

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

129826

**PORSELEN KRON SİSTEMLERİNİN ESTETİK VE
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARI
DOKÜMANLASYON VE ARŞİVİZASYON GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Diş Hekimi Yaşar Kemal YAZGAN

PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

129826

DANIŞMAN

Prof. Dr. Semih BERKSUN

Bu tez, DPT tarafından 97K120490 proje numarası ile desteklenmiştir.

2003-ANKARA

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARI
DOKÜMANLASYON VE ARŞİVİZASYON GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi **Doktora Programı** çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 9 / 6 / 2003



Prof. Dr. Bengül Yurdukoru
Ankara Üniversitesi

Prof. Dr. Yavuz Burgaz
Gazi Üniversitesi



Prof. Dr. Semih Berksun
Ankara Üniversitesi



Prof. Dr. Nehir Özden
Ankara Üniversitesi



Doç Dr. Kemal Ünsal
Ankara Üniversitesi



ÖNSÖZ

Doktora tez aşamalarında bana destek olan sayın hocam Prof. Dr. Semih BERKSUN'a, çalışmalarımızın yürütülmesinde bize yardımcı olan

Doç. Dr. Ensar Başpınar'a

Diş Hekimi Cenker Küçükeşmen'e

Diş Hekimi Volkan Şahin'e

Cemal Demir'e

Fiz.Yük.Müh. Ertuğrul Baylı'ya

İbrahim Çiçek'e

Mega Dental Diş Protez San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne

Demak Diş Malzemeleri ve Diş Tic. Ltd. Şti.'ne

Sönmez Medikal Dental Tıbbi Ürünler San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne

teşekkür ederim.

Aileme ve tez çalışmalarında bana destek olan herkese sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay	ii
Önsöz	iii
İçindekiler	iv
Simgeler ve Kısaltmalar	vii
Şekiller	viii
Tablolar	ix
Resimler	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Optimum Bir Restorasyondan Beklenen Özellikler	2
1.2 Dental Seramikler	3
1.2.1 Tanım	3
1.2.2 Sınıflama	4
1.2.3 Dental Seramiklerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri	6
1.3 Dental Seramiklerin Dirençlerinin Artırılması	6
1.4 Metal Destekli Seramikler	7
1.4.1 Metal Alt Yapının Getirdiği Avantaj ve Dezavantajlar	7
1.5 Metal Desteksiz Seramikler	9
1.5.1 Sınıflama	9
1.5.2 Alüminus Seramikler	9
1.5.3 Refraktör Day Tekniği	10
1.5.4 İnfiltrasyon Seramikler	10
1.5.5 Preslenebilir Seramikler	11
1.5.6 Uygulama Tekniğine Göre Boyama ve Tabakalama Yöntemleri	12
1.5.6.1 Boyama Tekniği	12
1.5.6.2 Tabakalama Tekniği	13
1.5.7 Güncel Preslenebilir Seramik Çeşitleri	13
1.6 CAD-CAM	14
1.6.1 Celay	15
1.6.2 Zirkonya	15

1.7	Tam Seramiklerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	16
1.8	Tam Seramik Kronların Klinik Performansları ve Dayanıklılıkları	17
1.9	Uygulanan In-Vitro Testler	18
1.10	Renk ve Işık Geçirgenlikleri	20
1.11	Konu İle İlgili Çalışmalar	22
1.12	Tam Seramik Kronların Simantasyonu	26
2.	GEREÇ YÖNTEM	29
2.1	Doğal Dişi Temsil Eden Dayların Hazırlanması	29
2.2	Kron Örneklerinin Hazırlanması	32
2.2.1	IPS Empress 1 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)	32
2.2.2	IPS Empress 2 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)	34
2.2.3	Creapress Boyama (Creation Willi Geller, Meiningen, Austria)	36
2.2.4	Creapress Tabakalama (Creation Willi Geller, Meiningen, Austria)	37
2.2.5	Finesse Boyama (Dentsply, York, USA)	38
2.2.6	Finesse Tabakalama (Dentsply, York, USA)	38
2.2.7	Metal Destekli Kronlar	40
2.3	Kron Örneklerinin Simantasyonu	41
2.3.1	Tam Seramik Kronların Simantasyonu	41
2.3.2	Metal Destekli Kronların Simantasyonu	42
2.4	Kron Örneklerinin Renk Ölçümleri	42
2.5	Termal Siklus Uygulaması	43
2.6	Mekanik Direnç Testi	44
3.	BULGULAR	46
3.1	Kırılma Dirençi Test Sonuçları	46
3.2	Kırılma Tipleri	48
3.3	Renk Ölçüm Bulguları	49
4.	TARTIŞMA	53
5.	SONUÇ	64

ÖZET	65
SUMMARY	67
KAYNAKLAR	69



SİMGELER VE KISALTMALAR

C°	Santigrat derece (sıcaklık birimi)
CAD-CAM	Computer aided design computer aided manufacture (Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim)
CIE Lab	<i>Comission Internationale de l'Eclairage</i> - International Commission on Illumination
mm	Milimetre
MPa	Megapascal
N	Newton (kuvvet birimi)
μ	Mikron (uzunluk birimi)
μm	Milimikron



ŞEKİLLER

Şekil 1.1 CIE Lab Renk Sistemi

Şekil 1.2 CIE Lab Renk Sistemi Şeması

Şekil 2.1 Santral dişi yansıtan dayın preparasyon özellikleri

Şekil 2.2 Renk ölçüm cihazının ölçüm ucu

Şekil 3.1 Seramik kronların kırılma direnci ortalamaları



TABLULAR

Tablo 1.1 Bazı tam seramik sistemlerin karşılaştırılması

Tablo 2.1 Çalışmamızda kullanılan preslenebilir seramiklerin firnlama programları

Tablo 2.2 Empress 1 firnlama programları

Tablo 2.3 Empress 2 firnlama programları

Tablo 2.4 Creapress boyama firnlama programları

Tablo 2.5 Creapress tabakalama firnlama programları

Tablo 2.6 Finesse All-Ceramic boyama firnlama programları

Tablo 2.7 Finesse All-Ceramic tabakalama firnlama programları

Tablo 2.8 Finesse Metal-Ceramic firnlama programları

Tablo 3.1 Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların kırılma dayanıklılığı

Tablo 3.2 Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus öncesi ve sonrası ΔE değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.3 Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus öncesi ve sonrası L, a, b değerlerinin farklarının karşılaştırılması

Tablo 3.4 Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus öncesi L, a, b değerlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.5 Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus sonrası L, a, b değerlerinin karşılaştırılması

RESİMLER

- Resim 2.1** Prepare edilmiş santral dişi yansıtan metal day
- Resim 2.2** Standart kronların yapımı için hazırlanan silikon indeks
- Resim 2.3** Silikon indeksin üstten görünümü
- Resim 2.4** Şeffaf akrilik indeks
- Resim 2.5** Şeffaf akrilik indeks
- Resim 2.6** Hazırlanan mum kopingler
- Resim 2.7** Tijlenmiş mum örnekler
- Resim 2.8** Manşete alınmış örnekler
- Resim 2.9** Manşetten çıkarılmış Empress 2 kopingler
- Resim 2.10** IPS Empress EP 500 fırını
- Resim 2.11** Ivoclar Programat P20 fırını
- Resim 2.12** Çalışmada kullanılan presleme seramik sistemleri
- Resim 2.13** Örnekler toplu halde
- Resim 2.14** Simante edilmiş tam seramik kron
- Resim 2.15** Simantasyonda kullanılan düzenek
- Resim 2.16** Minolta CR 321 kromameter
- Resim 2.17** Thermal siklus cihazı
- Resim 2.18** Lloyd Universal test cihazı
- Resim 2.19** Lloyd Universal test cihazında örneklerin yük uygulama konumu
- Resim 3.1** Tam seramik kronların kırılma tipi
- Resim 3.2** Metal destekli seramik kronların kırılma tipi

1. GİRİŞ

Doğal dişlerin boyut, şekil, yzey yapısı, ışık geçirgenliği ve renk ozelliklerinin, sabit kron köprü potezlerinde elde edilebilmesi seramikler sayesinde gerçekleşmiştir.

İlk seramik kron restorasyonu 1886 da Land tarafından yapılmıştır. Bu tarihten itibaren doğal diş şeklinin ve renginin oluşturulabildiği restoratif seramik kronlar hekimlerin ve tedavi bekleyen bireylerin ilgi odağı olmuşlardır. 1965 yılına kadar seramikler kırılganlıkları nedeniyle sadece n dişlerde, belirli vakalarda kullanılabiliyordu. Bu tarihte Mc Lean ve Hughes alumina ilavesiyle dental seramiklerin güçlendirilmesi tekniğini açıkladılar. Alumina içeriği yüksek kor içeren feldispatik seramiklerle artık daha dirençli restorasyonlar yapılabiliyordu.

Altın alaşımlarının 1960'lı yıllarda dental seramiklerle beraber kullanılması diş hekimliğinde bir dönüm noktası olmuştur. İlk hazırlanan kronlar estetik açıdan yetersiz olsalar da, zaman içinde doğal dişlere daha uyumlu restorasyonların yapılması mümkün olmuştur.

Zaman içerisinde estetik beklentilerde artış ve metallerin potansiyel biyolojik riskleri ve allerjik reaksiyonları, metalsiz restorasyonların gelişmesini sağlamıştır. Bilindiği gibi metalsiz restorasyonlar tam seramik restorasyonlar olarak anılmaktadırlar. Tam seramik restorasyonlar direnç açısından henüz metal destekli seramiklerin düzeyine erişemeseler de, biyolojik uyum ve estetik kaliteleri güncelliklerini artırmıştır. Son dönemde geliştirilen zirkonyum seramikler dirençli yapılarıyla metal destekli seramiklere önemli bir alternatif olma yolundadırlar. Günümüzde piyasada birçok tam seramik kron sistemi bulunmaktadır. Tam seramik kron sistemlerinin gün geçtikçe tanınması, yaygınlaşması biyoyumluluk ve estetik kalite ozelliklerine bağlanabilir. Bu olumlu ozelliklere rağmen seramikler genel anlamda kırılganlıklar, kuvvetler karşısında plastik deformasyona uğramak yerine çatlar veya kırılabilirler.

Tam seramik sistemlerinin gün geçtikçe tanınması birçok yeni ürünün çeşitli firmalar tarafından piyasaya sunulmasını sağlamıştır. Özellikle presleme tekniği ile uygulanan tam seramik sistemleri günümüzde uygulama kolaylıkları, mekanik dirençleri ve estetik kaliteleri ile klinisyenlerin ilgi odağı haline gelmişlerdir. Bu çalışmada presleme tekniği ile uygulanan ve birbirinin benzerleri olarak kullanıma sunulmuş olan tam seramik sistemlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu sistemler kullanılarak hazırlanan kron örneklerinin mekanik dirençleri eskitme aşamaları ile birlikte değerlendirilmiş ve farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların kırılma dayanıklılığı karşılaştırılmıştır. Estetik kalite ise maddenin, ısısız şoklarla yaşlandırma etkisi esas alınarak renk stabilitesinin değerlendirildiği renk ölçümlerine dayandırılmıştır. Seramik kron sistemlerinin klinik kullanımlarında oluşabilecek renk değişimleri araştırılmıştır. Ayrıca araştırmamıza konu olan farklı tam seramik kron sistemlerinin hedeflenen rengi elde etme açısından tutarlılıkları değerlendirilmiştir.

1.1 Optimum Bir Restorasyondan Beklenen Özellikler

Günümüzde tüm beklentileri karşılayacak ideal bir restorasyon sistemi bulunmasa da optimum bir restorasyondan beklenen özellikler şunlardır:

- Diş yapısının mümkün olduğunca korunması,
- Mekanik direnç (kırılma direnci, esneme kabiliyeti, sertlik),
- Estetik (ışığı dağıtabilme, soğurabilme, ışık geçirgenliği, renk, komşu dokuların rengini taklit edebilme),
- Düşük maliyet,
- Renk seçiminde kolay iletişim,
- Laboratuvar aşamalarının kısa süreli olması,
- Üretimin aşırı dikkat ve hassasiyet gerektirmemesi,
- Doğal dişe benzer aşınma,
- Doğal mine yapısına yakın termal ekspansiyon katsayısı,
- Doğal diş yapısına benzer ısı iletkenliği (O'Brien, 1997; Wall ve Cipra, 1992).

Bu olumlu özelliklerin hepsini taşıyan bir restorasyon sistemi henüz bulunmamaktadır, ancak dental seramiklerde sağlanan gelişmeler günümüzde düne göre pek çok gereksinimi karşılayabilecek düzeye ulaşmıştır. Klinisyenler vakaya göre sistem seçme şansına sahiptirler ve her klinik vakanın kendine özgü koşulları çerçevesinde en uygun sistemin tercihi hekimlerin sorumluluğundadır. Her türlü vakada tek bir sistemin uygulanması doğru bir yaklaşım değildir.

1.2 Dental Seramikler

1.2.1 Tanım

Seramikler silika yapısında ve kaynağı toprak olan materyallerdir. Diş hekimliğinde özellikle sabit protezlerin yapımında kullanılırlar. Dental seramiklerin en temel içerikleri feldspar, kuartz ve kaolinden oluşmaktadır. Feldspar potasyum alüminyum silikat ($K_2O_4 Al_2O_3 6 SiO_2$) ve albit'in ($Na_2O Al_2O_3 6 SiO_2$) karışımıdır. Felspar doğada potas (K_2O) ve soda (Na_2O) ile değişik oranlarda karışım halinde bulunur. Potas ve soda seramik restorasyonların yapılarının fırınlanma kalitelerini artırır. Kuartz (SiO_2): Seramik yapısında doldurucu görevi yapar. Seramik restorasyonların fırınlama aşamalarında oluşan büzölmeleri önler, yapıya şeffaflık kazandırır. Kaolin ($Al_2O_3 SiO_2 2H_2O$): Çin kili denilen alüminyum hidrat silikatıdır. Yapıştırıcılık ve şekillendiricilik özelliğinden yararlanır. Opaktır ve dental seramiklerde çok az kullanılır (Khajotia ve ark., 1999; Zaimoğlu ve ark., 1993).[Alkan2]

Dental seramiklerde camsı fazın yanında sınırlı oranlarda kristal lösit fazın da bulunduğu belirlenmiştir. Lösit ($K_2O Al_2O_3 4 SiO_2$) dental seramiğin fırınlanma özelliklerini iyileştirir. Seramiklerde lösit miktarının artması mekanik direnci artırmaktadır. %11 ve daha fazla K_2O içeren seramiklerde lösit kristalizasyonu fazladır. %10 ve %30 oranında lösit içeren seramiklerin direnci 34 MPa'dan 64 MPa'ya ulaşabilir (Ong ve ark., 2000). [Alkan3]

Zirkonyum oksit, titanyum oksit, kalay oksit dental seramiğe opaklık kazandıran metal oksitleridir (Shillingburg ve ark., 1981; Zaimoğlu ve ark., 1993).

1.2.2 Sınıflama

Dental seramikler hazırlama ısılarına göre şu şekilde sınıflanabilirler:

- Yüksek ısı seramikleri (1288°C-1371°C),
- Orta ısı seramikleri (1093°C-1260°C),
- Düşük ısı seramikleri (871°C-1066°C) (Mc Lean 1979, O'Brien, 1997).

Dental seramikler üretim tekniklerine göre sınıflanabilirler:

- Metal destekli seramik kron sistemleri,
- Metal desteksiz seramik kron sistemleri

Metal destekli seramik kron sistemleri;

- Döküm metal üzerine hazırlanan seramikler,
- Metal folyo üzerine bitirilen seramikler,
- Elektroliz metal alt yapı üzerine hazırlanan seramikler

Metal desteksiz seramik kron sistemleri;

- Geleneksel tabakalama (toz-likit) seramikleri,
- Dökülebilir seramikler,
- Freze makinaları ile hazırlanan seramikler,
- Presleme tekniği ile hazırlanan seramikler,
- İnfiltre seramikler,
- Diğer seramik sistemleri (O'Brien, 1997).

Muhtelif tam seramik kron sistemlerinin gruplandırılması, ticari isimleri, üreticileri, tavsiye edilen kullanımları ve araştırmalar sonucu elde edilen bazı özellikleri Tablo 1.1 de gösterilmiştir (Rosenstiel ve ark., 1997).

Tablo 1.1 Bazı tam seramik sistemlerin karşılaştırılması

Marka	Ceramco	Cerinate	Dicor	Dicor-MGC Empress	Hi-Ceram	In-ceram	Mark II	Mirage	Optec	VitaDur
Üretici	Ceramco	Den-Mat	Dentsply mika cam seramik	Dentsply mika cam seramik	Vita	Vita	Vita	Myron	Jeneric	Vita
Tip	feldspatik	feldspatik	feldspatik	yüksek lösit	alumina	alumina	sanidine	ZrO ₂ -fiber	yüksek lösit	alumina
Tavsiye edilen kullanım	inleyler venerler	inleyler, kronlar, venerler	inleyler, kronlar, venerler	inleyler, kronlar, venerler	alumina, inleyler, kronlar	alumina, kronlar, koprüler	sanidine	inleyler, kronlar, venerler	inleyler, kronlar, venerler	alumina, inleyler, kronlar, venerler
Direnç*	orta	orta	orta	orta	orta	çok yüksek	CAD-CAM	CAD-CAM	orta	orta
Kırılma dayancı (Fracture toughness)†	orta	orta	orta	orta	yüksek	çok yüksek	orta	orta	yüksek	yüksek
Sertlik ‡	orta	yüksek	orta	orta	yüksek	yüksek	yüksek	orta	yüksek	yüksek
Mine aşınması §	orta	yüksek	düşük	orta	t.e.	t.e.	orta	orta	orta	yüksek
Estetik	iyi	iyi	makul	iyi	iyi	iyi	orta	iyi	iyi	iyi
Işık geçirgenlik †	orta	t.e.¶	yüksek	orta	opak	opak	orta	opak	orta	opak
Plak birikimi	orta	t.e.	düşük	t.e.	t.e.	t.e.	fazla	t.e.	orta	t.e.

*Orta: 50-90 MPa arası, orta yüksek: 95-195 MPa arası, Yüksek: 200-300 MPa arası, çok yüksek: >300MPa

†Orta: <1.15 MPam^{1/2}; orta yüksek= 1.15 - 1.45 MPam^{1/2}; yüksek = 1.5 - 2.0 MPam^{1/2}; çok yüksek > 2.0 MPam^{1/2}

‡Orta : < 5 GPa, orta yüksek 5-7 Gpa; Yüksek > 7 Gpa

§ Düşük < 1.0 nm/ rev; orta 1.0 -2.0 nm/rev; yüksek > 2.0 nm/rev

¶ opak < 1 % orta = 1% - 30% yüksek > 30% direk geçiş

†† test edilmemiş

** Han ve ark. Disch Zahnärzt Z 47: 330, 1992

Rosensteil ve ark. (1994).

1.2.3 Dental Seramiklerin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Seramiklerin kimyasal yapısı büyük alkali metal iyonlarının (sodyum, potasyum) silika moleküllerini oluşturdukları düzensiz bir ağdan ibarettir. Bu tanımlama seramiklerin tipik camsı fiziksel özelliklerinin de anlaşılmasını sağlamaktadır.

Seramiklerin kırılma özellikleri ve sabit, tutarlı bir erime ısılarının bulunmaması bu yapı nedeniyledir. Zira seramik yapısını oluşturan çeşitli katkıları farklı ısılarda erimekte dirler. Seramiklerin kırılma olmaları küçük çatlakların gerilme kuvvetleri karşısında hızla büyümesi sonucu oluşur. Seramiklerden farklı olarak metal yapılar, uzayabilme özellikleri ile çatlakların ilerlemesini yavaşlatırlar. Baskı kuvvetlerine karşı seramikler daha dirençlidirler; gerilme kuvvetlerinde 35 MPa direnç gösteren dental seramikler, baskı kuvvetlerinde 517 MPa direnç verirler.

Dental seramiklerin doğal dişlere benzer görünüm sağlamaları şekil ve renk özelliklerine bağlıdır. Seramik yapısında bulunan renklendiriciler, kristaller estetik kalitenin sağlanmasında rol alırlar. Dental seramiklerde kristal ve cam fazları göz önüne alındığında renk, ışık kavramları da düşünölmelidir. Kimyasal yapıyı güçlendiren katkıları seramiklerin renk ve ışık geçirgenlik özelliklerini değiştirebilir. Kristal oranı fazla dirençli seramiklerin daha az ışık geçirmesi bu etkiye bağlıdır (Heffernan ve ark., 2002; Johnson ve ark., 2000).

