Döküm cam seramik kronların simantasyonunda cam iyonomer esaslı özel siman kullanılır. Bunlar, likitlerin poliakrilik asit içerdiklerinden, doğal dişe ve benzer yapıdaki döküm cam seramik kronlara kimyasal ve mekanik adhezyonla tutunurlar. Döküm cam seramik kronlara bu özel simanın tutunmasını artırmak için; kronun iç yüzü Al_2O_3 tozu ile kumlanıp, ultrasonik olarak temizlendikten sonra yağlı artıkları uzaklaştırmak için asetonla silinip yüzeyine asit sürülür. Daha sonra, kronun iç yüzüne özel aktivatör sürülerek 5-6 dakika beklenir ve distile su ile yıkayıp kurulanır. Kurutulan kron fırına yerleştirilerek 140 °C 'a kadar ısıtılır. Kendi kendine oda sıcaklığına kadar soğutulur. Simantasyona hazır hale gelen kron cam iyonomer esaslı simanla yapıştırılır [23].

5.2. Metal Porselen Uygulaması

5.2.1. Metal desteğin hazırlanması

5.2.1.1. Ölçü alımı ve model

Diş eti, çeşitli yöntemler arasından seçilen ve hekime en uygun gelen teknik ile genişletilir. Normal bir süre beklenir ve bu arada ölçü almak için hazırlık yapılır. Ölçü maddesinin fazla kullanılması düşünülmüyorsa, standart ölçü kaşıkları ile ölçü almakta herhangi bir sakınca yoktur. Ölçü maddesinden tasarruf edilmesi için özel kaşıkların hazırlanması gerekir. Bu düşünce ile hazırlanan ölçü kaşıkları, üst çenede damak kısmın

ölçüsü alınmayacak şekilde hazırlanır. Hazırlanacak özel kaşığın üstünde, silikon esaslı ölçü maddesinin tutunabilmesi için delikler açılması gerekir.

Alınacak ölçü için dişlerde herhangi bir işlem yapılmadan önce, kaşığa yerleştirilen silikon baz ölçü maddesi ile bütün çenenin ölçüsü alınır. Dişlerin kesilip hazırlanması kurallara uygun olarak yapıldığında, ikinci ölçü maddesi için gerekli boşluk sağlanmış olur. Silikon ölçü maddesinin, korrektör diye adlandırılan daha ince ve çok elastik olan ikinci maddesi, camda aktivatörü ile karıştırılıp, hava kalmayacak şekilde özel enjektöre doldurulmalı ve artan madde birinci ölçüye boşaltılarak ağıza uygulanmalıdır. Yalancı kök pin tekniğine göre hazırlanacaksa, ölçü kaşığı fiksatöre yerleştirilip tabladan geçirilen tije, plastik ano ile tutturulmuş hazır metal yalancı kök, ölçüdeki diş boşluklarına yerleştirilir. Metal yalancı kök ölçü maddesine temas etmemelidir. Hazırlanacak dişler, köprü çapası olarak kullanılacaksa bu yöntemle yalancı köklerin birbirlerine paralellikleri sağlanabilir. Fiksator vibratöre yerleştirilerek sert alçı, ölçüde yavaş yavaş ve kole seviyesinin 1 cm geçecek şekilde doldurulur. Kısa bir süre daha vibrasyona devam edilerek, işleme son verilir. Alçının yüzeyi düz olmalıdır. Alçı sertleştikten sonra, izolasyon için yalancı kök hazırlanacak alçı düzeyine yalıtkan bir madde sürülerek kurumması beklenir.

Fiksatörden çıkarılan ölçü kaşığına, normal Paris alçısı dökülerek model ters çevrilir. Metal yalancı kökler, fayans ya da cam yüzeye temas edecek şekilde üstten bastırılarak, modelin kenarındaki fazla alçılar düzeltilir ve modelin katılaşması için beklenir. Alçı katılaştıktan sonra, ölçü kaşığı dikkatlice yerinden çıkarılır. Alçı modelin ve ölçü maddesinin bozulmamasına dikkat edilir. Gerektiğinde aynı ölçüden yeni modeller elde edilir. Pin yöntemi ile elde edilen çalışma modelinde yalancı kökün yerinden ayrılması için, dişin medial ve distalinden yatay düzleme dil şeklinde, özel motorlu testereler ya da ince ağızlı kıl testerelerle ikinci kez dökülen alçıya kadar kesilir. Alttan metal kökün itilmesi ile diş ve kök modelden ayrılır. Bu yöntemde iki ayrı renk alçı kullanılması testere ile kesilecek sınırın belirlenmesi yönünden çok yararlıdır [24].

5.2.1.2. Metal desteğin hazırlanması

Yalancı kökün üstünde bulunan ve kesilmiş dişi temsil eden çekirdek, hazırlanacak metal desteğin çok muntazam ve düzgün yüzeyli hazırlanmasına yardımcı olacak şekilde hazırlanır. Hazırlanmış destek metal çekirdeğe zorlukla uyarsa üstündeki porselen kaplandıktan sonra yerine kesinlikle oturmaz. Tek başına metal esnektir, ancak porselen metali rijit bir duruma soktuğundan, esneklik ortadan kalkar ve restorasyon yerine oturmaz. Fazla kuvvet uygulandığında metal esner ve bu esnekliğe uyum sağlayamayan porselen, kırılarak yerinden ayrılır. Kırılma, esnemenin olduğu bölgenin üstünde meydana gelir ve buna kırık çizgisi adı verilir. Tek diş restorasyonlarında estetik kuronun yerine sıkı bir şekilde girmesi, büyük sakınca göstermez. Ancak bu durum köprü çapalarında önüne geçilemeyecek zor durumlar yaratır. İnce metal tabakasının üstünde porselen bulunduğundan metalin aşındırılması yönüne gidilmez. Bu sakıncaları önceden bilmek ve önlemleri almak hekim ya da teknisyene düşen önemli bir görevdir. Adapta yöntemi ile hazırlanan estetik kuron maketinde, çift plastik başlık kullanılması bu tür engelleri önleyebilir. Diğer yöntemlerde, iki ayrı özellikte mum kullanarak önlem almaya çalışılır. Altta kullanılan mum yumuşak, üstteki daha sert yapılı olmalıdır [24].

Adapta yöntemi: Bu yöntemin uygulanması için gerekli araç ve gereçlerin bulundurulması gerekir. 5 cm çapında ve iki ayrı kalınlıkta şeffaf plastik disklerden, çekirdeğe kapsüller hazırlanır. Birinci ve çekirdeğin üstüne rastlayan plastik diskin kalınlığı 0,1 mm dışta kalan ve esas metal desteği oluşturan diskin kalınlığı 0,6 mm'dir. Kullanıldığı yere ve çekeceği yüke göre, ayrı kalınlıkta diskler kullanılabilir. Ağzı iki ayrı daire şeklinde hazırlanmış, tutucu maşanın arasına önce kalın sonra ince plastik gelecek şekilde üst üste tutturulur.

Bunzen bekine yavaşça tutulan plastik diskler yumuşamaya başlar, ancak disklerin alevde devamlı tutulmadan gel git hareketleri ile üst tabakada buğulu bir yüzey oluşuncaya kadar işleme devam edilir. Ağzı genişçe delinmiş bir plastik kapakla örtülü, cam şişe içine doldurulmuş sarı renkteki plasterin maddesi, daha önceden parmakla yoğrulur ve yüzeyi düzeltilir. Kalın kesitli disk plasterine gelecek şekilde tutularak,

çekirdek koleyi biraz geçene kadar, ince diskin üstünden yatay düzleme dik olarak bastırılır ve soğuması beklenir.

Maşa disklerden ayrılarak, çekirdeğin plastiklerle beraber plasterinden çıkarılması sağlanır. Daha önce kurşun kalemle çekirdek üstünde belirlenmiş, kole sınırına kadar fazla kenarlar dört ayrı bölümden yalancı köke doğru kesilir.

Her iki disk, iç içe çekirdekten çıkarılarak kole hududuna kadar ince ağızlı eğri bir makasla kesilir ve fazlalıklar atılır. İçteki ince diskin koleleri, normal koleden 1 mm daha kısa kesilir. Çekirdek ve koleye özel bir yalıtkan "izosera" sürülür, kuruması beklenir. Tekrar yerine oturtulan plastik kapsülün kole çevresi, kole mumu adı verilen yumuşak kırmızı bir mumla kapatılır, fazlalıklar temizlenir. İnce plastik başlık yerinden çıkarılır. Kalın kapsül tekrar çekirdeğe takılarak kole mumuna şekil verilir. Gerekli görülen kısımlara döküm mumu ile ilaveler yapılır ve modelaj tamamlanır. Kolenin mumla sarılması, sonradan diş kolelerini sıkıca sarmasını sağlamaktadır. İnce plastik kapsülün bıraktığı boşluğun üç önemli görevi vardır.

- 1- Döküm metalin porselenle kaplanmasından sonra rijit bir şekil alması nedeniyle, yerine zor yerleşen restorasyonda ayar kolaylığı sağlamak.
- 2- Dişi sıkı şekilde saran döküm metalle, diş arasında ince bir siman boşluğunun oluşturulması bu tür restorasyonlarda, fazla madde kaybına uğrayan dişin aradaki siman tabakasının koruyucu ve nötr etkisinden yararlanarak, dış etkenlerden korunmasını sağlar.
- 3- Simantasyonda simanın bıraktığı siman yüksekliğinden ötürü, protezde meydana gelen azda olsa belirsiz yükseklik bu yöntemle hazırlanmış restorasyonlarda görülmez.

Adapta yönteminin dışında kalan yöntemlerde, çekirdek üstüne önce yumuşak döküm mumundan ince bir tabaka kaplanır. Bu işlem, yağlanan çekirdeğin erimiş haldeki yumuşak döküm mumuna batırılması ile yada ince plak halinde yumuşak döküm mumu çekirdeğe sararak yapılır. Düzgün şekle getirilen yumuşak döküm mumunun üstüne, sert döküm mumu ilave edilerek, modelaj işlemi istenilen şekilde tamamlanır. Döküm

silindirinde kalıp katılaşma süresinde genişler ve yumuşak muma basınç yaparak kurunun genişlemesini sağlar. Bu şekilde geniş hazırlanan kuron, dişe rahatça ajuste edilme olanağına kavuşur. Bazı yazarlar, mum modelajın dişin anatomik şekline uygun bir biçimde bitirildikten sonra porselenle kaplanacak kısımların aşındırılmasını önerirler. Genellikle bu tür çalışmalar dişin ön yüzünün porselenle kaplanacağından, estetik kuron yapımlarında başarılı olmaktadır. Tam estetik kuron için bütün yüzeylerin mumla modelajı tamamlandıktan sonra, yeniden bütün yüzeylerin aşındırılması boşuna zaman kaybetmektir.

Bu tür çalışmaların bir sakıncası da, metal kalınlığının her tarafta eşit olmamasıdır. Porselenle kaplanacak yüzeylerde, keskin açılardan kaçınılmalıdır. Döküm metalin yatay yüzeyi ile birleştiği bölümde oluşturulan açılı silik bir dik açılı görünümünde olmalıdır. Koleye eklenen mum miktarı, normal kalınlığın iki katı olmalıdır. Mum modelaj tamamlandığında, açıkta kalan tüm yüzeylerin pürüzsüz olması gerekir.

Metal-porselen kuronlarda kesici kenarlar porselenden hazırlanır ve üstüne metal örtü getirilmez. Bu durum estetik gereksinimin yanında, mekanik bir zorunluluktur. Bazı yazarlar bu kısımdaki kırılmaların, alttaki metal desteğin çok ince yapılmasından ileri geldiğini, normal koşullarda kırılmanın sürpriz olacağını savunurlar.

Kesici kenarın porselenden yapılması gerekirken, lingual yüzeyde sentetik kapanış ve eksantrik hareketlerin başlangıcında, temasta olan bölgelerin metalden hazırlanması gerekir. Dökümden sonra da metal destek üstünde gerekli bazı işlemlerin yapılmasında hiçbir sakınca yoktur. Ancak metal üstündeki düzeltmelerin, metal kalınlığını büyük boyutlarda etkileyecek şekilde olmaması gerekir.

Hazırlanan modelajlara, standart hazırlanmış silindir şeklinde ve değişik çaplardaki döküm mumlarından döküm yolları hazırlanır. Dökülecek parça üstüne yapıştırılan, esas döküm yolundan başka, modelajın karşı ve alt köşesine yakın, uygun bir kısımdan bir tane mum yapıştırılarak, döküm konisinin tabanına yakın bir yere kadar uzatılır. Bu şekilde elde edilen kanaldan döküm silindirindeki havanın dışarı çıkması sağlanır.

