

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**AŞIRI MADDE KAYBI OLAN KANAL TEDAVİLİ DİŞLERDE
ENDOKRON VE TAM PORSELEN KRON
RESTORASYONLARIN ETKİNLİĞİNİN PROSPEKTİF
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Aybeniz NAZARALİYEVA

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.**

ANKARA

2021

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI**

**AŞIRI MADDE KAYBI OLAN KANAL TEDAVİLİ DİŞLERDE
ENDOKRON VE TAM PORSELEN KRON
RESTORASYONLARIN ETKİNLİĞİNİN PROSPEKTİF
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Aybeniz NAZARALİYEVA

**UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ahmet Atila ERTAN**

**ANKARA
2021**

ONAY SAYFASI

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- o Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren .. ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- o Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

...../...../.....

Dt. Aybeniz NAZARALİYEVA

I “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”

- (1) *Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*
- (2) *Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*
- (3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir*

** Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.*

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. Ahmet Atila ERTAN danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesi'ne göre yazıldığını beyan ederim.

Dt. Aybeniz NAZARALİYEVA

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca her daim desteğini hissettiğim, değerli bilgileriyle bana yol gösteren, fikirlerimi destekleyerek çalışmalarımda beni cesaretlendiren, tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen sevgili danışman hocam Prof. Dr.Ahmet Atila Ertan'a,

Tez jürimde bulunarak tezime katkıda bulunan ve farklı bir bakış açısı kazandıran Sayın Prof. Dr. Işıl Çekiç Nagaş'a, özellikle uzmanlık eğitimimde düşünce şeklini örnek aldığım ve bana mesleki anlamda yardımları dokunan Sayın Prof. Dr. Nur Hersek'e Prof. Dr. Şenay Canay'a,

Araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladığım günden itibaren mesleki ve sosyal anlamda üzerimde emeği olan tüm Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı öğretim üyelerine,

Tanıştığım günden beri, yakınlıklarını hissettiğim tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Doğduğum günden beri koşulsuz sevgi ve destekleriyle bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan, kıymetlilerim, annem Nüşabe Rasulova ve babam Xeyyam Nazaraliyev'e,

Hayatım boyunca her anımda yanımda olan ve beni destekleyen, sevgisini derinden hissettiğim biricik kardeşim Xendan ve ailesine,

Son olarak varlığıyla hayatımı güzelleştiren, beni güçlendiren, bana her zaman sevgi ve anlayış ile yaklaşan, ihtiyacım olduğunda yanımda olan sevgili eşim Elnur Comerdiv'a, bütün kalbimle ve içtenlikte teşekkür ediyorum.

ÖZET

Nazaraliyeva, A. Aşırı Madde Kaybı Olan Kanal Tedavili Dişlerde Endokron ve Tam Porselen Kron Restorasyonlarının Etkililiğinin Prospektif Olarak Değerlendirilmesi: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Programı Uzmanlık Tezi, Ankara, 2021. Aşırı madde kaybı olan endodontik tedavili dişlerde geleneksel tedavi yaklaşımı post-kor destekli kron restorasyonlarıdır. Bu çalışmanın amacı aşırı madde kaybına sahip kanal tedavili dişlerde geleneksel tedaviye alternatif olarak endokron restorasyonlarının başarısının klinik olarak değerlendirilmesidir. Bu çalışmada Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Klinik Çalışmalar Etik Kurul onayından sonra, 34 hastada 1. ve 2. Molar dişleri dahil edilmek üzere toplam 40 diş eşit sayıda tam porselen kron ve endokron restorasyonu yapılacak şekilde rastgele olarak 2 gruba ayrıldı: post-kor destekli tam porselen kron, endokron yapıldı (n=20/grup). Restorasyonlar indirekt yöntem kullanarak aynı CAD/CAM cihazında üretildikten sonra, rezin simanla simante edildi. Yapılan değerlendirmede kron restorasyonlarında iki kütleli kırık ve bir desimantasyon, endokron restorasyonlarında bir kütleli kırık ve bir desimantasyon olduğu tespit edilmiştir. Bir yıl sonrasında yapılan değerlendirilmelerde restorasyon tipleri arasında sağkalım oranı açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Periodontal değerlendirmede cep derinliği, plak indeksi, gingival indeks değerleri restorasyon yapılmadan önceki değerler ile kontrol değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Gingival indeks ve cep derinliği açısından her iki grupta başlangıç ve son veriler karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük değerler bulundu ($p<0.05$). Son kontrolde hasta memnuniyeti estetik ve fonksiyon açısından Likert skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Hastalar, 5 puan üzerinden ortalama estetiğe 4.3 puan , fonksiyona 4.7 puan değer vermişlerdir. Bir yıl sonra yapılan değerlendirmelerde her iki restorasyon tipi klinik olarak kabul edilebilir performans sergilemiştir.

Anahtar Kelimeler: endokron, post-kor, tam seramik kron , kanal tedavisi, adeziv rezin siman.

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

ABSTRACT

Nazaraliyeva, A. Prospective Evaluation of the Effectiveness of Endocrown and Full Porcelain Crown Restorations with Excessivly Damaged Endodontically Treated Teeth. Hacettepe University Faculty of Dentistry, Thesis in Prosthodontics, Ankara, 2021.

Traditional treatment approach for severely damaged endodontically treated teeth, is post-core and crown restorations. The purpose of this study is to evaluate the success of endocrown restorations in endodontically treated teeth with clinical study. For this purpose, following the approval of Hacettepe University Clinical Studies Ethics Committe, 40 teeth in 34 participant who required a crown and endocrown(restoration) for first and/or second molar randomly assigned to 2 groups: post core supported full porcelain crown and endocrown (n=20/group). After the restorations in each group have been produced in the same CAD/CAM device following same indirect method, they were cemented with resin cement. In the evaluation, it was determined that there are two mass fractured and one desimantation in the crown restorations, one mass fractured and one desimantation in the endocrown restorations. No significant difference was found between the restoration types in terms of survival rates after one year. The values of periodontal pockets, plaque index, ginigval index, were measured before the restoration treatment and in final control appointments and the data were statistically compared. Gingival index and periodontal pockets score is the only parameter that showed statistically significantly lower values for both groups ($p < 0.05$). At the last control, patient satisfaction was evaluated in terms of aesthetics and function using the Likert scale method. Patients scored 4.3 for aesthetics and 4.7 for function. After one year, both types of restorations demonstrated clinically acceptable performance.

Key words: endocrown, post-core, full ceramic crown, adhesive resin cement, canal treatment.

This study was supported by Hacettepe University Scientific Research Projects Coordination Department.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiii
TABLOLAR	xiv
GRAFİKLER	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kanal Tedavili Dişlerdeki Değişiklikler	3
2.2. Endodontik Tedavili Dişlerin Restorasyonunda Temel Prensipler	6
2.2.1. Dişe Bağlı Faktörler	7
2.2.2. Hastaya Bağlı Faktörler	9
2.3. Aşırı Madde Kaybına Uğramış Endodontik Tedavili Dişlerin Restorasyonu	9
2.3.1. Geleneksel	10
2.4. Post-Kor Restorasyonlar	10
2.4.1. Postun fonksiyonu ve dayanıklılığını etkileyen faktörler	11
2.4.2. Post -kor restorasyonların sınıflandırılması	12
2.5. Kronlar	19
2.6. Endokronlar	20
2.7. Endokron ve Tam Seramik Restorasyonlarda Kullanılan Seramikler	23
2.7.1. Dental Seramiklerin Yapısı	24
2.7.2. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması	24
2.8. Diş Hekimliğinde Kullanılan CAD/CAM Sistemleri	30
2.8.1. CAD/CAM Sistemlerin Fonksiyonel Elemanları,	30
2.8.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan CAD/CAM Sistemleri CEREC	32
2.9. Rezin Simanlar	32
3. BİREYLER VE YÖNTEM	36

3.1. Araştırmaya Katılan Bireylerin Seçimi	36
3.2. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi	38
3.3. Protetik İşlemlerin Uygulanması ve Restorasyonların Yapılması	39
3.3.1. Endokron Preparasyonu ve Ölçü	39
3.3.2. Kron Preparasyonu ve Ölçü	40
3.3.3. Restorasyonun Laboratuvar Yapım Aşaması	41
3.3.4. Restorasyonların Simantasyonu	42
3.4. Restorasyonların Klinik Değerlendirilmesi	43
3.5. Periodontal Muayene	44
3.6. Hasta Memnuniyeti	45
3.7. İstatiksel Analiz	45
4. BULGULAR	47
4.1. Demografik Bilgiler	47
4.2. Restorasyonların Klinik Değerlendirmesi	47
4.3. Periodontal Muayene Bulguları	53
4.4. Hasta Memnuniyeti	55
5. TARTIŞMA	56
6. SONUÇLAR	63
7. KAYNAKLAR	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
<	Küçük
Al₂O₃	Alüminyum oksit
Al₂O₃2SiO₂.H₂O	Kaolin
AlCl₃	Alüminyum klorür
ATZ	Alümina ile güçlendirilmiş zirkonya
B₂O₃	Bor oksit
Bis GMA	Bisfenol A glisidil metakrilat
CAD	Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM	Computer Aided Manufacturing-Bilgisayar Destekli Üretim
CaO	Kalsiyum oksit
CD	Cep Derinliği
FDI	World Dental Association-Dünya Diş Hekimleri Birliği
GI	Gingival indeks
K₂Mg₅SiO₂OF₄	Florapatit
K₂O	Potasyum oksit-Potas
K₂OAl₂O₃6SiO₂	Potasyum alümina silikat
LCS	Lityum disilikat ile güçlendirilmiş cam seramik
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
Na₂O	Sodyum oksit-Soda
Na₂OAl₂O₃6SiO₂	Sodyum alümina silikat
nm	Nanometre
PI	Plak İndeksi
RİCS	Rezin infiltre cam seramik
SiO₂	Silisyum dioksit- Silika
TEGDMA	Trietilen glikol dimetkrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
Y-TZP	Yitriyum ile stabilize edilmiş polikristalin zirkonya
Zr₂O	Zirkonyum oksit
>	Büyük

$\cong$	Yaklaşık eşit
$\mu\mathbf{m}$	Mikrometre
$^{\circ}\mathbf{C}$	Santigrat derece
$\pm$	Artı eksi
$\geq$	Büyük eşit



ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Ağız içi fotoğrafların çekimi	38
3.2. Işıkla sertleşen geçici dolgu malzemesi	39
3.3. Restore edilen dişlerin başlangıç hali, preperasyonu ve restorasyonların teslimi.	41
3.4. Feldspatik Cerec Block	42
3.5. Kullanılan silan, bond ve porselen asidi.	42
4.1. Desimante olmuş kron restorasyonu.	52
4.2. Endokron restorasyonunda oluşan kırık (A), tasarım zamanı yükseklik (B), restorasyonun ağız içindeki konumu (C).	53

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
3.1. Çalışmada kullanılan “Birleşik devletler halk sağlığı hizmeti (Modified United States Public Health Service-USPHS) modifiye kriterleri”	44
4.1. Demografik veriler	47
4.2. Restorasyonların farklı zamanlarda renk uyumu skorlarının dağılımı.	49
4.3. Restorasyonların farklı zamanlarda yüzey yapısı skorlarının dağılımı.	50
4.4. Restorasyonların farklı zamanlarda anatomik form skorlarının dağılımı.	51
4.5. Restorasyonların farklı zamanlarda kütleli kırık skorlarının dağılımı.	51
4.6. Farklı zamanlarda alınan periodontal parametre değerleri	54

GRAFİKLER

Grafik	Sayfa
4.1. Restorasyonların farklı zamanlarda alınan renk uyumu skorlarının grafik dağılımı.	50
4.2. Restorasyonların 6. ve 12. ayda kütleli kırık skorlarının grafik dağılımı.	52
4.3. Restorasyonların sağkalım grafiğı.	53
4.4. Farklı zamanlarda alınan periodontal gingival cep derinliğı değeriinin grafik dağılımı.	55



1. GİRİŞ

Restoratif diş hekimliğinin esas amacı, doğru tanı sonrası uygulanan tedavi yardımı ile fonksiyon ve estetiğin sağlanmasıdır. Yapılan restorasyon hem kaybolmuş diş dokusunu onararak estetik görüntüyü sağlamalı, hem de fonksiyon zamanı dişe gelen kuvvetlere karşı koyabilecek kadar dayanıklı olmalıdır(1). Aşırı madde kaybına sahip kanal tedavili dişlerde çok uzun süreden beri post-kor üzerine uygulanan metal destekli porselen kaplamalar yapılmaktadır. Estetik özellikleri kabule dileyebilir düzeyde olsa da yumuşak dokuda metale karşı gelişen alerjik reaksiyonlar, metalin marjinlerdeki gri yansıması, estetik açıdan ideal renk uyumunu elde etmede zorluklar nedeniyle ortaya çıkmaktadır(2). Metal destekli poselen restorasyonlarda karşılaştığımız bu dezavantajlara karşın CAD/CAM sistemleri kullanılarak üretilen tam porselen restorasyonların hem estetik olarak, hem de biyouyumluluk açısından uygun bir seçenek olduğu çalışmalarda gösterilmiştir(3).