1.3 Dental Seramiklerin Dirençlerinin Artırılması

Dental seramikler kırılma materyallerdir, basma streslerine karşı dirençli, gerilme streslerine karşı hassastırlar. Her ne kadar üstün estetik, üstün uyum ve üstün biyouyumluluk gösterebilirler de dental seramiklerin mekanik yetersizliklerinin giderilmesi için birçok dirençlendirme tekniğı uygulanmıştır. Bu teknikler şu şekilde sıralanabilir:

- Döküm metal alt yapı kullanılması,
- Çeşitli metal folyo teknikleri,

- Seramik bileşenlerinin ısısal işlemlerle geliştirilmesi, değiştirilmesi,
- Seramik kristal bölümünün cam faz içinde homojen dağıtılması,
- Kristal yapı ve cam matris termal genişleme uyumsuzlukları yaratılması,
- Aluminyum oksitle dirençlendirme,
- Kristal yapıların seramikle doldurulması (cam infiltre seramikler).
- Seramiklerin yüzey tabakalarının kimyasal işlemlerle geliştirilmesi (ion exchange),
- Freze teknikleri ile hazırlanan yüksek dirençli seramik alt yapıların kullanılması (Fischer ve ark., 2000; Groten ve Probster, 1997).

1.4 Metal Destekli Seramikler

Metal destekli seramikler diş hekimliğinde en çok kullanılan restoratif materyallerdir. Seramiklerin üstün estetik kalitesi yanında metalin getirdiği direnç bu sistemleri popüler hale getirmiştir. Metal destekli seramiklerle tek bir diş restorasyonu yapılabileceği gibi, çok üyeli köprüler de planlanabilir. Metal destekli seramiklerin metal bölümü, sabit bölümlü protezlere destek sağlayacak şekilde imal edilebilir. Birçok çeşit metal alaşımı, seramiklerde, estetik, mekanik direnç, dayanıklılık gibi unsurları karşılamak üzere kullanıma sunulmuştur. Bununla beraber metal alaşımları ile uyumlu birçok çeşit seramik ürünü piyasada bulunmaktadır. Bu ürünler ince grenli olmaları ve doğal dişe benzer estetik kaliteleriyle göz doldurmaktadırlar (Nakamura ve Anusavice, 1998; Napankangas ve ark., 1997).

1.4.1 Metal Alt Yapının Getirdiği Avantaj ve Dezavantajlar

Metal destekli seramiklerde ışık geçirgenlik özelliğinin yaratılması için belli bir kalınlık gereklidir. Bu kalınlığın yaratılması, restore edilen dişin oldukça küçültülmesi anlamını taşır. En az 1.5 mm'lik labial aşındırma, bazı durumlarda pulpal zedelenmeye neden olabilir.

Metal seramiklerde seramik tabakası metal yapının gri rengini tam olarak maskeleyememektedir. Bu restorasyonlar doğal dişlerden daha gri görünürler. Fırınlama, boyama ve sırlama (glaze) ile maskeleme işlemlerinin artırılması ise restorasyonların daha opak, ışık geçirmeyen bir durum arz etmelerine neden olur.

Metal destekli seramik restorasyonlar yaygın kabul görseler de tam seramik kronlarla karşılaştırıldıklarında bazı dezavantajlar taşırlar. Bu dezavantajlar yetersiz estetik, sınırlı doku uyumu ve korozyona eğilimdir. Metal destekli seramiklerde metalin seramik yapısına kazandırdığı ilave direnç yadsınamaz, ancak metal ve seramik gibi iki farklı materyalin birlikte kullanılması bazı teknik zorluklar oluşturur. Metal ve seramik yapıların ısısız uyumlulukları çarpıcı olarak karşımıza çıkan bir konudur, zira klinik adaptasyon yetersizlikleri, seramik tabakanın kopma, kırılma ve çatlama gibi başarısızlıkları bu konuyla ilgilidir.

Metal destekli seramiklerde fırınlama işlemlerinde boyutsal değişimin olduğu yadsınamaz. Özellikle klinik kron boyu fazla dişlerde restorasyon kenarlarındaki uyum problemleri sık karşımıza çıkan sorunlardır. Sadece metal ve seramik materyallerinin ısısız uyumsuzlukları değil birçok laboratuvar işlemi uyum problemleri oluşturabilir. Metal alt yapının düzensiz aşındırılması, kuşlama ve artık stresler örnek olarak verilebilir (Nakamura ve Anusavice, 1998).

Metal destekli seramik restorasyonlarda metal renginin restorasyonların dişeti bölümünde izlenmesi estetik olumsuzluklar yaratmaktadır. Bu olumsuzlukların aşılması için basamak seramiği olarak isimlendirilen ürünler piyasaya sunulmuştur. Bu ürünler restorasyonların dişeti bölümünde daha az metal yansması ve daha estetik restorasyonların yapımını sağlarlar. Bununla beraber bazı araştırmacılar bu ürünlerinin kullanılmasının zahmetli olduğunu belirtmektedirler (Nakamura ve Anusavice, 1998; Pamir ve Berksun, 1989; Wanserski ve ark., 1986).

1.5 Metal Desteksiz Seramikler

1.5.1 Sınıflama

Metal desteksiz seramiklerin sınıflaması değişik yaklaşımlarla yapılabilmektedir. Yapım tekniklerine göre sınıflama yapılacak olursa; geleneksel toz eritme kaynaştırma tekniği, döküm veya basınçla şekillendirme tekniği ve çeşitli freze teknikleri bunlar arasında sayılabilir. Günümüz tam seramik kron sistemlerini iki ana kategoride ele almak da mümkündür: dirençli kor yapı içeren seramikler ve dökülebilir veya preslenebilir seramikler.

Birçok araştırmacının ve firmanın ulaşmak istediği hedef yeterli direnci, yeterli ışık geçirgenliğinde sunan bir seramik sistemidir. Piyasada bu amaca yönelik üretilmiş çok çeşitli seramik restorasyon sistemleri bulmak mümkündür. Bu sistemleri laboratuvar aşamalarına göre sınıflandıracak olursak: Presleme, cam infiltrasyonu, freze, kaynaştırma (sintering) yöntemi ile uygulanan seramikler. Kimyasal içeriklerine göre sınıflandırma ise şu şekilde yapılabilir: Feldispatik; yüksek lösit içerikli, düşük lösit içerikli, cam seramik; lityum disilikat ve mika, kor ile dirençlendirilmiş seramikler; alumina ve magnesia kor yapılar (Albakry ve ark., 2003; El-Mowafy ve Brochu, 2002; Gemalmaz ve Ergin, 2002).

1.5.2 Alüminus Seramikler

Yüksek dirençli ve yüksek elastik modülüse sahip aliminyum oksit (Al_2O_3) kristalleri cam matriks içinde dağıtılarak dental seramiğin direncinin artırılması mümkündür. Cam matriks ile kristallerin elastik modülüsleri birbirine yakınsa sonuç seramik daha dirençli olur. Mc Lean ve Hughes ağırlıkça %50 alumina kristalleri içeren kor yapı taşıyan kronlarla 180 MPa dirence ulaşmışlardır. Bu sonuç geleneksel feldispatik materyallerden iki kat daha dirençlidir. (Mc Lean 1979, McLean, 2001).

Alüminus seramikler yalnızca kor yapıda değil tam kron üretiminde de kullanılabilir. Doğal dişden ayırt edilemeyecek kronlar bu seramik tozları ile hazırlanabilir. 1966 da piyasaya sunulan Vitadur (Vita Zahnfabrik) ilk ticari üretilmiştir. Alüminus

seramikler tekrarlanan fırınlamalara ve termal şoklara karşı oldukça dirençlidirler. Vitadur'un 30 seneden fazla piyasada bulunması bunu kanıtlamaktadır. Aynı frit In-ceram, Procera ve cam seramik Dicor'da kullanılmaktadır (McLean, 2001).

Alüminus seramikler içerisinde dikkat çeken diğer bir sistem Procera AllCeram sistemidir (Procera Sandvik AB, Stockholm, Sweden). Sistemin temelinde %100 saf alumina içeren kor yapı bulunur. Direnç konusunda avantajlar beklense de maskelenmesi gereken bir opaklığın bulunduğu alumina yüzdesinden anlaşılabilir. Procera AllCeram kor yapı, üç nokta eğme testide 630 MPa'lık direnç göstermiştir. Bu değer In ceram (Vita Zahnfabrik) (kor yapı %70 alumina) ve Empress (Ivoclar-Vivadent, Leichtenstein) (lösitle güçlendirilmiş seramik) sistemlerinin değerlerine göre oldukça yüksektir (Zeng ve ark., 1996).

1.5.3 Refraktör Day Tekniği

Hi-ceram: Genel olarak Al_2O_3 miktarı % 50 oranında arttırılmış bir kor materyalidir. Southan ve Jorgensen'in geliştirdiği bu sistemde jaket kron yapımında refraktör day tekniği kullanılmıştır (Wall ve Cipra, 1992). Inceram sisteminin geliştirilmesi ile popolaritesi azalmıştır.

Diğer bir tam seramik tekniği olan. Cerestore tekniğinde ise özel bir model maddesi ve seramik day kor seramiğinin fırınlama sırasında meydana gelen büzüşmesini karşılayarak uyumlu restorasyonların hazırlanması sağlanmıştır. Kor seramiği %60 Alumina içermektedir. Laboratuvar aşamalarının zor olması ve bazı başarısız vakalar firmanın sistemi bırakmasına neden olmuştur (Odman ve Andersson, 2001).

1.5.4 İnfiltrasyon Seramikler

Slip-cast alumina seramikleri olarak da adlandırılır. Slip-cast tekniği pöröz bir kalıp üzerine katı bir tabaka oluşturmak amacıyla kapiller kuvvet ile likit fazlı bir maddeyi bünyesine çekmesi olarak açıklanır (McLean, 2001).

Sadoun seramik kor yapısını slip-cast tekniği ve cam infiltrasyonu ile güçlendirerek In-Ceram (Vita Zahnfabrik) sistemini açıklamıştır. Bu sistemde kor yapıyı oluşturan alumina tozları başlangıçta birbirlerine çok zayıf tutunmaktadırlar. Düşük ısı sodyum lanthanum camının kor yapıya infiltre olması sonucu çok dirençli bir kompozit materyal oluşur. Camın pürüzlü alumina matriks içine dağılması ve boşlukları doldurması asıl işlemdir. In-Ceram'ın kor yapısındaki alumina konsantrasyonu %72 dir (aluminus seramiklerde %50). Dirençli kor yapının üzerine bilinen şekilde tabakalama porseleni uygulanır. Sonuç direnç ise 630 MPa'dır (Giordano ve ark., 1995; McLean, 2001).

1.5.5 Preslenebilir Seramikler

1991 de IPS Empress Ceramic (Ivoclar-Vivadent Leichtenstein) lösit kristallerinin seramik yapı içinde homojen dağıtılarak direnç artışı sağlanması temeli ile piyasaya sunulmuştur. Sistemde lösit kristalleri sadece birkaç mikron boyutundadır. Empress sisteminde mum model, manşet tekniği (lost wax) kullanılır. Fabrikasyon seramik tabletleri sıcak vakum, presleme işlemi ile kronlara, korlara veya inleyle döndürülür. Aslında sistem metal dökümüne benzemektedir. Metalin manşet içerisine dolması santrifüj yoluyla sağlanır. Empress sisteminde ise seramik tabletleri manşet içerisine vakum ve piston pres yardımı ile yollanır. Sonuçta mum örnek ile aynı boyutlarda seramik yapılar elde edilir (McLean, 2001).

Aslında preslenebilir seramikleri eritme enjeksiyon cam matriksli seramikler olarak da adlandırabiliriz. 1983 de ilk olarak Zurich Üniversitesi'nde (Zurich Switzerland) geliştirilen presleme tekniği, 1990 yılında ticari olarak IPS Empress sistemi olarak piyasaya sunulmuştur. Sistemin ilk üretim yıllarında sadece tek dişlerin kronlanmasında inley, onley ve laminate olarak kullanılması uygun görülmüştür. Eritme ve enjeksiyon tekniği ısı ve basınç uygulamaları lösit kristallerinin homojen dağılımlarını sağlamaktadır. Lösit kristalleri, yapıda bulunan çatlakların büyümesini engelleyen sağlam bariyerler görevi üstlenirler. Lösit kristallerinin 'dağılma ile güçlendirme' etkileri kırılma direncini çok artırmaktadır. Isı ve basınçla

şekillendirme tekniği seramik yapının büzülmesini de kontrol eder (El-Mowafy ve Brochu, 2002).

IPS Empress feldispatik seramiği %60 silikon dioksit, %19 alüminyum oksit ve lösit kristallerinden oluşur. Üretici cam seramikleri toz yerine tablet halinde kaynaştırılmış bir biçimde üretmektedir. Tabletlerin rengi sonuçta elde edilecek kronlarla hemen hemen aynı renkte olmaktadır. Metal dökümüne benzer şekilde belli boyutlardaki kalıplarda hazırlanan manşetler, ön ısıtma sonrası alüminyum oksit pistonla beraber özel fırına alınırlar. Bu fırında yüksek ısı, basınç, vakum altında şekillendirilen örnekler son aşamalara hazır hale getirilirler. Preslenen örnekler ya boyama işlemi ile bitirilirler yada tabakalama işlemine tabi tutulurlar (El-Mowafy ve Brochu, 2002).

Preslenebilir seramikler günümüzde en popüler restorasyon sistemleri haline gelmiştir. Kolay laboratuvar aşamaları (klasik mum manşet tekniği), okluzal uyum kabiliyeti, marjinal uyum başarısı, ışık geçirebilme ve geliştirilmiş mekanik özellikler, presleme işlemi ile net boyutlu restorasyonlar üretebilme imkanı ve nispeten pörozitesiz restorasyonlar preslenebilir seramiklerin üstün özellikleridir (Albakry ve ark., 2003).

Preslenebilir seramikleri temsil edebilecek ilk ürün 1990 yılında piyasaya sunulan IPS Empress 1 sistemidir. Sistemin direncini sağlayan asıl unsur seramik içerisinde homojen dağıtılmış lösit kristalleridir. Empress sisteminin ilk sunulduğu yıllarda sadece tek üniteli restorasyonlar yapılmaktaydı ancak üretici Empress 2 sistemini piyasaya sunmasıyla artık üç üyeli restorasyonlar da yapılabilmektedir. Empress 2 sistemin de kor yapıda kimyasal içerik %60 lityum disilikattır ve kristal fazı temsil etmektedir üst yapı florapatit yapısındaki seramikle tabakalama yöntemi ile şekillendirilir (Albakry ve ark., 2003).

1.5.6 Uygulama Tekniğine Göre Boyama ve Tabakalama Yöntemleri

1.5.6.1 Boyama Tekniği

Seramik tabletlerle aynı seçilmiş renkte elde edilen kronlar eğer istenirse üreticinin sağladığı renklerle boyanabilir, istenirse ilave etkiler yaratılabilir. Boyama

tekniginde kronlar tam olarak preslenmişlerdir. Preslenen kronlar okluzal uyumlandırma yapılabilecek halde tamamlanmış kron formunda preslenirler. Bu nedenle ağızda bir provanın ardından gerekirse renklendirme, boyama işlemleri yapılabilir. Boyama tekniğinde restorasyonun eksik kısımlarının tamamlanma şansı bulunmamaktadır. Boyama tekniğinde restorasyonun tamamını oluşturan mum yapı seramik tableti ile oluşturulur. Yüzey boyaması, arzu edilen renge ulaşıncaya kadar uygulanır. Arzu edilen renk elde edildikten sonra yüzeye parlaklık kazandıracak sırlama (glaze) uygulanır (Albakry ve ark., 2003).

Boyama aşamalarında uygulanan fırınlama işlemlerinde seramik yapısının mekanik direncinin arttığı düşünülür. Bu fırınlama işlemlerinde lösit miktarındaki artış mekanik direnci de artırmaktadır. Çift eksenli bükme testlerinde (biaxial flexure strength) boyama tekniği Empress 175 MPa direnç oluşturmaktadır. Tabakalama tekniğinde ise Empress 2 kor maddesi 407 MPa direnç göstermektedir (Albakry ve ark., 2003; El-Mowafy ve Brochu, 2002).

1.5.6.2 Tabakalama Tekniği

Restorasyonların sadece kor yapıları presleme tekniği ile elde edilir. Bu kor yapı adeta metal gibi seramiğe destek olmaktadır. Kor yapı üzerine tabakalama seramiği ilave edilir ve vakum altında fırınlanır. Dentin ve mine tabakaları ilave fırınlamalarla ve farklı seramik tozları ile elde edilir. Işık geçiren kor yapı üzerine yığılan seramik tabakaları ile doğal diş etkisi yaratılabilir.

Tabakalama tekniğinde restorasyonun alt yapısını oluşturacak mum örnek manşete alınarak uygun renkteki ingot ile preslenir. Preslenen bu alt yapı (coping) üzerine seramik ilave edilerek restorasyonun kron formu oluşturulur. Tabakalama tekniğine dayalı Empress 2 sisteminin kor (coping) yapısı, üç üyeli restorasyonların üretimini sağlayabilir (Albakry ve ark., 2003; El-Mowafy ve Brochu, 2002).

1.5.7 Güncel Preslenebilir Seramik Çeşitleri

Günümüzde birçok dental seramik üretici firma, piyasaya ilk sunulan IPS Empress sistemi ile uyumlu pres seramik ürünleri imal etmektedirler. Bu ürünlerin büyük bir

kısmı Empress II dışında l sıt ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$) ile g clendirilmiş feldispatik seramiktir. Güncel pres seramik sistemlerden bazıları:

- IPS Empress 1 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)
- IPS Empress 2 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)
- Finesse All Ceramic (Dentsply/Ceramco York, USA)
- Creation Press-ceramics (Creation Willi Geller, Meiningen, Austria) (Drummond ve ark., 2000; Derand ve Vereby, 1999).

Finesse All Ceramic sisteminde l sıt miktarı azaltılarak seramik materyalinin aşındırıcı etkisi minimize edilmeye çalışılmıştır.

1.6 CAD-CAM

CAD-CAM (computer aided design-computer aided manufacture) teknolojinin birçok alanında kullanılan bir üretim şeklidir. Bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim şeklinde Türkçe ifade edilebilir.

Dişhekimliğinde CAD-CAM sisteminin kullanılmasıyla seramik materyallerin kondensasyon, eritme, kaynaştırma işlemleri nispeten azalmaktadır. Sistemin temeli; çok hassas bir freze makinasının, bilgisayar yazılımı ile çalıştırılarak, seramik bloklardan korlar, kronlar, köprüler üretmesidir. Freze makinasına çok dirençli seramikler bağlanarak üretim yapılabilir. Bununla beraber unutulmaması gereken bir husus da frezeden çıkan dirençli seramiklerin üzerine tabakalama seramiği uygulama gerekliliğidir. Bilindiği gibi dirençli seramiklerin maskelenmesi tabakalama, fırınlama seramikleri ile sağlanabilir (Heffernan ve ark., 2002).

Restorasyonu yapılacak diş modelleri bilgisayara 3 boyutlu olarak aktarılır. Bilgisayar, tasarımı yapılan kron formunu çeşitli eksenlerde hareket edebilen kesici uçlar sayesinde seramik blokları şekillendirerek oluşturur. Tüm bu aşamalardan sonra üretilen restorasyonların dirençli ve uyumlu olacağı belirtilmektedir (Chen ve ark., 1999; Cho ve ark., 2002).

CAD-CAM cihazı Cerec 2 (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany) ile çalışan araştırmacılar çeşitli seramik bloklardan çıkartılan molar kronları ve IPS Empress (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) seramik molar kronları direnç testine tabi tutmuşlardır.

CAD-CAM makinası Cerec 2 kullanılarak yapılan bu çalışmada, Vita Mark II (Vitablocs, Vita Zahnfabrik), ProCAD (Sirona Dental Systems GmbH, Bensheim, Germany) seramik blokları freze edilerek kron örnekleri hazırlanmıştır. IPS Empress (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) kronlar da çalışmaya katılmıştır. Direnç lmlerinin yapıldığı çalışmada CAD-CAM cihazı ile üretilen kronların daha dirençli olduğu bulunmuştur (Chen ve ark., 1999).

1.6.1 Celay

Celay (Mikrona AG, Spreitenbach, Switzerland) kopya freze tekniği ve cam infiltrasyonuna dayanan bir sistemdir. Sistemin aşamaları şu şekildedir: Restorasyonların alt yapıları, kopya freze tekniği ile hazır boşluklu seramik bloklardan hazırlanır. Boşluklu alt yapılar cam infiltrasyonuna tabi tutulurlar. Bilindiği gibi cam infiltrasyonu, açısı yapı gösteren seramik alt yapıların boşluklarının doldurarak sağlamlaştırır. Direnci yüksek alt yapılar tabakalama seramiği ile bitirilerek restorasyonların son şekli verilir (Sevük ve ark., 2002).