Döküm kitlesi büyükse içeride kalan hava boşluğu da büyük olacağından; ergimiş metalin silindirdeki boşluğa dolmasını engeller. Döküm ya eksik ya da porözlü çıkar. Ergimiş metal normal döküm yolundan girerek, boşlukta dolaşır ve içerdeki havayı kanaldan dışarı atar. Küçük boyutlu dökümlerde, bu tür kanalların hazırlanmasına gerek yoktur. İçerde kalan havayı ergimiş metal, revetman grenlerinin arasından dışarıya kaçıtır ve dökümün sağlıklı çıkmasını sağlar. Bu tür dökümlerde, tek döküm yolu normal kalınlıkta olmalı ve mumdan besleme küresi yerleştirilmelidir.

Modelaj süresince döküme hazırlanan mum modelde değişik gerilimler ve stress yığılımı oluşacaktır. Bu gerilimleri, normale dönüştürmek için mum modelajı revetmana almadan önce, ılık su banyosunda bekletmek gerekir. Bu işlem termometre yerleştirilmiş, cam bir kaptan oluşan cihazda gerçekleştirilir. 30-35 °C sıcaklığında su doldurulmuş banyo kabına, modelajı bitirilmiş mum model daldırılarak 10 dakika bekletilir. Sürenin sonunda mum model bekletilmeden revetmana alınır. Böylece yukarıda belirtilen yığılımlar kaldırıldığından revetmanın donma süresinde mum modelde hacimce bir değişiklik olmayacaktır. Bu nedenle döküm sonucu elde edilen destek metal de olumlu sonuç verecektir.

5.2.1.3. Manşete koyma

Kullanılacak yüksek sıcaklık revetmanının cinsine göre, belirli oranlarda özel sıvısı ile revetman temiz bir bol içinde karıştırıldıktan sonra özel vakum cihazına takılarak kısa bir süre vakumda karışması sağlanır. Belirli sürede, revetman içindeki hava kabarcıkları dışarıya çıkmış olur. Vakumda yapılan karıştırma revetmana akıcılık verir. İnce ve yumuşak bir fırça ile dökümü yapılacak mum restorasyonu her tarafına, revetman gidecek şekilde sürülür ve doldurulur. Kesinlikle boşluk ve hava kabarcığı kalmamalıdır. Geriye kalan revetman, vibratöre yerleştirilmiş manşete yavaş yavaş doldurularak işleme son verilir. Revetmanın katılaşması ve işleme sokulabilmesi için en az bir saat bekletilmesi gerekir. Manşet mum restorasyonları tutan ve döküm konisini oluşturan, koni şeklindeki kapak çıkarıldıktan sonra, soğuk bir ısıtma fırınına yerleştirilir. Sıcaklık yavaş yavaş yükseltilmelidir. Bir saat içinde toplam sıcaklığın 650-750 °C'a ulaşması

gerekir. Belirli sıcaklığı bulduktan sonra aynı sıcaklıkta 30-40 dakika daha bekletilir ve bu sürenin sonunda, manşet döküme hazır hale gelmiş olur.

Manşetin ısıtma fırınından döküm aygıtına taşınması için, özel tutuculardan yararlanılması gerekir. Manşetin tutucudan kurtularak düşmesi, işleme yeniden başlanmasını gerektirir. Döküm silindire yukarıda belirtilen işlemler uygulanırken döküm aparatının da döküm için hazırlanması gerekir [24].

5.2.1.4. Döküm

Döküm işlemi özel vakumlu döküm cihazlarında yapıldığı gibi, santrfüj ile çalışan döküm cihazlarıyla da aynı sonuç alınabilir. Metalin ergitileceği döküm pota kalıbı, yüksek sıcaklık için hazırlanmışlardan seçilmelidir. Normal altın pota kalıpları, bu işlemde kullanılmazlar. Alaşım yüksek sıcaklıkta ergidiğinden, özel gaz-oksijen ateşleyicilerinden yararlanılması gerekir. Gaz olarak hava gazı yada likit gaz kullanılabilir. Asetilen gazından, kıymetli alaşımların ergitilmesinde yararlanılmaz. Paslanmaz alaşımlar bu tür gazlarla ergitilir, basınçlı oksijen özel oksijen tüplerinden sağlanır. Kızgın manşet yerine yerleştirildikten sonra, önceden ısıtılmış olması gereken potaya özel alaşım yerleştirilir. Döküm işleminde boraks kullanılmaz. Alaşımda eser miktarlarda bulunan katkıları, borakstan etkilenirler.

Ateşleyicinin mavi alevli bölgesi, alaşım üstüne gelecek şekilde tutularak, metalin ergimesi sağlanırsa; hem erime çabuklaşır hem de alevin oksitleyici tabakasından uzaklaşmış olur . Ayrıca alevin mavi bölgesi oksitleri, kaldırıcı ve redükleyici olarak da ergimeye yardımcı olur.

Alaşımın ergimesi, yüzeyde kaynama belirtilerinin görülmesi ile anlaşılır. Isıtmaya devam edildiğinde, bu kaynama ve köpüklenme belirtileri kaybolur. Ergimiş metal kütlesi, parlak bir hal alır. Kütlelerin parlaklaşması, döküm yapma zamanının geldiğini gösteren en belirgin işarettir. Kullandığımız döküm cihazının gerektiği şekilde; döküm yapılarak manşetin soğuması ve manşet suya atılmadan önce metalin parlaklığını

kaybetmesi, donuk mat bir görünüm alması beklenir. Ancak bundan sonra musluk altında manşet boşaltılmaya çalışılır. Sert olan revetman yavaş olarak açılmalı, döküm metalin deforme olmamasına dikkat edilmelidir.

Katı revetmanların temizlenmesi bittikten sonra hidroklorik aside atılarak bir süre beklenir. Su altında dikkatlice ve fırça ile bütün revetmanlar yıkanarak temizlenir. Daha sonra döküm ultrasonik temizleyici aparata konularak yabancı cisimlerden ve revetmandan iyice arınması sağlanır. Döküm sapının kesilmesi ancak bu safhada gerçekleştirilebilir. Karborandum separeleri ile döküme zarar vermeyecek şekilde uzantılar kesilerek, gerçek döküm kuron elde edilmiş olur.

Metal kuron, çalışma modeline ayarlandıktan sonra ağızda kontrol edilerek yerine rahatça oturup oturmadığına bakılır. Gerekli aşındırmaların, bu safhada yapılmasında büyük yararlar vardır. Porselen işleme başladıktan sonra, metalde uzun düzeltme işlemleri yapılmaz. Revetmanın temizlenmesinde hidroflorik asit kullanılırsa, aşırı etkisini ortadan kaldırmak için magnezyum hidroksit içinde bir süre bekletilmelidir.

Döküm kuronun porselenle temas etmeyecek kısımları möllerle düzeltildikten sonra, kauçuk möl yardımıyla da yüzeyler düzeltilir. Çalışma modelinde yan dişlerle olan münasebetleri, kontak noktaları, kole ve epolman durumları kontrol edilerek şekil verilir. Porselen kaplanacak kısımlar özenle hazırlanır. Girintili çıkıntılı kısımlar kaldırılır. Mumda kalın olarak hazırlanan epolman kısmı geniş eğimli bir yüzey şeklinde düzeltilir. Diş epolmansız hazırlanmış ise metalde bir bölüme geniş eğimli bir epolman şekli verilebilir. Metal koleye doğru incelirken, diş etinden başlayan porselen belirli bir kalınlıkta başlar ve aynı şekilde metali kaplar.

Metal serbest olarak diş etinin altında kalırken, porselen diş eti seviyesinin üstünde olmalıdır. Porselen kaplanacak alandaki açıların yuvarlaklaştırılması, tutunma ve direnç yönünden yarar sağlar.

Genel kural olarak bu tür çalışmalarda porselen ve metalin birleşme noktaları, silik şekilde hazırlanmış 90°'lik açılar oluşturacak şekilde hazırlanması gerekir. Mezial–distal yüzeyler ve Lingo–Ensizal kenarları dik açı olarak hazırlanmalıdır.

Metal porselen kuronlarda destek metalin tüm yüzeylerde homojen bir kalınlık göstermesi gerekir. Metal kalınlığı en az 0,30 – 0,35 mm olmalıdır. Bazı gereksinmelerle bu kalınlık artabilir. Geniş hacimli dişlerde pilatinal kolede metal ve porselenin birlikte kullanılmaları kabarıklık yapacağından bu kısımlarda metal ve tek başına kuronun öteki bölümlerinden daha kalın hazırlanır. Uygun olaylarda destek metal, tüm yüzeylerde eşit kalınlıkta hazırlanır ve tümüyle porselenle kaplanır. Bu tür kuronlarda metal görünmediğinden mutlak estetik sağlanmış olur. Bu durumlarda kesici kenarda daha fazla şeffaf görüntü sağlayabilmek için destek metalin vestibül yüzü minimum, arka yüzeyler daha kalın hazırlanır ve kesici yüzeyde transparan porselen için uygun bir alan hazırlanabilir [24,25].

5.2.2. Porselenin metale tutunması

Bir miktar porselen tozu, bir Krom-Nikel alaşımı plaka üzerine yerleştirilerek fırında yaklaşık 1000 °C sıcaklığa ısıtılırsa porselen yumuşar ve birkaç dakika sonra yüzey gerilim nedeniyle, desteğin üzerine yayılan yuvarlak bir damla oluşturur. Bir süre sonra, sıvı dengede kalır ve yayılmaz olur. Bundan sonra kendi halinde soğumaya bırakılırsa görülür ki; her iki madde birbirinden ayrılmamaktadır. Ergiyen porselen, belirli yüzey zarı şeklini alır. Bu olayda üç ayrı faz mevcuttur.

- 1- Ergimekte olan porselen (Sıvı)
- 2- Metal (Katı)
- 3- Fırın atmosferi (Gaz)

Ergimiş porselenin yayılma hızı sıvının viskozitesine bağlıdır. Dengeye erişmek (akmanın durması) için gereken süreyi de viskozite belirler. Porselenin yayılması durur

durmaz, seramik-metal ara yüzeyinde üç çeşit çekme kuvveti oluşur. Kökenlerine göre çekme kuvvetleri şunlardır [26,27].

- 1- Fiziksel çekim kuvvetleri
- 2- Kimyasal çekim kuvvetleri
- 3- Mekaniksel çekim kuvvetleri

5.2.2.1. Fiziksel çekim kuvvetleri

Fiziksel çekme kuvvetleri Van der Wals kuvvetleridir. Gerek atom gerekse moleküler kuvvetlerden oluşurlar ve fiziksel adsorpsiyon olaylarına bağlıdır. Bazı moleküllere termik bir hız verilirse, devamlı bir dipol teşkil ederler. Bu durum, oluşan dipolün momentiyile orantılı olarak moleküller arasında bir çekme kuvveti oluşur. Bu kuvvetler polar olmayan moleküllerde de görülebilir. Bu tip ilişkiye en iyi örnek iki cam plağı birbirine bağlayan su damlasıdır [26,27].

5.2.2.2. Kimyasal çekim kuvvetleri

Metal-porselen ara yüzeyinde üç tür kimyasal çekim kuvveti mevcuttur.

- 1- İyonik
- 2- Kovalent
- 3- Metalik

1- İyonik: Atomların son yörüngelerindeki elektronlar birleşecekleri öteki atomların dış tabakalarını tamamlayacak sayıda iseler; kimyasal birleşme, bir elektron alışverişi şeklindedir. Elektron veren atom pozitif, elektron alan atom ise negatif yüklü iyon haline geçer. Oluşan zıt yüklü iyonlar arasında çekim kuvvetleri oluşur. Bu çekim kuvvetlerine iyonik bağ adı verilir. İyonik bağ metallerin ametallerle yaptığı bileşiklerde gözlenir.

2-Kovalent: Ametaller kendi aralarında bileşik oluştururken elektron alışverişi olmaksızın elektron iki molekül arasında ortaklaşa kullanılır. Elektronlar atomlar arasında ortaklaşa kullanılırken oluşan çekim kuvvetlerine kovalent bağ adı verilir.

3- Metalik: Metalik bağ şematik olarak iki bölüm içeren özel bir yapıya dayanır.