CAD/CAM sistemlerinin kullanılması hem döküm aşamasındaki, hem de diğer teknik hataları azaltmaktadır. Restorasyonun fabrikasyon bloklar kullanılarak üretilmesi ise modelasyon prosedürünün standartizasyonu ve aynı zamanda da üretim maliyetinin düşürülmesini sağlamaktadır(4).

İleri derecede madde kaybına sahip kanal tedavili dişlerde kron retansiyonuna yardımcı olması için direkt ve indirekt post ve kor uygulamaları önerilmektedir. Ancak post-kor sistemlerinin retansiyona katkısı olsa da kökte zayıflatıcı etki oluşturduğu, kök boyunca kırık oluşma riskini artırdığı da bilinmektedir(5). Adeziv diş hekimliğinin her alanında gelişmelerle birlikte, kanal tedavili dişlerin restorasyonunda da minimal invaziv tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu durum, kanal tedavili dişlerin restorasyonu için geleneksel tedaviler yerine tam seramik endokronların alternatif restorasyonlar olarak uygulanmasına olanak tanımıştır(6).

Endokronlar hem makro-retansiyona, hem de mikro-retansiyona sahip restorasyonlardır. Kanal tedavili dişlerde pulpa odasını kapsadıkları için pulpa odasının duvarlarını kullanarak makromekanik retansiyon, adeziv simantasyon yardımı ile ise mikromekanik retansiyon sağlarlar(7). Bununla birlikte, endokronlar intradiküler postun yerleştirilmesi için kontrendike durumlardan olan kalsifiye, eğri, kısa köklere sahip dişlerde de başarıyla uygulanmaktadır(8). Her iki retansiyon türüne de sahip olduğu için endokronlar özellikle klinik boyu yetersiz dişlerin restorasyonunda

çok büyük bir avantaj sağlamaktadır. Aynı zamanda da interoklüzal mesafenin dar olduğu vakalarda da başarıyla kullanılabilir(9).

Endokronların yapımında dişin preparasyon ve hazırlıkları için harcanan süre, post-kor ve kron yapımı için harcanan süreden daha kısa olması, endokronları tam kronlara iyi bir alternatif olarak tanımlıyor(8)

Bu çalışmanın amacı, kanal tedavili dişlerde uygulanabilecek farklı bir tedavi yaklaşımı olan endokron restorasyonların, geleneksel post-kor üzeri tam porselen kronlarla kıyaslanarak klinik olarak başarısının değerlendirilmesidir.



2. GENEL BİLGİLER

Diş hekimliğinde endodontik tedavisi yapılmış ve aşırı madde kaybına sahip dişlerin farklı restorasyonlarla onarımı önemli bir yer teşkil eder. Çoğu zaman geri dönüşümsüz pulpitis ve dental pulpanın nekrozu ile sonuçlanan vakalarda dişlere kanal tedavisi uygulanır(1, 10). Endodontik olarak tedavi edilen dişler, vital dişlerden yapısal farklılıklar gösterir. Kök kanal tedavisi sürecinde uygulanan farklı işlemler sonucunda dişlerde hem biyolojik, hem de mekanik değişiklikler oluşur.

En önemli değişiklikler; diş yapılarındaki fiziksel değişimler, madde kayıpları ve renklenmelerdir(11). Diş yapısındaki çürük, kırık, abrazyon veya endodontik giriş kavitesi açılması, temizleme ve şekillendirme işlemleri sırasında madde kayıpları meydana gelebilir. Çok köklü dişlerde aşırı koronal madde kaybı, dişin kırılma direncini önemli düzeyde azaltır(12).

Preparasyon yaparken oklüzal bölgede marjinal sırtların kaldırılması dişlerin kırılma direncini olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerdendir(13). Bunun yanı sıra dişin kırılma direncini olumsuz etkileyen nedenler arasında endodontik tedavi sonrası dentinde oluşan dehidratasyon ve kollajen çapraz bağlarının kaybolması gibi faktörlerin de olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır(14).

Başarılı bir kök kanal tedavisinde uzun dönem başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden birisi, kök kanal tedavisi sonrasında uygulanacak restorasyon şekli ve restorasyonun biyomekanik özellikleridir. Endodontik tedavi görmüş dişlerin uzun dönem klinik başarısı ile restorasyon kalitesi arasında doğrudan ilişki olduğu bildirilmektedir(15).

Restoratif tedaviye başlamadan önce kök kanal dolgusu ve dişin periapikal durumu, klinik ve radyolojik olarak değerlendirilmeli, eğer prognozla alakalı şüpheli bir durum varsa tedavi tekrar değerlendirilmeli, gerekirse kanal tedavisi yenilenmelidir.

2.1. Kanal Tedavili Dişlerdeki Değişiklikler

Biyolojik

Geçmiş yıllarda endodontik olarak tedavi gören dişlerin zamanla nemini kaybettiği, nem kaybından dolayı kollajen çapraz bağlarında oluşan birtakım

değişiklikler, ve bu yüzden vital dişlere oranla daha fazla kırılmaya meyilli olduğu varsayımları ileri sürülmüştür (16, 17).

Depulpasyon sonrası canlılığını kaybetmiş dişin nem içeriğinde hafif bir değişiklik görülür. Bu %9-10'luk nem kaybı, organik ve inorganik bileşenlerdeki su kaybıyla değil serbest sudaki bir değişim gibi açıklanır ve bu değişimlerin devital dişlerin özelliklerini etkilediği düşünüldü(18). Kron dentininde kök dentine kıyasla tübül sayısı iki kat daha fazla olduğu için, doğal olarak nem miktarı daha azdır. Nemin az oluşu dentinde büzülme ve strese yol açar(19). Diğer bir in vitro çalışmada ise Huang ve ark., çekilmiş vital ve devital insan dişleri üzerinde bazı mekanik testler uygulayarak devital dişlerin sıkışma kuvvetlerinin etkisi altında elastisite modülünün çoğunlukla vital dişlerden düşük olduğunu, buna rağmen dehidratasyonun vital ve devital dişler arasında sıkışma ve çekme direnci açısından anlamlı bir fark olmadığını ve dişin dayanıklılığını azaltmadığını belirtmişlerdir(20).Yapılan başka bir çalışmada da vital ve devital dişlerde, mikrosertlik, elastik modülü ve gerilme/sıkışma kuvvetleri gibi özellikleri karşılaştırılmış, bu dişlerin nem içeriğinde ve yapılarında bir miktar değişiklik kaydedilmiş olsa da, bu değişimlerin kırılma direncini çok fazla etkilemediği belirtilmiştir(21).

Papa ve Messer, yaptıkları in vitro çalışmada aynı bireylerden protetik gereksinim nedeniyle çekilen vital ve devital dişlerin biyomekanik özelliklerini karşılaştırdıkları, doğal dişlerin nem içeriğinde ve mikro yapılarında bir miktar değişiklik kaydedilmesine rağmen, bu değişiklikler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ve bu değişimlerin kırılma dirençleri arasında önemli bir fark oluşturmadığı belirtilmiştir(22).

Reeh ve ark. tarafından yapılan in vitro bir çalışmada, devital dişlerin kırılmaya daha yatkın olma nedeni dentinde oluşan biyolojik değişiklikler sebebiyle değil de, diş dokusundaki aşırı madde kaybı sebebiyle olduğu saptanmıştır. Çalışmada vital dişlerin kırılma dayanıklılıklarının devital dişlerden sadece %5 oranda fazla olduğu bildirilmiştir(23).

Mekanik

Devital dişlerde farklılıklar biyolojik nedenlerden dolayı oluşabileceği gibi diş dokusunda azalmaya sebebiyet veren mekanik faktörlerden dolayı da olabilmektedir. Dentin içeriğinin mineral yapısındaki değişiklikler tübül çapı ve sayısı ile ilişkili

olarak dentinin yapısal özelliklerinde değişikliğe neden olur. Dentinin sıkışma dayanıklılığı değerinin, dentin tübül yoğunluğu ile ilişkili olmadığı gösterilmiştir. Yaşlı ve sklerotik dentinin elastik modülü normal dentinden farklı değildir(24).

Endodontik tedavi sırasında dişlerde pulpa dokusunun ekstripsasyonu nedeniyle duyusal geri bildirim mekanizmasının kaybedilmesi çiğneme esnasında diş gelen kuvvetlere karşı savunmasız bırakır(25). Reeh ve ark yaptıkları in vitro bir çalışmada da, devital dişlerin kırılmaya daha fazla yatkın olmasını, dentinde meydana gelen biyolojik değişikliklerle değil, diş dokusunda meydana gelen aşırı madde kaybı ile ilişkilendirmişlerdir(23).

Kanal tedavisi yapılacağı zaman dişteki mevcut çürük veya varsa eski restorasyon kaldırılır ve ardından kanal tedavisine başlanır. Çürük ve eski restorasyonların miktarı ile doğru orantılı olarak fazla sert doku kaybından dolayı dişin kırılma dayanıklılığı da azalır(26). Sedgley ve Messer, protetik nedenle aynı hastadan çekilen simetrik vital ve endodontik tedavili dişler üzerinde dayanıklılık, sertlik ve kırılma yükü özelliklerini karşılaştırdıkları deneysel çalışmada devital dişler vital dişlere göre % 3.5 daha az dayanıklılığa sahip olduğunu, kırılma yükü açısından ise anlamlı bir farkın olmadığını ve endodontik tedavi uygulanan dişlerde vital dişlerle kıyasla daha fazla kırılma riski görülmediğini belirtmişlerdir(27).

Diş dokusunda oluşan zayıflıklar dişin fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimlerle ilgili olmakla birlikte aynı zamanda da geriye kalan diş yapısının miktarına da bağlıdır. Dişin oklüzalden gelen kuvvetlere karşı sergilediği dayanıklılık derecesinin, geride kalan koronal diş yapısının miktarıyla direkt bir ilişkisi vardır(28). Konservatif bir endodontik giriş kavitesi, diş yapısının sertliğinde sadece %5 lik bir etki yapmaktadır. Kanal enstrümantasyonu ve dolgu işlemleri kırılma dayanıklılığında sadece hafif bir azalmaya neden olup dişin biyomekaniği üzerinde etkisi azdır(29). Reeh ve ark. diş dayanıklılığının azalmasında esas neden olarak marjinal duvarların kaybını göstermiştir. Dentinde meydana gelen değişiklikler ile kıyaslandığında endodontik giriş kavitesinin, kök kanal preparasyonunun ve madde kaybının, dişin kırılması üzerindeki etkisinin daha fazla olduğunu savunmuşlardır(30). Ayrıca, endodontik tedavi ve restoratif işlemlerin tüberkül dayanıklılığı üzerine etkisini karşılaştıran bir çalışma göstermiştir ki, endodontik işlemler, tek yüzlü oklüzal kavite

preparasyonları ve MOD kavite preparasyonları sırasıyla; %5, %20 ve %63 oranında dişlerin direncini azaltmaktadırlar(23).

Kanal tedavisi ve restoratif işlemler kasp esnekliğini artmasına neden olduğu için dişin kırılma ihtimalini artırır. Kavite boyutları genişledikçe kasp bükülmesi artar ve endodontik tedavi sırasındaki genişletmeleri takiben en yüksek değerlerine ulaşır. Panitvisai ve Messer, kasplar arası esneme miktarını ölçtükleri in vitro deneyde, çekilmiş sağlam mandibular molar dişlere endodontik tedavi uygulayıp ardından da geniş meziyooklüzal (MO, iki yüzlü) ve meziyooklüzodistal (MOD, üç yüzlü) kaviteler prepare ederek dişlere 100 N kuvvet uygulamışlar. Çalışma sonucu 10µm'den daha fazla kasp bükülmesi oluştuğunu belirtmişler. Bu bulgular, kanal tedavisi görmüş dişlerde kasp kırığı riskini önlemek ve ya en aza indirmek için kasp kaplaması yapılmasının önemini göstermektedir(31). Blaser ve ark. kavite derinliğinin dişi ne kadar zayıflattığıyla ilgili yaptıkları in vitro çalışmada dar bir boyun (istmus) ve derin bir pulpa odası preparasyonunun, geniş bir boyun ve sık bir preparasyondan daha çok zayıflatıcı etkisi olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle kavite derinliğinin kanal tedavisi görmüş posterior dişlerde dişi zayıflatan ana etken olabileceğini belirtmişlerdir(32).

Dişin dayanıksız hale gelmesinde diğer bir konu da pulpa dokusunun kaybına bağlı olarak sinirsel iletinin bozulmasıdır, bu da beraberinde endodontik tedavili dişin çiğneme sırasında korunmasını azaltabilir(33). Endodontik tedavi sırasında dişlerde pulpa dokusunun ekstripasyonu nedeniyle duysal geri bildirim mekanizmasının kaybedilmesi çiğneme zamanı oluşan kuvvetlere karşı dişi savunmasız bırakır (25). Ayrıca endodontik tedavi sırasında medikamanlar, irrigasyon solüsyonları, dezenfektanlar ve kalsiyum hidroksitin kullanımı, dentinin fiziksel özelliklerini değiştirerek dişin elastikiyetini, bükülme dayanıklılığını ve mikrosertliğini azaltarak kırılmaya yatkınlığını arttırdığı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir(34, 35). Sonuç olarak, dişin dayanıklılık derecesi, dentin yaşlanmasına ve çok az miktarda da çeşitli endodontik yıkama solüsyonlarına bağlıdır(11).