1.6.2 Zirkonya

Zirkonya (zirconium oxide, ZrO_2) ok dirençli bir seramiktir. Biyomateryal olarak çeşitli implantlarda kullanılmaktadır. Zirkonyanın fiziksel, mekanik ve kimyasal direnci, zirkonyumun oksijenle oluşturduğu dörtgen kristal atomik yapıya bağlanabilir. Zirkonya seramikleri diğer seramikler ile karşılaştırıldıklarında çok daha sağlam oldukları söylenebilir. Özellikle dental yaklaşımlarda çok sağlam restorasyonların yapımı mümkündür. Zirkonya seramiklerinde üstün direnç, kritik çatlakların zirkonya kristalleri tarafından durdurulması ile açıklanır. Sonuç direnç dental uygulamalarda 900 MPa'yı aşabilir. Bu etkileyici direnç dental restorasyonların karşılaştığı kuvvetleri karşılayacak düzeyde olsa da zirkonyanın

üretim maliyeti yüksektir. CAD-CAM tekniği hazır zirkonya seramik bloklardan restorasyon üretilmesini sağlar. Bilgisayar destekli freze işlemleri neticesinde beş üyeye kadar sabit köprü restorasyonların yapımı mümkündür. Metal kullanılmadan bu kadar uzun restorasyonların yapılması aslında büyük bir teknolojik adımdır. Cercon Zirconia (Dentsply Ceramco, York PA, USA) güncel metalsiz çok üyeli restorasyonların yapımına olanak tanıyan bir sistem olarak piyasaya arz edilmiştir. Sistem bilgisayar destekli bir freze makinası ve kaynaştırma (sintering) işlemini yapan bir fırından ibarettir. Üretilen dirençli zirkonya alt yapı seramikleri Cercon Ceram porselen tozu ile tabakalama aşamasına alınır. Sonuç restorasyonların hem sağlam oldukları hem de ışık geçirebildikleri belirtilmektedir (Apholt ve ark., 2001; Chen ve ark., 1999; Thompson ve ark., 1996).

1.7 Tam Seramiklerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tam seramiklerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin açıklanmasında silisyum oksit, alüminyum oksit, potasyum oksit, sodyum oksit, kalsiyum oksit, kalsiyum flor molekülleri önem arz eder. Zira bu moleküller seramiklerin direncini yükseltirler. Günümüzde bu katkılara ilave olarak zirkonyum oksit, magnezyum oksit eklenebilir. Bu moleküllerin oluşturduğu gelişigüzel yerleşim tarzı cam matriks içinde bir ağ yapı oluşturur. Bu ağ yapı elemanları sağlamdır ve camla çevrelendiği için sıkı bir kilitleme oluşturmuştur. Cam matriks yapının ve ağı oluşturan kristallerin termal genişleme katsayıları, seramiklerin direncinin artırılmasında yardımcı olmaktadır. Tam seramiklerin direnci ve renkleri bahsedilen kimyasal yapıya bağlıdır (O'Brien, 1997; Thompson, 2000).

Seramikler gibi kırılğan maddelerin sağlamlıklarının açıklanmasında direnç konusu gündeme gelir. Direnci etkileyebilecek asıl unsurlar ise termal ve mekanik üretim işlemleri sırasında büyüyen mikro çatlaklar ve porözitelerdir. Seramik maddelerinin direncinin ölçülmesinde çeşitli test metodları vardır. Bunlar üç nokta eğme testi, dört nokta eğme testi ve çift eksenli bükme testidir. Çift eksenli bükme testinde yüzük üstünde yüzük, yüzük üstünde bilya, üç bilya üzerinde piston gibi çeşitli teknikler

uygulanabilir. Tüm bu testlerde örneklerin kenarlarında bulunan çatlaklar ve poröziteler direnç sonuçlarını olumsuz etkilemektedir (Albakry ve ark., 2003).

1.8 Tam Seramik Kronların Klinik Performansları ve Dayanıklılıkları

Tam seramiklerin klinik ömürlerinin sınırlı olduğu kabul edilmektedir. Metal destekli seramik kronlar ise kırılırsa da, geride bir metal alt yapı bırakarak dişi korumaya devam etmektedirler. Estetik olmayan bu yapı çoğu birey veya hekim için günümüz şartlarında kabul edilebilir bir restorasyon türüdür.

IPS Empress kron restorasyonları California Dental Association'ın (CDA) kriterlerine göre 20 hasta üzerinde 24 ay süre zarfında değerlendiren araştırmacılar, % 94.6 kronu kabul edilebilir (tatminkar) bulmuşlardır. Simantasyon ajanı Variolink II'dir (Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Araştırmacılar 24 aylık bu yüksek başarıya rağmen, gingival enflamasyonların engellenmesi amacıyla kron marjinlerinin supragingival konumlandırılmasını önermektedirler. Zemin simanların fazlalıklarının uzaklaştırılması bazı durumlarda zor olabilir (Gemalmaz ve Ergin, 2002).

Kırk dokuz IPS Empress (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) bölümlü tam seramik kronu (inley, onley) 7 yıl zarfında inceleyen araştırmacılar % 81 başarı oranı bulmuşlardır (Felden ve ark., 2000).

546 In-ceram kronu 6 yıl boyunca değerlendiren araştırmacılar, % 99.1 başarı oranı bulmuşlardır. Cam iyonomer rezin hibrit simanın yapıştırma ajanı olarak kullanılması, kronların başarısını arttırmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar hem ön hem arka grup dişler için tam seramik kronların kullanılabilir olduğunu söylemektedirler. Dikkatli bir diş kesim prosedürü omuz tarzı kenar sonlanma tasarımları (shoulder) yeterli seramik kor kalınlığı ve tabakalama porseleninin uygunluğu, oklüzal uyum ve dikkatli bir simantasyon aşaması, tam seramik kronların başarısını artırıcı unsurlardır. Optimum estetik arayışlar karşısında tam seramiklerin doğru seçim olduğu kanıtlanmaktadır. Alümina kor içeren dirençli tam seramikler klinik başarı açısından metal seramiklerle yarışabilirler (Segal, 2001).

Tam seramik sistemlerinin zaman içerisinde tekrarlayan yükler karşısında yorulduğu ve kolaylıkla kırılabileceği tahmin edilebilir. Eğer ortamda su ve ısı bulunursa klinik kullanımı yansıtacak daha zorlu şartlar oluşturulabilir. Yorma işlemlerinin tam seramik kronlara etkisi birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. In-Ceram (Vita Zahnfabrik) ve IPS Empress (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) sistemleri için öncül yükleme aşamaları uygulayan araştırmacılar şu sonuçlara varmışlardır: Alumina sistemi (In-Ceram) çatlaklara ve yorma işlemlerine karşı daha hassastır, öncül yükleme işlemleri lösit seramiklerde (IPS Empress) daha az etki oluşturmaktadır (Ohyama ve ark., 1999; Thompson, 2000).

Finesse seramik, Finesse press (Dentsply, York, USA), IPS Empress (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein), OPC A-2, OPC 140 (Pentron, Wallingford, UK) sistemlerinin dirençlerini karşılaştıran araştırmacılar; suda bekletme ve öncül kuvvetlerle yapılan işlemlerin, mekanik direnci belirgin bir biçimde düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Lityum disikat içerikli pres seramiklerin daha üstün direnç değerleri vermesi yapılarında bulunan kristallerin büyüklüğüne ve cam yapı içinde homojen dağılımlarına bağlanmıştır (Drummond ve ark., 2000).

1.9 Uygulanan In-vitro Testler

Seramikler için birçok direnç ölçüm test metodları kullanılmaktadır. Küresel çelik uçlarla kompresyon testleri, üç nokta eğme testleri bunlardan bazılarıdır. Seramiğin direnci yapısında bulunan çatlakların sayısına, büyüklüğüne ve yerleşimine bağlı olduğu göz önüne alınırsa bu testlerin çok da kontrollü olduğu söylenemez. Bu testler her ne kadar istatistiksel süzgeçten geçirilse de tam olarak klinik başarıları yansıtamayabilirler (Mecholsky, 1996).

Disk örneklerle seramiklerin direncinin ölçülmesi birçok çalışmada kullanılan bir işlemdir. Direnç ölçümü amacıyla üç nokta eğme testi, üç küre ve piston testi, halka üzeri halka testleri kullanılabilir. Tüm testlerde amaç seramik disklerin değişik biçimdeki destek yapılarla zorlanması ve kırılma dirençlerinin ölçülmesidir. Disk

örneklerin üç nokta eğme testine tabi tutulması uluslar arası standart organizasyonunun belirlediği kriterlerle sağlanabilir (ISO 6872). Araştırmacılar bu kriterleri karşılamak zorundadırlar (Zeng ve ark., 1996).

Seramiklerin test işlemleri sırasında bir çok çalışmada farklı sonuçlara rastlamak mümkündür. 1500 N, 2000 N benzeri direnç değerleri ağız ortamında diş gıcırdatma sırasında (890 N) bile, oluşmasa da bir çok çalışmada rastlanabilir. Test işlemlerinde uygulanan kırılana dek yükleme metodu restorasyonların klinik başarılarının ölçülmesinde yeterli olmayabilir. Sivri uçlarla yapılan çapma, ezme testlerinde ise seramik yapının kritik çatlakları gözardı edilmektedir. Seramiklerin dentin tarafından desteklendiği ve bu iki yapının farklı elastikiyet katsayıları, olayı daha karmaşık hale getirmektedir. Kuvvet uygulandığında kron restorasyonunun iç yüzeyinde yani simantasyon yüzeyindeki çatlaklar beslenerek genişletilir ve kırık oluşturulur (Kelly, 1999; Thompson, 2000).

Her materyalin zaman içinde eskimesi, yorulması konusu elbette ki seramikler için de geçerlidir ve göz ardı edilemez. Kimyasal destekli çatlak büyümesi ve statik yorgunluk seramiklerin zaman içinde karşılaştıkları direnç kaybettirici olaylardır.

Tam seramik restorasyonlar bilindiği üzere 1-2 mm seramik tabakası, 30-120 µm siman tabakası ve belli bir miktar kalınlıktaki dentin ile bir bütünlük oluştururlar. Üç veya dört nokta eğme testlerinin bu bütünlüğü temsil ettiği söylenemez.

Direnç ölçüm testlerinde kullanılan kırıcı uç çapları da çoğu çalışmada farklılık göstermektedir.. Araştırmacılar 2 mm'den 1 m'ye kadar birçok farklı küre parçası uç kullanmışlardır. Ancak kabul edilebilir ortalama direnç değerleri 4-6 mm'lik çelik kürelerle sağlanmaktadır.

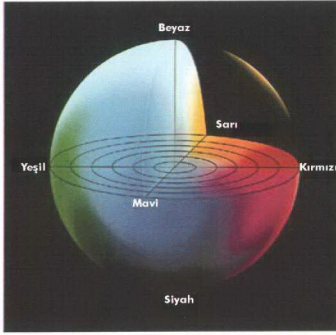
Araştırmacılar seramiklerin test işlemlerinde bir çok farklı metod kullansalar da bu metodların tam olarak doğal diş, restorasyon ve ağız ortamı şartlarını yansıttığı söylenemez. Aslında araştırmacılar farklı sonuçlar karşısında, çelişkiler yaşamaktadırlar. Daha güvenilir, klinik değeri fazla test metod arayışları sürmektedir (Kelly, 1999).

Lityum disilikat, alumina ve zirkonia-esaslı üç üyeli sabit bölümlü protezleri konu alan araştırmacılar kırılma direnç testleri uygulamışlardır. In-Ceram Alumina, In-Ceram Zirconia (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), DC-Zirkon (Degudent GmbH., Hanau, Germany) seramikleri CAD-CAM tekniği ile hazırlanmıştır. IPS Empress örnekler tam köprü restorasyonları şeklinde preslenmiştir. IPS Empress 2 örnekler ise bilinen mum model, presleme tekniği ve tabakalama aşamaları ile hazırlanmıştır. Simantasyon ajanı çinko fosfat simanıdır. Öncül yükleme işlemleri uygulanmayan çalışmada sonuçlar şu şekildedir: In-Ceram Alumina 1000 N, In-Ceram Zirconia 1700 N, DC-Zirkon 2200 N, IPS Empress 500 N, IPS Empress 2 1350 N (Tinschert ve ark., 2001).

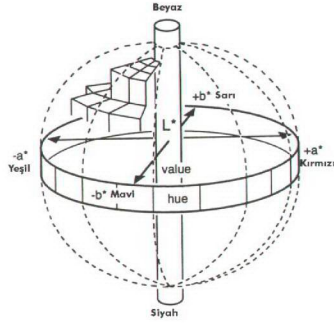
1.10 Renk ve Işık Geçirgenlikleri

Diş hekimleri seramik restorasyonların renk uyumu konusunda zorluklar yaşamaktadırlar. Hekimler tercih ettikleri renklerin seramik kronlarda tam olarak elde edilemediğini belirtmektedirler. Özellikle metal seramik restorasyonlarda, diş hekimi ve laboratuvar arasında bilgilenmeyi sağlayan renk skalaları yeterli olmamaktadır. Renk algısının insandan insana değişebileceği, aynı insanda farklı zamanlarda değişebileceği unutulmamalıdır. Renk konusunda CIE Lab (*Comission Internationale de l'Eclairage* - International Commission on Illumination) kolorimetrik sistemlerin gelişmesi diş hekimliğine de faydalar sağlamıştır. Kolorimetreler renk ölçümünü L, a, b koordinat değerleriyle vermektedirler. Bu değerler üç boyutlu renk uzayında rengi ölçülen cismin renginin yerini belirlemektedir. 'L' değeri bir cismin renginin açıklık veya koyuluğunun ölçümüdür. 'a' değeri kırmızı ve yeşil renklerinin oluşturduğu eksenidir. 'b' eksenini ise mavi ve sarı renklerinin meydana getirdiği eksenidir (Douglas ve Brewer, 1998).

CIE Lab renk uzayında üç koordinat eksenini birbirlerine dik durumda buldukları varsayılır. 'L' eksenini siyah ve beyaz arası renk değerlerini temsil etmektedir. 'a' eksenini yeşil ve kırmızı arası renk değerlerini temsil eder. 'b' eksenini ise mavi ve sarı arası renk değerlerini belirtir. Sözü geçen üç eksen üzerinde tanımlanmış üç değer ile



Şekil 1.1 CIE Lab Renk Sistemi



Şekil 1.2 CIE Lab Renk Sistemi Şeması

her rengin tanımlanması mümkündür. Ayrıca L, a, b değerlerini kaydettiğimiz bir cismin değişen koşullardaki renk değişimini global olarak hesaplamak için değişen L, a, b değerleri ölçülerek bu iki renk arasındaki farkı bulunabilir. Farkı hesaplamak için öncelikle ilk rengin L değerinden (L_1), ikinci rengin L değeri (L_2) çıkartılır ($L - L_2$), bu çıkarma işleminden elde edilen değer ΔL^* 'dir. $\Delta L = L - L_2$. Aynı işlemler 'a' ve 'b' değerleri için de yapılır; ($\Delta a = a - a_2$, $\Delta b = b - b_2$), renk farkını tek bir değerde bulabileceğimiz aşağıdaki formülüne yerleştirilir. Sonuçta elde edilen ΔE iki renk arasındaki renk değişim değerini verir (Buchalla ve ark., 2002).

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_2)^2 + (a - a_2)^2 + (b - b_2)^2}$$

Piyasada bulunan birçok tam seramik kron sistemi üstün dirençleriyle göz doldurmaktadırlar. Kristal miktarındaki artışla direnç yükselse de, estetik kayıplar oluşabilir. En belirgin etki ışık geçirgenliğinin azalmasıdır. Bilindiği gibi metal seramiklerde metal kor yapı ışık geçirmediği için estetik sorunlar oluşmaktadır. Aynı sorunlar dirençli tam seramiklerde de oluşabilir. Direncin yükselmesi, beraberinde opasitenin yükselmesine de neden olur. Değişik materyallerin ışık yansımaya etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Vitadur Alpha dentin (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), In-Ceram Alumina, In-Ceram Spinnel, In-Ceram Zirconia (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), Empress dentin

(Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein), Empress 2 (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein), Procera AllCeram (Nobel Biocare AB, Göteborg, Sweden) gibi farklı seramikler ve bir metal alaşım 52 SF (WE Mowrey Co, St. Paul, Minn.) kullanılmış ve bu seramiklerin bir kısmının ışığı seramik alt yapı metal alaşımı (52 SF) kadar yansıttığı bulunmuştur. Seramik materyallerinin ışığı metal gibi yansıtması gerektiği, bir miktar ışığı bünyelerinden geçirmeleri gerektiği bilinmektedir. Zira ışığı içine bir miktar da olsa ışık geçirmeyen restorasyonların doğal dişleri taklit edebilmesi düşünülemez. Bu çalışmada asıl verilmek istenen anafikir dirençli kor seramiklerinin metal kadar ışığı yansıtılabileceğidir (Heffernan ve ark., 2002).

IPS Empress 2 yüzey boyama uygulanmış kronlar, IPS Empress 2 tabakalama uygulanmış kronlar ve In-ceram kronların ışık geçirgenliği (translucence) verilerine dayandırılan bir çalışmada, örneklerin arkasında yer alan bir ışık kaynağı ve ön tarafa yerleştirilen renk ölçüm (spectrophotometer) cihazı kullanılmıştır. Örneklerin 4 farklı bölümlerinden elde edilen ölçümler neticesinde en translüent (ışık geçirebilen) sistem, IPS Empress 2 (yüzey boyama) olarak belirlenmiştir (Carossa ve ark., 2001). (Araştırmacıların IPS Empress 2 sistemini yüzey boyama tekniği ile kullanmaları, sistemin üretim talimatları kitapçığında yer almamaktadır).

1.11 Konu İle İlgili Çalışmalar

Kron sistemlerinin direncinin değerlendirildiği pekçok çalışmada Doğal dişlerin metal replikaları kullanılmıştır, tam seramik kronların direnci konusunda da bu yöntemi kullanan çok sayıda çalışma mevcuttur. Metal replikaların eşit boyutlu elde edilebilme kolaylığı belki de araştırmaların daha hassas olmasını sağlamaktadır, ancak tam seramiklerin dentin ile simantasyon bağı göz önüne alındığında metal dayların da yetersiz kabul edilmesi olasıdır.

Farklı kalınlıklarda üretilen Procera AllCeram (Nobel Biocare Goteborg, Sweden) ve In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) tam seramik kronların direncini inceleyen çalışmada pirinç diş replikaları kullanılmıştır. Çalışmadaki

amaç 0.4 ve 0.9 mm kalınlıktaki Procera kronları 0.9 mm kalınlığındaki In-Ceram kronlarla karşılaştırmaktır. Tabakalama seramiği kullanılmamıştır. Pirinç daylara kronların simantasyonu Panavia 21 TC (Kuraray Co Ltd., Osaka, Japan) ile yapılmıştır. 60 pirinç day ve bu daylara simante tam kronlar 37°C de bir gün suda bekletilmiştir. 4 mm çelik bilya ile kırma testleri sonuçları şu şekildedir: Procera 0.4 mm 2197.6N, Procera 0.9 mm 2401.4 N, In-Ceram 0.9 mm 2581.0 N (Webber ve ark., 2003).

CAD-CAM ve preslenebilir seramikleri karşılaştıran araştırmacılar çalışmalarında molar diş şekilli kronlar ve 8 mm kırıcı çelik bilya kullanmışlardır. Üiversal test cihazı (Quicktest, Pruefpartner GmbH, Langenfeld, Germany) 0.5 mm/dak hızla kuvvet uygulamıştır. 1100 N ve 2600 N değerlerin elde edildiği çalışmada CAD-CAM kronların üstünlüğü söz konusudur. 200 N öncül yükleme 50000 kez tekrarlanarak kronların yorulmuş olmaları çalışmanın diğer çarpıcı bir yönüdür (Chen ve ark., 1999).

Çekilmiş maksiller kesici dişlerle yapılan bir çalışmada In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), IPS Empress (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein), IPS Empress 2 (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein), Celay feldispatik sistem (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ve Celay In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) sistemleri, kontrol grubu olarak da metal destekli kronların mekanik dirençleri karşılaştırılmıştır. Doğal dişlerin üzerine hazırlanan adı geçen kronlar her sistem için onar adet üretilmiş ve 90° omuz tarzı dişeti sonlanması marjinal tasarım olarak uygulanmıştır. Simantasyon işlemi Twinlock (Heraeus Kulzer, Armonk, US) ve Variolink (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) dual-cure rezin simanlarıyla yapılmıştır. 49 N kuvvet, 1.2 milyon çiğneme döngüsü etabında kronlara 15° açı ile uygulanmıştır. Yorma işlemi için çiğneme döngüsüne ilave 5°C-55°C arasında 3000 termal siklus eklenmiştir. 30° açılma ile üniversal test cihazına (Zwick 1446, Zwick GmbH, Atlanta, USA) bağlanan kronlar, 2 mm/dak hızda, düz yüzeyli çelik uç ve kalay folyo yardımı ile direnç ölçümüne tabi tutulmuşlardır. Kuvvet uygulanan bölge insizal kısımdır. Tüm kronların direnç ölçümlerinin sonucunda araştırmacıların vardığı sonuçlar şu şekildedir: ısı banyoları ve öncül

yüklemeler tam seramik kronların direncini belirgin biçimde azaltmaktadır. Tam seramik kronlar ve metal destekli seramik kronlar arasında belirgin bir direnç farkı bulunmamaktadır. Tam seramik kronlar anterior dişler için uygundur. Ancak rutin klinik kullanımlarının sağlanması için birçok araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmalıdır (Strub ve Beschmidt, 1998).