- a) Her biri atomun merkezi bölümünü karşılayan bir seri pozitif iyonlar.
- b) Metalin arasına sızan, serbest elektron bulduran gazlardır.

Metalin kohezyon kuvveti, devamlı olarak aralarında döndükleri elektronların pozitif iyonlar tarafından çekilmesiyle meydana gelir. Porselen metal arasındaki üçüncü birleşme şekli, metal yüzeyinin şekliyle de bağımlıdır. Kabul edilir ki; pürüzlü bir metal yüzeyi düzgün yüzeyden çok daha tutucudur. Ancak akriller için gerekli olan pürüzlü yüzeyler, metal-porselen bağlantıları için pek geçerli olamamaktadır. Tutuculuğa yarayan metal çıkıntılar porselenin kırılmasına neden olabilmektedir.

Metal-porselen birleşmesinde, yukarda belirtilen tutunma kuvvetlerini kusursuz gerçekleştirebilmek için, uyulması gereken kurallar vardır. Bu kuralları tamamlayabilmek için, uyumun bağımlı olduğu koşulları tanımak gerekir. Bu koşullar sağlanırsa, sıhhatli bir metal-porselen birleşmesi elde edilir.

- 1- Porselenin pişirme süresinde, metal yüzeyi ile sıvılaştıran porselen arasında, meydana gelen fiziksel karışım sonucu mekanik bir çekim kuvveti.
- 2- Elektronik kuvvetlerden oluşan moleküler çekim kuvveti.
- 3- Porseleni oluşturan maddelerle, metal oksitleri arasındaki reaksiyon nedeniyle oluşan kimyasal çekim kuvvetleri.

Döküm yüzeylerinin porselen eklenmesinden önce pürüzlendirilmesi, bağ gücünü, pürüzlü olmayanlara oranla % 13-15 oranında artırmaktadır.

Son yıllarda porselen metal arasındaki bağı zayıflatan faktörleri bulmak için araştırmalara başlanmıştır. Porselen metal restorasyonlarının içinde oluşabilecek termal gerilimlerin öneminin anlaşılması, bu araştırmalara hız vermiştir. İki malzemenin genleşme katsayıları çok farklı ise piştikten sonra, fırından çıkan restorasyonun soğuması anında termal gerilimler oluşur. Bu gerilimler bağlanma gücünü olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle genleşme katsayısı farklılığını ve ara yüzeyde meydana gelen kayma gerilimlerinin derecesini saptamak gerekir. Bu değerler saptandıktan sonra zararlı gerilimlerin ortadan kaldırılıp kaldırılmayacağı ya da azaltılabileceği düşünülebilir. Metalin genleşme katsayısı porselenin genleşme katsayısından büyük olursa; Porselen metalden daha fazla büzüldüğünden aynı büzülme gösteremeyen metali bükülmeye zorlar. Buradan çıkarılacak sonuç; diş restorasyonlarının pişme süresinde kıvrılmamaları, alt yapının şekil değiştirmemesi için, porselenin metalde oluşturduğu ara yüz stressine karşı, metalin de aynı şiddetle karşı koyarak ara yüzey kayma kuvvetlerini dengeleyebilmesi için, belirli bir oranda kalın hazırlanması zorunluluğu ortaya çıkar. Metal iskeletinin her tarafta aynı kalınlıkta olması yukarıda belirtilen nedenlerle gereklidir. Bazı bölümlerin ince olması, metalin o bölümlerde deformasyonuna neden olur.

Köprü protezlerinde porselenin çigneme yüklerini çekmesi, ancak destek metalin yardımı ile gerçekleşir. Eğilme ve bükülmeye karşı toleransı olmayan porselen, katı metal destekler üstünde büyük çigneme basınçlarına dayanabilir. Çarpmaya karşı da büyük duyarlılık gösteren porselen, metal desteğin esneklik göstermesi halinde, metale aynı uyumu sağlayamadığından kırılır. Bu nedenle seçilecek metalin dayanıklı ve basınç altında ezilerek deforme olmaması gerekir. Yüksek sıcaklıkta ergiyen porselenle metalin kaynaşabilmesi için, metalin erime sıcaklığından, porselenin erime sıcaklığı daha düşük olmalıdır. Bu koşullara uyan tek metal platindir. Platinin altınla yaptığı alaşımlar aynı özellikleri gösterir ve porselenle iyi uyum sağlar. Bunların dışında yapısında kıymetli maden alaşımı bulunmayan paslanmaz alaşımlardan krom-nikel alaşımları ve bunlara benzer başka alaşımlar da aynı işlemlerde kullanılmaktadır. Firmaların hazırladıkları porselen tozlarına göre, aynı yapımcı firma tarafından hazırlanan metal alaşımlarının kullanılması teknik yönden büyük yararlar sağlar. Bir firma tarafından hazırlanan

porselen tozu, başka bir metal alaşımı ile işleme sokulursa, sonuçta bir takım uyumsuzluklar görülür ve başarılı bir sonuç alınamaz. Her yapımcı firma porselen tozu ve kullanılacak metal alaşımlarını kendisi hazırlar ya da hangi alaşımın kullanılması gerektiğini belirler. Tüm çalışma ve araştırmalar aynı malzemeler üstünde yapıldığından gelişme ve aşamalar da ikisi arasında görülür [28,29].

5.2.3. Metal-porselen restorasyonlarının hazırlanması

Porselenin destek metale tutunmasını artırmak ve metal renginin alttan görünmesini önlemek amacıyla değişik yöntemler ileri sürülmüştür. Bunların başında metal yüzeyinin özel maddelerle kaplanması ve parlatılması gelir. Bu tür maddelere değişik isimler verilmiştir; Bağlanma ayarı, parlak kaplama, metal şartlandırıcısı gibi.

İyi formüle edilmiş bir metal cilalama maddesinin kullanılması, az da olsa küçük bir bağlanma kuvvetinin ortadan kalkması sonucunu doğurabilir. Cilalama yöntemi, gaz giderme işleminin yerini aldığından, porselen tekniğinin fazla zaman almasını önler. Aynı yöntem, metal renginin porselenden görünmesini ya da yansımalarını bir oranda azaltarak kullanılan opak porselen miktarını azaltabilir. Bu çabalar dışın daha az küçültülmesini sağlar. Renk sorununu çözümlenebilmek için kontrast oranını belirleyen teknikler ve metal alt yapıyı maskeleyebilecek, en az opak porselen kalınlığını saptayan yöntemler kullanılır.

Porselen kaplanacak bölgelerin dışında kalan kısımlar, düzeltilip kauçuk aşındırıcılarla tesviye edildikten sonra porselen gelecek kısımlar, organik madde kapsamayan iri taneli aşındırıcı ile pürüzlendirilir. Bundan sonra metalin temizlenmesi için birkaç yöntem uygulanabilir. Bunların başında hidroflorik asit, ultrasonik temizleyici cihaz ve bol su ile yıkamak gelir. Ultrasonik temizleyici cihaz ve hidroflorik asit bir arada kullanılırsa, işlem kısa sürede tamamlanır. Tek başına hidroflorik asit kullanıldığında bu süre 8-9 saat kadar devam etmelidir. Kullanılan yöntem ne olursa olsun, sonuç olarak metalin yabancı maddelerden temizlenmesi söz konusudur.

Metal üstünde vakum uygulanarak pişirilen bütün porselenlerde, dikkat edilmesi gerekli bazı önemli özellikler bulunmaktadır. Bunların başında porselen pişirilecek metalin gazının vakum altında giderilmesi gelir. Bu işlem döküm esnasında meydana gelen, her türlü gaz karışımının ortadan kaldırılması ve porselende gözenekli bir yapının meydana gelmesine neden olan etkenlerden birisini ortadan kaldırmış olur. Vakumda pişirilen porselenlere sonradan yapılan gövde ve kesici kenar porselen ilaveleri ile opak porselen eklemeleri de kesinlikle vakum altında yapılmalıdır. Sır pişirimi her zaman atmosfere açık yapılan bir işlemdir. Hiçbir zaman vakumla yapılmamalıdır. Vakumda pişen porselenlerde renkler daha canlı ve şeffaflık daha fazladır. Bu nedenle havada pişen porselenlerin renk skalaları, vakumda pişenler için kullanılmamalı özel bir skala hazırlanmalıdır. Her porselen için uygulanacak vakum derecesi ve uygulama süresi değişiktir. Bazı tür vakum porselenleri, vakumda pişirildikten sonra bir sürede havada pişirmeye devam edilir. Düşük basınç altında ve oda sıcaklığında suyun buharlaştığı örnek alınarak bu işlem uygulanır. Bazı tür vakum porselenlerinde su, pişme sıcaklığında buharlaştığından, porselendeki gözenek oluşumu artar. Önlemek için, vakumdan sonra kısa bir süre normal atmosfer basıncında pişirme işlemi sürdürülür.

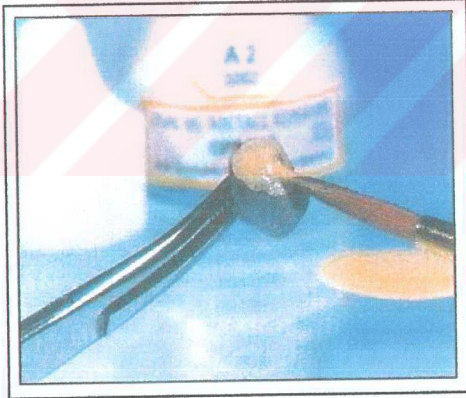
Normal atmosferde pişirmek için hazırlanmış porselen tozlarının, vakumda pişirilmesi için pigmentler ya da opaklaştırıcı maddelerin karıştırılması zorunludur. Aksi halde bu tür porselenler, sadece havada pişirilmeli, vakum uygulanmamalıdır [30,31]

5.2.3.1. Opak uygulaması

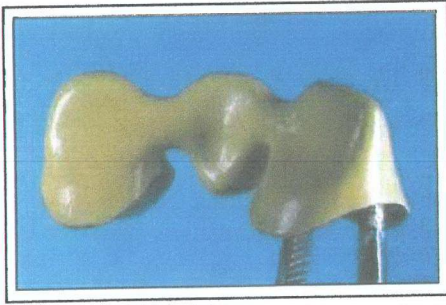
Opak toz, kalın siman camında veya bir lamel üzerinde modelaj sıvısı veya distile su ile koyu kıvamda karıştırılır. Bu işlem küçük cam şişelerde yapılırsa opak sıvısının buharlaşarak çabuk katılaşması, cam şişenin ağzı kapatılarak önlenir. Ayrıca havadaki toz ve benzeri maddelerden porselen hamuru korunmuş olur. İnce samur fırça ile metal yüzeyi nemlendirilir. Küçük parçalar halinde fırça ile alınan opak metal yüzeyine sürülür ve titreşim yaptırılır. Temiz bir bez ya da su emici kağıtla opak yüzeyine çıkan nem kurutulur. Bu işleme bütün metal yüzeyleri opakla kaplanıncaya kadar devam edilir. Aşağıda belirtilen uygulamalar aralıksız yapılmalıdır.

- 1- Opak ilavesi
- 2- Titreşim
- 4- Nem kurutma

Koyu kıvamdaki opağın kalınlığı, metal renginin yüzeye aksetmesini önleyecek kadar olmalıdır. Destek metal ve yüzeyini koyu kıvamda kaplayan opak madde pişirme tepsisine yerleştirilir, fırın kapağı kapatılır. Sıcaklık düğmesi opak porselen pişirim sıcaklığına çevrilir. Objeye pişirme tepsisinin duvarlarına temas etmemelidir. Otomatik düğmeye basılarak beklenir. Sıcaklığın opak porselen pişirim sıcaklığına çıkması ile otomatik olarak pişirme tepsisiyle beraber obje matristen dışarı çıkar. Opak porselenin fırında pişme süresi 4-5 dakikadır. Bu yöntemle elde edilen opak tabaka donuk renkte bir çekirdek şeklinde metal iskeleti sarar. Opak tabaka normal süresinden fazla pişirilmemelidir. Köprünün soğutulması normal oda sıcaklığında yapılacağı gibi, cam fanus altında da yapılabilir. Objeye soğuduktan sonra opak tabaka kontrol edilir. Opağın az geldiği alanlar kalmıyorsa buralara opak eklenerek düzeltilir [30,31].



Şekil 5.1. Metal üzerine opak uygulaması [30].



Şekil.5.2: Isıl işlemden geçmiş opak tabaka [30].