2.2. Endodontik Tedavili Dişlerin Restorasyonunda Temel Prensipler

Aşırı madde kaybına sahip endodontik tedavi görmüş dişlerde restorasyonun başarılı olması, dişin prognozunu etkileme konusunda önemli faktörlerden biridir(36,

37). Tedavi tekniğinin ve materyalinin seçiminde dişin fizyolojik ve anatomik özellikleri, oklüzyon durumu, diş arkındaki yeri, kalan diş dokusu miktarı, yapılmış endodontik tedavinin durumu, estetik ve fonksiyonel gereksinimleri, dişin mevcut periodontal durumu dikkat edilmesi gereken faktörlerdendir(11, 38).

2.2.1. Dişe Bağlı Faktörler

Hastaya daimi bir restorasyon yapabilmemiz için diş semptomsuz olmalıdır(39). Ayrıca, iyi bir apikal tıkanmanın yapıldığından emin olunmalı, aynı zamanda perküsyonda hassasiyet, eksuda, fistül veya aktif her hangi bir lezyon da bulunmamalıdır(40). Endodontik tedaviden önce periapikal lezyona sahip dişler dikkatle değerlendirilmeli ve tedavi edilmelidir. Birçok çalışmada tedavi öncesi periapikal lezyonlu dişlerde kanal tedavisinin başarısı büyük oranda azalmaktadır(41). Sjogren ve ark. yaptıkları çalışmada periapikal lezyon bulunmayan dişlerin %96'sından fazlasının başarıyla tedavi edildiğini ve bir problem oluşturmadığını, bunun yanı sıra pulpa nekrozu ve periapikal lezyonları olan dişler ile periapikal lezyonları tekrar tedavi gören dişlerde sırasıyla %86 ve %62 daha düşük başarı oranı ve sonrasında da birçok problem oluştuğunu belirtmişlerdir(42). Tedaviye başlamak için başlangıç lezyonun boyutları da göz önünde bulundurulmalıdır. Lezyon 2mm'den küçükse endodontik tedaviyi takiben restorasyon yapımına başlanabilir, eğer 2mm'den büyükse diş bir süre takip altında tutulmalıdır(30). Bazı araştırmacılar takip süresinin 6 ay-1 yıl olmasını yeterli olduğunu, bazıları ise iyileşmenin 5 yıla kadar uzadığını belirtmişlerdir(42).

Restorasyonun başarısını etkileyen önemli faktörlerden biri de mikrosızıntıdır. Koronal sızıntı, geçici dolgu materyalinin kaybı, marjinal uyumu iyi olmayan, sızdırmazlığı yetersiz daimi restorasyonlar sonucunda bakterilerin, endotoksinlerinin ve ağız sıvılarının koronal açıklık yoluyla kanala taşınmasıdır. Bu mikrosızıntılar sonucu tekrarlayan çürük ve periodontitise sebebiyet verir, bu da hem kanal tedavisinin, hem de restoratif tedavinin başarısını tehlikeye atar(43, 44). Yapılacak olan restorasyon için göz önünde bulundurulması gereken faktörlerden biri de kalan diş dokusun miktarıdır. Restore edilecek dişte kalan duvar sayısı ne kadar önemliyse, duvar sayısı da o kadar önemlidir(45). Peroz ve ark. eğer diş direk yöntemlerle restore edilecekse en az 1mm aksiyal duvar kalınlığının gerektiğini vurgulamışlardır. Ancak,

diş kron yapılarak onarılacaksa, restorasyonun stabilitesi için aksiyal duvar kalınlığının 1mm'den daha fazla olması gerektiğini belirtmişlerdir(46). Scotti ve ark. yapmış oldukları bir in-vitro çalışmada, kalan aksiyel duvar kalınlığı 2 mm'den fazla ise kaspların kaplanmasına gerek kalmadan fiber post yapılmış bir kompozit restorasyonun kırılmaya karşı yeterli dayanıklılığı sağlayan bir tedavi seçimi olduğunu belirtmişlerdir(47).

Geriye kalan sağlıklı diş dokusu miktarı, kalan aksiyel kavite duvarı sayısına bağlı olarak 5 farklı grup tanımlanmıştır.

Sınıf 1: Sadece endodontik giriş kavitesinin açıldığı, dört aksiyel kavite duvarının da mevcut olduğu durumdur. Post yerleştirmeye gerek olmadığı için bu grupta kompozit dolgu ve ya herhangi bir adeziv restorasyon tercih edilebilir.

Sınıf 2: Sadece mesio-oklüzal (MO) veya disto-oklüzal (DO) olarak bir duvar kaybı olan kaviteleri kapsamaktadır. Bu grupta da post yapmaya gerek yok.

Sınıf 3: Mesial, oklüzal ve distal (MOD) şeklinde 2 duvar kaybı olan dişleri kapsamaktadır. Bir veya iki duvarın kaybedildiği sınıf 2 ve sınıf 3 kavitelerde ve proksimal duvarı olmayan anterior dişlerde kron ve post uygulanmasına gerek duyulmaz. Kalan diş dokusu adeziv restorasyonlar için yeterli yüzey alanına sahiptir. Posterior dişlerde ise kompozit ve amalgam restorasyonlar dişin kırılma eğilimini artırmaktadır.

Sınıf 4: Sadece bukkal veya lingual kavite duvarının kaldığı tek duvarlı durumları kapsar. Bu şekilde madde kaybına sahip olan dişlerde post uygulaması yapıldıktan sonra kron ile restorasyon tamamlanmalıdır.

Sınıf 5: Kron yapısı çok fazla madde kaybına uğramış, tüm aksiyal kavite duvarlarını tamamen kaybetmiş dişleri kapsamaktadır. Yüksek düzeyde kron harabiyeti içeren bu dişlerde kor yapısına destek oluşturulması için post uygulanmalı ve yalnız bundan sonra kron restorasyonu yapılması gerekmektedir. Bu sınıflamaya göre, 1 mm'den daha ince kalan duvarlar hesaba katılmamalı ayrıca yeterli bir ferrule etkisi oluşturulabilmesi için kalan duvar kalınlığı en az 2 mm bulunmalıdır(46).

Ferrule etkisi kronun metal veya seramik yakasının, altındaki diş dokusunun bilezik gibi 360 derece sarması olarak tanımlanır. Bu, postların oluşturduğu negatif kama etkisini ve aynı zamanda lateral kuvvetlerin önlenmesini sağlar, restorasyonun ömrünü uzatır(48). Ferrule etkisi, vertikal kök kırıklarını anlamlı ölçüde azaltır ve

meydana gelen kırıkların çoğu miktarı bu sayede oblik ya da horizontal kırık formunda gerçekleşir(49). Ferrule etkisi, koruyuculuk açısından yüksekliğine bağlıdır. Kırılma dayanıklılığını arttırmada en etkili ferrule yüksekliği 2mm ve 3mm olduğunu rapor eden bir kaç in vitro çalışmalar mevcuttur(50-52).

Yüksekliği kadar ferrule şekli önemlidir. Ferrule şeklinin çevresel ve eşit yükseklikte olması ideal olarak kabul edilir. Çürük, erezyon, kavite preparasyonu gibi birçok nedenle klinik olarak ideal ferrule şeklini korumuş dişleri her zaman görmek mümkün olmayabilir(53, 54).

Tüm bunları göz önünde bulundurarak restore edilecek dişlerde ferrule etkisinin varlığı, yüksekliği, pozisyonu değerlendirerek restorasyon türüne karar verilmelidir. Kron/kök oranı 1:1 ve daha büyükse ve biyolojik genişlik 3mm'den fazla veya eşit ise yeterli ferrule elde edilebilir. Yeterli ferrule etki sağlanamıyorsa dişin kron/kök oranının durumu ve biyolojik genişlik değerlendirilmelidir. Böyle bir durumda cerrahi olarak kron boyu uzatma veya ortodontik olarak diş ekstrüze edilerek yeterli ferrule etki sağlanmaya çalışılabilir.

2.2.2. Hastaya Bağlı Faktörler

Restoratif tedavinin başarılı olmasına etki eden faktörlerden biri de hastaya bağlı faktörlerdir. Bu parafonksiyonel alışkanlıklardan en yaygın olanları bruksizm, kalem ısırma, tırnak yemedir.

En yaygın parafonksiyonel hareket olan bruksizm günün her hangi bir saatinde istemsiz şekilde diş sıkma hareketidir. Bir insanın normal çiğneme kuvvetleri 1-18kg (9-180N) olarak rapor edilmiştir. Bruksist hastalarda ise bu kuvvetler kat-kat fazladır(55).

2.3. Aşırı Madde Kaybına Uğramış Endodontik Tedavili Dişlerin Restorasyonu

Kanal tedavili dişlerin çoğunun, endodontik başarısızlıktan ziyade, uygun olmayan restorasyon nedeniyle oluşan kırık sonucunda kaybedildiği bildirilmiştir(55). Dişin konservatif tedavi ile onarılabilmesi için en az 1,5 mm kalınlığına sahip bukkal ve lingual duvar, 3-4 mm yüksekliğinde sağlam dentin dokusu kalması gereklidir(56). Amalgam dolgular, direkt ve indirekt kompozit rezin restorasyonlar, seramik inley, onleyler konservatif tedavide günümüzde yaygın kullanılmaktadır. Özellikle kanal

tedavili dişlerde küçük bir endodontik giriş kavitesi açılmışsa, kırılma riski düşükse, kalan diş dokusu miktarı fazlaysa, marjinal sırtlar, fasiyal ve lingual duvarlar yeterli miktarda ise direkt restorasyonlar uygulanabilir(57). Aşırı madde kaybının olduğu dişlerde ise diş kalan dokusunu koruyacak daha farklı restorasyon seçenekleri düşünülmelidir. Madde kaybı fazla olan kanal tedavili dişlerin restoratif tedavileri iki farklı grupta değerlendirilebilir: geleneksel ve güncel yaklaşımlar.

2.3.1. Geleneksel

Geleneksel tedavi yaklaşımı sıklıkla döküm/prefabrike post-kor veya prefabrike post-kompozit kor üzerine kron restorasyonu şeklinde uygulanır (58, 59).

2.4. Post-Kor Restorasyonlar

Günümüzde kron harabiyeti fazla olan kanal tedavisi görmüş dişlerin bir çoğunun tedavisinde, post-kor kombinasyonu yaygın olarak kullanılmaktadır.

Post, restorasyona destek ve tutuculuk sağlamak için kullanılır ve kök kanalının 2/3'üne kadar uzanabilir(60).

Kor ise restorasyonun post ile birleşen ve prepare edilmiş diş formunu taklit eden bölümüdür.

Metal bir bant gibi çevreleyen ferrule ise ortalama 2 mm genişliğindedir ve bir bilezik gibi etki yaratarak kökün servikal kenarlarını çevresi boyunca sarar. Korun bir parçası olabildiği gibi final restorasyon ile de oluşturulabilir(61).

Kanal tedavili dişlerde post kullanılmasını belirleyen esas faktör, restore edeceğimiz dişte kalan sağlam diş dokusu miktarıdır(60). Bazı araştırmacılar, kanal tedavili dişlerde post kullanılmasını, dişteki ferrule etkiyi sağlayacak kısmın 2mm'den az veya hiç olmayan, 3 ve daha fazla aksiyal duvarını kaybetmiş, sadece kökün kaldığı dişlerde endike olduğunu belirtmişler(46, 62). Bazı çalışmacılar da koronal diş dokusunun %50'si kalmış dişlerde bile post uygulanmasının önemli olduğunu savunurlar(60, 63) . Bu çalışmalarda postun yerleştirilme amacı, diş yapısının sadece yetersiz olduğu durumlarda son restorasyonu desteklemektir. Diğer bir deyişle postun asıl fonksiyonu nihai koronal restorasyonu desteklemektir(64). Heydecke ve ark.'nın yapmış olduğu bu çalışmada post boşluğu hazırlanırken yapılmış preparasyonun hem dişi zayıflattığı, hem de kök kırığı olasılığını arttırdığını rapor etmişler.

Post-Kor Restorasyonların Endikasyonları:

- ☐ Herhangi sebepten aşırı madde kaybı olan üçten fazla aksiyel duvar kaybı olan, ferrule etkisi yeterli olmayan dişlerin onarımında kor yapımı, yardımcı kaviteler, retantif oluklar, asit ile pürüzlendirme ve adeziv yöntemler yetersiz kaldığı durumlarda,
- ☐ Malpoze bir dişin aksiyal ya da oklüzal olarak düzeltilmesi için fazla preparasyon sırasında pulpa bütünlüğü bozulacaksa,
- ☐ Periodontal olarak desteği iyi olmayan dişlerde, kron/kök oranının kök kanalından sağlanan desteklerin kullanımıyla güçlenmesi gerektiğinde,
- ☐ Diş üstü overdenture protezlerde kökten destek, stabilite ve retansiyon alınması için ataçmanların post-kor halinde köklere birleştirilmesi gerektiğinde,
- ☐ Travma sonucunda meydana gelmiş kırıklarda kök içi destek ihtiyacı varsa,
- ☐ Mine kaynaklı gelişimsel bozukluklar (displaziler ve distrofiler) gibi koronal madde kaybı fazla olan zamanı kullanılırlar(46, 65).