Bilindiği gibi titanyum ve freze seramik destekler implantlarla beraber kullanılabilir. Tam seramik kronların implant destekler (abutment) üzerindeki dirençlerinin incelendiği bir başka çalışmada araştırmacılar implant destekleri üzerine In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), Celay feldispatik (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ve metal destekli kronları simante etmişlerdir. 0° ve 45° açı ile kuvvet uygulanmıştır. Kuvvet uygulama ucu 10 mm çapa sahiptir ve kalay folyo kullanılmıştır. Kırılana dek yükleme yapılan kronlardan alınan sonuçlara göre: Implant üzeri kronlar, dik yüklemelere karşı, 45° açılı yüklemelere nazaran daha dirençlidirler. Metal seramik kronlar titanyum desteklerle diğer tüm gruplara göre yüksek değerler oluşturmuşlardır. Implant destek tipi ve tam seramik kron tipi 45° açılma karşısında belirgin bir farklılık oluşturmamıştır. Titanyum destekler üzerinde, üç kron tipi arasında belirgin bir farklılık oluşmamıştır (Cho ve ark., 2002).

Mirage II fiber seramik (Chameleon, Kansas City, USA) ürünü ile adesiv köprüler konusunda çalışan bir grup araştırmacı restorasyonların preparasyon özellikleri ve yapıştırma tekniklerine göre dayanıklılıklarını değerlendirmişlerdir. Bir maksiller keser dişin eksik olduğu kabul edilerek hazırlanan sistemde gerçek insan dişleri kullanılmıştır. Gruplar şu şekildedir: Sadece asitle pürüzlendime, lingual yüzden frezlerle 0.5 mm aşındırma, hem lingual hem mesial yüzden 0.5mm aşındırma, 1 mm derinliğinde kutu preparasyonu ve metal seramik adesiv köprü, 1 mm'lik kutu preparasyonu ve labial yüzde 0.5 mm laminate restorasyonu. Simantasyon ajanı Mirage dual cure rezin simandır (Chameleon Dental Products). 30 saniye % 37 fosforik asit ile pürüzlendirilen dişlere uygulanmıştır. Hazırlanan adesiv köprüler 4 mm çelik bilya ile gövde seramiğinden kuvvete maruz bırakılmıştır. Ara akrilik tabla kuvvetin gövde üzerinde tam olarak dağıtılmasını sağlamaktadır. Sonuç değerlere

göre metal destekli adeziv köprü 961 N direnç göstermiştir. Diğer grupların değerleri 650 N ve 710 N arasında değişmektedir (Moore ve ark., 1989).

In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ve VitaDur Alpha (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) seramik sistemlerinin çeşitli simanlar eşliğinde mekanik dirençlerini karşılaştıran araştırmacılar 50 adet maksiller premolar çekilmiş diş kullanmışlardır. Çalışmanın temeli; siman çeşitlerinin seramik sistemlerini ne derece etkilediğini bulmaktır. Eşit boyutlu diş preparasyonu sağlanmıştır. 2 seramik sisteminden 5 adet siman türü ile toplam 50 adet örnek hazırlanarak, 37°C, % 0.8 NaCl solusyonunda iki ay bekletilmişlerdir. Bekletilme neticesinde kırılmayan örnekler Instron cihazında direnç testine tabi tutulmuşlardır. Kuvvet uygulama ucu 3mm çapındadır ve premolar kronlara okluzal yüzden dik olarak yükleme yapılmaktadır. Sonuç verilere göre: In-Ceram kronlar her siman tipinde yüksek değerler oluşturmuştur. Siman tipleri tam seramik kronların direncini etkileyebilir (Leevailoj ve ark., 1998).

Çelik day üzerinde Cerestore (Ceramco , Inc., Johnson &Johnson Co., E. Windsor, N.J.), Vitadur-N (Vident, Baldwin Park, Calif.) ve Dicor (Dentsply/York Division, York, Pa.) kronları karşılaştıran araştırmacılar, 4.5 mm çaplı kırıcı uç kullanmışlardır. Restorasyonlara insizal kenardan 2 mm uzaklıkta palatal yüzden 30° açı ile kuvvet uygulanmıştır. Simantasyon aşamasında çinko fosfat simanı tercih edilmiştir. Kronların kırma aşamaları Instron test makinasında gerçekleştirilmiştir. Cihazın hızı 0.5mm/dakikadır. Elde edilen direnç verilerine göre şu sonuçlar belirtilebilir: Cerestore (alumina kor yapı) ve Dicor (dökülebilir cam seramik), günümüz alüminos seramik kronlardan (Vitadur-N) daha dirençli değildirlir. Cerestore ve alüminos seramikler yapısal gözenekler, poröziteler taşısalar da Dicor kronlarda bu düzensizliklere rastlanmamaktadır. Dicor sistemi Cerestore sistemine göre daha teknik hassasiyet gerektirmektedir. Her iki sisteminde laboratuar aşamaları vakit alan hassas çalışmalardır. Cerestore sisteminin aşırı hacimsel genişleme gösteren epoksi day maddesi ana modele uyum problemleri doğurmuştur (Dickinson ve ark., 1989).

Vita-Dur (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), IPS Empress (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) ve Dicor (Dentsply/York Division, York, Pa.) sistemlerini sığır dişleri üzerinde değerlendiren araştırmacılar akrilik rezin kalıplar kullanarak tam seramik kron örnekleri üretmişleridir. 10° açılı, 10,000 öncül 300 N'luk kuvvet ardından mekanik direnç testine tabi tutulan kronlar, 4.8 mm çaplı çelik bilya ile kuvvete maruz bırakılmışlardır. Alwetron Tip F1000 (Sweden) mekanik test cihazı 0.255 mm/dak. hızda çalıştırılmıştır. Elde edilen direnç bulgularına göre; Vita-Dur 770 N, In-Ceram 1060 N, Dicor 840, IPS Empress 891 N direnç göstermişlerdir (Yoshinari ve Derand 1994).

1.12 Tam Seramik Kronların Simantasyonu

Tam seramik kronların mekanik dirençleri kullanılan siman türüyle de ilişkilidir. Zira kron iç yüzeyinde başlayan kırıkların simantasyon ajanı tarafından engellenmesi mümkündür. Gelişmiş rezin esaslı simantasyon maddelerinin kronların direncini artırdığı birçok çalışmada ispatlanmıştır. Hem dentine hem seramik restorasyon iç yüzeyine yapışabilen simanlar, tam seramik kron sistemi üreticileri tarafından da önerilen siman türleridir (Burke ve Watts, 1994).

Metal desteğinden yoksun tam seramik kronların mekanik olarak daha zayıf yapıları artık kesin kabul görmüş bir gerçektir. Tam seramik kronların simantasyonunda eğer geleneksel simanlar kullanılırsa, sınırlı direnç daha da düşebilir. Geleneksel olarak isimlendirilen simanlar çinko fosfat, polikarboksilat ve cam iyonomer simanlardır. Dicor tam seramik kronlar geleneksel çinko fosfat ile yapıştırıldıklarında üç yıl sonunda % 35.5 klinik başarıları rapor edilmiştir. Bir başka araştırmacı ise başarı oranının % 64 olduğunu savunmaktadır (Thompson ve ark., 1998).

Rezin simanların kullanılması tam seramik kronların klinik başarısını güçlendirmektedir. Hatta rezin simanla yapıştırılan kronlarda siman seramik ara yüzünün, doğal dentin mine ara yüzüne benzediği iddia edilmektedir. Bazı

araştırmacılar cam seramik kronları, çinko fosfat ve rezin simanla yapıştırarak direnç testlerine tabi tutmuşlardır. Sonuç; rezin siman, çinko fosfat simana göre, direnci, belirgin olarak artırmıştır. Başka bir araştırmacı grubu rezin siman ve cam iyonomer simanlarının, tam seramik kronların direncine etkilerini incelemişlerdir. Resin simanın cam iyonomer simandan daha yüksek değerler oluşturduğunu ve bu değerlerin doğal diş direncine yakın olduğunu gözlemlemişlerdir (Thompson ve ark., 1998).

Tam seramik kronların rezin simanlarla yapıştırılması tavsiye edilmektedir. Son yıllarda gncelleşen gelişmiş simantasyon sistemleri belki de rezin simanlardan daha üstün klinik sonuçlar oluşturabilir. Gelişmiş simantasyon sistemlerinde yüzey özelliklerini değiştirici, geliştirici uygulamalar yapılmaktadır. Rocatec (3M, United Kingdom) sistemi yüzey geliştirici bir sistem olarak piyasada bulunmaktadır. Tam seramik kronların özellikle zirkonia kor i yüzeyinin Rocatec sistemi ile düzenlenmesi ve rezin siman uygulanması tavsiye edilebilir. Zirkonya seramik disk yüzeylerine Rocatec sistemini uygulayarak kompozit rezin dolu tüpleri yapıştıran araştırmacılar, simantasyon etkinliğini, 37 C de bekletme ve 37500 adet 5-55C termal banyo döngüsü sonrası ölçmüşlerdir. Rocatec sistemi uygulanmış zirkonia seramik disklerde en dirençli siman Panavia F adeziv rezinidir (Kuraray Co, Ltd, Osaka, Japan). Targis Link (Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) ve Compolute kompozit rezin birlikteliği de yeterli direnç oluşturmaktadır. Bununla beraber hangi sistem olursa olsun nemli sıcak bekletme ve termal şoklama işlemleri kompozit siman-seramik bağlantısını zayıflatmaktadır (Wegner ve ark., 2002).

Resin simanların, seramik yüzeyleri ıslatabilme kabiliyetleri tam seramik kron restorasyonların direncini etkileyebilecek bir husustur. Tam seramiklerin, simantasyon yüzeyi çatlaklarını durdurarak restorasyonlara direnç sağlayan resin simanlar ıslatabilme özellikleri açısından da geliştirilebilirler. Resin simanların seramik yüzeye daha sıkı tutunabilmesi seramik yüzeyinin pürüzlülüğüne de bağlıdır. Özellikle kumlama ve asit ile pürüzlendirme işlemlerinin beraber kullanılması daha olumlu sonuçlar doğurur. Seramik yüzeyindeki çok derin çukur ve tümseklerin resin

tarafından doldurulması zordur. Aşırı pürüzlendirme yerine daha sıg ve düzenli pürüzlendirme daha olumlu klinik sonuçlar doğuracaktır (Oh ve ark., 2002).

Her ne kadar rezin simanların tercih edilmesi önerilse de klinisyenler tam seramik kronları, inleyleri cam iyonomer simanlarla veya rezin modifiye cam iyonomer simanlarla yapıştırmaya devam etmektedirler. 79 Empress inley restorasyonu ağız ortamında 2 yıl süre inceleyen araştırmacılar hem rezin siman Panavia 21'i (Kuraray Co, Ltd, Osaka, Japan) hem de rezin modifiye cam iyonomer siman Fuji Plus'ı (GC Dental Industrial Corp, Tokyo, Japan) seramik inleyler için önermektedirler. Dentin ve minenin durumunu, inley sonlanmalarındaki girintileri, renklemeyi ve yüzey pürüzlülüğünü de gözlemleyerek puanlandıran araştırmacılar klinik kullanım amacıyla bu simanları da tavsiye etmektedirler (Van Dijken ve ark., 1999).

Bir çalışmada, 37°C, % 0.8 NaCl solusyonunda, iki ay bekletilme aşamasında, flor salınımlı rezin siman Advance ürününün, örneklerin kırılmasına neden olduğu rapor edilmiştir. 3 adet In-Ceram (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) ve 10 adet seramik jaket kron örneklerinin tümü bu siman nedeniyle kırılmışlardır (Leevailoj ve ark., 1998).

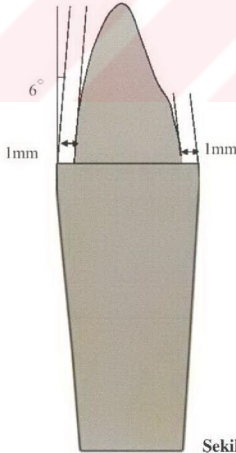
2. GEREÇ YÖNTEM

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı'nda yapılmıştır. Çalışmada kullanılan örneklerin hazırlanmasında ve deneylerin gerçekleştirilmesinde anabilim dalımız Seramik ve Biyomateryal Araştırma Laboratuvar'ında mevcut teknik ekipman kullanılmıştır.

2.1 Doğal Dişi Temsil Eden Dayların Hazırlanması

Doğal dişi yansıtacak metal dayların yapımı amacıyla diş preparasyonu tamamlanmış ve boyut olarak Wheeler'ın (1974) belirttiği ölçüleri esas alan maksiller 1. keser dişi temsil eden mum örnek döküm mumu kullanılarak şekillendirildi. Preparasyon özellikleri; 1mm dentin tarafında yuvarlatılmış bizotajsız omuz tarzı kenar sonlanma (shoulder), 6° preparasyon diyeti kesici kenar daralma açısı, 2 mm insizal, 1.5 mm aksiyal redüksiyon olacak şekilde ayarlandı (Şekil 2.1).

Belirtilen ölçülerle kron restorasyonuna hazırlanan mum day kök formunu da içermektedir. Mum daydan silikon esaslı ölçü (Cavex StabiSil Putty ve Wash, Cavex,



Resim 2.1. Prepare edilmiş santral dişi yansıtan metal day

Şekil 2.1. Santral dişi yansıtan dayın preparasyon özellikleri

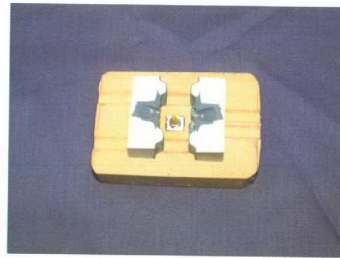
Haarlem, Holland) maddesi ile ölçüsü alınarak 12 adet çoğaltıldı, mum örnekler manşete alınarak seramik alt yapı metal alaşımı (Crystalloy, Sun Dental, Bulgaria) ile üreticisinin önerdiği şekilde dökümleri yapıldı. Dökümden çıkan daylar düzeltme, tesviye ve parlatma işlemleri ile bitirildi (Resim 2.1).

12 adet metal diş modellerinin taşıyıcı tablası kök formlarına uyacak şekilde aynı metal alaşımı ile elde edildi. Tesviye ve bitirme işlemleri uygulandı. Taşıyıcı tabla sert alçıdan hazırlanan bir kaideye yerleştirildi. Sert alçı kaide üzerinde daha sonra hazırlanacak şeffaf akrilik rezin indeksleri sabitlemek amacıyla girintiler oluşturuldu.

Metal diş modeli üzerine, siman aralığını temin edecek 2 kat 'die spacer' uygulandı. Bu uygulamadan sonra presleme tekniği ile elde edilecek seramiklerin kor yapı mum örneği 0.8 mm kalınlığında, eriyen muma daldırma yöntemi ile, Hotty cihazında (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) hazırlandı. Standart kor yapıların elde edilmesi için, hazırlanan master mum örneğinin silikon esaslı ölçü maddeleri ile (Cavex StabiSil Putty ve Wash, Cavex, Haarlem, Holland) ölçüsü alındı. Alınan bu ölçü maket bıçağı kullanılarak düzgün kesi hatları ile 2 parçaya ayrıldı (Resim 2.2-2.3). Mum örneğinin çoğaltılması için hazırlanan bu silikon indeks parçaları muflaya alındı ve ısı ile polimerize olan şeffaf akrilik rezin (Rodex-Rodont, Milano, Italy) ile üretildi (Resim 2.4-2.5). Üretilen şeffaf indeks mum kor yapıların eşit boyutlu çoğaltılmasını sağlamak amacıyla hazırlandı ve bu yolla toplam 36 adet mum kor yapı 0.8 mm kalınlığında elde edildi.



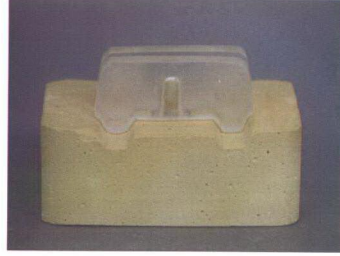
Resim 2.2 Standart kronların yapımı için hazırlanan silikon indeks



Resim 2.3 Silikon indeksin üstten görünümü



Resim 2.4 Şeffaf akrilik indeks



Resim 2.5 Şeffaf akrilik indeks

Çalışmada bulunan tüm grupların maksiller 1. keser diş kronu şeklinde boyama yöntemi ile bitirilmesi için tam kronu yansıtan bir master mum model şekillendirildi. Örnek keser dişi tam olarak temsil eden bu mum örnek ve metal day kullanılarak daha önce anlatılan yöntemle yeni bir akrilik rezin indeks daha hazırlandı. Bu akrilik indeks kullanılarak toplam 36 adet tam kron mum örneği indeks yardımıyla eşit boyutta şekillendirildi. Mum olarak elde edilmiş kronlar ve kor yapılar tam seramik kron sistem üreticilerinin tavsiye ettiği laboratuvar aşamalarına uygun şekilde üçerli gruplar halinde manşete alındı (Resim 2.6-2.9).



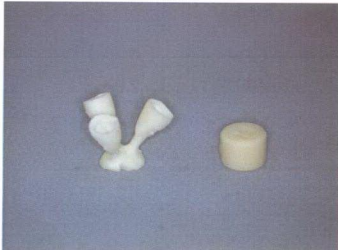
Resim 2.6 Hazırlanan mum kopingler



Resim 2.7 Tijlenmiş mum örnekler



Resim 2.8 Manşete alınmış örnekler



Resim 2.9 Manşetten çıkarılmış Empress 2 kopingler

2.2 Kron Örneklerinin Hazırlanması



Resim 2.10 IPS Empress EP 500 fırını

2.2.1 IPS Empress 1 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)

12 adet tam kron mum örnek üreticinin sağladığı manşet kalıbına üzerli gruplar halinde bağlandı. Tijleme işlemi kronların insizal kısımlarına yapıştırılan 2.5 mm çaplı tij mumlarıyla sağlandı ve yüzey geriliminin azaltılması için metil alkol kullanıldı. Üreticinin tavsiye ettiği IPS Empress 2 speed revetmanı özel likidi ve distile su ile belirli oranlarda vakum cihazında (Bego Motova SL, Bego, Bremen, Germany) karıştırılarak manşet kalıbına vibratör (Bego Vibrobaby,

Bego, Bremen, Germany) eşliğinde döküldü. Revetmanın 1 saat donma süresi sonunda manşet kalıbından ayrılan revetman kalıp ufak düzeltmelerden sonra 850 °C a kadar ısıtılmış olan ön ısıtma fırınına alındı. Ön ısıtma fırınına fırın ısıtılmadan pres pistonu ve preslenecek seramik tabletleri de konuldu. Empress 1 boyama tekniği için TC1 nolu yarı translusent tabletler çalışma için seçildi. Manşet fırın içerisinde başaşağı ve eğik durumda olacak şekilde yerleştirildi. Bir saatlik süre sonunda manşet ön ısıtma fırınından özel maşası ile alınarak içerisine seramik tablet ve pistonu yerleştirildi. Seramik tablet ve pistonu taşıyan manşet pres fırını IPS Empress Ivoclar EP 500 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) içerisine konuldu (Resim 2.10). Empress 1 için belirlenmiş bir program dahilinde çalışan fırın presleme işlemini tamamladıktan sonra manşet dışarı alındı ve soğumaya bırakıldı. Çalışmamızda kullanılan presleme seramiklerinin fırınlama programları Tablo 2.1 de gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Çalışmamızda kullanılan presleme seramiklerinin presleme fırınlama programları

	IPS Empress 1	IPS Empress 2	Creapress Tabakalama	Creapress Boyama	Finesse All Ceramic Tabakalama	Finesse All Ceramic Boyama
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	700	700	700	700	700	700
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	60	60	60	60	60	60
Presleme ısısı (°C) (Pressing temperature)	1075	920	950	950	930	930
Presleme süresi (dakika) (Pressing time)			2	2	7	7
Tekrar presleme süresi (dakika) (Re- press time)					3	3
Bekleme süresi (dakika) (Holding time)	20	20	20	20	20	20
Basınç (bar)	5	5	4.5-5	4.5-5	5	5
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	500	500	500	500	500	500
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	1075	920	950	950	930	930

Manşetlerin açılması kumlama yoluyla sağlandı 125 µm alüminyum oksit tozu ilk etapta 4 bar basınçla manşet üzerine püskürtüldü. Seramik örneklerle yaklaşıldığında basınç 2,5 bara düşürüldü ve 50 µm'lik alüminyum oksit kumu kullanıldı. Tijlerin elmas diskle kesilmesinin ardından elmas frezlerle tij başlangıçlarının her örnekte eşit tesviyesi sağlanmaya çalışıldı. Bu aşındırmalar sırasında standart kron kalınlığını korumak için aralıklarla kron kumpası kullanılarak kontroller yapıldı. Bu arada her

kronun kendine ait olan metal daya uyumu kontrol edilerek varsa temas noktaları uyum kontrol boyaması ile (HiSite indicating medium, Ultradent, USA) tesbit edilerek rahatlatıldı. Diş modelleri üzerinde kontrolü yapılan kronlar A2 renginin temin edilmesi amacıyla boyandı. Boyama, IPS Empress 130 no'lu shade ürünü ile Ivoclar Programat P20 fırınında tavsiye edilen ısı ve sürelerde gerçekleştirildi. Aynı fırında sırlama (glaze) işlemi de uygulandı. Empress 1 fırınlama programları Tablo 2.2 de gösterilmiştir. Elde edilen kronlar simantasyon aşamasına kadar köpük ambalaj kutusu içinde oda sıcaklığında saklandı.