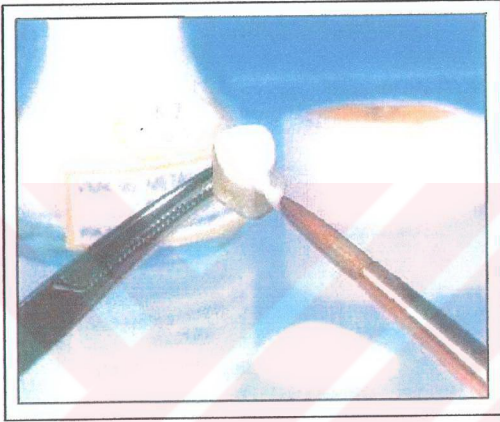
5.2.3.2. Bünye uygulaması:

Bünye tozları küçük bir şişede modelaj sıvısı ya da distile su ile karıştırılarak koyu bir krem kıvamına getirilir. Küçük fırçalarla dişlerin anatomik şekillerine uyularak, bünye porseleni ile köprü şekillendirilir. Üçlü çalışma burada da geçerlidir. Her porselen hamuru ilavesinden sonra titreştirilerek yüzeye çıkan nem bez ile kurutulur. Bünye porseleni yerleştirildikten sonra ayrı şişelerde hazırlanan kole ve kesici kenar mine porselenleri, dentin üstünde hazırlanan yerlerine küçük parçalar halinde yerleştirilerek nemleri alınır. İki ayrı tabakanın birleşme yüzeylerinin belirgin olmamasına dikkat edilir.

Obje çalışma modelinden çıkarılmadan önce tüm porselen çeşitleri yerlerine yerleştirilmeli, son olarak geniş ağızlı yumuşak bir fırça ile yüzeylere yavaş yavaş vurularak, homojen ve yoğun bir kitle elde edilmeye çalışılır. Gerekli görülüyorsa alt tabakalardaki nemin infiltrasyon yolu ile yüzeye çekilmesi için az miktarda kuru porselen tozu köprü yüzeyine serpilir.

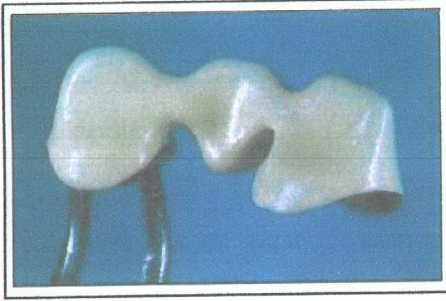
Obje, çalışma modelinden dikkatlice çıkarılır, özel tutucular ile pişirme tepsisine yerleştirilir ve fırının açık kapağı önünde 5-10 dakika kurutulur. Ön kurutma adımı alan bu işlem porselenin birden çok sıcak fırına girmeden önce içindeki suyu yavaş olarak

uçurmaktır. Porselende kurutma yavaş yapılırsa porselen tozu çok ince taneli olduğundan hasarlı bir restorasyon elde edilir. Birinci pişirme adını alan bu işlem normal süresinden daha az pişirilirse porselen istenilen kalitede olmaz. Obje cam fanus altında soğutulur.



Şekil 5.3. Opak üzerine bünye uygulaması [30].

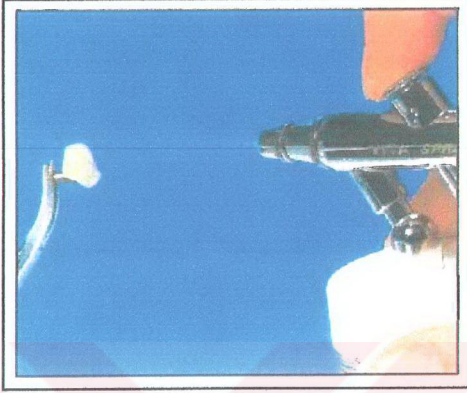
Piştirme işleminden sonra eksiklikler fazlalıklar varsa yeniden düzeltme yapılarak fırında piştirme işlemi tamamlanır. Porselen fırında %8-10 arasında bir küçülme göstereceğinden bünye porseleni dişin normal büyüklüğünden biraz daha hacimli olarak işlenmelidir. Metal-porselen birleşme noktalarında açıklık kalmaması için bu bölgelerde porselen biraz daha yüksek ve metale doğru çıkıntılı hazırlanır. Fırça ile tüm işlemler bitirildikten sonra özel modelaj spatülü ile dişe hafif bir anatomik bir şekil verilir [30,31].



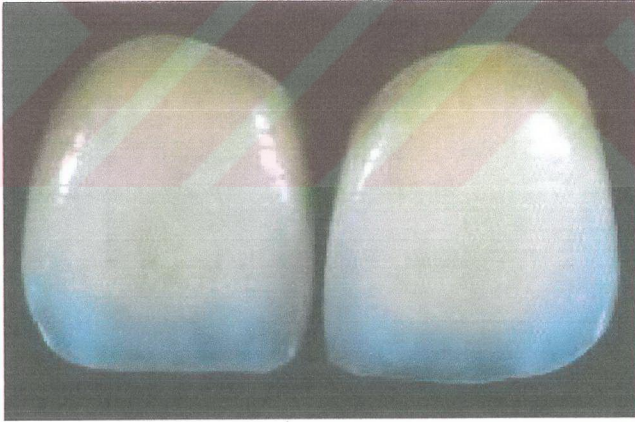
Şekil 5.4. Isıl işlemden geçmiş bünye tabakası [30].

5.2.3.3. Sır uygulaması

Bünye porseleninin pişirilmesinden sonra restorasyon gözden geçirilir. Eksik kısımların bulunup bulunmadığı yeni ilavelere gerek olup olmadığı kontrol edilir. Gerekli yerlere porselen hamuru ilave edilir. Titreşim hareketleri ve çıkan suyun emdirilme işlemleri unutulmadan tekrar edilmelidir. Fırında pişirme işlemi önceden belirtildiği şekilde yapılır. Sulu kıvamda hazırlanmış porselen tozu pürüzlü porselen yüzeyine çok daha kolay uygulanır. Son kurutma bez ya da kağıt mendille yapılarak bilinen koşullarda pişirme çevrimine göre tekrar pişirilir. Son çevre düzeltmeleri ve anatomik şekillendirme küçük karborandum aşındırıcılarla yapılır. Porselen cilalama mölleriyle yüzeyler aşındırılır ve düzgünleştirilir. Bu işlemlerden sonra glazür safhasına geçmek için porselen yüzeyinin çok iyi temizlenmesi ve yabancı maddelerden arındırılması gerekir. Bu musluk altında fırça ile yıkayarak da gerçekleştirilebilir. Fırın kapağının önünde 2-3 dakika bekletilerek kurutulur. Sır tozu renk pigmentleriyle renklendirilip modelaj sıvısı ya da distile su ile lamel üzerinde bulamaç haline getirilir. Samur fırça ile bünye tabakasının üzerine uygulanır. Porselen fırnında normal atmosfer ortamında pişirilir. Pişirme işlemi tamamlanınca porselen yüzeyi camı bir tabaka ile kaplanmış ve şeffaflaştırmıştır [30,31].



Şekil 5.5. Sır uygulaması [30].



Şekil 5.6 Sırlanmış porselen diş [30].

BÖLÜM 6 DENEYSEL ÇALIŞMALAR

6.1. Denejde Kullanılan Malzemeler

Deneysel çalışmalarda Çanakkale Kalemaden A.Ş. den sağlanan ve Tablo 6.1 de kimyasal kompozisyonu verilen hammaddeler kullanılmıştır. Bu hammaddeler 70 mikron altı tane boyutuna sahiptir.

Tablo 6.1. Hammaddelerin kimyasal bileşimleri.

BİLEŞEN	AĞIRLIKÇA %				
	K. FELDS	Na FELDS.	KUVARS	KAOLEN	ALÜMİNA
SiO ₂	70,00	70,00	99,15	48,00	0,69
Al ₂ O ₃	15,00	15,00	0,26	37,00	97,69
Fe ₂ O ₃	0,11	0,04	0,01	-	0,02
CaO	0,26	0,77	0,11	0,07	0,13
MgO	0,03	0,06	0,05	0,30	0,11
Na ₂ O	3,50	9,50	0,07	0,10	0,21
K ₂ O	7,50	0,85	0,11	-	0,24
TiO ₂	0,03	0,02	-	0,05	0,02
A. Kaybı	0,30	0,30	0,15	12,10	0,25

Metal alt destek olarak Dentek Diş Laboratuvarından sağlanan Tablo 6.2 ve 6.3 de kimyasal ve fiziksel özelliği verilen metal alaşımları kullanılmıştır.

Tablo 6.2. Metal alaşımların kimyasal bileşimi.

ELEMENT	AĞIRLIKÇA %
Ni	65,0
Cr	22,5
Mo	9,5
Nb	1,0
Si	1,0
Fe	0,5
Ce	0,5
C	0,2

Tablo 6.3. Metal alaşımların fiziksel özellikleri.

FİZİKSEL ÖZELLİK	SAYISAL BÜYÜKLÜĞÜ	
Yoğunluk (g / cm ³)	8,2	
Sertlik (HV 10)	180	
Elastisite Modülü (Mpa)	330	
Ergime Aralığı °C	1310 – 1250	
Termal Genleşme Katsayısı (10 ⁻⁶ K ⁻¹)	20 – 600 ° C	14,0
	25 – 500 ° C	13,8



Şekil 6.1. Deneysel çalışmalarda kullanılan porselen diş fırını.

Porselen tozların metal üzerinde vakum ortamında fırınlanmasında Vita Vakumat 30 Porselen diş fırını kullanılmıştır.

6.2. Deneysel Numunelerin Hazırlanması

6.2.1. Porselen üretimi

Harman Hazırlama: Tablo 6.4, 6.5, 6.6 da verilen oksit bileşimini sağlayacak şekilde hammaddelerden tartımlar alınarak opak, bünye ve sır harmanları hazırlanmıştır.

Homojenleştirme: Homojen bir karışım elde etmek amacıyla tartılan yığınlar alümina biyeli değirmende 3 saat süreyle karıştırılmıştır. Böylece hem iri tanelerin 90 mikronun altına öğütülmesi hem de hammaddelerin üniform dağılımları sağlanmıştır.

Tablo.6.6:Sır porselenlerinin kimyasal kompozisyonları.

OKSİT	AĞIRLIKÇA %												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
SiO ₂	60.0	64.0	68.0	65.4	62.6	65.4	62.6	65.3	62.7	66.2	61.8	65.3	62.7
Al ₂ O ₃	6.7	6.0	5.3	4.0	8.0	6.1	5.9	6.1	5.9	6.2	5.8	6.1	5.9
Na ₂ O	6.7	6.0	5.3	6.1	5.9	4.0	8.0	6.1	5.9	6.2	5.8	6.1	5.9
K ₂ O	4.4	4.0	3.6	4.1	3.9	4.1	3.9	2.0	6.0	4.1	3.9	4.1	3.9
B ₂ O ₃	14.4	13.0	11.6	13.3	12.7	13.3	12.7	13.3	12.7	10.0	16.0	13.3	12.7
CaO	5.6	5.0	4.4	5.1	4.9	5.1	4.9	5.1	4.9	5.2	4.8	3.0	7.0
BaO	2.2	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Ergitme: Homojenize edilmiş harmanlar yüksek sıcaklığa dayanıklı alümina esaslı porselen kapsüllere yerleştirilip laboratuvar tipi elektrik fırınında 1300 °C a ısıtılmış ve bu sıcaklıkta 2 saat süreyle tutulmuştur.

Islıl İşlem: 1300 °C sıcaklıktaki eriyik kendi halinde 1000 °C a soğutulup bu sıcaklıkta 2 saat süreyle tutulmuştur.

Su İçerisinde Soğutma: 1000 °C sıcaklıktaki porselen magma oda sıcaklığındaki suya hızla dökülerek firitleştirilmiştir. Firitleştirme;

- Gaz çıkışına yol açan reaksiyonların seramik bünye oluşturulmadan önce gerçekleştirmesini sağlamak,
- Bileşenlerin toksik etkilerini ortadan kaldırmak,
- Düzgün yüzey elde etmek,
- Hammaddelerin bünyesinde çözünebilir tuzlar mevcutsa firitin soğutulması sırasında bunları gidermek için yapılmıştır [22].

Kurutma: Firitleştirilmiş porselen magma öğütülmeden önce değirmen çepelerine yapışmaması için etüv 110 °C sıcaklıkta etüvde 2 saat süreyle kurutulmuştur.