Post Kor Restorasyonların Kontrendikasyonları:

- ☐ İnateç periapikal patolojinin mevcut olduğu dişlerde,
- ☐ Kırılmaya eğilimli ince ve eğri kök formu olan dişlerde,
- ☐ Kök kanalında çok büyük çatlak veya kırığa sahip dişlerde
- ☐ Kök kanalında hiperkalsifikasyon tespit edilmiş dişlerde
- ☐ Yüksek periodontal enfeksiyon riskine sahip, ağız hijyeni kötü ve hijyen motivasyonu sağlanamayan hastalarda,

Mevcut kök kanal dolgusu yetersizse veya kök kanalı perfore ise post kor yapımı uygun değildir(66-68)

2.4.1. Postun fonksiyonu ve dayanıklılığını etkileyen faktörler

Post kullanılarak yapılan restorasyonlarda, postun tasarım ve şekli, boyu, çapı ve kullanılan materyalin özellikleri, post yüzeyi gibi bir takım biyomekanik faktörler dikkatle değerlendirilerek oluşabilecek başarısızlıkları azaltmak mümkündür.

İdeal post uzunluğunun ne kadar olması ile ilgili farklı, bir çok yazar görüşleri mevcuttur. Post boyunun kalan kökün yarısı kadar olması(69), kökün 2/3'ü kadar olması, klinik kron boyu kadar olması(70), apikalde 3 mm kanal dolgusu kalacak kadar

olması veya kemikte yer alan kökün yarısı kadar olması bu görüşlerden bazılarıdır(71-73).

Post uzunluğu arttıkça, servikal bölgede oluşan posta bağlı stresler azalmadığı gibi ayrıca apikal bölgeye de taşınır. Bu da stres oluşumunda post uzunluğunun post çapından daha önemli faktör olduğunu göstermektedir(74). Bununla birlikte post çapı arttıkça da kök etrafında oluşan strete bir artış gözlenir(75). Genel olarak postun çapı kök çapının 1/3'ü kadar olması gerektiğini savunan çalışmalar vardır(76). Mou ve ark. ise post çapı-kök oranının 1:4 olmasının kök kırığı riskini minimuma indirdiğini belirtmişlerdir(77).

Post yapılmış restorasyonların başarısını etkileyen faktörlerden biri de postun yüzey yapısıdır. Post yüzeyleri, çentikli, düz ve vidalı olabilmektedir. Tutuculukları en az olsa da düz yüzeye sahip postlar dişe en az stres iletirler. Tutuculuğu iyi bir şekilde arttırdığı gibi, çok fazla stres iletmesi nedeniyle en fazla kırık riski ise vidalı yüzeye sahip postlarda görülmüştür. Yiv sayısı az olup, yivler arası mesafenin fazla olduğu postlar daha avantajlı bulunmuştur(78). Postların performansını etkileyen diğer önemli faktör de postun şeklidir. Postlar şekillerine göre paralel ve konik olabilmektedirler. Paralel postlar için post yuvası hazırlanırken konik postla kıyasla daha fazla kanal içi dentin kaldırılır. Bunun nedeni ise paralel postların daha keskin açılara sahip olmasıdır(79). Paralel postlar stresi kökün apikaline iletir, konik postlar ise stresi servikal bölgede yoğunlaştırır ve kama etkisi yaratır(80).

Genel olarak özetlemek gerekirse, aşırı madde kaybı olan dişlere uygulanan postlar kıyaslandığında, konik şekilli ve yüzey yapısı vidalı olan postların en çok başarısızlığa sahip olduğu görülmektedir. Buna rağmen, çentikli paralel şekilli postlar, vidalı konik yapıdaki postlarla kıyaslandığında daha az zararlıdır(81).

2.4.2. Post -kor restorasyonların sınıflandırılması

Post şekillerine göre

- ☐ Paralel postlar,
- ☐ Konik postlar,
- ☐ Vidalı postlar,

Retansiyon şekline göre:

- ☐ Aktif postlar,
- ☐ Pasif postlar,

Üretim şekline göre:

- ☐ Preabrikasyon
- ☐ Döküm

Üretim malzemesine göre:

- ☐ Metal alaşım postlar (Amalgam, Paslanmaz çelik, Pd-Pt-Cu, Cr-Ni, Au-Pt, Ti)
- ☐ Fiberle güçlendirilmiş postlar
 - ☐ Karbon fiber postlar
 - ☐ Kuartz fiber postlar
 - ☐ Cam fiber postlar
- ☐ Seramik postlar
 - ☐ Cam seramik postlar
 - ☐ Alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramik postlar
 - ☐ Zirkonyum esaslı seramik postlar

A. Döküm Postlar

Döküm post-korlar, kök kanalının çeşitli frezler yardımıyla prepare edilerek hazırlanmasının ardından kanaldan alınan ölçüye göre dişe özel hazırlanan, hem post hem kor kısmını birlikte içeren daimi restorasyon öncesi hazırlıklardır. Döküm post yapabilmemiz için oval kesite sahip, geniş, aynı zamanda düzensiz ve pürüzsüz kök şekline ihtiyacımız var(82).

Döküm postlar, tip 3 ve tip 4 altın alaşımlardan ve ya fiyat açısından daha uygun olan Cr-Ni gibi değersiz alaşımlar kullanılarak hazırlanabilir. Ancak baz metal alaşımları kıymetli metallerle kıyaslandığında elastik modülleri ve korozyona karşı eğilimleri yüksektir. Elastik modülünün yüksekliği nedeniyle esnekliği düşük olan bu alaşımlardan yapılan postlar, köke fazla kuvvet iletilmesine sebep olur ve bu da kök kırıklarıyla sonuçlanabilir(83).

Post uygulanması gereken kanalın ölçüsü direkt yöntem ve indirekt yöntem olarak iki şekilde alınır. Direkt yöntemde post yuvası hazırlandıktan sonra rezin materyal ile kanalın ve korun ağızda şekillendirilmesi yapılır ve tercih edilen metalden dökümün gerçekleştirilmesi için laboratuvara gönderilir(65). İndirekt yöntemde ise kanalın içine ve hazırlanmış ölçü postunun üstüne düşük viskoziteli ölçü malzemesi sürülerek kanala yerleştirilir ve üzerinden yüksek viskoziteli elastomerik ölçü malzemesi ile dişin ve ilgili çenedeki tüm dişlerin ölçüsü alınır(84).

Döküm postlar, prefabrike postlarla kıyaslandığında kanal duvarına iyi adaptasyonundan dolayı dönme kuvvetlerine karşı dayanıklıdır. Bükülme direncindeki yetersizlikten dolayı ayrık köklü dişlerde prefabrike postların kullanımı zordur ve döküm postlar ise bu konuda daha avantajlıdırlar(85). Döküm postlar her diş için özel olarak hazırlandıkları için uyumu çok iyidir. Hem kanala uyumlu oldukları için, hem de siman kaçış oluşuna sahip oldukları için simantasyon zamanı oluşan stressler postu kanala yerleştirirken siman kaçışına izin verdiği için minimum olur.

Ama her ne kadar minimum strese neden olsalar da, postun malzemesinden daha az sert olan dentine gelen kuvvetler, kök kırıklarının önemli etkenlerinden olan stress odaklarının oluşmasına neden olmaktadır. Bunun dışında laboratuvarda yapım süreci, bu sırada kanalın geçici ile kapatılmasına bağlı bakterial kontaminasyon riski, postun metal alaşımlarından yapılmış olmasının yarattığı estetik sorunlar gibi dezavantajlara sahiptir. Bu dezavantajlar nedeniyle tek seansta yerleştirilmesi mümkün prefabrike postlar tercih edilebilmektedir.

B. Prefabrike postlar

Çeşitli materyallerden, belirli çap ve boylarda üretilen prefabrike postlar kanal tedavili dişlerin onarımında tek aşamada uygulanan post sistemleridir. Minimum dentin dokusu kaldırılarak uygulanması, klinik uygulamasının kolay olması, post-kor için ayrı bir seansta ölçü alımının gerekmemesi prefabrike postların kullanım avantajlarından(86). Ayrıca ekstra laboratuvar işlemlerine gerek kalmadığı için bundan kaynaklı hem maliyeti düşer, hem de hastanın diş hekiminde geçirdiği seans sayısı azalmış olur.

Prefabrike postlar, hazırlanmış post yuvasına pasif uyumla yerleştirilir, amalgam ya da kompozitle aynı seansta restorasyonun kor kısmı oluşturulur. Dişe hem

kimyasal, hem de mikromekanik olarak bağlanabilmesi, uygulandığı seansta preparasyon yapılabilmesi ve buna bağlı seans sayının azalması kompozit koru amalgama göre avantajlı kılar.

Üretildiği malzemeye göre iki çeşit prefabrike post var: metal ve metal olmayan postlar.

Metal Prefabrike Postlar

Bu post çeşitleri titanyum, kıymetli alaşımlar, çoğunlukla paslanmaz çelik, Cr-Co, Ni-Cr alaşımlardan üretilirler(87). Döküm postlarla kıyaslandığında birçok avantaja sahip olmalarına rağmen, daha fazla korozyona maruz kalırlar ki, bu da dişeti bölgesinde renklenmeye neden olur. Diğer başarısızlık nedenlerinden biri de elastisite modüllerinin dentininkinden yüksek olmasından dolayı, kökte stres artışına neden olmalarıdır. Bu da çoğu zaman onarımı mümkün olamayan kök kırıklarına sebebiyet vermektedir(88, 89).

Metal Olmayan Prefabrike Postlar

Tam porselen restorasyonun ve simanın kalınlığına ve opasitesine bağlı olarak metal post ve korun alttan yansıması ve restorasyonun ışık geçirgenliğini azalttığı rapor edilmiştir(90). İnce profilli dişetine sahip hastalarda metal postlar, kökün servikalinde yansıma yapabildiği için, estetik görüntünü daha fazla kötü yönde etkileyebilir(91).

Estetik ve biyouyumlu materyallere karşı olan talep ve beklentinin artması metal olmayan prefabrike postların geliştirilmesine yol açmıştır. Metal olmayan prefabrike postlar fiber postlar ve seramik postlar olarak iki gruba ayrılır.

1. Fiber Postlar

- a. Karbon fiber postlar
- b. Kuartz fiber postlar
- c. Cam fiber postlar
- d. Polietilen fiber postlar

2. Seramik postlar

- a. Cam seramikler
- b. Alüminyum oksitle güçlendirilmiş seramik postlar
- c. Zirkonyum esaslı postlar(92).

1. Fiber Postlar

Kompozit rezinin fiberle güçlendirilerek üretilmesinden elde edilen post çeşididir.

Fiziksel yapısını oluşturan içerikler epoksi rezinle kaplanmış karbon, polietilen, kuartz ve silika fiberlerdir. İçeriğinde bulunan fiber çapları 7-10 μm 'dir (15). Biyouyumluluğu yüksek olan bu postlar ve sarmal/parçalı, örgü fiber ve uzunlamasına/tek yönlü fiber gibi farklı şekillerde bulunurlar. İçeriklerinde metal olmadığından bu postların metal alerjisi ve korozyon riskleri yoktur. Döküm postlardan daha az kök kanal preparasyonu bu postları daha konservatif yapar (93). Mekanik özellikleri dentine benzerlik gösteren fiber postlar, metal postlarla kıyaslandığında elastisite modülü dentine daha yakındır (94). Fiber postlar kalan diş dokusunu desteklemek amacıyla elastik modülü fiber posta ve dentine daha yakın olan kompozit kor ve rezin simanla (6.8-10.8 GPa) birlikte kullanılmaktadır(95).

Mekanik özelliklerinin çok iyi olmasına rağmen, karbon fiber postların ışık geçirgenliği fazla olan kron ve kompozit restorasyonların altından yansımaları ve radyografide radyolüsent görüntü vermesi karbon fiber postların kullanım alanlarını kısıtlamaktadır(96).

Bu sorunlar kuartz fiber postların üretilmesiyle ortadan kaldırılmıştır. Kuartz fiber postların mekanik özellikleri karbon fiberden çok daha iyidir ilaveten en iyi estetik özellik sergileyen fiber post çeşididir(50).