Tablo 2.2 Empress 1 fırınlama programları

EMPRESS I Fırınlama Programı	Boyama Fırınlaması	Sırlama (Glaze) Fırınlaması
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	403	403
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	60	60
Isı (°C)	850	800
Kurutma süresi (dakika) (Closing time)	4	6
Yüksek ısıda bekleme süresi (dakika) (Holding time)	2	2
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	580	450
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	849	799

2.2.2 IPS Empress 2 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein)

Mum olarak hazırlanmış 12 adet 0.8 mm kalınlığındaki kor yapılar (Resim 2.6) IPS Empress tam kronlardakine benzer şekilde, aynı yöntem ve ürünlerle manşete alındı. Üreticisinin önerisi doğrultusunda ön ısıtma işleminde Empress 2 seramik tabletleri ön ısıtma fırınına konulmadı. 1 saatlik ön ısıtmanın ardından seramik tableti ve pistonu yerleştirilen manşet farklı bir programla (Tablo 2.1) IPS Empress Ivoclar EP 500 fırını içerisine konuldu. A2 rengin elde edilebilmesi için önerilen seramik tablet IPS Empress 100 şeklinde isimlendirilmiştir. Pres ve soğuma aşamalarının ardından manşetler kumlanarak örnekler çıkarıldı. Tijlerin kesilmesi ve kor üzerindeki kalıntıların düzeltilmesinin ardından ultrasonik asit banyosuna geçildi. IPS Empress



Resim 2.11 Ivoclar Programat P20 fırını

Invex likidi içerisinde 10 dak. ultrasonik banyoda kalan kor yapılar yıkanıp kurutulduktan sonra tekrar kumlandı. Metal destekli seramiklerin metal alt yapısına benzer şekilli kor yapılar artık tabakalama seramiğine hazır hale gelmiş oldu. Tabakalama işleminin ilk etabı baz fırınlama (foundation firing) işlemidir. Uygun renkte seçilmiş dentin seramik tozu (Empress 2 130 dentin) ile

kariştirilen seramik likidi kor yapıların üzerine ince bir tabaka sürülerek belirtilen ısılarda Ivoclar Programat P20 fırınında pişirildi (Resim 2.11). Baz fırınlama üzerine uygulanan dentin seramiğinin her örnekte eşit boyutlu olması mum örneklerin yapımında da kullanılan şeffaf akrilik rezin indekslerle sağlandı. İki adet dentin fırınlama aşaması dentin seramiğinin kaynaşma büzüşmesinin tolere edilmesi amacıyla uygulandı. A2 renginin Empress sistemindeki karşılığı olan 130 nolu dentin tozu ile dentin fırınlamaları biten örnekler glaze işlemine tabi tutuldu. Glaze sırlama işlemi için üreticinin sağladığı IPS Empress 2 glazing ürünü kullanıldı. Uyum kontrolleri yapılan örnekler köpük ambalaj kutusu içinde oda sıcaklığında saklandı.

Tablo 2.3 Empress 2 fırınlama programları

EMPRESS II Fırınlama Programı	Baz fırınlama (Foundation firing)	Dentin fırınlamaları (Main firings)	Sırlama (Glaze) Fırınlaması
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	403	403	403
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	60	60	60
Isı (°C)	800	800	770
Kurutma süresi (dakika) (Closing time)	6	6	6
Yüksek ısıda bekleme süresi (dakika) (Holding time)	1	2	2
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	450	450	450
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	799	799	769

2.2.3 Creapress Boyama (Creation Willi Geller, Meiningen, Austria)

IPS Empress sistemine benzer şekilde 12 adet tam kron mum örnek manşete alındı. Revetman olarak, IPS Empress sisteminde kullanılan revatman kullanıldı. Üreticisinin önerisi doğrultusunda Creapress sisteminde seramik tabletler ön ısıtma fırınına konulmadı. Ön ısıtma fırınından alınan manşet içerisine seramik tablet (ingot) ve piston yerleştirildi. Seramik tablet Creapress D-A2 kodlu tablettir. Manşet bu şekilde IPS Empress Ivoclar EP 500 pres fırını içerisine alındı. Pres fırını üreticinin tavsiye ettiği ısı, vakum ve zaman değerleri dahilinde yeni bir programla çalıştırıldı (Tablo 2.1). Soğumanın ardından IPS Empress sistemi gibi manşetler kumlama ile açıldı. Tijlerin kesimi ve düzeltmeler ardından A2 rengine elde edilen tam kronlar glaze aşamasına hazır hale getirildi. Creation LF glaze ürünü tam kron örneklerin sırlanması için kullanıldı. Sırlama işlemi üreticinin tavsiye ettiği ısı ve zaman değerleri dahilinde Ivoclar Programat P20 seramik fırınında yapıldı. Kontrolleri yapılan örnekler köpük ambalaj kutu içerisinde saklandı.

Tablo 2.4 Creapress boyama fırınlama programları

CREAPRESS BOYAMA	Boyama Fırınlanması	Sırlama (Glaze) Fırınlanması
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	450	450
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	45	45
Isı (°C)	750	750
Kurutma süresi (dakika) (Closing time)	4	4
Yüksek ısıda bekletme süresi (dakika) (Holding time)	1	1
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	Yok	470
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	Yok	749

2.2.4 Creapress Tabakalama (Creation Willi Geller, Meiningen, Austria)

Şeffaf akrilik indeksle hazırlanmış olan 12 adet mum kor yapı presleme yöntemi ile seramik olarak elde edilmiştir. IPS Empress 2 sistemindeki tüm aşamalar burada da uygulanmıştır ancak üreticinin belirttiği ısı değerleri press fırınına kaydedilmiştir. Creapress D-A2 kodlu ingot rengi uygun olduğundan firmanın önerileri doğrultusunda boyama ve tabakalama tekniklerinin her ikisinde de kullanılabilir. Pres işlemi sonucunda elde edilen kor seramikler düzeltme işlemlerinin ardından IPS Empress 2 sisteminde olduğu gibi tabakalama aşamasına alınmıştır. Creation LF D A2 kodlu dentin tozu kendi likidi ile tabakalama işleminde kullanılmıştır. Tabakalama işlemi iki adet dentin fırınlama etaplarından oluşmaktadır. Şeffaf akrilik rezin indeksler kronların 12 örnekte de aynı boyutlarda temin edilmesi için kullanıldı. Dentin fırınlama aşamaları bittiğinde kronlar sırlama işlemine tabi tutuldu. Creapress boyama tekniği ile aynı glaze tozu (Creation LF glaze) kullanıldı. Kontrollerin ardından 12 adet kron köpük ambalaj kutu içerisinde saklandı.

Tablo 2.5 Creapress tabakalama fırınlama programları

CREAPRESS TABAKALAMA	Dentin fırınlamaları (Main firings)	Sırlama (Glaze) Fırınlaması
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	450	450
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	45	45
Isı (°C)	770, 2.fınlama 760	750
Kurutma süresi (dakika) (Closing time)	6	4
Yüksek ısıda bekletme süresi (dakika) (Holding time)	1	1
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	450	470
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	770, 2.fınlama 760	749

2.2.5 Finesse Boyama (Dentsply, York, USA)

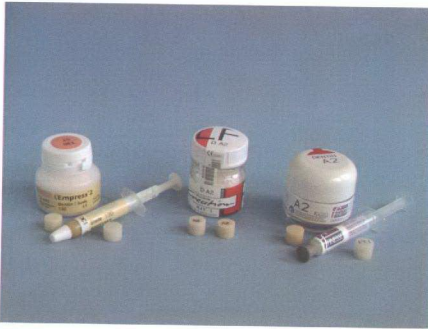
IPS Empress sistemine benzer şekilde tam kronlar elde edildi. Maşete alma işleminde üreticinin önerdiği Finesse All-Ceramic revetman ürünü kullanılmıştır. Presleme fırınlanması üreticinin tavsiye ettiği ısı ve sürelerde gerçekleştirilmiştir (Tablo 2.2) . A2 renginin elde edilmesi amacı ile Finesse All-Ceramic FT1 kodlu seramik tablet (ingot) kullanılmıştır. Seramik tabletlerin ön ısıtma fırınına konması tavsiye edilmemektedir. Ön ısıtma fırınında 850 °C da 1 saat bekleyen maşetler IPS Empress Ivoclar EP 500 pres fırınına alındı. Bu seramik sistemine uygun fırın değerleri ile yeni bir program oluşturuldu. Soğuyan maşetler kumlama ile açıldı ve son kumlama 50 µm alüminyum oksit tozu ile yapıldı. Tijlerin kesimi ve düzeltmeler ardından 12 adet tam kron örnek boyama işlemine tabi tutuldu. Finesse All-Ceramic shade stain, light ürünü ile iki kez boyanan kronlar sırlama işlemine tabi tutuldu. Tamamlanan kronlar köpük ambalaj kutu içerisinde saklandı.

Tablo 2.6 Finesse All-Ceramic boyama fırınlama programları

FINESSE BOYAMA	Boyama Fırınlanması	Sırlama (Glaze) Fırınlanması
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	450	450
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	100	70
Isı (°C)	770	710
Kurutma süresi (dakika) (Closing time)	5	3
Yüksek ısıda bekleme süresi (dakika) (Holding time)	0	0
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	Yok	Yok
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	Yok	Yok

2.2.6 Finesse Tabakalama (Dentsply, York, USA)

Şeffef akrilik rezin indeks yardımıyla hazırlanmış 12 adet tam kron mum yapılar maşete bağlandı. Üretici tabakalama tekniğinde sadece mine seramik bölümünün



Resim 2.12 Çalışmada kullanılan enjeksiyon seramik sistemleri

ilave edilebileceğini belirtmektedir. Sadece ince bir kor yapısı preslemek yerine restorasyonun arzu edilen bölümü kadar pres seramik alt yapı elde edilebileceği tavsiye edilmektedir. Çalışmamızda sadece dentin tabakasını esas aldığımız için Finesse tabakalama tekniğinde kronları tam olarak elde etmeyi uygun gördük. Finesse All-

Ceramic revetmen tozu ve likidi manşetlere tavsiye edilen oranlarda karıştırılarak döküldü. Belirli süre zarfında ön ısıtma fırınında kalan manşetler, pres fırınına alındı. Üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda tabakalama tekniği için önerilen Finesse All-Ceramic shade ingot (seramik tablet) A2 tercih edildi. Seramik tablet ön ısıtma fırınına konulmadı. IPS Empress Ivoclar EP 500 pres fırını önerilen program dahilinde çalıştırıldı. Pres aşaması bitiren manşetler soğumanın ardından kumlandı. Son kumlama 50µm kum ile yapıldı. Finesse glaze ürünü ile glaze fırınlaması yapıldı. Hazır hale gelen kronlar köpük ambalaj kutu içerisinde saklandı. Çalışmamızda kullanılan seramik materyalleri toplu olarak Resim 2.12 de görülmektedir.

Tablo 2.7 Finesse All-Ceramic tabakalama fırınlama programları

FINESSE TABAKALAMA	Dentin fırınlamaları (Main firings)	Sırlama (Glaze) Fırınlaması
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	450	450
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	35	70
Isı (°C)	760, 2.fınlama 750	710
Kurutma süresi (dakika) (Closing time)	5	3
Yüksek ısıda bekleme süresi (dakika) (Holding time)	0	0
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	450	
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	760, 2.fınlama 750	

2.2.7 Metal Destekli Kronlar

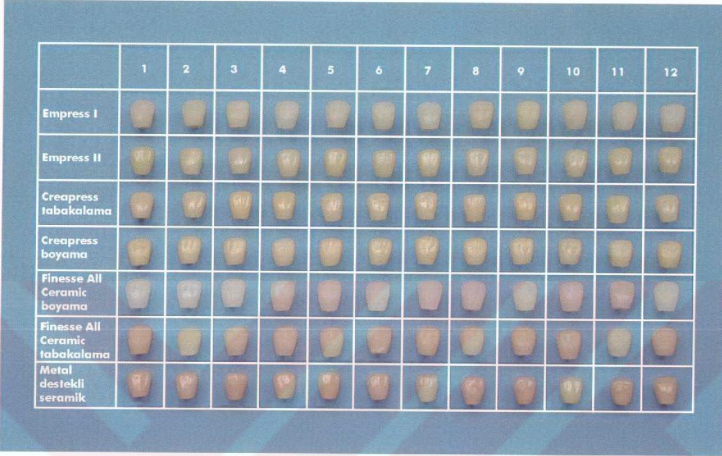
Metal diş modeline 2 tabaka 'die spacer' (siman aralığını oluşturan boya) uygulandı ve 0.5mm kalınlığında mum, metal dişlerin kron bölümüne kaplandı. Mum tabakasının eşit kalınlıkta sağlanması için elektrikli mum eritici havuzu (Hotty) kullanıldı ve kron kumpası ile mum kalınlıkları kontrol edildi. 12 adet 0.5 mm kalınlığında elde edilen mum alt yapılar, seramik metal alt yapı alaşımı (Kera-N, Eisenbacher Dentalwaren ED GmbH, Germany) ile üreticisinin önerdiği şekilde döküldü. Kuşlama ve degassing (metal oksitleme fırınlaması) uygulanan metal alt yapılar seramik uygulanma aşamasına alındı. Finesse (opaceous dentin) A2 opak dentin (Dentsply, York, USA) ürünü ile metal alt yapılar maskelendi. Finesse dentin A2 (Dentsply, York, USA) tozu ve likidi şeffaf akrilik rezin indeks yardımı ile uygulandı. İki adet dentin fırınlama aşamasından geçen kronlar Finesse glaze (Dentsply, York, USA) ile bitirildi. Hazır hale gelen kronlar köpük ambalaj kutu içerisinde saklandı.

Tablo 2.8 Finesse Metal-Ceramic fırınlama programları

METAL DESTEKLI FINESSE	Pasta opak fırınlaması	Dentin fırınlamaları (Main firings)	Sırlama (Glaze) Fırınlaması
Bekleme ısısı (°C) (Stand by temperature)	450	450	450
Isı artışı (°C/dak) (Heat rate)	90	35	70
Isı (°C)	790	760, 2. fırılama 750	710
Kurutma süresi (dakika) (Closing time)	5	5	3
Yüksek ısıda bekletme süresi (dakika) (Holding time)	0	0	0
Vakum başlangıç ısısı (°C) (Vacuum on)	450	450	
Vakum sonlanma ısısı (°C)(Vacuum off)	790	760, 2. fırılama 750	

2.3 Kron Örneklerinin Simantasyonu

2.3.1 Tam Seramik Kronların Simantasyonu



Resim 2.13 Örnekler toplu halde



Resim 2.14 Simante edilmiş tam seramik kron

Metal destekli kronlar hariç, diğer tüm kronlara üreticilerin tavsiye ettiği adesiv teknik simantasyon uygulandı. Kron restorasyonlarının iç yüzeyleri Pulpdent® Porcelain Etch Gel 9.6% (hidroflorik asit) (Pulpdent Corporation, Watertown, USA) ürünü ile pürüzlendirildi. İşlem 2 dakika asitleme ve su, buhar temizliği (Bego Triton SLA, Bego, Bremen, Germany) ile

devam etti. 12 adet metal diş modeli üzerine üçerli gruplar halinde yapıştırılacak kronların simantasyonunda Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) rezin simanı üreticisinin talimatlarına uygun şekilde kullanıldı. Simantasyon üçerli gruplar halinde 5kg yük altında gerçekleştirildi (Resim 2.15). Kronlara yük itikalinin düzenli olması için kuvvet uygulayan uç bölüme silikon esaslı ölçü

maddesi yerleştirildi. 5kg yük altında bulunan kronlara Hilux ışık cihazı (Benlioğlu Dental Inc., Ankara, Türkiye) vasıtasıyla ışık gönderildi. Polimerizasyon için her bir krona palatal ve lingual yüzeylerden, ayrı ayrı 40'ar saniye ışık uygulandı. Metal diş modeli üzerinde simantasyonu biten her 12 kron renk ölçümü ardından 37°C distile su içerisinde 24 saat bekletildi.

2.3.2 Metal Destekli Kronların Simantasyonu

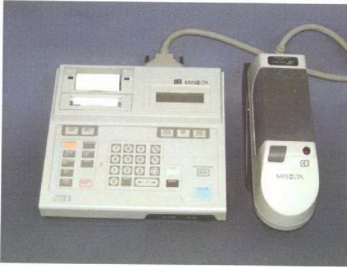


Resim 2.15 Simantasyonda kullanılan düzenek

Fosfat siman (Phosphate Cement, Heraeus Kulzer, Dormagen, Germany) tavsiye edilen toz ve likit oranlarında karıştırılmıştır. Üçerli kron grupları toplam 5 kg yük altında bırakılmıştır. 10 dakika simantasyon süresi beklenmiştir. 12 kron renk ölçümü ardından 37°C distile su içerisinde 24 saat bekletilmiştir.

2.4 Kron Örneklerinin Renk Ölçümleri

Simantasyonu biten her 12 örnek renk ölçüm işlemine tabi tutuldu. Minolta CR 321 (Minolta C., Ltd. Radiometric Instruments Operations, Osaka, Japan) kromametri kullanıldı (Resim 2.18). Örnekler için öncelikle taşıyıcı bir matris hazırlandı.

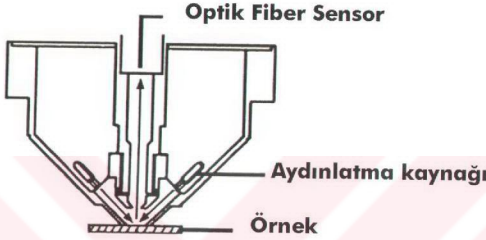


Resim 2.16 Minolta CR 321 kromameter

Matriks, silikon esaslı ölçü maddesi (Cavex Stabil Putty, Cavex Holland BV, Haarlem, Holland) ile hazırlandı. Plastik bir kutu içerisine yerleştirilen ölçü maddesinin üzerine simante kronlar yerleştirildi. Sertleşme tamamlanmadan kromametre cihazının uç kısmı örneğin orta bölgesine bastırılarak ölçü maddesinin hem krona hem de cihaza

adapte olması temin edildi. 3mm ölçüm açıklığı olan cihazın çevresel faktörlerden etkilenmemesi sağlandı. Her Renk ölçüm aşamasından önce cihazın kalibrasyonu kontrol edildi ve kalibrasyonun kontrolü her 12 örnekten sonra tekrarlandı. Her simante kron 10 kez renk ölçümüne tabi tutulmuştur. Her ölçüm aşamasında cihazın konumu değiştirilip yeniden örnek üzerine yerleştirilmesi ile ölçümlerin tekrarlanabilirliği de göz önüne alınmıştır.

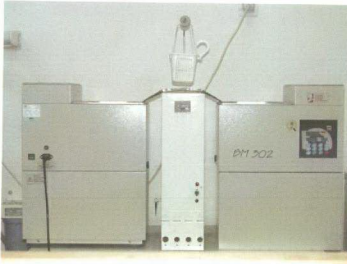
Simantasyon işlemi ardından renkleri ölçülen kronlar 37°C distile su içerisinde 24



Şekil 2.2 Renk ölçüm cihazının ölçüm ucu

saat bekletilmiştir. Daha sonra kronlar 5-55°C arasında termal siklus cihazında termal eskitme aşamasına alınmışlardır. 500 adet termal siklusun ardından her kron yeniden renk ölçümüne tabi tutulmuştur. Ölçümler her kron için 10 kez tekrarlanmıştır.