Kırma ve Öğütme: Kurutulmuş porselen magma alümina bilyeli jet değirmende tercih edilen tane boyutuna (50 mikron altına) öğütülmüştür.

6.2.2. Porselen tozlarının metale uygulanması

13 farklı kompozisyonda hazırlanmış opak, bünye ve sır porselenleri ergime sıcaklığı, termal genişleme katsayısı ve mukavemet testlerine tabi tutulmuştur. En iyi deneysel sonuçlar R1 opak, R1 bünye ve R1 sır porseleni bileşimleri ile elde edildiği için, kaplama çalışmaları bu bileşimler üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Hazırlanan opak porseleninden cam lamel üzerine bir spatül alınarak distile su ile bulamaç haline getirilmiş, bulamaç fırça ile metalin üzerine uygulanmıştır. Vakum ortamında aşağıdaki programa göre de pişirim yapılmıştır. Yine aynı ısıtma programı ile 2. ve 3. opak uygulaması da gerçekleştirilmiştir.

Tablo 6.7. Opak pişirme fırın rejimi.

UYGULAMA	ÖN KURUTMA SICAKLIĞI °C	KURUTMA SÜRESİ DAKİKA	SICAKLIK ARTIŞ HIZI °C / DK	VAKUM BAŞLANGIÇ BİTİŞ	EN YÜKSEK SICAKLIK °C
OPAK	500	5	80	500-930	930

Başka bir cam lamel üzerine bünye tozundan bir spatül alınarak distile su ile sulandırılıp bulamaç haline getirilmiş ve bulamaç fırça ile opak tabakanın üzerine uygulanmıştır. Daha sonrada aşağıdaki programa göre vakum ortamında pişirilmiştir. Yine aynı ısıtma programı ile 2. ve 3. opak uygulaması yapılmış ve bünye uygulaması opaktan biraz daha kalın tutulmuştur.

Tablo 6.8. Būnye pişirme fırın rejimi.

UYGULAMA	ÖN KURUTMA SICAKLIĞI °C	KURUTMA SÜRESİ DAKİKA	SICAKLIK ARTIŞ HIZI °C / DK	VAKUM BAŞLANGIÇ BİTİŞ	EN YÜKSEK SICAKLIK °C
BÜNYE	500	5	80	500-915	915

Yine başka bir lamel üzerine sır tozundan bir spatül alınarak distile su ile sulandırılıp bulamaç kıvamına getirilmiş fırça ile būnye tabakasının üzerine sürülmüştür. Bu işlemi takiben de aşağıdaki programa göre vakumsuz ortamda pişirilmiştir.

Tablo 6.9. Sır pişirimi fırın rejimi.

UYGULAMA	ÖN KURUTMA SICAKLIĞI °C	KURUTMA SÜRESİ DAKİKA	SICAKLIK ARTIŞ HIZI °C / DK	VAKUM BAŞLANGIÇ BİTİŞ	EN YÜKSEK SICAKLIK °C
SIR	500	5	80	-	905

6.3. Deney Numunelerine Uygulanan Testler

6.3.1. Porselene uygulanan testler

6.3.1.1. Ergime davranışlarının incelenmesi

Üretilen 50µ altı tane iriliğindeki diş porseleni tozları % 3-4 oranında nemlendirilerek mekanik kollu preste 15x15x15 mm boyutlarında 40 bar basınçla şekillendirilmiştir. Daha sonra 110 °C sıcaklıkta etüvde 1 saat süreyle kurutulmuştur. Al₂O₃ plaka üzerine koyularak Leica marka ısı mikroskobu fırınında dönüşüm sıcaklıkları belirlenmiştir.

6.3.1.2. Termal genleşme katsayılarının belirlenmesi testi

Üretilen porselen tozları % 5 oranında nemlendirilerek mekanik kollu preste çapı $\varnothing=5$ mm, uzunluğu $L_0=50$ mm olan silindirlere 40 bar basınçla şekillendirilmiştir. Şekillendirilen porselenler elektrik fırınında 100 °C/saat ısıtma hızıyla 1000 °C a ısıtılmıştır. 30 dakika bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğuması için beklenmiştir. Netzsch Gerätebau D-95100 marka dilatometreye yerleştirilerek $30-700$ °C sıcaklık aralığında ısı genleşmesi izlenmiştir.

6.3.1.3. Mukavemet testleri

Üretilen dış porseleni tozları %5 oranında nemlendirilerek mekanik kollu preste $10 \times 10 \times 50$ mm boyutlarına 40 bar basınçla şekillendirilmiştir. Daha sonra 110 °C sıcaklıkta etüvde 1 saat süreyle kurutulmuştur. Elektrik fırınında 100 °C/saat ısıtma hızıyla 1000 °C ısıtılıp 30 dakika bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Oda sıcaklığına fırında kendi halinde soğutulmuştur. Pişirimi yapılan 5×39 adet numunenin eğilme ve basma mukavemeti değerleri ölçülerek ortalama bir değer bulunmuştur.

6.3.1.4. Faz analizi

Üretilen porselen tozları şekillendirilmeksizin elektrik fırınında 100 °C/saat ısıtma hızıyla 1000 °C a ısıtılmıştır. Bu sıcaklıkta 30 dakika süreyle tutulup sinterlendikten sonra kendi halinde soğutularak 63μ tane boyutuna öğütülmüştür. Oluşan fazları belirlemek için X ışınları difraksiyonu analizine tabi tutulmuştur.

5.3.1.5. Mikroyapı analizi

Dış porseleninde mukavemeti lösit kristalleri sağlamaktadır. Üretilen dış porselenindeki lösit kristallerinin mineral yapısını görmek amacıyla Zeiss marka taramalı elektron mikroskobu ile SEM fotoğrafı çekilmiştir.

6.3.2. Metal destekli porselen dişe uygulanan testler

6.3.2.1. Yüzey sertliğinin belirlenmesi

2X5 cm boyutlarında Ni-Cr-Mo alaşımından yapılmış plakaya sırası ile opak, bünye ve sır tozları uygulanarak vakum ortamında fırınladı. Syhmadzu Vickers sertlik cihazı ile yüzey sertliği belirlendi.

6.3.2.2. Porozite testi

Metal destekli porselen dişler kaplı elmas diskli kesme cihazında uzunlamasına kesildi. Kesilen kısımlar yukarıda olacak şekilde bakalite alındı. Büyük dişli zımparadan küçük dişli ye doğru (240 dan 1000 numaraya kadar) zımparalandı. Olympus Bx60 marka optik mikroskopta metal porselen ara yüzeyinin fotoğrafları çekildi.

6.3.2.3. Termal şok direnci

Metal destekli porselen dişler 100 ° C ta sabit tutulabilen bir etüvde 20 dk bekletildi. 3 saniye içerisinde buzlu su içerisinde hızla atıldı. 30 saniye buzlu su içerisinde bekletildi. Tekrar 100 °C sıcaklıkta tutulan etüve yerleştirildi. 15 dakika bu sıcaklıkta tutuldu. Etüvden alınarak oda sıcaklığına kadar kendi halinde soğutuldu. Herhangi bir çatlama olup olmadığı gözlemlendi.

6.3.2.4. Kimyasallara dayanım testi

Asitlere dayanım testi için 0.1 M HCl çözeltisi içine dişlerin yarısı batacak şekilde yerleştirildi. 24 saat süre ile bu şekilde bekletildi. Bu süre sonunda dişler asit içerisinde çıkartılarak su ile yıkandı. Dişlerin renginde bir değişim olup olmadığı ve yüzeyinde bir aşınma olup olmadığı kontrol edildi. Alkalilere dayanım için 0.1 M NaOH çözeltisi kullanıldı.

BÖLÜM 7 SONUÇLAR

7.1. Porselene Uygulanan Testlerin Sonuçları

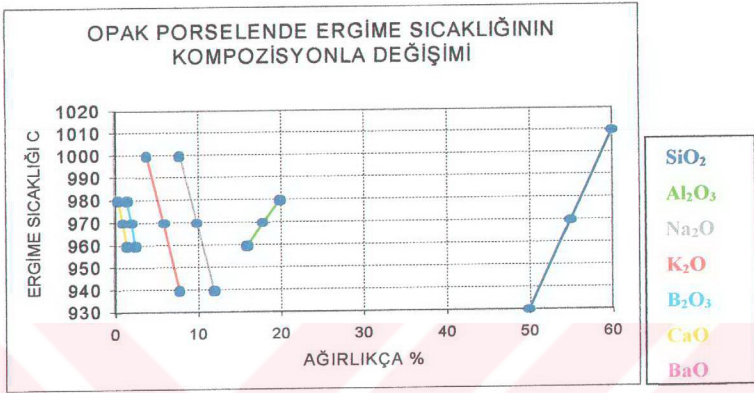
7.1.1. Ergime davranışlarının incelenmesi

13 farklı kompozisyondaki opak, bünye ve sır porselenlerinin ısı mikroskobu fırınında elde edilen ergime sıcaklığı değerleri Tablo 7.1 de verilmiştir.

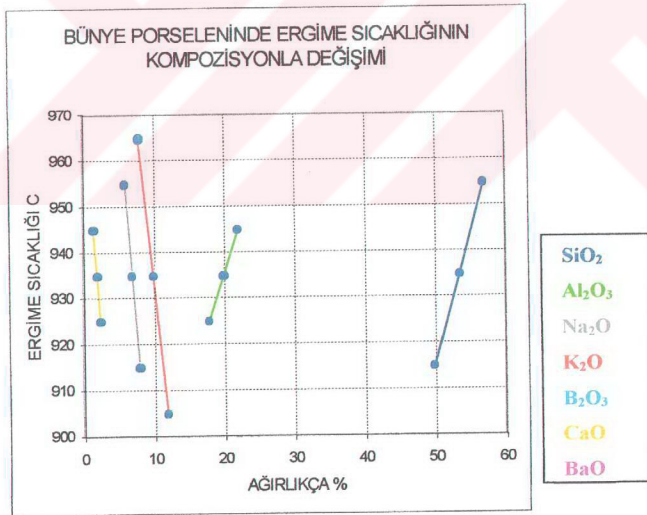
Tablo 7.1. Porselenlerin ergime sıcaklıkları

PORSELEN	ERGİME SICAKLIĞI °C												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
OPAK	930	970	1010	960	980	1000	940	1000	940	980	960	980	960
BÜNYE	915	935	955	925	945	955	915	965	905	945	925	945	925
SIR	905	958	1010	943	965	980	935	980	935	1010	905	965	950

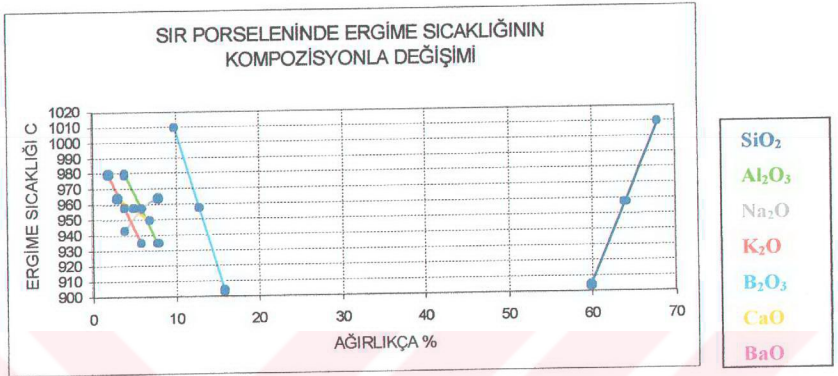
Porselende silis ve alümina içeriği arttıkça ergime sıcaklığı yükselmektedir. Porselende Sodyum oksit, Potasyum oksit, Kalsiyum oksit, Bor oksit, Baryum oksit içeriği arttıkça ergime sıcaklığı düşmektedir. Ergime sıcaklığının kompozisyonla değişimi Şekil 7.1, 7.2 ve 7.3 de grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 7.1. Opak porselende ergime sıcaklığının kompozisyonla değişimi.



Şekil 7.2. Bünye porseleninde ergime sıcaklığının kompozisyonla değişimi.