Cam fiberler birçok farklı formlara sahiptir. En fazla yaygın kullanılan tipi içerdiği diğer oksitlerle beraber, % 50-60 oranında Silisyum dioksit (SiO_2) içerir. En büyük dezavantajı

nemli ortamda gösterdiği dayanıksızlıktır (97).Bu özelliğinin önüne geçmek için adeziv simantasyon yapılarak tükürükten izolasyon sağlanmalıdır(98). Kompozit kor yapıya, rezin simana ve diş dokusuna yüksek bağlanabilme yetenekleri, çalışma kolaylığı, elastisite modülünün karbon ve kuartz postlardan daha düşük olması yaygın

kullanımlarına olanak vermektedir(99). Boylarını istenilen uzunlukta kanala uygun bir şekilde ayarlayabilmek, her hangi bir nedenden kaynaklı uzaklaştırmak gerektiğinde kolayca çıkarılabilmeleri cam fiber postların kullanımını daha da yaygınlaştırmaktadır.

Polietilen fiber postların hidrofobik olması, doğal renge ve biyolojik uyuma sahip olması büyük avantaj sağlamaktadır(100). En çok kullanılan tipi örgü formudur. En önemli dezavantajı ise polietilen fiberlerin rezin simana yeterli bir şekilde bağlanamamalarıdır. Buna sebep olarak yüzey enerjisinin düşük olması gösterilmektedir(101).

Kırılma dayanıklılığı testlerine tabii tutulan fiber postlarla onarılmış dişler üzerinde yapılan in-vitro çalışmalarda farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Cornier ve ark. (102) fiber postların seramik ve geleneksel metal postlarla kıyaslandığı zaman en düşük kırılma dayanıklılığına sahip olduğunu belirttiği in vitro çalışmasına karşın, Akkayan ve Gülmez (103) zirkonyum postlarla karşılaştırıldığında fiber postların benzer kırılma dayanıklılığı olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan birçok çalışmada fiber postların esas dezavantajının desimantasyon olduğu belirtilmiştir(104).

Xible ve ark. fiber post, zirkonya içerikli post ve titanyum postların kırılma dayanıklılıklarını kıyasladıkları in-vitro çalışmaya göre bu post grupları arasında kırılma dayanıklılıkları açısından anlamlı ölçüde bir fark bulunmamıştır. Buna rağmen restorasyonunda fiber post kullanılan dişlerde onarımı mümkün olmayan başarısızlıklar daha az görülmüştür(105).

Ferrule etkinin fiberle güçlendirilmiş postların kırılma dayanıklılığına etkisini incelemek için birçok çalışma yapılmıştır. Sherfudhin ve ark. yapmış olduğu çalışmada farklı ferrule yükseklikliğinin fiber postla restore edilen dişlerin kırılma dayanıklılığını etkilemediğini belirtmişler(106). Buna karşın Schiavetti ve ark 2 mm çevresel ferrulenin, fiber postla restore edilmiş dişlerin kırılma dayanıklılığını anlamlı bir şekilde arttırdığını rapor etmişlerdir(107).

2. Seramik postlar

Seramik postlar cam seramikler, zirkonyum oksit seramikler ve alüminyum oksitle güçlendirilmiş seramikler olmakla 3 gruba ayrılır.

Cam seramik postlar günümüzde, kuvvetlere karşı dayanıksız malzeme olduğu için

kullanımı kısıtlıdır. Kontrollü kristalizasyon sonucu elde edilen dökülebilir cam seramiklerden oluşur.

Alüminyum oksitle güçlendirilmiş seramik postlar üretim aşamalarının hassasiyet gerektirmesi, karmaşık aynı zamanda da uzun olmasından dolayı tercih edilmemektedir.

Zirkon esaslı postlar geniş kullanım alanına sahiptir. Zirkonya aslında üç farklı faza (monoklinik, kübik, tetragonal faz) sahip polimorfik bir maddedir. Zirkonyanın oda ısısında tetragonal fazda stabilizasyonu istendiği için saf zirkonya içeriğine kalsiyum, yitrium alminyum, magnezyum, seryum gibi metal oksitler dahil edilmiştir. Tetragonal fazın stabilizasyonu için esas göervi Y_2O_3 (yitrium oksit) görür. Bu fazın stabilizasyonu için zirkonyaya %2-3 mol Y_2O_3 eklenilmesi gerekir(108).

Yüksek kırılma dayanıklılığı, yüksek eğilme dayanıklılığı, iyi optik özellikler, kimyasal stabilite ve biyouyumluluk zirkonyumun restoratif bir materyal gibi kullanılmasını sağlayan önemli karakteristik özellikleridir(109). Fakat post malzemesi olarak dezavantajlara sahip olması kullanımında bir takım kısıtlanmalara sebep olur (109). Yüksek sertliğe sahip olmaları nedeniyle fiber postla kıyaslandığında zirkonyum postların kök kırıklarına neden olma riski daha fazladır(110).

Kanal tedavisinin yenilenmesini gerektiren durumlarda bu postların kanaldan aşındırılarak çıkarılması neredeyse imkansız yakındır(110, 111).

Ayrıca zirkonyumdan yapılmış post yüzeyinin rezinle bağlantısının iyi olmaması yüzey hazırlıkları yapılmasını zorunlu kılıyor. Yüzey hazırlıkları işlemleri mekanik, kimyasal ve kombine yöntemlerin birlikte uygulanmasıyla sağlanabilir. Mekanik yüzey işlemlerini asit/lazer uygulaması, kumlama ve elmas frezle pürüzlendirme olarak sıralıyabiliriz. Kimyasal hazırlık uygulaması olarak silan, mekanik ve kimyasal yüzey işlemi olarak ise tribokimyasal silika kaplama işlemi yapılır.

Heydecke ve ark. yaptığı çalışmanın sonuçlarına göre diğer estetik postlarla kıyaslandığında zirkonyum oksit postlar daha yüksek kırılma direncine sahiptir(112). Zirkonyum postlar ve rezin fiber postların dahil edildiği in vitro bir başka deneyde ise kırılma dirençlerinin kıyaslandığı zaman fiber postlar daha yüksek kırılma direnci

sergilemişler. Aynı zamanda bu araştırmada özellikle kök ve post kırığında seramik postlar daha başarısız olurken, diğer örneklerde sadece koronal kırıklar görüldüğü de rapor edilmiştir(113). Başka bir in vitro çalışmada ise değişik post ve kor sistemlerinde kırık direnci açısından fark görülmediği halde, seramik postlarda daha fazla onarılamayacak kök kırıkları rapor edilmiştir(114).

2.5. Kronlar

Kök kanal tedavisi, çürük ve restoratif işlemler sonucu koronal diş dokusunun büyük kısmının kaybedildiği durumlarda, dişlerin dayanıklılığının ve sağkalım oranının artırılması için tam kronlar tercih edilmektedir(82, 115).

Tam kronlar, sızdırmazlık ve kırılmaya karşı dirençli olduğu için konservatif restorasyonlardan üstündür. Kor yapı post ile dişe bağlanarak dişin kayıp koronal yapısını oluşturur, kron ise koru kaplayarak dişe estetik ve fonksiyonel özelliklerini yeniden kazandırır. Bir post ve kor uygulanarak yapılan restorasyonla sağlanan koronal kapama endodontik tedavinin sonucunu olumlu yönde etkiler(116).

Metal destekli seramik kronlar. Metal destekli porselen kronlar, daha çok posterior dişlerin tamamen kaplanmasında veya köprü ayağı olarak sıklıkla kullanılır. Ancak, geleneksel metal destekli porselen kron restorasyonlar için preparasyon yapılırken çok fazla diş kesiminin yapılması en büyük dezavantajlarından biridir. Birçok klinisyene göre, metal destekli porselen kron için oklüzalden 2 mm, aproksimal ve labial yüzeylerden 1.5 mm ve lingual yüzeyden 1.2 mm aşındırma yapılması gereklidir (115). Tam seramik kronların ise klinik estetik başarısı daha yüksektir ve preparasyon zamanı metal alt yapılı porselen restorasyonlara göre diş dokusunun daha az aşındırılması yeterli olmaktadır (117).

Başka bir dezavantajı ise yetersiz oklüzal mesafesi olan dişlerde bu sorunu çözebilmemiz için dişin oklüzal preparasyonu zamanı gerektiğinden daha fazla diş dokusu almamız gerekmesidir. Bu tür durumlarda eğer hastanın maddi açıdan limitli bütçeye sahipse ve metal destekli porselen yapılması planlanıyorsa, diş dokusunu korumak ve tutuculuğu düşürmemek adına estetikten ödünç vermek gereklidir. Böyle durumlarda kronun oklüzal yüzeyi metal olarak bitirilir ve daha konservatif bir preparasyonla diş yapıları korunmuş olur(39). Bu olumsuz özellikleri ortadan

kaldırmak için tam dental porselen kronlar sabit restorasyonlarda estetik ve biyomekanik üstünlükleri nedeniyle son dönemlerde daha fazla tercih edilmektedirler.

Tam seramik kronlar. Diş hekimliğinde yeni teknolojik gelişmelerle birlikte kullanıma sunulan hem dayanıklı hem de estetik özelliklere sahip monoblok tam seramik estetik kron ve endokron materyalleri ile dişte oluşturulan preparasyon maksimum azalmaktadır. Işık geçirgenliğinin fazla olması, alerjen, toksik olmaması, biyouyumlu olması, bu restorasyonlara ilgiyi arttırmıştır.

Yapmış oldukları 11 yıllık çalışmanın sonunda Fradeani ve Redemagni'nin cam seramik anterior ve posterior (Empress) kronların başarısızlık oranlarının % 4.8 olduğunu rapor etmişler(118). Tam porselen kron ve metal destekli porselen kronların sağkalım oranlarının incelendiği bir sistematik derlemede tam porselen kronların 5 yıllık sağkalım oranları %93.3 ve metal destekli porselen kronları ise %95.6'dır. Yoğun sinterlenmiş alümina kronlar (örn. Procera) %96.4, güçlendirilmiş cam seramik (örn. Ivoclar Empress)kronlar % 95.4, cam infiltre kronlar(örn. In-Ceram) % 94.5 ve cam seramik kronlar 5 yılda %87.4 sağkalım oranı göstermiştir(119).

Kanal tedavili ve fazla madde kaybına sahip posterior dişlerin post-kor sonrası kron ile restorasyonu kabul edilmiş bir tedavi yöntemi olmakla beraber, diş hekimliğindeki gelişmeler, bazı biyomekanik kısıtlamalar ve kullanım sınırları farklı tedavi yöntemlerinin araştırılması ve denenmesine neden olmaktadır.

2.6. Endokronlar

Endokron, post içermeyen, monoblok yapıya sahip, adeziv bir indirekt restorasyon çeşididir. Bindl ve Mörmann endokron terimini ilk olarak 1999'da kök desteği bulunmayan, retansiyon için pulpa odasını kullanan ve 90° basamaklı preparasyona sahip restorasyon olarak tarif etmişlerdir(120).

Sistematik bir derlemede, minimal invaziv preparasyonla maksimum diş dokusunu korumasını sağlamak kanal tedavili dişlerde altın standart olarak kabul edilir(11). Her adeziv sistemde olduğu gibi endokron uygulamalarında da, minimal invaziv preparasyonla olabildiğince diş dokusunun korunması esastır. Endokron preparasyonun avantajı fazla preparasyon gerektirmemesi, aynı zamanda hem kanal içi post yuvası hazırlanmaması, hem de kor yapının oluşturulmasına gerek kalmadığı için, klinikte geçirilen zamanın azalması ile birlikte oluşabilecek post restorasyonları

kaynaklı kök kırıkları da engellenmiş olur ve. Endokronlar pulpa odasından makroretansiyon, kavite duvarlarına yapışmayı sağlayan adeziv simantasyonla da mikroretansiyonu sağlar(121, 122). Endokron restorasyonların preparasyonu zamanı pulpa odasına doğru retansiyon kavitesi oluşturulması çalışma ve dengeleme temasları sırasında oluşan lateral kuvvetlerin pulpa odasına iletilmesini sağlar. Pulpa odasının derinliği arttıkça kavite miktarı artar ve adezyonda kullanılacak olan yüzey alanı da artar. Böylece post-kor kronlarda, postun köke uyguladığı yatay kuvvetler ortadan kaldırılmış olur(123).

Endokronların kırılma dayanımlarının incelendiği birçok sistematik derleme ve meta analiz çalışmalarında endokronların post-kor sistemleri üzerine hazırlanan geleneksel kronlardan daha başarılı olduğu gösterilmiştir. Biacchi ve Basting yaptığı endokron restorasyonlarla, cam fiber post artı kron restorasyonlarının kırılma kuvvetlerine karşı dayanıklılıkları in vitro olarak çalışmada kıyaslanmıştır. Kompresif kuvvetler karşısında daha fazla dayanıklılık gösteren restorasyon ise endokron olarak belirtilmiştir(8). Sedrez-Porto ve ark. 2016 yılında endokronların geleneksel restorasyonlarla karşılaştırdıkları in vitro ve klinik çalışmaları kapsayan meta analiz ve sistematik derlemede, ön ve arka bölgedeki dişlere uygulanan endokronların kırılma dayanıklılığı geleneksel restorasyonlarla kıyaslandığında daha yüksek bulunmuştur(124). 10 yıllık retrospektif bir çalışmada, 2017 yılında Marcia ve ark. endokronların bruksizm gibi oklüzal risk faktörlerinin olduğu durumlarda bile aşırı madde kaybı olan premolar ve molar dişlerde güvenilir bir tedavi seçeneği olduğu belirtmişlerdir(125).