2.5 Termal Siklus Uygulaması

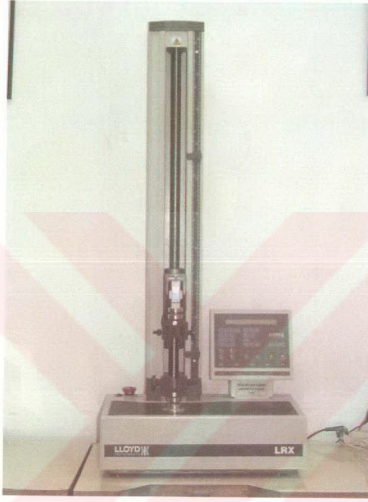


Resim 2.17 Thermal siklus cihazı

Simantasyonu tamamlanan metal model üzerindeki kronlar Thelco Model 86 (GCA precision Scientific Co., Chicago, USA) cihazında 37°C distile su içerisinde 24 saat bekletilmiştir. Kronların suya tam olarak temas etmesi sağlanmıştır. Bu işlem ardından kronlar termal eskitmeye tabi tutulmuşlardır. 5 ve 55°C daki iki adet distile su havuzu ve bu iki havuz

arasında hareket eden taşıyıcı düzenek termal eskitme sistemini oluşturmaktadır

(Resim 2.17). Taşıyıcı düzenek her havuz içinde 12 saniye bekleme işlemini otomatik olarak yapmaktadır. Üzerindeki sayaç tur sayısını belirtmektedir. 5°C distile su banyosu Nüve BS 302 (Nüve Sanayi Malzemeleri A.Ş., Ankara, Türkiye), 55°C distile su banyosu da Nüve BM 302 (Nüve Sanayi Malzemeleri A.Ş., Ankara, Türkiye) cihazlarında gerçekleştirilmiştir. Örneklerin her banyo içinde 12 saniye beklemesi sağlanmış ve 500 adet termal siklus işlemi uygulanmıştır. Termal eskitme işlemi ardından kronlar ikinci kez renk ölçümüne alınmışlardır.

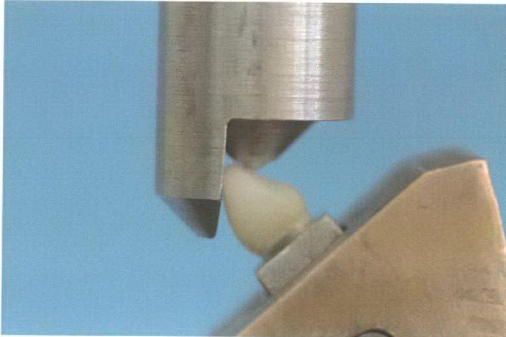


Resim 2.18 Lloyd Universal test cihazı

4 mm çelik bilya taşıyan yüklem ucu freze makinası ve tornada yapılmıştır. Yüklem ucu, kron örneklerine, 2 mm insizal kenar uzaklığında, palatal yüzde, 4 mm

2.6 Mekanik Direnç Testi

Direnç test işlemlerinde Lloyd LRX (Lloyd Instruments Ltd., Hampshire, United Kingdom) cihazı ve Nexygen 2.0 kuvvet ölçüm yazılımı kullanıldı. Metal diş modellerinin cihaza 45° açıda bağlanması freze makinasında imal edilen pirinç bir kaide ile sağlanmıştır. Cihazın hareketli üst bölümüne uyacak



Resim 2.19 Lloyd Universal test cihazında örneklerin yük uygulama konumu

aplı elik bilya ile kuvvet uygulayacak Şekilde tasarlanmıŐtır (Resim 2.20-21). elik kuvvet iletim ucunun, kron örneklerinin labialden desteklenmesini sağlayacak bir düzlemi mevcuttur.

Lloyd LRX cihazı 0.5 mm/dak hızda çalıştırılmıştır. Cihaz kronların direncini uygulanan kuvveti artırarak ölçmektedir. Kron örneklerin yük altında tümüyle kınıldığında oluşan maksimum değer ve kuvvet grafiği kaydedilmiştir.

Çalışmamızda direnç ve renk ölçümlerinden elde ettiğimiz sonuç veriler, Minitab 12.2 (Minitab Inc., USA) programı ile faktöriyel (tek yönlü) varyans analizi ve Duncan testi (Duncan Multiple Range Test) ile istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

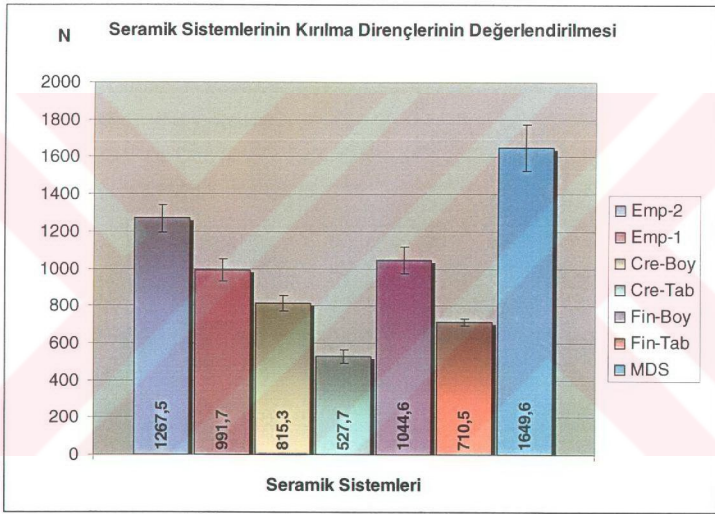
▲



3. BULGULAR

Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların kırılma dayanıklılığı ve renk stabiliteyi ile renk tutarlılıklarının karşılaştırıldığı çalışmamızın in-vitro araştırma bulguları aşağıda verilmiştir

3.1 Kırılma Direnç Test Sonuçları



Şekil 3.1 Seramik kronların kırılma direnci ortalamaları

- Emp-2: IPS EMPRES-2 Tabakalama tekniği (Layering Technique)
 Emp-1: IPS EMPRES-1 Boyama tekniği (Staining Technique)
 Cre-Boy: CREAPRES Boyama tekniği (Staining Technique)
 Cre-Tab: CREAPRES Tabakalama tekniği (Layering Technique)
 Fin-Boy: FINESSE ALL CERAMIC Boyama tekniği (Staining Technique)
 Fin-Tab: FINESSE ALL CERAMIC Tabakalama tekniği (Layering Technique)
 MDS: Metal Destekli Seramik (Finesse)

Tablo 3.1. Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların kırılma dayanıklılığı

Seramik Sistemlerinin Kırılma Dirençlerinin İstatiksel Değerlendirilmesi				
Materyal	N		(N) \bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$
Empress 2	12	B	1267,46	76,43
Empress 1	12	C	991,66	61,22
Creapress Boyama	12	CD	815,34	41,86
Creapress Tabakalama	12	E	527,67	35,53
Finesse FT1 Boyama	12	BC	1044,56	69,17
Finesse A2 Tabakalama	12	DE	710,46	18,31
Metal Destekli Seramik	12	A	1649,57	125,89
Aynı (sütunda) farklı harflerle (A,B,C) gösterilen Seramik sistemleri ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0.01)				

Tanıttıcı istatistiklerden elde edilen bilgilere göre IPS Empress 1 seramik çeşidi, IPS Empress 2'den, Creapress tabakalamadan, Finesse tabakalamadan ve metal destekli seramiklerin kırılma direnci değerlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0,01$), ancak Creapress boyama ve Finesse boyama örnekleriyle aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

IPS Empress 2 seramik çeşidi IPS Empress 1, Creapress boyama ve tabakalama, Finesse tabakalama ve metal destekli seramiklerin kırılma direnci değerlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0,01$). Finesse boyama arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Creapress tabakalama direnç sonuçlarını istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde IPS Empress 1, IPS Empress 2 , Creapress boyama, Finesse boyama, metal destekli seramik örneklerinin kırılma direnci değerlerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0,01$). Finesse tabakalama ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Creapress boyama örneklerinin direnç sonuçlarını değerlendirdiğimizde IPS Empress 2, Creapress tabakalama ve metal destekli seramik örneklerinden elde ettiğimiz sonuçlarla istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($P<0,01$). IPS Empress 1, Finesse boyama ve Finesse tabakalama arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Finesse tabakalama örneklerinin direnç sonuçlarını değerlendirdiğimizde IPS Empress 1, IPS Empress 2, Finesse boyama ve metal destekli seramik arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($P<0,01$). Creapress tabakalama, Creapress boyama arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır.

Finesse boyama örneklerinin direnç sonuçlarını istatistiksel olarak değerlendirdiğimizde, Creapress tabakalama, Finesse tabakalama ve metal destekli seramik örneklerinin direnç sonuçlarıyla aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($P<0,01$). IPS Empress 1, IPS Empress 2, Creapress boyama ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Metal destekli seramik örneklerinin direnç sonuçlarını değerlendirdiğimizde en yüksek değerler bu örneklerle elde edilmiştir. Diğer tüm seramik çeşitleriyle karşılaştırdığımızda metal destekli seramik örneklerinden elde ettiğimiz değerler istatistiksel olarak önemli derecede farklı bulunmuştur.

3.2 Kırılma tipi

Kırılma direnci testlerinden sonra örnekler incelendiğinde tam seramik kronların hemen hepsi tümüyle parçalanmış, metal destekli kronlar ise metal alt yapı ile olan bağlantı bütünlüğü bozulmaksızın kırılmışlardır.



Resim 3.1 Tam seramik kronların kırılma tipi



Resim 3.2 Metal destekli seramik kronların kırılma tipi

3.3 Renk Ölçüm Bulguları

Seramik kron restorasyonların termal siklus öncesi ve sonrası, CIE Lab kolorimetrik sisteminin L,a,b sayısal renk ölçüm verileri ve bu verilerin ΔE ortalamaları, global bir bakışla, istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildiğinde: Seramik kronların termal siklus öncesi ve sonrası yapılan kolorimetrik renk ölçümlerinden elde edilen veriler tüm renk öğelerini içerecek şekilde ΔE formülasyonu ile hesaplanmış ve her grupta bazı değişimler gözlenmiştir. Delta E verileri bunu göstermektedir. Bununla beraber seramik kron grupları arasında renk değişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. İstatistiksel değerlendirme sonucuna göre, her seramik grubu renk konusunda, aynı özellikte bir değişim göstermiştir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus öncesi ve sonrası ΔE değerlerini karşılaştırılması

Termosiklus Öncesi ve Sonrası Renk Ölçüm Farklarının Değerlendirilmesi (CIE Lab- ΔE)*			
N. 12		ΔE	
Materyal		\bar{X}	$S_{\bar{X}}$
Empress 2	AB	1,019	0,204
Empress 1	BA	1,433	0,142
Creapress Boyama	BA	0,858	0,141
Creapress Tabakalama	BA	0,671	0,101
Finesse FT1 Boyama	AB	1,513	0,334
Finesse A2 Tabakalama	AB	1,296	0,253
Metal Destekli Seramik Finesse	AB	1,235	0,300

* ΔE değerleri aşağıda tanımlanan formüle göre hesaplanmıştır. Bu formülde belirtilen $L_1 - L_2$, $a_1 - a_2$ ve $b_1 - b_2$ değerleri termal siklus öncesi ve sonrası ölçülen L,a,b değerlerini ifade etmektedir.

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

ΔE olarak hesaplanan ve rengin tüm öğelerinin birlikte farklı iki durum arasındaki değişimini ifade eden bulguların varyans analiz yöntemi ile karşılaştırılması sonucu seramik grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

CIE Lab kolorimetrik sisteminin L,a,b sayısal renk ölçüm verilerinin, delta E değeri hesaplanmadan, termal siklus öncesi ve sonrası farkları tek tek ele alındığında: L önce - L sonra farkı, seramik kron grupları arasında fark göstermemektedir. Başka bir anlatımla 'L' değerindeki termal siklus değişimi her seramik grubunda vardır ve seramik grupları arasında, bu değer açısından bir farklılık bulunmamaktadır. Bu istatistiksel değerlendirmede tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

Tablo 3.3. Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus öncesi ve sonrası L, a, b değerlerinin farklarının karşılaştırılması

Materyal	Termosiklus Öncesi ve Sonrası Renk Ölçüm Farkları Değerlendirmeleri (CIE Lab - ΔL , Δa , Δb)								
	L		a		b				
	\bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$			
Empress 2	0,595	ab	0,161	-0,180	ab	0,079	0,418	a	0,263
Empress 1	1,168	a	0,165	-0,003	ab	0,047	0,688	a	0,101
Creapress Boyama	0,090	ab	0,199	0,310	a	0,053	0,166	ab	0,180
Creapress Tabakalama	0,161	ab	0,148	-0,062	ab	0,121	-0,085	ab	0,107
Finesse FT1 Boyama	0,144	ab	0,554	0,026	ab	0,061	0,018	b	0,083
Finesse A2 Tabakalama	-0,121	ab	0,415	0,036	ab	0,044	0,316	ab	0,178
Metal Destekli Seramik Finesse	-0,242	ab	0,390	0,104	ab	0,223	-0,136	b	0,136

Aynı (sütunda) farklı harflerle (a,b,c) gösterilen Seramik sistemlerinin L, a, b renk ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.01)

'a' değerindeki termal siklus değişimi ('a' önce – 'a' sonra) her seramik grubunda vardır ve seramik grupları arasında bu değer açısından bir farklılık bulunmamaktadır.

Tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel değerlendirilme yapılmıştır.

'b' değerindeki termal siklus değişimi ('b' önce - 'b'sonra) açısından seramik grupları arasında fark vardır ve bu fark seramik grupları arasında istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0,001$). Bu istatistiksel değerlendirmede tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Duncan testi sonuçlarına göre: Empress 1, Empress 2 grupları ile Finesse FT1 boyama ve Finesse Metal destekli seramik grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($P<0,001$).

Tablo 3.4. Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus öncesi L, a, b değerlerinin karşılaştırılması

Materyal	Termosiklus Öncesi Renk Ölçüm Değerlendirmeleri (CIE Lab)								
	L			a			b		
	\bar{X}		$\pm S_{\bar{X}}$	\bar{X}		$\pm S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$	
Empress 2	60,927	b	0,263	-5,995	d	0,188	9,711	b	0,153
Empress 1	57,211	c	0,640	-4,425	cb	0,106	6,398	c	0,417
Creapress Boyama	64,618	a	0,246	-4,079	c	0,058	14,470	a	0,221
Creapress Tabakalama	64,399	a	0,349	-5,010	b	0,116	14,135	a	0,178
Finesse FT1 Boyama	52,024	d	0,667	-3,495	b	0,182	2,623	d	0,081
Finesse A2 Tabakalama	56,169	c	0,363	-3,695	b	0,073	9,537	b	0,384
Metal Destekli Seramik Finesse	60,634	b	0,441	-2,606	a	0,191	14,834	a	0,164

Aynı (sütunda) farklı harflerle (a,b,c) gösterilen Seramik sistemlerinin L, a, b renk ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,001$)

Tek yönlü varyans analizi kullanılarak CIE Lab kolorimetrik sisteminin L,a,b sayısal renk ölçüm verileri tek tek, istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, seramik gruplarının kendi aralarında termal siklus öncesi 'L' değerleri arasında fark bulunmaktadır ($P<0,001$). Aynı şekilde 'a' değerleri ve 'b' değerleri arasındaki fark da anlamlı bulunmaktadır ($P<0,001$).

Farklı grupların saptanması amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre her üç renk ögesinin (L: açıklık, koyuluk - a: yeşil, kırmızı – b: mavi, sarı) birbiri ile ilişkili olmaksızın her seramik grubunda değişik dağılımlarda bir farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 3.4).

Tablo 3.5. Farklı sistemlerle hazırlanan tam seramik kronların termal siklus sonrası L, a, b değerlerinin karşılaştırılması

Materyal	Termosiklus Sonrası Renk Ölçüm Değerlendirmeleri (CIE Lab)								
	L		a		b				
	\bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$	\bar{X}	$\pm S_{\bar{X}}$			
Empress 2	60,458	b	0,223	-5,814	d	0,185	9,293	b	0,242
Empress 1	56,043	c	0,640	-4,422	bc	0,100	5,710	c	0,384
Creapress Boyama	64,528	a	0,245	-4,389	b	0,058	14,304	a	0,151
Creapress Tabakalama	64,238	a	0,358	-4,949	bc	0,184	14,220	a	0,138
Finesse FT1 Boyama	51,880	d	0,612	-3,521	b	0,174	2,605	d	0,064
Finesse A2 Tabakalama	56,290	c	0,496	-3,730	b	0,085	9,221	b	0,284
Metal Destekli Seramik Finesse	60,876	b	0,626	-2,709	a	0,260	14,970	a	0,178

Aynı (sütunda) farklı harflerle (a,b,c) gösterilen Seramik sistemlerinin L, a, b renk ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.001)

Tek yönlü varyans analizi kullanılarak CIE Lab kolorimetrik sisteminin L,a,b sayısal renk ölçüm verileri tek tek, istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, termal siklus sonrası 'L' değerleri, 'a' değerleri ve 'b' değerleri arasında da fark bulunmaktadır (P<0,001).

Farklı grupların saptanması amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre her üç renk ögesinin (L: açıklık, koyuluk - a: yeşil, kırmızı – b: mavi, sarı) birbiri ile ilişkili olmaksızın her seramik grubunda değişik dağılımlarda bir farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 3.4). Bu bilgiler ışığında seramik restorasyon sistemlerinin, hedeflenen A2 skala rengini tam olarak yansıtamadıkları söylenebilir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada yedi tip seramik kron restorasyon çeşidi kullanılarak direnç ve renk ölçüm işlemleri yapılmıştır. Yedi tip seramik kron restorasyon çeşidinin altı tanesi metal destek içermemektedir. Metal destek içermeyen altı grup güncel, yeni bir teknik olan presleme metodu ile üretilmiştir. Presleme tekniği hazır seramik tabletlerin yüksek ısı ve vakum altında preslenmesi ve restorasyonlara dönüştürülmesi anlamını taşımaktadır. Bazı durumlarda üreticiler restorasyonların sadece iç kor yapılarının presleme tekniği ile üretilmesini önermektedirler. Presleme ile elde edilen kor yapının üzerine geleneksel tabakalama fırınlamaları uygulanmaktadır. Metal destek içeren grup bilinen metal alt yapı üzerine hazırlanan seramiktir.

Bahsedilen yedi grup 12'şer kron formundaki örneklerden oluşmaktadır. Kron örneklerinin ve örneklerin kor yapılarının standart ölçülerde yapılabilmesi amacıyla silikon ölçü materyalleri kullanılarak ve bu silikon ölçülerden elde edilen indeks parçaları muflalama yoluyla ısı ile polimerize olan şeffaf akrilik rezin kalıplara dönüştürülmüştür. Böylece kalıp içerisinde görülebilmesi mümkün olmuş ve mum yapıların modelasyonu aşamasında ve seramiğin şekillendirilmesi safhasında standardizasyon sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca tamamlanan kronlar kron kumpası ile ölçülerek muhtelif bölgelerinin kalınlığı kontrollü bir biçimde eşitlenmeye çalışılmıştır.

Bu konudaki çalışmalar incelendiğinde örneklerin standardizasyonuna yönelik benzer yaklaşımların uygulandığı gözlenmektedir. Dickinson ve arkadaşları (1989) eşit boyutlu Dicor kronlar üretmek için silikon kalıp kullanmışlardır. Strub ve Beschmidt (1998) eşit boyutlu seramik kronlar hazırlamak için silikon indeks kullanmışlardır. Leevailoj ve arkadaşları (1998) gerçek premolar dişleri kullandıkları çalışmalarında herhangi bir kalıptan bahsetmemektedirler. Bununla beraber kron kalınlıklarının 1.5 mm olarak hazırlandığını belirtmişlerdir. Koutayas ve arkadaşları (2000) hazırladıkları tam seramik adesiv köprülerin tabakalama fırınlamalarında, herhangi bir kalıptan yararlanıp yararlanmadıklarını açıklamamışlardır. Tinschert ve

arkadaşları (2001) standart boyutlu köprü restorasyonlarının sağlanması için digital mikrometre ile ölçümler yaparak eşit boyutlarda örnekler hazırlamaya çalışmışlardır. Yoshinari ve Derand (1994) ise tam kronları değerlendirdikleri çalışmalarında akrilik rezin kalıplar kullanmışlardır. Groten ve Probster (1997) de standart boyut temininde akrilik rezin kalıplar kullanmışlardır. Webber ve arkadaşları (2003) pirinç kalıplar kullanarak örnekler hazırlamışlardır.

Değişik kron sistemlerinin kırılma dirençlerinin incelendiği çalışmalarda seramik kronların test işlemlerinde doğal dişlerin, çelik alaşım dayların, pirinç dayların, hayvan dişlerinin ve akrilik rezin dayların kullanıldığını gözlemek mümkündür. Kelly (1999) tam seramiklerin dentin tarafından desteklendiğini ve dentinin elastik katsayısının seramiklerin direncini etkilediğini belirtmektedir. Dentinin yapısına benzemeyen dayların kullanımı klinik durumu sergileyemeyeceğini açıklamaktadır. Tam seramiklerin kırılmasının öncelikli nedeni simantasyon yüzeyinden kaynaklanan çatlaklar olduğu düşünülürse çalışmalarda kullanılan day çeşitlerinin etkisi daha açık anlaşılabilir. Bununla beraber insan dişlerinin veya benzer canlı dişlerinin eşit boyutlu hazırlanmasında teknik zorluklarla karşılaşmaktadır. Zira her dişin farklı boyutu, farklı yapısı, mineralizasyonu olduğu düşünülürse standardizasyonu sağlamak daha da güçleşmektedir. Bu bilgiler ışığında araştırmacılar arasında fikir birliği bulunmaması nedeniyle çalışmamızda metal alaşım daylar kullanılması tercih edilmiştir.

Konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; Groten ve Probster (1997) çalışmalarında metal alaşım daylar kullanmışlardır. Yoshinari ve Derand (1994) aynı boyutlarda şekillendirdikleri sığır dişlerini kullanmışlar. Leevailoj ve arkadaşları (1998) ise çalışmalarında insan dişlerini day olarak kullanmışlardır. Dickinson ve arkadaşları (1989) 50 adet Ni-Cr baz metal alaşımı ile hazırladıkları dayları tam seramik kronların test işlemlerinde kullanmışlardır.

Bar şeklindeki örneklerle hazırlanan seramik direnç testleri bazı çelişkiler taşımaktadır. Zira barın kalınlığı değiştiğinde elde edilen direnç de değişmektedir. Oysa simante tam kronlarla yapılan çalışmalarda seramik kron kalınlığı artırılrsa da

dirençte belirgin bir farklılık oluşmamaktadır (Kelly, 1999). Procera 0.4 mm 2197 N, Procera 0.9 mm 2401 N, In-Ceram 0.9 mm 2581 N bulgularını rapor eden çalışmada Webber ve arkadaşları (2003), kron şekilli örnekler kullanmışlardır. Direnç değeri seramiklerin klinik kullanımlarını tanımlayabilecek yeterli bir bilgi sunmaz, zira direnç çatlak boyutuna, sayısına, cismin bulunduğu ortam şartlarına, cismin yüzey özelliklerine bağlıdır. Literatürde bu tarzda birçok test yöntemine rastlanabilir; bunlardan bazıları dairesel baskı, eğme testleridir. Çoğu bar şekilli örneklerin kullanıldığı testlerde seramik çatlak boyutları, lokalizasyonları bilinemez ve kontrol edilemez. İstatistiksel değerlendirmeler yardımcı olsa bile sonuçların güvenilirlikleri tartışmalıdır. Seramiklerin sertlik değerlerinin ölçüldüğü nokta kırma (fracture toughness) testleri de çatlaklardan tamamen bağımsız değerler üretmektedirler (Mecholsky 1996).

Çalışmamızda bar şekilli örneklerin doğal yapıyı taklit etme yetersizlikleri göz önüne alınarak, kron şekilli örneklerin hazırlanması düşünülmüştür. Bar örneklerin de kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur; bunlardan birisi de Drummond ve arkadaşlarının (2000) IPS Empress, OPC A-2, OPC 140, Finesse Press ve Finesse seramiklerini değerlendirdikleri çalışmadır. Ohyama ve Yoshinari (1999) ise, 11.75 mm çaplı 1.2 mm kalınlığında disk örnekler tercih etmişlerdir.

Çalışmalarda simantasyon işleminde farklı ürün tercihleri görülebilir. Kelly (1999) tam seramiklerin dentin tarafından desteklendiğini ve bu desteklikte ara tabaka olan simanların etkinliğini vurgulamaktadır. Tam seramik restorasyon sistemleri üreticileri simantasyon işleminde adesiv tekniği tavsiye etmektedirler. Tam seramik kronların iç yüzeylerinin kumlanması ve mikro girintiler oluşturulması sadece restorasyonun retansiyonunda rol almaz, aynı zamanda restorasyonun direncini de artırır. Kronun simantasyon yüzeyindeki çatlakların tam seramik kronlarda kritik önem arzeden zafiyetler olduğu düşünüldüğünde, bu işlemlerin önemi anlaşılabilir.

Birçok farklı çeşit siman yeni gelişmelerle piyasaya sunulmaktadır. Tam seramik kronlar söz konusu olduğunda klinisyenler siman tercihinde kararsızlık yaşamaktadırlar. Çalışmalarda simanlarla ilgili olarak film kalınlığı, çalışma zamanı,

donma süresi, çözünebilirlik, elastisite modülü, pulpa etkileri, akıcılık, mikro sızıntı, artık simanın uzaklaştırılması, baskı direnci, tutuculuk gibi konulara rastlamak mümkündür. Rosensteil ve arkadaşlarının (1998) da belirttiği gibi tam seramik kronlarda kullanılması uygun görülen adesiv rezin simanların fazlalıklarının temizlenmesi güçtür. Bununla beraber en yüksek baskı direnç değerleri adesiv rezin simanlarla elde edilmektedir. Adesiv rezin simanların pulpa iritasyon özellikleri de fazladır. Groten ve Probster (1997) simanların etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında 120 IPS Empress kronu çeşitli simanlarla yapıştırarak direnç değerlerini ölçmüşlerdir. Çinko fosfat simanın ve cam iyonmer simanların 294 N, 217 N değerler oluşturduğu çalışmada rezin yapıştırma simanı 382 N değer üretmiştir. Araştırmacılar kron rezin siman ve çelik day rezin siman ilişkilerinin direnci artırdığını savunmaktadırlar. Bununla beraber çalışmacılar direnç testinde insizal yüzden yük uygulamışlardır. Çalışmamızda IPS Empress örnekleri palatal yüzden 45° açı altında direnç testine tabi tuttuğumuzda 991 N ortalama kırılma direnci değerleri elde edilmiştir. Simantasyon ajanı çalışmamızda adesiv tekniğe uyan Variolink II simanıdır. IPS Empress tam seramik kronlar için üreticinin önerdiği ürün dual-cure adesive siman olan Variolink II'dir. Yoshinari ve Derand (1994) Variolink adesiv simanı kullandıkları çalışmalarında premolar tam kron örneklerde ortalama 1007 N değer elde etmişlerdir.

Kırılma direncini tesbit etmeye yönelik çalışmalarda, elastik katsayısı yüksek alaşım daylar üzerine simante edilmesi sonuç değerlerin doğal dişler üzerine simante edilen kronlara göre daha yüksek çıkmasına yol açtığı düşünülebilir. Ancak in-vitro şartlarda doğal dişlerle çalışma ve standardizasyon güçlüğü nedeniyle bu tür çalışmalarda daha çok metal daylar tercih edilmektedir. Bununla beraber Kelly (1999) seramik materyalinin kendisinden daha elastik bir yapı üzerinde desteklendiği ve bağlandığında yükleme alanının altında hem seramik hem de siman tabakası üzerinde yüksek gerilim streslerine yol açtığını sonlu elemanlar stres analiz modeli ile de göstermiştir.

Seramiklerin öncül yüklemelerden, termal işlemlerden ve suda bekletme işlemlerinden etkilendiği bilinmektedir. Kelly'nin (1999) kimyasal eşlikli çatlak

gelişimi olarak özetlediği konu, çalışmalarını daha anlamlı kılmaktadır. Zira çalışmalarda, ağız ortamında oluşamayacak kadar yüksek kuvvetlere rastlanması, bu işlemlerin önemini kanıtlamaktadır. Bu amaçla, bu çalışmada, simante edilmiş kronlara 37°C da 24 saat bekletme ve 500 adet 5°-55°C arasında termal siklus aşamaları uygulanmıştır. Drummond ve arkadaşları (2000), 3 aylık suda ve oda ısısında beklettikleri örneklerde mekanik direnç kaybı tespit etmişlerdir. Koutayas ve arkadaşları (2000) öncül yüklemelerde sıvı ortam sağlayarak, seramiklerin in-vivo karşılaştıkları etkileri, bir miktarda olsa çalışmalarına katmışlardır. Leevailoj ve arkadaşları (1998) iki aylık 37°C, 0,8 NaCl solusyonunda bekletme aşamasını kullanarak çalışmalarını daha anlamlı hale getirmişlerdir. Yoshinari ve Derand (1994) sadece 10,000 kez uygulanan 300 N değerinde öncül yükleme işlemini uygulamışlar, Dickinson ve arkadaşları (1989) ise örneklerini yalnızca nemli ortamda 24 saat bekletmişlerdir.

Dickinson ve arkadaşları (1989) tam kron örneklerin mekanik test işlemlerinde temas noktasında 4.5 mm çelik bilya kullanmışlardır. Test cihazının hızı 0.5 mm/dak. dır ve yükleme bölgesi insizal kenardan 2 mm uzaklıktadır (palatal). Benzer şekilde çalışmamızda 4 mm çelik bilyanın insizal kenardan 2 mm uzaklıkta 45°açılı kuvvet uygulanmasını uygun gördük. Test cihaz hızı 0.5 mm/dak olmasını sağladık. Strub ve Beschmidt (1998) 30° açı, insizal kenarda kalay folyo ve düz uç sistemiyle kuvvet iletimini sağlamışlardır. Çalışmalarında test cihazının hızı 2 mm/dakikadır.

Cerestore, Vitadur-N, Dicor tam seramik kronları değerlendiren Dickinson ve arkadaşları (1989) sırası ile 400, 409, 358 N direnç değerleri elde etmişlerdir. Keser diş formu örneklerin direnç testleri 4.5 mm çelik bilya ile yapılmıştır. Çalışmamızda incelediğimiz Creapress tabakalama örnekleri ortalama 527 N değer vermişlerdir. Leevailoj ve arkadaşları (1998) In-Ceram kron örneklerde 1350 N değer bulmuşlardır. Biz çalışmamızda IPS Empress 2 örneklerde ortalama 1267 N değer elde ettik. Keza Finesse boyama örneklerinde 1044 N, metal desteklielerde ise 1649 N değerler elde ettik. Tinschert ve arkadaşları (2001) IPS Empress örneklerde 500 N direnç değerleri bildirmişlerdir. Ancak çalışmalarında 3 üyeli sabit bölümlü protezleri kullanmışlardır. Webber ve arkadaşları (2003) In-Ceram kronlarda Panavia 21 TC

simanı ile 2581 N değer kaydetmişlerdir. 1100 N direnç Chen ve arkadaşlarının (1999) preslenebilir seramikler için buldukları değerdir. Strub ve Beschmidt (1998) IPS Empress kronlarda 410 N değer bulmuşlardır. Cho ve arkadaşları (2002) In-Ceram kronlarda 858 N değer kaydetmişlerdir. Mirage II fiber seramikle çalışan Moore ve arkadaşları (1989) 650 ve 710 N arası değerler izlemişlerdir. Strub ve Beschmidt (1998) IPS Empress tam seramik kronlarda insizal yükleme işlemi ile 345 N değer ortalaması bulmuştur. IPS Empress kronlarda 991 N bulduğumuz çalışmamızda palatinal bölgeden yükleme tercih edilmiştir. IPS Empress 2 kronlarda 340 N elde eden araştırmacılar gerçek insan dişi kullanmışlardır. Aynı sistem içim çalışmamızda 1267 N kırılma direnci tesbit edilmiştir.

IPS Empress, IPS Empress 2, Creapress tabakalama, Creapress boyama, Finesse tabakalama, Finesse boyama ve metal destekli seramik kron örneklerinden elde edilen mekanik direnç bulguları istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi ile değerlendirildiğinde, gruplar arasında fark bulunduğu tespit edilmiştir ($P < 0.01$). Bu gruplar arası farkın belirlenmesi için Duncan'ın çoklu dizin testi (Duncan's multiple range test) kullanılmıştır. Bu test sonuçlarına göre:

Metal destekli seramik kron sistemi diğer tüm gruplardan farklıdır ve mekanik direnç açısından diğer tüm gruplardan üstündür. Ortalama 1649 N'luk kırılma direnci gösteren metal destekli seramik kronlardaki metal alt yapı varlığı nedeniyle bu seviyede bir direnç beklenen bir sonuçtur.

Metal destekli seramik kron grubundan sonraki en yüksek direnç ortalaması IPS Empress 2 kron sistemine aittir (1267 N) ve daha sonra Finesse boyama sistemi, gelmektedir (1044 N). Ancak bu iki sistem arasında mekanik direnç kriteri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Klinisyenler sağlamlık söz konusu olduğunda her iki sistemi de tercih edebilirler.

Empress 1 kron sistemi Finesse boyama sistemi ile direnç bakımından farklılık göstermemektedir.

Creapress boyama ve Finesse tabakalama sistemleri mekanik direnç bakımından birbirleriyle farklılık göstermemektedirler ve en düşük direnç ortalamaları bu sistemlerde saptanmıştır.

Creapress tabakalama sistemi mekanik direnç söz konusu olduğunda diğer tüm gruplardan daha zayıftır. Strub ve Beschnidt (1998) metal destekli kron sistemi ile IPS Empress sistemini karşılaştırdığı çalışmalarında, mekanik direnç açısından farklılık bulamamıştır, oysa bu çalışmada metal destekli seramik sisteminin üstünlüğü söz konusudur. Ancak Strub ve Beschnidt'in (1998) gerçek dişler kullanmış olması sonuçları etkilemiş olabilir. Cho ve arkadaşlarının (2002) çalışmasında ise, bu çalışmaya paralel, metal destekli seramik kronların üstünlüğü söz konusudur. Aynı çalışmada In-Ceram ve Celay feldispatik kron sistemleri arasında mekanik direnç konusunda farklılık bulunamamıştır.

Finesse All Ceramic pres sistemi ile Creapress kron sisteminin kullanıldığı ve kron formundaki örneklerle yapılan mekanik direnç testlerine yönelik bir çalışmaya literatürde rastlanamamıştır. Bununla beraber Drummond ve arkadaşları (2000) bar şeklindeki örneklerle yaptıkları esneme direnci ve nokta kırılma testlerinde Finesse All seramik pres sistemi için 93.98 Mpa esneme direnci $1.23 \text{ MPa/m}^{0.5}$ nokta kırılma direnci (fracture toughness) , Empress sistemi için ise 92.75 Mpa, $1.49 \text{ MPa/m}^{0.5}$ gibi direnç değerleri tesbit etmişlerdir. Bu bulgular çerçevesinde çalışmamızda da Finess boyama ve Empress 2 grupları arasında saptanan yakın sonuçlar benzerlik göstermektedir.

Protetik yaklaşımlarda doğal yapıların sadece şeklini, direncini restorasyonlara yansıtma yeterli olmaz. Doğal dişlerin renk, ışık geçirgenlik, floresan etki, parlaklık ve ışık yansıtma özelliklerinin de restorasyonlarda bulunması gerekir. Özellikle yaygın kullanılan seramik restorasyonlarda renk konusu estetik beklentilerin karşılanması bakımından önem arz eder. Bilindiği gibi metal destekli seramiklerle doğal dişlerin renkleri restorasyonlara yansıtılabilir, ancak metal alt yapının ışık geçirmemesi arzu edilen estetik özelliklerin kazandırılmasında zorluklar oluşturur. Hekimler ve bireyler renk seçiminde doğal dişleri renk skalaları ile görsel olarak

karşılaştırarak renk seçimi yaparlar. Bununla beraber standart hazırlanmış belli sayıda renk çeşidi barındıran skalaların doğal dişlerin rengini tam olarak karşılayabileceği de şüphelidir. Hekimler ve bireyler için tatminkar renklerin oluşturulması zorlaşmaktadır. Bu sorunların aşılması için doğal dişlerin renklerinin değerlendirildiği ve bu değerlendirmeler ışığında skalaların oluşturulduğu sistemlere ihtiyaç vardır.

Hasegawa ve arkadaşlarının da (2000) belirttiği gibi doğal dişlerin ve renk skalalarının renklerinin karşılaştırılması için iki metod vardır. Biri görsel değerlendirme ikincisi cihazlarla yapılan değerlendirmedir. Görsel değerlendirmelerin tutarlılığı değişebilir, daha objektif bulguların elde edilmesi elektronik cihazlarla mümkündür. Ancak bu cihazların renk tanımlamalarında da bazı sınırlamalar mevcuttur. Zira dişlerin parlaklık ve ışık geçirgenlik gibi özellikleri bu cihazlarda ölçülememektedir. Ayrıca cihazların birçok farklı renk tabakası barındıran dişlerin ve restorasyonların rengini tek bir değer olarak vermesi de önemli bir eksiklik olarak karşımıza çıkar. Kabaca yarı saydam diyebileceğimiz diş ve seramik restorasyon yapıları farklı derinliklerde farklı renkler barındırır.

Hasegawa ve arkadaşları (2000) 87 kişide santral keser dişlerin renklerini ölçtükleri çalışmada spectroradiometric renk bilgisayarı ve PR-650 SpectraColorimeter Macro-Spectar MS-75 ve SL-1X objektifleri (Photo Research 9330, Chatsworth, Calif.) kullanmışlardır. Bir keser dişin 5 farklı bölümünden renk tespiti yapmışlardır. Çalışmamızda Minolta CR 321 renk ölçüm cihazı kullanarak seramik kronların sadece bir bölümünde renk ölçümü gerçekleştirildi. Aynı bölümden renk verilerinin alınması için silikon indeks kullanıldı. Uludağ ve Erçoban (2000) XL-20 Colorimeter (Gardner Instruments Laboratory Inc., Bethesda, MD., Maryland, USA) cihazı ile In-Ceram ve IPS Empress sistemlerinin, fırınlama aşamalarında oluşan renk değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada tekrarlanan fırınlamalar karşısında parlaklıkta azalma sarı ve kırmızıya doğru renk değişimi tespit edilmiştir. Her iki sistem örneklerinde de görülen bu durum kabul edilebilir sınırlar içindedir. Uchida ve arkadaşları (1998) Minolta CR-200 kromometresi kullanmışlardır. CIE Lab sistemi ile dental kompozitlerin renk değişimlerini araştırmışlardır. CIE Lab

sisteminin 'b' değerindeki değişimin belirgin olduğunu bulmuşlardır. Yani ağız ortamında kompozitlerin sarardığını, bununla beraber açık renk kompozitlerin daha çok sararmaya eğilimli olduklarını tespit etmişlerdir. Douglas (2000), indirek rezin sistemlerinin renk stabilitelelerini incelediği çalışmasında Minolta CR 321 renk ölçüm cihazı kullanmıştır. Renk ölçüm verilerine dayanarak 300 saatlik eskitme işlemi sonrasında, gruplar arasında, kabul edilebilir bir farklılık bulamamıştır. Bununla beraber her grubun renk stabilitesinin farklılıklar gösterdiklerini belirtmektedir. Ayrıca iki rezin grubu kontrol grubu olan seramik grubu kadar renk değişimi göstermiştir.

Çalışmamızda biz de seramik kron örneklerinin A2 renk skala rengini elde etmedeki tutarlılıklarını, termal siklus ve suda bekletme işlemleri sonrasında ortaya çıkabilecek renk değişimlerini tespit etmeyi amaçladık. Sonuç verilere göre istatistiksel değerlendirme işlemleri neticesinde, sınırlı eskitme işlemlerinin renk değişimi yaratmadığını tespit ettik. Uchida ve arkadaşları (1998) eskitme işlemleri sonrasında kompozitlerde renk değişimini belirgin bulmuşlardır. Keza Douglas (2000) da kompozitlerde renk değişimini belirgin bulmuş ancak klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu belirtmiştir. Hekimoglu ve arkadaşları (2000) ise seramik laminatelerin eskitme işlemlerinden renk açısından nasıl etkilendiği araştırmışlardır. Eskitme işlemlerinin renk üzerinde bir fark oluşturmadığını bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da CIE Lab sisteminin renk farkını belirten ΔE değerini istatistiksel olarak incelediğimizde, eskitme işlemlerinin fark oluşturmadığını belirledik. Bununla beraber CIE Lab sisteminin 'L', 'a' ve 'b' değerlerini tek tek incelediğimizde sadece 'b' değerindeki değişimi (Δb) anlamlı bulduk ($P < 0.01$).

IPS Empress 1, Δb değeri açısından incelendiğinde, IPS Empress 2 kron örnekleriyle, Creapress tabakalama kron örnekleriyle, Creapress boyama örnekleriyle, Finesse tabakalama örnekleriyle, farklılık göstermemektedir. Finesse boyama örnekleriyle ve metal destekli seramik kron örnekleriyle farklılık göstermektedir ($P < 0.01$).

IPS Empress 2 kron örnekleri Δb değeri açısından incelendiğinde, Creapress tabakalama kron örnekleriyle, Creapress Boyama örnekleriyle, Finesse tabakalama

örnekleriyle farklılık göstermemektedir. Finesse boyama örnekleriyle ve metal destekli seramik kron örnekleriyle farklılık göstermektedir ($P<0.01$).

Creapress tabakalama kron örnekleri, Creapress Boyama örnekleriyle, Finesse tabakalama örnekleriyle, Finesse boyama örnekleriyle ve metal destekli seramik kron örnekleriyle farklılık göstermemektedir.

Creapress Boyama örnekleri, Finesse tabakalama örnekleriyle, Finesse boyama örnekleriyle ve metal destekli seramik kron örnekleriyle farklılık göstermemektedir.