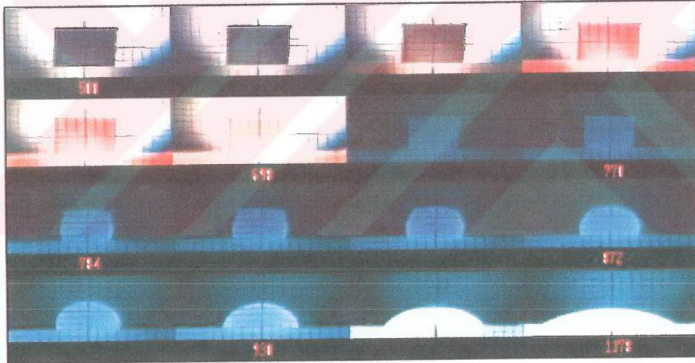


Şekil 7.3. Sır porseleninde ergime sıcaklığının kompozisyonla değişimi

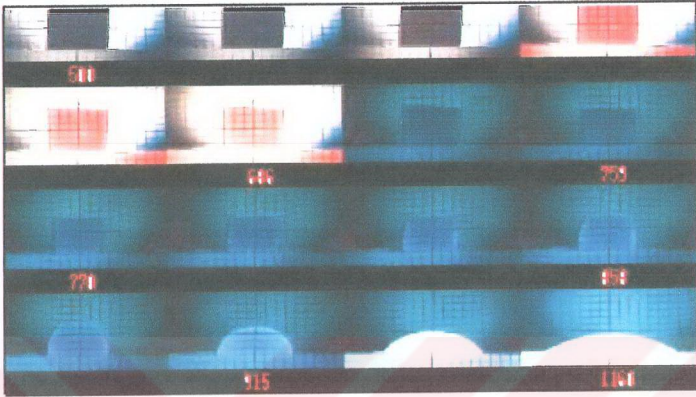
Porselenlerin ergime sıcaklığı değerleri ne bakıldığında Cr-Ni-Mo alaşımlarının deforme olmayacağı sıcaklıklarda sinterlenebilen porselenlerin R1 kimyasal kompozisyonlu opak, bünye ve sır porselenleri olduğu gözlenmiştir. R1 kimyasal kompozisyonlu opak, bünye ve sır porselenlerinin ergime sıcaklıkları diğer kompozisyondaki porselenlere nazaran en uygundur. 1000 °C in üzerinde ergime sıcaklığına sahip porselenler sinterleme esnasında metali korozyona uğratabileceklerinden arzu edilmezler. R1 kompozisyonlu opak, bünye ve sır porselenlerinin Leica marka ısı mikroskobu fırınında ergime davranışlarını gösteren fotoğraflar Şekil 7.4, 7.5, ve 7.6. da verilmiştir.

Tablo 7.2. Porselenlerin ısı mikroskobunda gözlemlenen kritik sıcaklık değerleri.

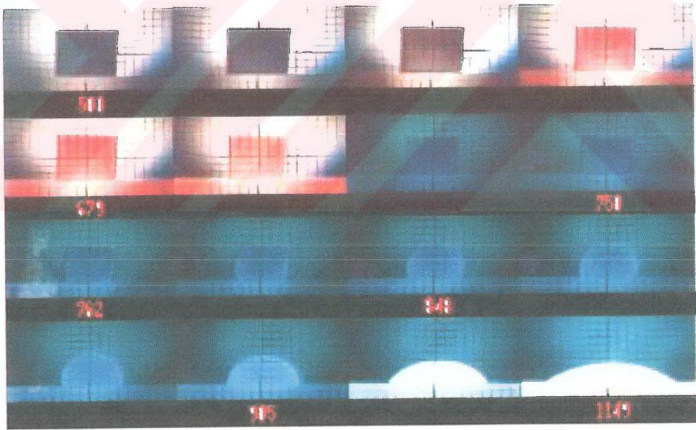
DÖNÜŞÜM NOKTASI	SICAKLIK °C		
	R1 OPAK	R1 BÜNYE	R1 SIR
İlk Küçülme	698	686	679
Sinterleşme	770	759	750
Ergime Başlangıcı	784	770	762
Küre Hali	872	858	848
Ergime Noktası	930	915	905
Akma Noktası	1178	1160	1149



Şekil 7.4. R1 Opak porseleninin ısı mikroskobu fotoğrafı.



Şekil 7.5. R1 Bünye porseleninin ısı mikroskobu fotoğrafı.



Şekil 7.6. Sınn ısı mikroskobu fotoğrafı.

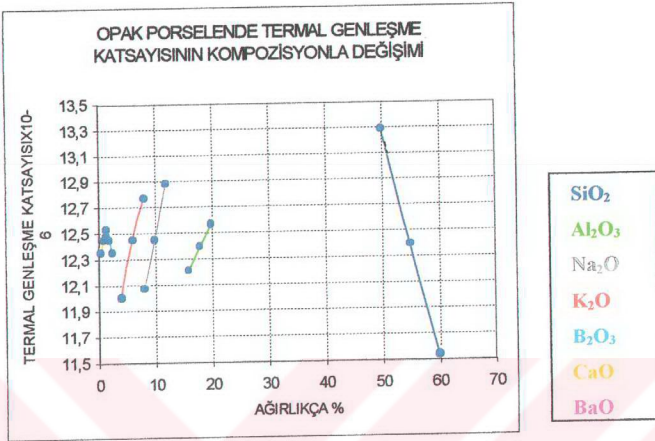
7.1.3. Termal genleşme katsayıları

13 farklı kompozisyondaki opak, bünye ve sır porselenlerinin Netzsch Gerätebau marka dilatometrede 30-700 °C sıcaklık aralığında termal genleşmeleri izlenmiştir. Ortalama termal genleşme katsayısı değerleri Tablo 7.2. de verilmiştir.

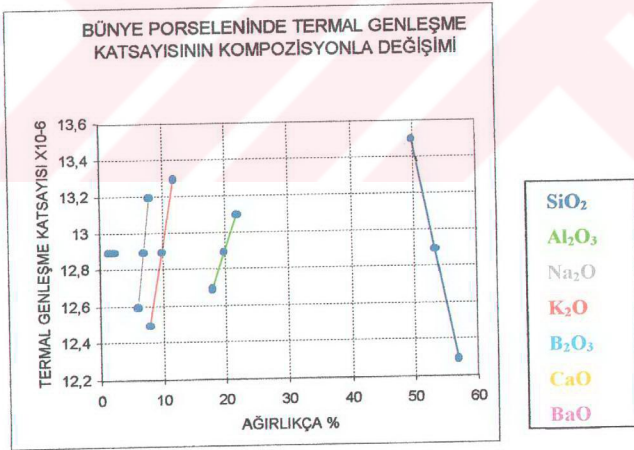
Tablo 7.3. Porselenlerin termal genleşme katsayısı değerleri.

PORSELEN	TERMAL GENLEŞME KATSAYISI X10 ⁻⁶												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
OPAK	13.3	12.5	11.6	12.2	12.6	12.1	12.9	12.0	12.8	12.5	12.4	12.4	12.5
BÜNYE	13.5	12.9	12.3	12.7	13.1	12.6	13.2	12.5	13.3	12.9	12.9	12.9	12.9
SIR	12.4	11.9	11.4	11.7	12.0	11.4	12.5	11.5	12.4	12.1	11.7	11.7	12.1

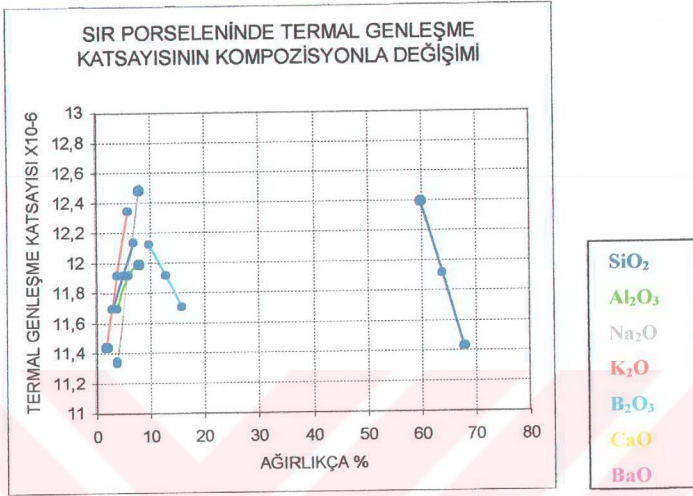
Porselende silis içeriği arttıkça termal genleşme katsayısı değeri azalmaktadır. Porselende Alümina, Sodyum oksit, Potasyum oksit, Kalsiyum oksit içeriği arttıkça termal genleşme katsayısı değeri yükselmektedir. Porselenlerin termal genleşme katsayısı değerlerine bakıldığında Cr-Ni-Mo alaşımlarının termal genleşme katsayısı değerleri ile R1 kimyasal kompozisyonlu opak, bünye ve sır porselenlerinin termal genleşme katsayısı değerlerinin uyumlu olduğu söylenebilir. Diğer kompozisyonlardaki porselenlerin termal genleşme katsayısı değerleri Cr-Ni-Mo alaşımlarının termal genleşme katsayısı değerinden ($14 \cdot 10^{-6}$) oldukça düşüktür. Termal genleşmedeki bu uyumsuzluk kaplamada problemlere neden olmaktadır. Bu problemlerden birisi kavlayarak metal yüzeyinden atma şeklinde kendini gösterir.



Şekil 7.7. OpaK porselende termal genleşme katsayısının kompozisyonla değışimi.



Şekil 7.8. BÜNYE porseleğinde termal genleşme katsayısının kompozisyonla değışimi.



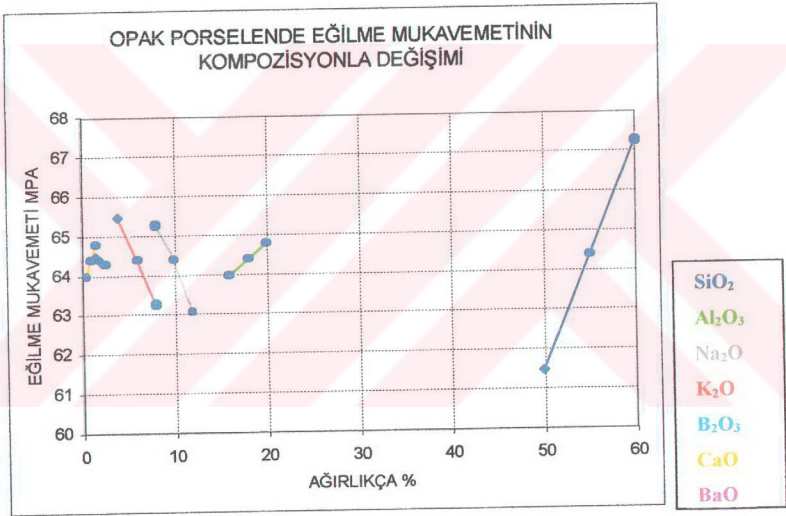
Şekil 7.9. Sır porseleninde termal genleşme katsayısının kompozisyonla değişimi.

7.1.4. Mukavemet testlerinin sonuçları

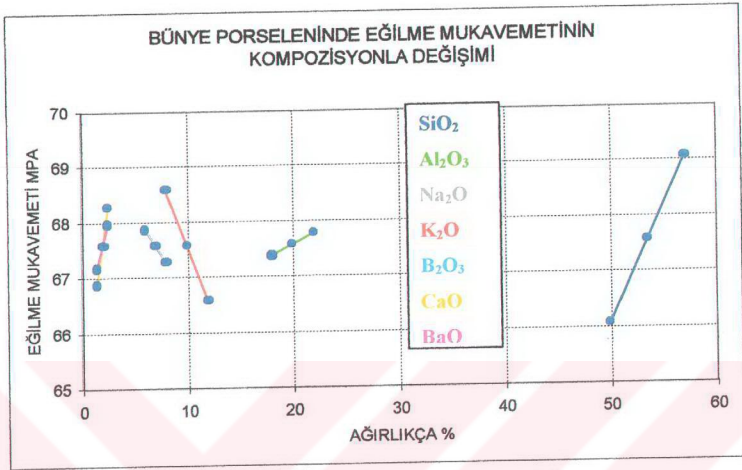
13 farklı kompozisyondaki opak, bünye ve sır porselenlerinin eğilme mukavemeti değerleri Tablo 7.4 de basma mukavemeti değerleri Tablo 7.5 te verilmiştir.

Tablo 7.4. Porselenlerin eğilme mukavemetleri.