Endokronlar birçok çalışmada sadece pulpa boşluğundan destek alan restorasyonlar gibi tanımlanıyor. Diş dokusunun aşırı miktarda kaybedildiği durumlarda, koronal diş dokusu hiç kalmadığında veya sağlam diş dokusunun sadece 1-2 mm kaldığı durumlarda sadece pulpa odasından destek alan restorasyon retansiyon ve stabilite bakımından yetersiz olabilir. Böyle durumlarda retansiyon ve stabilizeyi arttırmak amacıyla kök içi uzatmalı endokronların tasarlanmasına ihtiyaç vardır(126). Literatüre yeni dahil edilmiş bu endokron tasarım şeklinin geleneksel endokron tasarımlarından farkı pulpa odasındaki kaviteden kök içine uzanan bir çıkıntının olmasıdır. Biacchi ve Basting yaptıkları in vitro deneyde kök uzatmalı endokron ve fiber post-kor destekli geleneksel kronla onarılmış mandibular büyük azı dişlerinin kırılma dayanıklılıklarını karşılaştırmışlar ve 3mm kök içi uzatmaya sahip

endokronlarla onarılan dişlerde basma dayanımı daha yüksek sonuçlara ulaşmıştır(121). Pedrollo ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada ise farklı uzunluklarda kök uzatmalı endokron restorasyonlar kıyaslanmıştır. 2.5 mm ve 5 mm uzunlukta kök içi uzatmaya sahip endokron ve 5 mm uzunluğunda fiber post ile desteklenmiş geleneksel kronla onarılmış premolar dişlerin kırılma dayanıklılıkları arasındaki fark incelenmiştir. Yapılmış oblik yükleme sonucu, diğer gruplara kıyasla 2.5 mm kök içi uzatmalı endokron restorasyonlar yüksek yük değerlerine karşı daha fazla direnç göstermişler(127).

Endokron restorasyonların yeterli bağlanma yüzeyinin olması tutuculuk ve stabilite için önemli faktördür. Mandibular premolar dişlerde pulpa odası genişliği ve kron boyutu yetersiz olması nedeniyle gerekli miktarda bağlantı yüzeyine sahip olmadıkları için bu dişlerden yeterli düzeyde makro ve mikroretansiyon elde edilememektedir(128). Anatomik özellikleri nedeniyle alt mandibular azı dişler sınırlı bağlantı yüzeyi ve küçük kök çapı nedeniyle kron ile kök arasında zayıf stres iletimine sahiptir. Bu nedenle, mandibular küçük azı dişlerde endokron tercih etmeden önce detaylı bir değerlendirme yapılmalıdır.

Kanal tedavili dişlerde ferrule etkinin kırılma dayanıklılığına etkisinin öneminden birçok çalışmada bahsedilmiştir. Bununla birlikte, ferulle etkinin olması ve eğer varsa miktarının endokron restorasyonlarda kırılma dayanıklılığına etkisini inceleyen bir araştırma olmadığı için kesin bir kriteri de sunulmamıştır. Endokronların kırılma dayanıklılığı değerlendirilen bazı çalışmalarda ferrule etki bulunmazken(118), bazılarında ise farklı yüksekliklere sahip ferrule oluşturulmuştur(121, 122, 128).

Endokronların endikasyonları;

- Klinik olarak kron boyu yetersiz olan dişlerde
- İnteroklüzal mesafesinin dar olduğu vakalarda
- Diş dokusu kayıplarının fazla olduğu durumlarda
- Yeterli ferruleye izin vermeyen vakalarda
- Kalsifiye kanallı köklere sahip dişlerde
- İnce köklerde endikedir(122).

Endokronların avantajları:

- Estetikirler ve konservatiftirler,
- Biyolojik olarak uyumludurlar,

- Subgingival preparasyona ihtiyaç duymadığı için periodontal dokularla dosttur,
- Farklı anatomik yapılara sahip kanallarda uygulanabilirler (eğimli, geniş, ince),
- Post yuvası preparasyonu yapılmadığı için kök perforasyonuna neden olmazlar.
- Hastanın koltuktaki süresi kısadır,
- Allerjik ve toksik içeriğe sahip değil.

Endokron Preparasyonu

Endokron preparasyonu yaparken restorasyon için yeterli miktarda yer sağlayacak kadar preparasyon yapılmalı ve restorasyonda oluşacak kırık oluşumunu engelleyecek şekilde planlama yapılmasına dikkat edilmelidir. Standardizasyon yapılamadığı için, preparasyon miktarı ve şekli her vakada değişkenlik göstermektedir. Pisis ve ark. küçük azılar için 5mm derinlikte ve 3mm çapında, büyük azılar için ise 5 mm derinliğinde ve 5 mm çapında retansiyon kavitesi önermişler(129). Roberson ve ark. ise pulpa odasında 1-3 mm derinlikte retansiyon kavitesinin oluşturulduğunu belirtmişler(130). Optimum retansiyon ve direnç elde etmek için birçok çalışmada minimum 2 mm'lik retansiyon kavitesinin hazırlanması önerilmektedir.

Restorasyonun giriş yolunu engellememesi için koronal duvarlar 6° açı ile oklüzale doğru açılacak şekilde prepare edilir. Preparasyon sonrası geriye kalan koronal diş duvarlarının boyutu yeterli desteği sağlayabilmesi için minimum 2 mm olmalıdır. Santral kavite duvarları 8-10° açı ile uygun biçimde iç eğime sahip olmalıdır(130). Supragingival mine marjinleri ne kadar fazla olursa iyi bir bağlanma sağlamamız o kadar olasıdır.

2.7. Endokron ve Tam Seramik Restorasyonlarda Kullanılan Seramikler

Diş hekimliğinde seramik ilk defa protetik amaçla 1774'te Fransız Alexis Duchateau tarafından total protezler için kullanılmıştır(131).

Seramikler içeriğinde metal olmayan inorganik bileşiklerdir. Dental seramikler temel olarak farklı oranda kuartz, kaolin ve feldspar bileşiklerini içermektedir. Dental seramikler; bir veya birden fazla metalin, metal olmayan birleşenle çoğunlukla

oksijenle etkileşime giren, hem kovalent hem de iyonik bağların olduğu bir yapıya sahiptir. Seramiklerin güçlü olmasının yanı sıra, aynı zamanda kırılğan olmasının nedeni bu bağların kazandırdığı bir özelliktir(132).

2.7.1. Dental Seramiklerin Yapısı

Dental seramiklerin içeriğinin temelini oluşturan feldspar, kuartz ve kaolin, seramiğe farklı özellikler kazandırır. Seramiğe translüsenslik kazandıran feldspar diğer iki maddenin yerleşimi zamanı arada kalan boşlukları doldurarak onlar için matriks görevi de görür. Feldspar potasyum alüminyum silikat/ortoklas ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) ve sodyum alümina silikat ($Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) karışımından oluşmuştur. (Na_2O) içeren formu porselenin erime derecesini düşürürken, (K_2O) içeren formu ise cam yapının viskozitesini artırır(132). Seramiklerin içeriğinde %10-30 oranında kuartz bulunur. Matriks içerisinde esas görevi doldurucu olan kuartz ısı işlem sonucu oluşan büzölmeleri en aza indirerek porselene dayanıklılık kazandırır. Erime ısısı çok yüksek olduğu için yüksek sıcaklıklarda restorasyonun şeklini korumasına yardım eder (133).

Seramiğin üçüncü ana maddesi Çin kili olarak da bilinen kaolindir. Kuartz ve feldspara göre seramiğin içeriğinde daha az oranda bulunur. Ortalama %1-5 oranında bulunmaktadır. Kaolin ($Al_2O_3.2SiO_2.2H$

$_2O$) bir hidrate alümina silikattır. Adeziv özelliğe sahip olduğundan dolayı kuartz ve feldsparı bir arada tutarak bağlayıcı fonksiyonu görür. Seramiğin işlenebilme özelliğini artırır fakat opasiteyi de arttırdığı için çok az miktarda kullanılmaktadır(134, 135).

Dental seramiklerin esas temelini bu üç ana madde oluşturmalarının yanı sıra yapıya sertlik kazandıran ve erime sıcaklığının düşürölmesini sağlayan kalsiyum, potasyum ve sodyum gibi ara oksitler, opaklık veya parlaklık özelliği sağlayan maddeler, çeşitli renk pigmentleri de farklı miktarda bulunmaktadır (135).

2.7.2. Dental Seramiklerin Sınıflandırılması

Vakalara uygun bir şekilde kaybolan diş dokusunu onarabilmek için tedavi esnasında seramik türünün seçilmesini kolaylaştırmak açısından farklı sınıflandırmalar kullanılıyor. Yapım tekniklerine, fırınlama sıcaklıklarına, kullanım

yerlerine ve içeriklerine göre farklı seramik sınıflandırmaları mevcuttur. Literatürde bu sınıflamalardan ziyade üç başka sınıflama daha sık kullanılır. Conrad ve ark., Robert Kelly ve Gracis ve ark. yapmış oldukları sınıflandırmalar en sık sınıflandırma yöntemleridir(136-138).

Conrad ve ark. yaptıkları sınıflandırmada seramikler üç esas grupta toplanıyor:

I. Cam Seramikler

a. Lössit ile güçlendirilmiş seramikler

IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn)

Optimal Pressable Ceramic /Optec OPC (Jeneric Pentron, Wallingford, Conn, Amerika Birleşik Devletleri)

IPS ProCAD (Ivoclar Vivadent Schaan, Lihtenştayn)

b. Lityum disilikat ile güçlendirilmiş seramikler

IPS Empress 2 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn)

IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn)

c. Feldspatik seramikler

Vitablocks Mark II (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)

Vita TriLuxe Bloc (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)

Vitablocks Esthetic Line (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)

II. Alümina Esaslı Seramikler

a. In-Ceram Alumina (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)

b. In-Ceram Spinell (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)

c. In-Ceram Zirkonya (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya)

d. Synthoceram (CICERO Dental Systems, Hoom, Hollanda)

e. Procera (Nobel Biocare AB, İsveç)

III. Zirkonya Esaslı Seramikler

a. Lava Sistemi (3EM ESPE, St. Paul, Minn)

b. Cercon Sistemi (Dentsply DeguDent, Almanya)

c. DC Zirkon Sistemi (DCS Dental AG, Allschwil, İsviçre)

d. Denzir Sistemi (Decim AB, Skelleftea, İsveç)

- e. Celay Sistemi (Mikrona Technologie AG, Spreitenbach, İsviçre)
- f. Cerec In Lab Sistemi (Sirona Bensheim, Almanya)
- g. Everest Sistemi (Kavo Dental, Biberach, Almanya)
- h. Zeno Tec Sistemi (Wieland, Pforzheim, Almanya)
- i. Zirkonzahn Sistemi (Steger, Ahrntal, İtalya)

Robert Kelly yaptığı sınıflamada ise seramikler mikroyapılarına göre kategorilendirilmiştir:

I.Ağırlıklı Olarak Cam İçerenler: Optik özellikleri mine ve dentine en yakın olan seramik türüdür. Bunun nedeni yüksek cam içeriğine sahip olmalarıdır(139).

II. Partikül Doldurucu Camlar: Cam seramikler olarak da bilinen bu malzemelerin içeriğine seramiğin termal genleşme ve büzülme, dayanıklılık gibi mekanik özelliklerini geliştirme amaçlı cam matriks içerisine doldurucu partiküller ilave edilmiştir(139). Günümüzde genellikle bu seramiklerin feldspatik yapısını güçlendirmek ve çatlak oluşumunu engellemek için lityum disilikat, alüminyum oksit ve lösit eklenmektedir(140).

III. Polikristalin Seramikler: Polikristalin seramiklerde atomlar daha düzenli bir şekilde yerleştiği ve camsı yapı bulunmadığı için camsı seramiklere göre çatlak oluşumuna karşı daha dayanıklıdır(140, 141). Bazı CAD/CAM sistemleri (örneğin Procera, Cercon) ile üretim zamanı olması gereken boyutlarından daha büyük kazınmaları gerekir, bu sayede fırınlama esnasındaki büzülme karşılanmış olur. En büyük dezavantajları ise fazla miktarda opasiteye sahip olmalarıdır. Bu özelliklerinden kaynaklı ortaya çıkan estetik sorunun önüne geçebilmek için genellikle cam seramiklerle birlikte tabakalama yöntemi kullanılarak üretilmesi önerilir (140).

Gracis ve ark. 2015 yılında yaptığı güncel sınıflandırmada ise seramik ve seramik benzeri materyaller incelenmektedir(138).