Finesse tabakalama örnekleri Finesse boyama örnekleriyle ve metal destekli seramik kron örnekleriyle farklılık göstermemektedir.

Finesse boyama örnekleri, metal destekli seramik kron örnekleriyle farklılık göstermemektedir.

Çalışmamızda CIE Lab sisteminin 'L' değeri eskitme öncesi gruplar arası değerlendirildiğinde fark bulunmuştur ($P<0.001$). Bu sonuç kullandığımız sistemlerin renklerdeki siyah ve beyaz oranlarında tutarlılık bulunmadığını göstermektedir. A2 skala rengini yansıtmayı hedeflediğimiz kronların bu rengi açıklık ve koyuluk açısından yakalamakta tutarlılık göstermedikleri anlaşılmaktadır. Benzer şekilde CIE Lab sisteminin 'a' değeri de eskitme öncesi gruplar arası değerlendirildiğinde farklı bulunmuştur ($P<0.001$). Bu sonuç sistemler arasında kırmızı ve yeşil renklerinin oluşturduğu eksenide izdüşüm değerleri açısından fark olduğunu kanıtlamaktadır. Yine A2 skala renginin yansıtılmasında yetersizlik söz konusudur.

CIE Lab sisteminin 'b' değeri eskitme öncesi gruplar arası değerlendirildiğinde fark bulunmuştur ($P<0.001$). Sistemlerin oluşturdukları renklerin, mavi sarı renklerinin oluşturduğu eksenideki izdüşümleri farklılıklar göstermektedir. A2 skala renginin yakalanmasında yetersizlikler vardır. Bizim çalışmamıza paralel olarak Hekimoglu ve arkadaşları (2000) da renk kroma (ΔC) değerlerinde, renk tonu (ΔH - hue) değerlerinde kullandıkları gruplar arasında farklılıklar bulmuşlardır.

Termal eskitme uygulaması sonrasında yapılan ölçümlerde de L, a, ve b değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda farklı seramik sistemlerinin tek bir skala rengine dayandırılarak klinik uygulamalarda kullanılması yanıltıcı sonuçlar doğurabilir. Her sistemin kendine özgü renk klasifikasyonları ve skalaları rehber alınarak vakaların bireysel renk karakterizasyonu özgün olarak yapılmalıdır. Ayrıca boyama yöntemi uygulanan gruplarda L, a, b değeri ölçümleri bunların ışık geçirgenliği açısından diğer gruplara göre daha geçirgen olduklarını ve temel renk öğelerini daha az yansıttıklarını göstermiştir. Boyama uygulaması hedeflenen rengi yakalamada daha az başarılı olmuştur.



5. SONUÇ

Bu araştırmada, porselen kron sistemlerinin estetik ve mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi planlanmıştır. Güncel presleme tekniği ile uygulanan sabit tam seramik kron sistemlerinin kırılma direnci ve renk tutarlılıkları ile renk stabiliteilerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu plan doğrultusunda, metal alaşım daylar üzerine hazırlanan kron örnekleri, termal siklus işlemleri ile eskitilmiş, kendi aralarında ve termal eskitme uygulaması öncesi ve sonrasında renk değişimleri tespit edilmiş ve mekanik dirençleri ölçülmüştür. Bu işlemler neticesinde elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir.

1. Estetik kaliteleri sınırlı metal destekli seramikler, güncel preslenebilir tam seramik kron sistemlerinden, mekanik direnç bakımından üstündürler.
2. Estetik beklentileri karşılayacak ve yeterli mekanik direnç sunabilecek sistemler IPS Empress 2 ve Finesse boyama sistemleridir.
3. IPS Empress 1, Creapress boyama ve Finesse tabakalama sistemleri kabul edilebilir mekanik direnç sunmaktadırlar.
4. Creapress tabakalama sistemi mekanik direncinin düşük olması nedeniyle klinik kullanımı riskler taşır.
5. Seramik kron sistemlerinin yaygın olarak kullanılan belli bir skala rengini sağlamada yetersizlikleri vardır. Her seramik sistemi kendi özgün skalası kullanılarak ve vakanın bireysel renk özellikleri esas alınarak uygulanmalıdır.
6. Termal siklus ve suda bekletme işlemleri seramiklerin renginde değişime neden olmamaktadır.

ÖZET

Porselen kron sistemlerinin estetik ve mekanik özelliklerinin değerlendirildiği bu çalışmada güncel sabit kron restorasyon sistemleri incelenmiştir. Günümüzde önemli derecede popüleriteye sahip presleme tekniği ile uygulanan tam seramik sabit kron sistemlerinin değerlendirilmesi bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Protetik diş hekimliğinde metal destekli seramik sistemlerinin birçok vakada estetik açıdan yetersiz kalması, tam seramik sistemlere ilginin gün geçtikçe artmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada IPS Empress 1-2, Finesse All Ceramic, Creapress ve kontrol grubu olarak geleneksel metal seramik sistemleri değerlendirilmiştir. Akrilik rezin indeks kullanılarak hazırlanmış 12 şer adet kron örnekleri termal siklus ve suda bekletme aşamalarına alınmışlardır. Bu aşamalardan sonra tüm kron örnekleri mekanik direnç testine tabi tutulmuşlardır. Termal siklus ve suda bekletme aşamalarından önce ve sonra kromametre ile renk ölçümleri yapılmıştır.

İstatistiksel değerlendirmeler neticesinde, mekanik direnç açısından en üstün grup metal destekli kron sistemidir. IPS Empress 2 ve Finesse boyama sistemleri metal desteksiz gruplar içinde en yüksek mekanik dirence sahiptirler. IPS Empress 1, Creapress boyama ve Finesse tabakalama sistemlerinde kabul edilebilir mekanik direnç değerleri ürettiği bu çalışmada, en düşük direnç Creapress tabakalama sisteminde elde edilmiştir.

Estetik beklentilerin karşılanması özellikle güncel seramik kron sistemlerinde kritik önem arz eder, zira maliyetleri yüksek bu sistemlerin doğal estetik kaliteyi yakalamaları gereklidir. Bu çalışmamızda A2 Vita skala rengini yansıtması beklenen seramikler kullanılmıştır, ancak bu rengin temin edilmesinde sistemler arasında tutarlılık bulunmadığı belirlenmiştir. Klinisyenler ve bireyler tarafından arzu edilen renk ve görünümün, sonuç restorasyonlarda yaratılması güçtür. Renk tercihinde tek

bir renk skala sisteminin kullanılması yanıltıcı sonuçlar doğurabilir Firmaların bu konuda kendi ürünlerine özgü detaylı bireysel renk skalaları üretmeleri ve daha tatminkar ürünler sunması gereklidir.

Ağız ortamında seramiklerin renkleşmediği, estetik kalitelerini uzun yıllar koruduğu bilinmektedir. Bu çalışmada seramik kron sistemlerinin sınırlı bir süre dahilinde ağız ortamını yansıtacak termal siklus ve suda bekletme işlemlerine maruz kalması sağlanmıştır. Bu etkilerin renk üzerindeki değişimleri kromametre cihazı ile kaydedilmiştir. Elde edilen bulgulara göre seramikler bahsedilen etkiler karşısında, anlamlı bir renk değişimi göstermemektedirler. Bu yargı hem metal destekli seramik sistemleri, hem de sıcak pres seramikler için geçerlidir.

Anahtar sözcükler: tam seramik kronlar, kırılma direnci, renk, estetik.



SUMMARY

The purpose of this study is based on the evaluation of aesthetic and mechanical properties of ceramic crown systems. Main goal of this study is to investigate today's popular pressable all-ceramic crown systems. In prosthodontics, there is a lack of aesthetics in metal-ceramic restorations as the limiting transmission of light by the metal substructure. This caused a great interest in metal free all-ceramic restoration systems.

IPS Empress 1-2, Finesse All Ceramic, Creapress and conventional metal ceramic systems as a control group were chosen for this study. Twelve pressable all-ceramic and metal-ceramic crown samples were fabricated for each group in standard dimensions by using acrylic resin index and subjected to limited aging procedure by thermal cycling. Colorimetric measurements were done before and after the aging period, all crown samples were mechanically tested to determine the fracture strengths.

Considering statistical analysis, metal ceramic crown system revealed the highest fracture strength values. IPS Empress 2 and Finesse shading systems resulted the highest values respectively among the metal free all ceramic systems. IPS Empress 1, Creapress shading and Finesse layering had acceptable strengths. The lowest strength values were recorded in Creapress layering technique.

It is critically important to provide more aesthetic results in metal free all ceramic systems. In this study, commonly used Vita A2 shade was selected. However it is found that, according to the colorimetric measurements, the ceramic ingots and the ceramic powders produced by the mentioned products' manufacturers seemly with Vita A2 shade were not coincided with each other. It would be difficult for clinicians and patients to provide the selected shade in final restorations by using a single universal shade guide. Within the limits of this study, it can be concluded that the

manufacturers have to present individual shade guides for their specific products and more acceptable ceramic systems regarding color characterisation.

Ceramics are known to preserve their natural looking and withstand discoloration in oral environment for long time periods. In this study ceramic crown systems were subjected to limited thermal cycling and water storage to simulate oral environment. The changes in color differences raised by aging were recorded using chromameter. It is statically found that aging had no effect on ceramic color. This finding includes both metal ceramics and pressable ceramics.

Key words: all-ceramic crowns, fracture strength, color, aesthetics.



KAYNAKLAR

- ALBAKRY, M., GUAZZATO, M., SWAIN, M.V. (2003). Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. *J Prosthet Dent.*, 89: 374-80.
- APHOLT, W., BINDL, A., LUTHY, H., MORMANN, W.H. (2001). Flexural strength of Cerec 2 machined and jointed InCeram-Alumina and InCeram-Zirconia bars. *Dent Mater.*, 17: 260-7.
- BUCHALLA, W., ATTIN, T., HILGERS, R.D., HELLWIG, E. (2002). The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent.*, 87: 264-70.
- BURKE, F.J., WATTS, D.C. (1994). Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. *Quintessence Int.*, 25: 335-40.
- CAROSSA, S., LOMBARDO, S., PERA, P., CORSALINI, M., RASTELLO, M.L., PRETI, P.G. (2001). Influence of posts and cores on light transmission through different all-ceramic crowns: spectrophotometric and clinical evaluation. *Int J Prosthodont.*, 14: 9-14.
- CHEN, H.Y., HICKEL, R., SETCOS, J.C., KUNZELMANN, K.H. (1999). Effects of surface finish and fatigue testing on the fracture strength of CAD-CAM and pressed-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.*, 82: 468-75.
- CHO, H.W., DONG, J.K., JIN, T.H., OH, S.C., LEE, H.H., LEE, J.W. (2002). A study on the fracture strength of implant-supported restorations using milled ceramic abutments and all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont.*, 15: 9-13.
- DERAND, P., VEREBY, P. (1999). Wear of low-fusing dental porcelains. *J Prosthet Dent.*, 81: 460-3.
- DICKINSON, A.J., MOORE, B.K., HARRIS, R.K., DYKEMA, R.W. (1989). A comparative study of the strength of aluminous porcelain and all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.*, 61: 297-304.
- DOUGLAS, R.D., BREWER, J.D. (1998). Fracture strength of 5 different all-ceramic crown systems. *Int J Prosthodont.*, 11: 602-9.
- DOUGLAS, R.D. (2000). Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent.*, 83: 166-70.

- DRUMMOND, J.L., KING, T.J., BAPNA, M.S., KOPERSKI, R.D. (2000). Mechanical property evaluation of pressable restorative ceramics. *Dent Mater.*, 16: 226-33.
- EL-MOWAFY, O., BROCHU, J.F. (2002). Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations; a literature review. *J Can Dent Assoc.*, 68: 233-7.
- FELDEN, A., SCHMALZ, G., HILLER, K.A. (2000). Retrospective clinical study and survival analysis on partial ceramic crowns: results up to 7 years. *Clin Oral Investig.*, 4: 199-205.
- FISCHER, H., MAIER, H.R., MARX, R. (2000). Improved reliability of leucite reinforced glass by ion exchange. *Dent Mater.*, 16: 120-8.
- GEMALMAZ, D., ERGIN, S. (2002). Clinical evaluation of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.*, 87: 189-96.
- GIORDANO, R.A. 2ND, PELLETIER, L., CAMPBELL, S., POBER, R. (1995). Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic, and feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent.*, 73: 411-8.
- GROTEN, M., PROBSTER, L. (1997). The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. *Int J Prosthodont.*, 10: 169-77.
- HASEGAWA, A., IKEDA, I., KAWAGUCHI, S. (2000). Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent.*, 83: 418-23.
- HEFFERNAN, M.J., AQUILINO, S.A., DIAZ-ARNOLD, A.M., HASELTON, D.R., STANFORD, C.M., VARGAS, M.A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent.*, 88: 4-9.
- HEFFERNAN, M.J., AQUILINO, S.A., DIAZ-ARNOLD, A.M., HASELTON, D.R., STANFORD, C.M., VARGAS, M.A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *J Prosthet Dent.*, 88: 10-5.
- HEKIMOGLU, C., ANIL, N., ETIKAN, I. (2000) Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. *Int J Prosthodont.*, 13: 29-33.
- JOHNSON, A., SHAREEF, M.Y., VAN NOORT, R., WALSH, J.M. (2000). Effect of furnace type and ceramming heat treatment conditions on the biaxial flexural strength of a canasite glass-ceramic. *Dent Mater.*, 16: 280-4.
- KELLY, J.R. (1999). Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations. *J Prosthet Dent.*, 81: 652-61.
- KHAJOTIA, S.S., MACKERT, J.R. J.R., TWIGGS, S.W., RUSSELL, C.M., WILLIAMS, A.L. (1999). Elimination, via high-rate laser dilatometry, of structural relaxation during thermal expansion measurement of dental porcelains. *Dent Mater.*, 15: 390-6.

- KOUTAYAS, S.O., KERN, M., FERRARESSO, F., STRUB, J.R. (2000). Influence of design and mode of loading on the fracture strength of all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures: an in vitro study in a dual-axis chewing simulator. *J Prosthet Dent.*, 83: 540-7.
- LEEVAILOJ, C., PLATT, J.A., COCHRAN, M.A., MOORE, B.K. (1998). In vitro study of fracture incidence and compressive fracture load of all-ceramic crowns cemented with resin-modified glass ionomer and other luting agents. *J Prosthet Dent.*, 80: 699-707.
- Mc LEAN, J.W. (1979). *The Science and Art of Dental Ceramics*. Quintessence Publishing Co.Inc., Chicago, 1st Edition.
- MC LEAN, J.W. ODONT D (2001). Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent.*, 85: 61-6.
- MECHOLSKY, J.J. JR. (1996). Flexure tests on dental ceramics. *Int J Prosthodont.*, 9: 434-9.
- MOORE, D.L., DEMKE, R., EICK, J.D., SIGLER, T.J. (1989). Retentive strength of anterior etched porcelain bridges attached with composite resin: an in vitro comparison of attachment techniques. *Quintessence Int.*, 20: 629-36.
- NAKAMURA, Y., ANUSAVICE, K.J. (1998). Marginal distortion of thermally incompatible metal ceramic crowns with overextended margins. *Int J Prosthodont.*, 11: 325-32.
- NAPANKANGAS, R., SALONEN, M.A., RAUSTIA, A.M. (1997). A 10-year follow-up study of fixed metal ceramic prosthodontics. *J Oral Rehabil.*, 24: 713-7.
- O'BRIEN, W.J. (1997). *Dental materials and their selection*. Quintessence Publishing and Co., Inc. 2nd edition. 287-302.
- ODMAN, P., ANDERSSON, B. (2001). Procera AllCeram crowns followed for 5 to 10.5 years: a prospective clinical study. *Int J Prosthodont.*, 14: 504-9.
- OH, W.S., SHEN, C., ALEGRE, B., ANUSAVICE, K.J. (2002). Wetting characteristic of ceramic to water and adhesive resin. *J Prosthet Dent.*, 88: 616-21.
- OHYAMA, T., YOSHINARI, M., ODA, Y. (1999). Effects of cyclic loading on the strength of all-ceramic materials. *Int J Prosthodont.*, 12: 28-37.
- ONG, J.L., FARLEY, D.W., NORLING, B.K. (2000). Quantification of leucite concentration using X-ray diffraction. *Dent Mater.*, 16: 20-5.
- PAMİR, A., BERKSUN, S. (1989). Metal destekli porselen köprülerin farklı ısıl özelliklerin ve değişik gövde tasarımlarının porselenin kırılma direncine etkisi. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 16: 399-405.

- ROSENSTIEL, S.F., LAND, M.F., CRISPIN, B.J. (1998). Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.*, 80: 280-301.
- ROSENSTEIL, S.F., LAND, M.F.,FUJIMOTO, J.(1997). Contemporary fixed prosthodontics. 2nd Edition. 528.
- SEGAL, B.S. (2001). Retrospective assessment of 546 all-ceramic anterior and posterior crowns in a general practice. *J Prosthet Dent.*, 85: 544-50.
- SEVUK, C., GUR, H., AKKAYAN, B. (2002). Fabrication of one-piece all-ceramic coronal post and laminate veneer restoration: a clinical report. *J Prosthet Dent.*, 88: 565-8.
- SHILLINGBURG, H.T., HOBO, S., WHITSETT, L.D. (1981).Fundamentals of fixed prosthodontics. Quintessence Publishing Co, Inc. 2nd Edition.
- SHILLINGBURG, H.T., HOBO, S., WHITSETT, L.D., JACOBI, R., BRACKETT, S.E. (1997). Fundamentals of fixed prosthodontics. Quintessence Publishing Co, Inc. 3rd Edition.
- STANFORD, C.M., VARGAS, M.A. (2002). Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent.*, 88: 4-9.
- STRUB, J.R. BESCHNIDT, S.M. (1998). Fracture strength of 5 different all-ceramic crown systems. *Int J Prosthodont.*,11: 602-9.
- THOMPSON, G.A. (2000). Influence of relative layer height and testing method on the failure mode and origin in a bilayered dental ceramic composite. *Dent Mater.*, 16: 235-43.
- THOMPSON, J.Y., BAYNE, S.C., HEYMANN, H.O. (1996). Mechanical properties of a new mica-based machinable glass ceramic for CAD/CAM restorations. *J Prosthet Dent.*, 76: 619-23.
- THOMPSON, J.Y., RAPP, M.M., PARKER, A.J. (1998). Microscopic and energy dispersive x-ray analysis of surface adaptation of dental cements to dental ceramic surfaces. *J Prosthet Dent.*, 79: 378-83.
- TINSCHERT, J., NATT, G., MAUTSCH, W., AUGTHUN, M., SPIEKERMANN, H. (2001). Fracture resistance of lithium disilicate-, alumina-, and zirconia-based three-unit fixed partial dentures: a laboratory study. *Int J Prosthodont.*, 14: 231-8.
- UCHIDA, H., VAIDYANATHAN, J., VISWANADHAN, T., VAIDYANATHAN, T.K. (1998). Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent.*, 79: 372-7.
- ULUDAĞ, B., ERÇOBAN, E. (2000). Effects of Dentinal Porcelain Thickness and Repeated Firings on color of Two All-Ceramic Systems. *Journal of Dental Research IADR Alastracts.*, 3172: 540.

- VAN DIJKEN, J.W., ORMIN, A., OLOFSSON, A.L. (1999). Clinical performance of pressed ceramic inlays luted with resin-modified glass ionomer and autopolymerizing resin composite cements. *J Prosthet Dent.*, 82: 529-35.
- WALL, J.G., CIPRA, D.L. (1992). Alternative crown systems. Is the metal-ceramic crown always the restoration of choice? *Dent Clin North Am.*, 36: 765-82.
- WANSERSKI, D.J., SOBCZAK, K.P., MONACO, J.G., MCGIVNEY, G.P. (1986). An analysis of margin adaptation of all-porcelain facial margin ceramometal crowns. *J Prosthet Dent.*, 56: 289-92.
- WEBBER, B., MCDONALD, A., KNOWLES, J. (2003). An in vitro study of the compressive load at fracture of Procera AllCeram crowns with varying thickness of veneer porcelain. *J Prosthet Dent.* 89: 154-60.
- WEGNER, S.M., GERDES, W., KERN, M. (2002). Effect of different artificial aging conditions on ceramic-composite bond strength. *Int J Prosthodont.*, 15: 267-72.
- WHEELER, R.C. (1974). *Dental anatomy, physiology and occlusion.* Philadelphia, Saunders . 5th edition.
- YOSHINARI, M., DERAND, T. (1994). Fracture strength of all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont.*, 7: 329-38.
- ZAIMOĞLU, A., CAN, G., ERSOY, E., AKSU, E. (1993). *Diş hekimliğinde maddeler bilgisi.* Ankara: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi yayınları, Sayı: 17.
- ZENG, K., ODEN, A., ROWCLIFFE, D. (1996). Flexure tests on dental ceramics. *Int J Prosthodont.*, 9: 434-9.