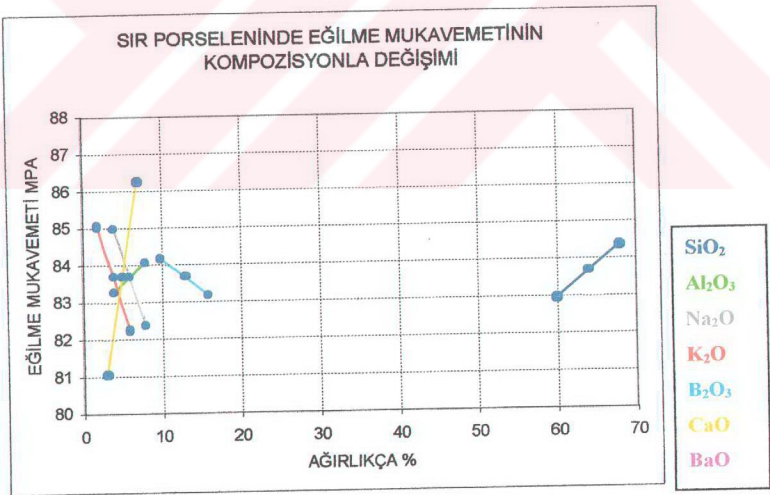
PORSELEN	EĞİLME MUKAVEMETİ MPA												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
OPAK	61.5	64.4	67.3	64.0	64.8	65.3	63.1	65.5	63.3	64.5	64.3	64.0	64.8
BÜNYE	66.1	67.6	69.1	67.4	67.8	67.9	67.3	68.6	66.6	66.9	68.3	67.2	68.0
SIR	83.0	83.7	84.4	83.3	84.1	85.0	82.4	85.1	82.3	84.2	83.2	81.1	86.3



Şekil 7.10. Opak porselende eğilme mukavemetinin kompozisyonla değişimi.



Şekil 7.11. Bünye porseleninde eğilme mukavemetinin kompozisyonla değişimi.

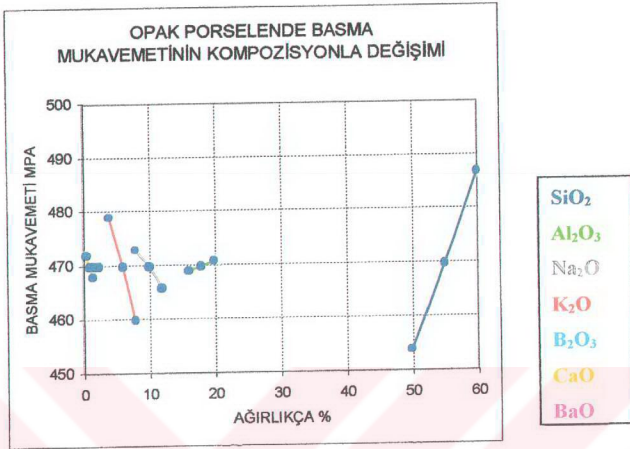


Şekil 7.12. Sır porseleninde eğilme mukavemetinin kompozisyonla değişimi.

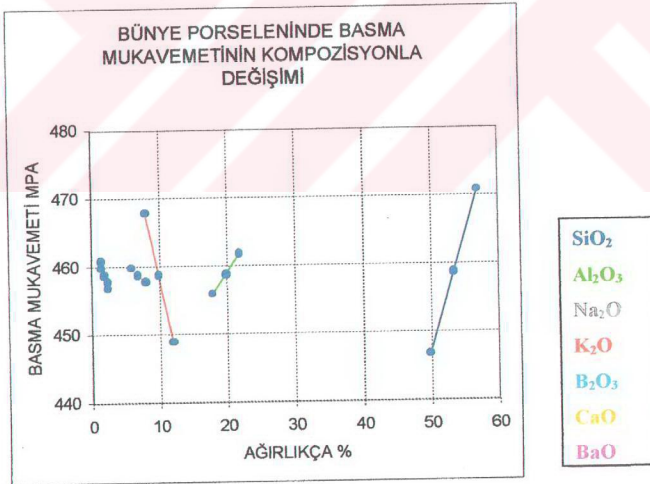
Porselende silis, alümina ve kalsiyum oksit içeriği arttıkça eğilme mukavemeti artmaktadır. Porselende sodyum oksit, potasyum oksit, bor oksit içeriği arttıkça eğilme mukavemeti azalmaktadır. Porselenlerde eğilme mukavemetinin kompozisyonla değişimi grafiksel olarak 7.10,11,12 de verilmiştir. Eğilme mukavemeti değerlerine bakıldığında opak porselenler içerisinde en yüksek mukavemet değerini 67.3 Mpa ile R3 kompozisyonlu porselen sağlamaktadır. Bünye porselenleri içerisinde ise R13 kompozisyonlu porselen 69.1 Mpa değeri ile en yüksek eğilme mukavemeti değerini sağlamaktadır. Sır porselenleri içerisinde ise R13 kompozisyonlu porselende 86.3 Mpa a ulaşılmıştır. Ancak R3 ve R13 kompozisyonlu porselenlerin termal genleşme katsayısı ve ergime sıcaklığı uygun değildir. R1 kompozisyonlu porselenin eğilme mukavemeti diğer kompozisyonlara nazaran düşük olmasına rağmen ergime sıcaklığı ve termal genleşmesi uyumlu olduğu için tercih edilecektir. R1 kompozisyonlu porselen eğilme mukavemeti; opak için 61.5, bünye için 66.1, sır için 83.0 Mpa ile literatürde belirtilen(50-80 Mpa) sınırlar içerisinde [32].

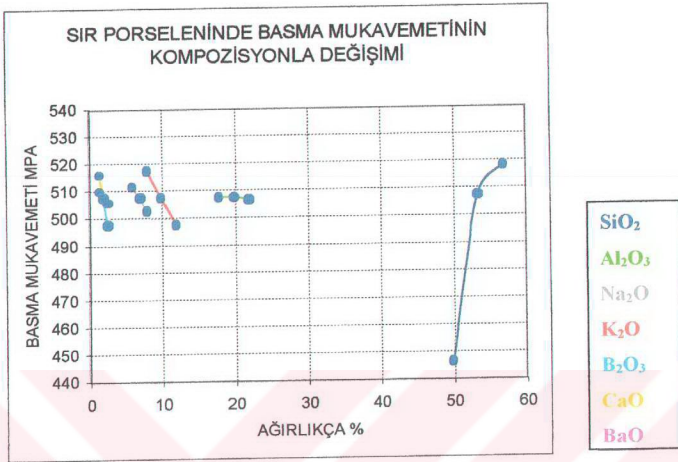
Şekil 7.5. Porselenlerin basma mukavemetleri.

POR SE LEN	BASMA MUKAVEMETİ MPA												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
OPAK	454	470	486	469	471	473	466	479	460	470	470	472	468
BÜNYE	447	459	471	456	462	460	458	468	449	461	457	460	458
SIR	447	508	519	508	508	512	503	518	498	510	506	516	499



Şekil 7.13. OpaK porselende basma mukavemetinin kompozisyonla değışimi.



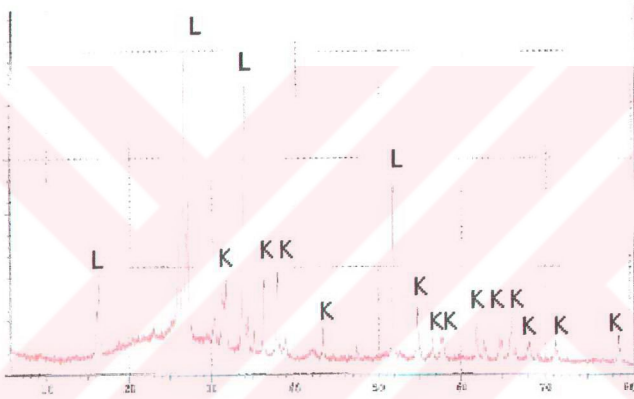


Şekil 7.15. Sır porseleninde basma mukavemetinin kompozisyonla değişimi.

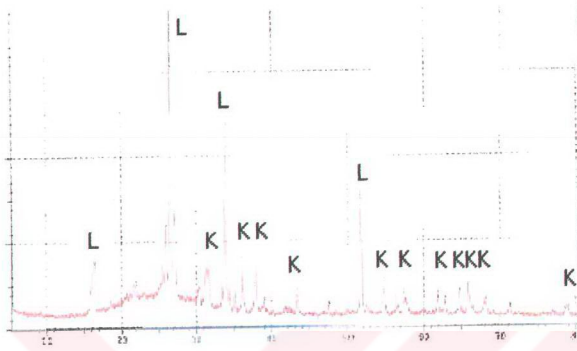
Porselende silis, alümina ve kalsiyum oksit içeriği arttıkça basma mukavemeti artmaktadır. Porselende sodyum oksit, potasyum oksit, bor oksit içeriği arttıkça basma mukavemeti azalmaktadır. Porselenlerde basma mukavemetinin kompozisyonla değişimi grafiksel olarak Şekil.7.13,14,15 de verilmiştir. Basma mukavemeti değerlerine bakıldığında opak porselenler içerisinde en yüksek mukavemet değerini 486 Mpa ile R3 kompozisyonlu porselen sağlamaktadır. Bünye porselenleri içerisinde ise R5 kompozisyonlu porselen 462 Mpa değeri ile en yüksek eğilme mukavemeti değerini sağlamaktadır. Sır porselenleri içerisinde ise R8 kompozisyonlu porselende 518 Mpa a ulaşılmıştır. Ancak R5 ve R8 kompozisyonlu porselenlerin termal genişleme katsayısı ve ergime sıcaklığı uygun değildir. R1 kompozisyonlu porselenin basma mukavemeti diğer kompozisyonlara nazaran düşük olmasına rağmen ergime sıcaklığı ve termal genişmesi uyumlu olduğu için tercih edilecektir. R1 kompozisyonlu porselen basma mukavemeti; opak için 454, bünye için 447, sır için 447 Mpa ile literatürde belirtilen(400-500 Mpa) sınırlar içerisinde [32].

7.1.1. Faz analizi

Bundan sonraki aşamalarda R1 kompozisyonlu opak R1 kompozisyonlu bünye ve R1 kompozisyonlu sır porselenleri üzerinde testler yapılacaktır. Diş porseleninde mukavemeti lösit kristalleri sağlamaktadır. R1 opak ve R1 bünye porseleninin XRD analizinde kuvars ve lösit kristallerinin oluştuğu tespit edilmiştir. R1 opak ve R1 bünye porseleninin XRD paternleri Şekil 7.16 ve 7.17 de verilmiştir.



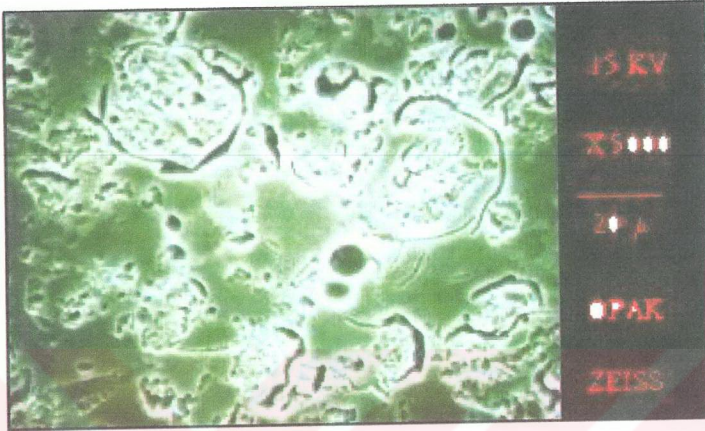
Şekil 7.16. Opak porselenin XRD paterni.



Şekil 7.17. Bünye porseleninin XRD paterni.

7.1.5. Mikroyapı Analizi

Diş porseleninde mukavemeti lōsit kristalleri sağlamaktadır. R1 opak ve R1 bünye porselenindeki lōsit kristallerinin mineral yapısını görmek amacıyla Zeiss marka taramalı elektron mikroskobu ile SEM fotoğrafı çekilmiştir. Mikro yapı analizinde cam matris içine gömülmüş lōsit kristallerinin oluştuğu belirlenmiştir. R1 opak ve R1 bünye porselenlerinin mikro yapı fotoğrafları Şekil 7.18 ve 7.19 da verilmiştir.



Şekil 7.18. Opak porselenin SEM fotoğrafı.



Şekil 7.19. Bünye porseleninin SEM fotoğrafı.

7.2. Metal Destekli Porselen Diş Testlerinin Sonuçları

7.2.1. Yüzey sertliği

Vickers sertlik cihazı ile yüzey sertliği 730 HV10 olarak belirlendi.