1. Cam Matriks Seramikler

2. Polikristalin Seramikler

3. Rezin matriks Seramikler

1.Cam Matriks Seramikler:

- a) *Feldspatik Seramikler*
- b) *Sentetik Seramikler*
- c) *Cam İnfiltrate edilmiş Seramikler*

2. Polikristalin seramikler:

- a) Alümina
- b) Stabilize edilmiş Zirkonya
- c) Zirkonya ile Güçlendirilmiş Alümina
- d) Alümina ile Güçlendirilmiş Zirkonya

3. Rezin matriks seramikler

- a) Rezin Nanoseramikler
- b) Rezin İnfiltrate edilmiş Cam Seramikler (RİCS)
- c) Rezin İnfiltrate edilmiş Zirkonya-Silika Seramikler

1. Cam Matriks Seramikler

a) **Feldspatik Seramikler:** Cam içeriğine sahip olması bu seramiklere mükemmel polisajlanabilme kabiliyeti, adeziv simantasyon yapılabilme ve asitle pürüzlendirilme özelliği kazandırıyor. Restorasyonun uzun dönem başarısını artırmak için polisaj ve glaze yapılması sonuçları olumlu etkiler. Materyal dayanıklılığı polisaj sonrası 130 MPa, glaze sonrası 160 MPa'dır (142). Kullanım alanları metal veya seramik altyapı üzerine tabakalama şeklinde, aynı zamanda laminate veneer gibi estetik adeziv restorasyonlarda tercih edilmektedir. Örnek olarak IPS Empress Esthetic, IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent; Vitadur, Vitablocs, Vident verilebilir (138).

b) **Sentetik Seramikler:** Florapatit Bazlı Seramikler, Lösit Bazlı Seramikler, Lityum Disilikat Seramikler, olmakla üç gruba ayrılıyor.

Lösit bazlı seramikler, seramiğin camsı yapısına 10-20 µm boyutlarında lösit kristalinin eklenmesiyle oluşur. Lösit kristalleri materyalin kırılma (fracture strength) dayanıklılığını ve bükülme (flexural strength) dayanıklılığını arttırır(143). Örnek olarak IPS d.Sign, Ivoclar Vivadent; Vita VM7, VM9, VM13, Vident; Noritake EX-3, Cerabien, Cerabien ZR, Noritake verilebilir(138).

Lityum disilikat seramikler, polikristallin materyallerdir. Lityum disilikat kristalleri 3-6 µm boyutlarında iğneye benzeyen kristallerdir ve lityum ortofasfat (Li_3PO_4) camsı matrikse entegre olurlar. Bu kristaller rastgele biraya gelerek bir ağ oluşturur ve materyalin dayanıklılığını arttırırlar. Örnek olarak IPS e.max CAD, IPS

e.max Press, Ivoclar Vivadent; Suprinity, Vita; Celtra Duo, Dentsply; İnitia LiSi Press, GC verilebilir (138).

IPS e.max CAD ve IPS e.max Press kimyasal olarak benzer yapılara sahip olmasına rağmen, kristal büyüklükleri ve buna bağlı olarak da mikroyapıları biraz farklıdır. IPS e.max Press seramiğin kristal yapısı $7\mu\text{m}$ ve daha büyük kristaller içerir, IPS e.max CAD ise $1.5\mu\text{m}$ büyüklüğünde lityum disilikat kristalleri içerir ve daha homojen ve yoğun şekilde matriks içerisinde dizilir(144).

IPS e.max CAD blokların hacminin %40'ını lityum disilikat oluşturur. Lityum disilikatın dahil edilme nedeni hasta başı restorasyonun uyumlanması sırasında frezelemenin daha kolay ve daha az zaman kaybı ile yapılabilmesidir (145, 146). Bu parsiyel kristallenme gösteren lityum metasilikat IPS e.max CAD bloklar fırınlanmadan önce açık mavi-mor renkte olmasına rağmen fırınlandıktan sonra seçtiğimiz diş rengine dönüşür(144).

Florapatit Bazlı Seramikler: Esas kullanım alanı polikristalin seramiklere ek olarak tabakalama seramiği gibi yaygındır. Doldurucu olarak %55 oranında florapatit kristalleri ($\text{K}_2\text{Mg}_5\text{SiO}_2\text{OF}_4$) içerir(141). Günümüzde tercih edilmeme nedenleri hem fiziksel hem de optik özelliklerinin iyi olmamasıdır.

c) Cam İnfiltre Seramikler: Alümina: İlk cam infiltre seramik olan In-Ceram Alümina üretilmiştir. Yoğun opasitesiteye sahip olduğu için üzerine tabakalama seramiği uygulanarak kullanması gerekir.

Alümina ve Magnezyum: Bu grubun tek örneği In-Ceram Spinell'dir(138).

Alümina ve Zirkonya: Parsiyel stabilize edilmiş zirkonyum oksitin eklemesi ile In-Ceram Alümina sistemin modifikasyonu olarak üretilmiştir. Üretici firmaya göre yapı %62 oranında alüminyum oksit (Al_2O_3) içerirken, %20 oranında zirkonyum oksit (Zr_2O) içerir (138).

2. Polikristalin seramikler

En belirgin özelliği yüksek mukavemet (strength) ve kırılma dayanımına (fracture toughness) sahip olmasıdır. Ama camsı fazın bulunmamasından kaynaklı uzun asitlenme süresinin gerektirmesi ve translüsens özelliğinin limitli olması başlıca dezavantajıdır(147).

Alümina: Yüksek oranda (%99.5) alüminyum oksit (Al_2O_3) içermektedir.

Yüksek sertliğe (17-20 GPa hardness) ve mukavemete (strength) sahiptir. Tüm dental seramikler içerisinde en yüksek elastik modüle sahip olduğundan ($E=300$ GPa), bu durum kütleli kırıklara karşı kırılmalık göstermesine sebep olmuştur (145). Örnek olarak Procera AllCeram, Nobel Biocare verilebilir (138).

Stabilize edilmiş Zirkonya: Bu seramikler_camsı faz içermez ve 0,4 µm boyutundaki partiküllerin düzenli dizilimiyle oluşan zirkonya kristal fazdadır ve bu sebeple oldukça serttir. Yapısında bulunan kristaller, monoklinik (oda ısısı-1170°C), kübik (2370°C-2680°C) ve tetragonal (1170°C-2370°C) olmak üzere 3 faza sahiptirler. Bu fazlar arasındaki geçişler hacimsel değişikliklere yol açar. Örneğin tetragonal fazın monoklinik faza geçişi zamanı %3-5'lik bir oranda hacim artışı gözlemlenir(148). Tetragonal fazın stabilitesi iyi olmadığından, oda sıcaklığında bu fazın stabilitesinin sağlanabilmesi amacıyla içerine metal oksitler ilave edilir ve bunlardan en sık kullanılanı yitriumdur. Tetragonal fazda oda sıcaklığında yitrium oksitin zirkonyanın yapısına katılmasıyla yitrium ile stabilize edilmiş polikristalin zirkonya (Y- TZP) elde edilir. Zirkonyanın mekanik özellikleri bu sayede geliştirilmiştir. Kırılma dayanımı (fracture toughness) 5-10 MPa iken, bükülme dayanımı (flexural strength) 900-1400 MPa civarındadır(149). Bu grupta kullanılan materyallere örnek olarak Nobel Procera Zirconia, Nobel Biocare; Lava/Lava Plus, 3M ESPE; Zirkon, DCS; Katana Zirconia ML, Noritake; Prettau Zirconia, Zirkonzahn gösterebiliriz.

Zirkonya ile Güçlendirilmiş Alümina(zirconia toughened alumina) ve Alümina ile Güçlendirilmiş Zirkonya(alumina toughened zirconia): Karışım içerisindeki zirkonya veya alüminanın yüzdesi ayarlanabilir ve talebe veya üreticinin isteğine göre değiştirilebilir. Sınıflandırma yapabilmek amacıyla, ZTA'nın içeriğinde %50'den fazla ağırlıkta alümina, ATZ'nın içeriğinde ise %50'den fazla ağırlıkta zirkonya bulunmalıdır (138) .

a. Rezin-Matriks Seramikler

Bu gruptaki seramiklerin diğer seramiklerden farkı yüksek oranda seramik parçacıklarla doldurulmuş organik bir matrikse sahip olmasıdır.

Rezin İnfiltratör Cam Seramikler (RİCS): Bu grup feldspatik seramik ağı (ağırlıkça %86 / hacimce %75) ve bir polimer ağından (ağırlıkça %14 / hacimce %25) oluşur ve hibrit seramikler olarak adlandırmaktadır (142).

Rezin İnfiltratör Zirkonya-Silika Seramikler: farklı organik matrislere (UDMA, TEGDMA) ve ağırlıkça %60 oranında inorganik kompozisyona (silika tozu, zirkonyum silikat, pigmentler vs.) sahiptir. Shofu Block HC, Shofu ve MZ100 Block, Paradigm MZ100 Blocks, 3M ESPE bu gruba örnektir(3 Paradigm TM MZ100 Block Technical Product Profile. 3M ESPE.).

Rezin infiltratör seramikler inley, onley, veneer gibi parsiyel restorasyonların yanı sıra tek üğe tam kron yapımında kullanılabilir(14, 83). Piyasada daha yeni olması nedeniyle hakkında henüz yeterli çalışma yoktur, yapılmış sınırlı sayıdaki çalışma klinik olarak uygulanabilir olduğunu göstermiştir(150).

2.8. Diş Hekimliğinde Kullanılan CAD/CAM Sistemleri

CAD/CAM kavramı üretilecek restoratif malzemenin bilgisayar ortamında üç boyutlu tasarımı ve üretimi anlamına gelmektedir. CAD (Computer Aided Design) “Bilgisayar Destekli Tasarım”, CAM (Computer Aided Manufacturing) terimi ise “Bilgisayar Destekli Üretim” demektir(151).Diş hekimliğinde kullanılan ilk CAD/CAM sistemi Duret tarafından 1971 yılında geliştirilmiştir. 1980’li yıllarda optik tarayıcı kullanılarak preperasyonun taranması ve ayrı bir freze ünitesi ile restorasyon üretme fikri Mörmann ve Brandestini tarafından geliştirmiş ve günümüzde çok yaygın olarak kullanılan CEREC sisteminin temellerini oluşturmuştur(152).

2.8.1. CAD/CAM Sistemlerin Fonksiyonel Elemanları,

Avantajları ve Dezavantajları

Tüm CAD/CAM sistemleri 3 bileşenden oluşur:

- Tarayıcı (scanner)
- Tasarım yazılımı (software)
- Üretim cihazları (hardware)

CAD/CAM Sisteminin Avantajları:

- Ağız içi tarayıcı kullanıldığında konvansiyonel ölçüye gerek kalmadan restorasyon üretilebilmesi.
- Daha kısa sürede daha uyumlu restorasyonlar yapılabilmesi,
- Restorasyon üretim aşamaları kısaldığından hata yapma olasılığı azalmış ve çapraz kontaminasyon riski de azalması,
- Restorasyonlar tek seansta hazırlanabildiği için hem geçici kron yapımı aşaması ekarte edilmesi, hem de zaman kaybı azalması,
- Ölçü alma, geçici kron hazırlama gibi zorlukların olmaması,
- Laboratuvar, aşamaları azalması,
- Restorasyona dair verilerin kaydı ve gerektiğinde tekrar ölçü almadan yeniden üretilebilmesi.
- Üretim sürecinin tüm evreleri ve veriler arşivlenebilmektedir ve daha sonra gerektiğinde istenilen zaman incelenebilmektedir (153).

CAD/CAM Sisteminin Dezavantajları:

- Üretim için gerekli yazılım ekipmanların ve sarf malzemelerin maliyetlerinin fazla olması,
- İyi bir dişeti retraksiyonu yapılmadığı zaman subgingival kesim yapılan dişlerde basamak sınırlarının bilgisayar ortamına aktarılmasındaki sorunlar(154),
- Ağız içi ve model tarayıcılarının çözünürlüğünün sınırlı olması (154).

Diş hekimliğinde CAD/CAM ile restorasyon üretimi 3 şekilde gerçekleşebilir. En rahat ve hızlı yöntem '*chairside*' yani hasta başı üretimdir. Hiçbir laboratuvar işlemine gerek duyulmadan, hekim hastanın ölçüsünü optik tarayıcı ile alır, tasarımı yapar ve freze cihazında restorasyon üretilir. Son derece zaman kazandırıcı bir yöntemdir. İkinci yöntem laboratuvarda üretimdir. Bu şekilde hekim konvansiyonel yöntemle hastadan ölçü alır, ölçü laboratuvara gider ve model üretilir. Sonrasında bu model laboratuvar tarayıcıları ile taranarak dijital ortama aktarılır ve tasarım teknisyen tarafından yapılır. Üretim aynı hasta başı üretimdeki gibi freze cihazları ile yapılır. Üçüncü yöntem ise merkezi üretimdir. Modellerin görüntülenmesi üretim merkezine bağlı bir laboratuvarda gerçekleştirilir ve elde edilen kayıtlar internet aracılığı ile restorasyonun üretimi yapılacak merkeze gönderilir(155).