7.2.2. Porozite

Metal destek üzerine uygulanmış opak tabaka, opak tabakanın üzerine uygulanmış bünye tabakası ve bünyenin üzerine uygulanmış sır tabakası katmanlarını ve bu katmanlarda gözenek oluşup oluşmadığını tespit etmek amacıyla Olympus B x 60 marka optik mikroskopta metal porselen ara yüzeyinin 1000 büyütme fotoğrafları çekildi. Mukavemeti olumsuz etkileyecek porların oluşmadığı gözlemlendi. Metal-Porselen arakesitinin optik mikroskop fotoğrafı Şekil 7.20. de verilmiştir.



Şekil 7.20 Metal-Porselen arakesitinin optik mikroskop fotoğrafı.

7.2.3. Termal Şok direnci

Termal Şok testi sonucunda porselende herhangi bir çatlama olmadığı gözlenmiştir.

7.2.4. Kimyasallara dayanım

0.1 M HCl zeltisi içinde ve 0.1 M NaOH zeltisi içinde 24 saat bekletilen dişlerde herhangi bir renk değişimi ve yüzeyinde aşınma gözlenmemiştir .



BÖLÜM 8 TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında öncelikle dış porseleni ile ilgili geniş bir literatür taraması yapılarak literatürden dış porseleni hammaddeleri, kompozisyonel aralıklar ve farklı markalardaki dış porselenlerinin fiziksel özellikleri temin edilmiştir. Bu kompozisyonel aralıklar içerisinde farklı reçetelerde porselenler üretilerek fiziksel özellikleri test edilmiştir. Arzu edilmeyen değerler elde edildiğinde tekrar başa dönülerek kompozisyon değişimi yapılmış aynı işlemler tekrarlanmıştır. Dış porseleni için arzu edilen mukavemet, ergime sıcaklığı, termal genleşme katsayısı elde edilip faz analizinde lösit kristallerinin oluşumu gözlenene kadar bu işlemler devam etmiştir.

On üç farklı kompozisyonda opak, bünye ve sır ile çalışılmıştır. Bunun neticesinde dış porseleninde silis ve alümina içeriği arttıkça ergime sıcaklığı yükselmektedir. Porselende Sodyum oksit, Potasyum oksit, Kalsiyum oksit, Bor oksit, Baryum oksit içeriği arttıkça ergime sıcaklığı düşmektedir. Dış Porseleninde silis içeriği arttıkça termal genleşme katsayısı değeri azalmaktadır. Porselende Alümina, Sodyum oksit, Potasyum oksit, Kalsiyum oksit içeriği arttıkça termal genleşme katsayısı değeri yükselmektedir. Dış porseleninde silis, alümina ve kalsiyum oksit içeriği arttıkça eğilme mukavemeti artmaktadır. Porselende sodyum oksit, potasyum oksit, bor oksit içeriği arttıkça eğilme mukavemeti azalmaktadır. Dış porseleninde silis, alümina ve kalsiyum oksit içeriği arttıkça basma mukavemeti artmaktadır. Porselende sodyum oksit, potasyum oksit, bor oksit içeriği arttıkça basma mukavemeti azalmaktadır.

Dış porseleni ile ilgili önceki çalışmalarda dış porseleninin camsı faz ve lösit kristallerinden oluştuğu ve mukavemeti bu kristallerin sağladığı belirtilmektedir [1,3]. XRD analiziyle üretilen porselenlerde camsı faz ve lösit kristallerinin varlığı belirlenmiştir. Bu çalışmada üretilen porselenlerin mukavemet değerlerinin literatürde

verilen [32] farklı markalardaki porselenlerin mukavemet değerlerine yakın olduğu gözlenmiştir.

Diş porseleninde ısıl genleşme katsayısı metal destekli porselen çalışmalarında iyi bir metal porselen bağlantısı elde etmek açısından son derece önemlidir. Isıtma ve soğutma esnasında oluşan gerilimler nedeniyle porselenin çatlamaması için porselenin ısıl genleşmesinin metallerin ısıl genleşmesi ile uyumlu olması gerekir. Üretilen porselenlerin ısıl genleşmesi Cr-Ni-Mo alaşımlarının ısıl genleşmesine yakın olması sebebiyle bu alaşımların kaplanması değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Metal destekli porselen restorasyonu metal destek üzerine sulandırılarak çamur kıvamına getirilmiş porselen tozu uygulayarak üretilir. Sonra doğal diş görünümünde porselen tabaka oluşturmak için yüksek sıcaklıkta pişirilir. Porselenin pişirimi esnasında metal desteğin deformasyona uğramaması için porselenin pişirim sıcaklığı metalin ergime sıcaklığının en az 100 °C altında olmalıdır. Bu çalışmada dişçilikte yaygın olarak kullanılan metal desteğin deforme olmayacağı sıcaklıklarda sinterlenebilen porselenler üretilmiştir.

Ayrıca üretilen porselenlerin SEM ile yapılan mikro yapı analizlerinde lösit kristallerinin cam matris içine gömülmüş olduğu tespit edilmiştir.

Diş porselenleri üretildikten sonra metal destek üzerine sulandırılarak çamur kıvamına getirilmiş porselen tozu uygulayarak metal destekli porselen restorasyonu üretilmiştir. Üretilen metal destekli porselen dişe uygulanan testler sonucunda; yüzey sertliği değerinin geleneksel seramiklerden yüksek olduğu ve diş porseleni için literatürde verilen değerlere yakın olduğu gözlenmiştir. Optik mikroskopta metal porselen ara yüzeyinin 1000 kez büyütme fotoğraflarında mukavemeti olumsuz etkileyecek porların oluşmadığı gözlenmiştir. Literatürde verilen standartlara göre yapılan termal şok, alkalilere ve asitlere dayanım testleri sonucunda porselende herhangi bir çatlama olmadığı gözlenmiş alkalilere ve asitlere dayanım testinde de herhangi bir renk değişimi ve yüzeyinde aşınma gözlenmemiştir.

Ülkemizde üretimi yapılmayan diş porseleninin ithali için yurtdışına büyük miktarlarda paralar ödenmektedir. Ülkemiz hammaddeleri kullanılarak üretilen diş porseleni üzerine yapılan testler sonucunda tamamen seramik ve metal destekli diş yapımında kullanılabilceği ortaya çıkarılmıştır.

Porselen teknolojisinde son çalışmalar zirkonyum oksit kullanımı üzerinde odaklanmaktadır. Bu çalışma kapsamında zirkonyum oksit kullanımı araştırılmamıştır. Konu ile ilgili sonraki yapılacak çalışmalarda zirkonyum oksit kullanımı ve kazandıracığı ilave özellikler araştırılabilir.

Ayrıca diş porseleninin üretimi ve kimyası konularında şu ana kadar akademik bir çalışma yapılmamıştır. Konu ile ilgili Türkçe yayın bulunmamaktadır. Bu çalışmanın sonraki yapılacak çalışmalara ışık tutacağını ümit ediyoruz.

KAYNAKLAR

- [1] AKIN, E., “ Diş Hekimliğinde Porselen”, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, İkinci Baskı, S:78-316, İstanbul, 1983
- [2] Mc LEAN, J. W., “The Science and Art of Dental Ceramics”, Quintessence Publishing Co., Chicago, 1979.
- [3] ZAIMOĞLU, A., CAN, G., ERSOY, A.E., AKSU, L., “Diş Hekimliğinde Maddeler Bilgisi”, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, S:355-390, Ankara, 1993
- [4] CRAIG, R.G., O'BRIEN, I., POWERS, J.M., “Dental Materials”, The C.V. Mosby Co., St. Louis, 1975.
- [5] ANDERSEN, J. N., “Applied Dental Materials”, Blackwell Scientific Publications, New York, 1976.
- [6] NAYLOR, W. P., “Introduction to Metal Ceramic Technology”, Quintessence Publishing Co., Ch.,2-8, Chicago, 1992.
- [7] BRODKIN, D. and PANZERO, C., “Low Fusing Dental Porcelains Containing Fine-Grained Leucite”, US Patent No:6 120 591, sep. 2000.
- [8] GARBER, D. E., GOLDSTEIN, R. E. And FIENMAN R. A., “Porcelain Laminate Veneers”, Quintessence Publishing Co., Chicago, 1988.
- [9] KATZ, S., “High Strength Feldspathic Dental Porcelains Containing Crystalline Leucite ”, US Patent No:4 798 536, jan. 1989.
- [10] BRODKIN, D. and PANZERO, C., “Low Fusing Dental Porcelains Containing Tetragonal Rubidium Leucite”, US Patent No:6 086 662, jul. 2000.
- [11] KRIMNER, C. M., MCLAUGHLIN, J. F. and PANZERO, C., “Low Fusing Temperature Porcelains Compositions”, US Patent No:5 713 994, feb. 2000.
- [12] BULDUK, İ. ve SEVİNÇ, V., “Yüksek Mukavemetli Diş Porseleni Üretimi”,11. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, s 113, İstanbul, 2002.
- [13] PHILIPS, R. W., “Science of Dental Materials”, W.B. Saunders Co., 8 the Ed., p:510, Philadelphia, 1982.
- [14] LEE, W., and DIETZ, C., “Porcelain Type Denture Composition and Method of Preparing the same”, U.S. Patent No: 2443318.

- [15] SKINNER, E. W., „The Science of Dental Materials”, W.B. Saunders Co., London, 1967.
- [16] PANZERO, C., “Dental Porcelain Compositions”, US Patent No:5 944 884, aug. 31. 1999.
- [17] <http://www.delphion.com>
- [18] BULDUK, İ. ve SEVİNÇ, V., “Düşük Ergime Sıcaklıklı Diş Porseleni Üretimi”, 11. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, s 101, İstanbul, 2002.
- [19] http://www.nyu.edu/dental_school
- [20] CLAUS, H., “The Mechanism of Ceramometallic”, Structural Analyses Of Ceramometallic Systems, Quintessence Publishing Co., P: 673-681, Chicago, 1985.
- [21] CLAUS, H., “The Bonding Strength of a Metal-Ceramic Systems”, Structural Analyses Of Ceramometallic Systems, Quintessence Publishing Co., P: 50-54, Chicago, 1982.
- [22] PANZERO, C., “Single-Frit Glass Ceramic”, US Patent No:4 455 383, jun. 19. 1984.
- [23] LEONARD, G. D., “Porcelains Mix For Dental Appliances”, US Patent No:3 880 662, apr. 29. 1975.
- [24] EVANS, J. G., “Ceramic Compositions and Methods Employing Same”, US Patent No:4 940 676, jul. 10. 1990.
- [25] BULDUK, İ. ve SEVİNÇ, V., “Diş Porseleni Üretimi ve Karakterizasyonu”, Seramik Sanat, Bilim ve Teknoloji Dergisi , s 18-20, , Ocak, 2001.
- [26] BURK, B. and BURNETT, A., “Leucite-Containing Porcelains and Method of Making Same”, US Patent No:4 101 330, jul. 18. 1978.
- [27] IRVING, K. and WARREN, H., “Dental Compositions, Fired Dental Porcelains”, US Patent No:4 604 059, aug. 5. 1986.
- [28] PANZERO, C., “Dental Porcelain Compositions”, US Patent No:5 944 884, aug. 31. 1999.
- [29] PANZERO, C., “Two Phase Dental Porcelain Compositions”, US Patent No:5 653 791, aug. 5. 1997.
- [30] BRODKIN, D. and PANZERO, C., “Cubic Leucite-Containing Dental Porcelains”, US Patent No:6 090 194, jul. 18. 2000.

[31] PANZERO, P., "Dental Porcelain Compositions", US Patent No:6 022 819, feb. 8. 2000.

[32] International Standart., ISO 4824 "Dentistry-Ceramic Denture Teeth", Second edition., 1993-02-01.



ÖZGEÇMİŞ

İbrahim BULDUK 1967 yılında Afyon'un Bolvadin ilçesinde doğdu. İlk ve ortaokulu Bolvadin'de bitirdi. 1984 yılında Bolvadin Endüstri Meslek Lisesi Kimya Bölümü'nden mezun oldu. Lisans öğrenimini 1989 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünde tamamladı. 1990-1993 yıllarında özel bir şirkette Kimya Mühendisi olarak çalıştı. 1994 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Banaz Meslek Yüksekokulu'na Öğretim Görevlisi olarak atandı. Yüksek lisans öğrenimini 1994-1996 yıllarında Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı'nda yaptı. 1997 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Seramik Mühendisliği Bölümüne Öğretim Görevlisi olarak atandı. Doktora öğrenimine 1997 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı'nda başladı. Halen, Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Seramik Mühendisliği Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır, evli ve iki çocuk babasıdır.