2.8.2. Diş Hekimliğinde Kullanılan CAD/CAM Sistemleri

İlk geliştirilen CAD/CAM sistemi Cerecdir ve (Ceramic reconstruction veya chairside economical restoration of esthetic ceramics) seramik rekonstrüksiyon veya estetik seramiklerin hasta başı ekonomik restorasyonu anlamına gelmektedir. Mörmann ve Brandestini tarafından 1985 yılında üç eksen üzerinde aşındırma yapabilen Cerec 1 modeli tasarlanmıştır(156). Altı eksen üzerinde kazımanın sağlanabildiği Cerec 2 modeli firma tarafından 1994'te geliştirilmiştir. Cerec 2 ile inley, onley ve kron gibi restorasyonların üretimi sağlanmıştır(157).

Ağız içi video kamera, internet, multimedya ve dijital bir radyografik birimi kapsayan Cerec 3 (Sirona) sistemi 2000 yılında hekimlerin kullanımına sunulmuştur. Sistemde kontrol ve aşındırma üniteleri birbirinden ayrılmıştır. Tarayıcı (Cerec InEos Scanner) aşındırma ünitesi ile uyumludur ve Windows NT platformlu yazılım kullanılmıştır (158). Sistem diğer sistemlere göre oldukça hızlıdır (159). Ağız içi görüntüler detaylı ve net olarak kaydedilebilmektedir. İkinci bir silindirik şekilli elmas frez sayesinde oklüzal şekillendirme detaylı olarak sağlanabilmektedir. Bu sistem ile bir restorasyon şekillendirilirken eş zamanlı olarak ikinci bir restorasyonun tasarlanmasına imkan sağlanmıştır(160). Cerec sisteminin yazılımı 2003 yılında güncellenmiş ve üç boyutlu bir tasarım programı olan Cerec 3D geliştirilmiştir. Bu programda tüm kayıtlar 3 boyutlu olacak şekilde görüntülenmektedir. Aynı yazılıma 2005 yılında "antagonist tool" eklenmiş ve sistem tarafından otomatik olarak ayarlanabilmesini sağlamıştır. Ayrıca, harici optik model tarayıcı ünitesi olan "inEos" piyasaya sürülmüştür. Bu ünite ile tüm ark taranabilirken, tarama süresinin de kısılmasını sağlamıştır(161). 2011 yılında geliştirilen Cerec SW 4.0 yazılımı ile yazılımın arayüzü geliştirilmiştir ve kullanılabilirliği artırılmıştır. Son olarak Sirona firması 2012'de Cerec Omnicam ağız içi kamerasını geliştirmiştir. Omnicam kamera ile pudra kullanımı son bulmuştur ve aynı zamanda da renkli ölçü alınmasına olanak sağlanmıştır (Sirona. (2014). 20 Aralık 2014. :<http://www.sirona.com/en/products/digitaldentistry/cerecchairside-solutions/?tab=241> 151).

2.9. Rezin Simanlar

Restorasyon yapımı için diş preparasyonun yüzey şekli tutuculuk açısından önemlidir. Retansiyonu etkileyen bir diğer önemli faktör de simantasyonda kullanılan siman çeşidi ve siman aralığıdır. Simantasyonun amacı restorasyon iç yüzeyi ile dış yüzeyi arasındaki boşluğu kapatmak ve yüzeyler arasında bir bağlantı oluşturmaktır(162).

Donovan ve ark., simanları iki ana başlıkta sınıflandırmışlar:

I. Geleneksel simanlar

- Çinko fosfat siman
- Polikaboksilat siman
- Cam iyonomer siman

II. Adeziv simanlar

- Rezin siman
- Rezin-modifiye cam iyonomer siman

Uzun yıllardır rezin simanlar estetik ve adeziv diş hekimliğinde tam seramiklerin simantasyonunda sıklıkla kullanılmıştır. Adeziv rezin simanlar üç ayrı fazdan oluşur: organik polimer faz (matriks), inorganik faz (doldurucu partikül) ve ara faz (bağlayıcı ajan)(163).

İçerik olarak kompozitlere çok fazla benzeyen rezin simanlar, doldurucu içeriklerinin az olması ve düşük vizkoziteleri nedeni ile kompozitlerden ayrılırlar(164).

Organik matriks faz, Bis-GMA, UDMA ve TEGDMA; inorganik faz, farklı şekil ve boyutlarda kuartz, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, çinko ve yitriumdan oluşur. Ara faz ise organik silisyum bileşiği içeren silanlardan meydana gelir. Polimer matriks olarak kullanılan üretdimetakrilat (UDMA) çok iyi bir adezyon sağlar ve renk değişimine karşı daha dirençlidir. Hem simanın viskozitesini azaltmak için, hem de dentine bağlanmayı arttırma amacı ile organik matriks içerisine 2-hidroksietil metakrilat (HEMA) eklenmiştir(165).

Adeziv simanlarda dikkat etmemiz gereken özellikler:

- Dentinden radyopak olmalı.
- Dentine iyi bağlanma göstermeli.

- 25 µm'den daha az film kalınlığı olmalı
- Sertleşme süresi kısa, çalışma zamanı yeterli olmalı.
- Pulpaya ve ağız içi dokulara toksik etkisi olmamalı.
- Ağız sıvılarında çözünürlüğü minimum olmalı.
- Siman artıkları kolay temizlenebilmelidir(162, 166).

Adeziv simanlar polimerizasyon mekanizmalarına göre üç ana gruba ayrılırlar:

- ☐ Kimyasal olarak polimerize olan (self-cure),
- ☐ Işık ile polimerize olan (light-cure),
- ☐ Hem kimyasal olarak hem de ışık ile polimerize olan (dual-cure) adeziv rezin simanlar(167).

Kimyasal olarak polimerize olan “self-cure” adeziv simanlar polimerizasyonun ışıqla gerçekleşmesinin zor olduğu durumlarda tercih edilebilirler. Çok çabuk sertleşirler ve çalışma sürelerinin kontrolü mümkün değildir. Bu gruba örnek olarak Panavia F2.0 (Kuraray), Panavia 21 (Kuraray) gibi simanlar gösterilebilir. “Light-cure” yani ışık ile polimerize olan adeziv simanların çalışma süresinin uzundur ve içeriğinde tersiyer amin grubu kimyasalların olmamasından dolayı renk stabiliteleri iyidir. Örnek olarak Variolink Veneer (Ivoclar) ,RelyX Veneer (3M),NX3 Nexus (Kerr) gibi simanlar gösterilebilir. “Dual-cure” adeziv simanlarda yapısında ışıqla aktive olan başlatıcıların olmasına rağmen, polimerizasyon esas olarak kimyasal yolla gerçekleştirilir. Dual polimerize rezin simanlar, ışık gücünün, rezin simanın tamamına ulaşamadığı, 1,5-2 mm'den fazla kalınlığa sahip olan restorasyonların yapıştırılmasında ya da ışık geçirgenliği düşük olan opak restorasyonlarda kullanılmaktadır(168). Bu simanlarda kimyasal polimerizasyon çok yavaş gerçekleştiğinden, bu süreçte oluşan serbest radikallerin polimere dönüşümü sınırlanır. Buna rağmen bu tür simanların hem raf ömrü daha uzundur, hem de fiziksel özellikleri iyidir(161, 162). Örnek olarak RelyX Unicam (3M) ,MaxCem (Kerr) , NX3 Nexus (Kerr), Panavia F2.0 (Kuraray),Variolink II (Ivoclar) gibi simanlar gösterilebilir.

Rezin esaslı simanlar uygulama şekline göre üç gruba ayrılır:

- ☐ Asit ile pürüzlendirilen ve Yıkanan Simanlar (Etch & Rinse)

Hem üç aşamalı, hem de iki aşamalı sistem şeklinde bulunabilir. İlk olarak %30-40 oranında fosforik asit mine ve dentin üzerine uygulanır. İkinci etapta etanol, aseton veya su içerisinde çözünmüş monomerler içeren primer ajan uygulanır.

Sistemin üçüncü aşamasında ise, hidrofobik monomerlerden oluşan bonding ajanlar rezin bazlı kompozit ile hibrit tabakası arasında köprü görevi görerek bağlantı sağlanmaktadır(160). İki aşamalı sistemler daha az kompleks olmasına rağmen üç aşamalı sistemlere kıyasla daha düşük bağlantı göstermektedir(163).Variolink II (Ivoclar) , RelyX Arc (3M), NX3 Nexus (Kerr) gibi simanlar örnek olarak gösterilebilir.

□ Kendinden Asitli Simanlar (Self-Etch)

Bu sistemin avantajı ilave bir asitleme ve yıkama fazı gerektirmemesidir. Tek aşamalı olarak uygulanması post-operatif hassasiyeti azaltmakta yardımcı olan önemli faktörlerden biridir. 1-2 pH'a sahip olan asidik rezin primer dentinde hibrit tabakası oluşturur. Solüsyonunda mine ve dentinde eş zamanlı demineralizasyon oluşturabilen ve kullanılan primerin infiltrasyonunu arttıran asidik monomerlere sahiptir. Bonding uygulaması ise hibrit tabakanın rezin bazlı yapıştırıcı siman ile bağlantısını sağlar. Her ne kadar uygulama kolaylığı sağlasa da asitlenen ve yıkanan simanlar sistemlerle kıyaslandığında daha zayıf bağlantı performansı sergilediği rapor edilmiştir(164, 165). Panavia F2.0 (Kuraray), RelyX Ultimate (3M), Multilink (IvoClar) gibi simanlar bu gruba örnek olarak gösterilebilir.

□ Kendinden Adezivli Simanlar (Self-Adeziv)

Cam iyonomer simanların adezyon, flor salınımı gibi özellikleri ile birlikte geleneksel rezin simanların mekanik özellikleri birleştirilerek self adeziv rezin simanlar geliştirilmiştir. İkili pat ya da toz-likit şeklinde olabilen bu simanlar dual polimerize olurlar. Dentine bağlanmada etkili olarak kullanılmaktadır. Tam seramik kronların, köprülerin, laminate veneerlerin, porselen inley ve onleylerin simantasyonunda kullanılabilir. Bu sistemler sayesinde adeziv simantasyon işlemleri kısalmıştır. Self adeziv simanlar tek aşama uygulanmaları ve postoperatif hassasiyetin nadir görülmesi nedeniyle çok sık tercih edilmektedir. Multilink Sprint (Ivoclar), MaxCem (Kerr), RelyX Unicem2 (3M), Monocem (Shofu) gibi simanlar örnek olarak gösterilebilir(166).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Çalışmamızın amacı, aşırı madde kaybı olan kanal tedavili dişlerde, aynı materyalden üretilen endokron ve kron ile restore edilmiş posterior bölgedeki tam seramik restorasyonların klinik performanslarının protetik ve periodontal açıdan değerlendirilmesidir. Çalışmamız, in vivo olarak yürütülen randomize, kontrollü bir çalışmadır. Restorasyonlar, lityum disilikat içerikli CEREC(Dentsply-Sirona) bloklardan üretilmiştir. CAD/CAM tekniği kullanılarak hazırlanan tam porselen kron ve endokronların tasarımı ve üretiminde, Cerec Omnicam (Sirona Dental Systems, Bensheim, Almanya) sistemi kullanılmıştır.

Bu deneysel klinik çalışma için, 27.02.2019 tarihli 2019/04-21 (KA-180152) karar numarası ve 16.08.2019 tarihli 68869993-511.06-E.138537 sayı ve 2019-106 konu numarası ile etik kurul onayı alındı. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavi Bölümünde yürütüldü.

3.1. Araştırmaya Katılan Bireylerin Seçimi

Çalışmaya dahil edilen hastalar, Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Kliniği'ne başvuran posterior bölgede (1. Molar veya 2. Molar) kron restorasyonu gerektiren 18-70 yaş arası, kadın ve erkek cinsiyetten olan hastalar arasından seçildi. Çalışmaya gönüllü olarak 36 hasta (40 diş) dahil edildi. Çalışmanın klinik kısmı Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmişti.

Çalışmaya *dahil edilme* kriterleri:

- Hastaların 18-70 yaş aralığında olması
- Hastaların periodontal olarak sağlıklı ve stabil olması
- Posterior bölgede sınırlı kanal tedavili 1. Molar ve/veya, 2. Molar dişlerin restore edilmesi gerekliliği
- Radyografik olarak sağlıklı olması (normal periodontal aralık, yeterli kemik desteği olan, kökte rezorpsiyon ve kırık olmayan dişler)
- Klinik semptomların(perkusyon hassasiyeti, mobilite, sondlamada kanama,>3mm cep derinliği) olmadığı sağlıklı diş ve dişetinin olması

- Çalışma hakkındaki bilgilendirilmiş gönüllü onam formunu okuyup ve imzalayıp çalışmaya katılmayı kabul etmesi

Çalışmaya *dahil edilmeme* kriterleri:

- Kökü de içine alan ilerlemiş vertikal kırık
- 1. dereceden fazla mobilite olması
- Hareketli bölümlü proteze destek olarak kullanılması gereken dayanak diş olması
- Ağız hijyeni yetersiz hastalar
- Restorasyon için yeterli destek diş dokusunun bulunmadığı dişler
- Yetersiz endodontik tedavi görmüş (perküsyon zamanı veya spontan ağrı, fistül, periapikal olarak lezyonlu) dişler
- Bilgilendirilmiş gönüllü onam formunu imzalamayıp çalışmaya katılmayı reddeden bireylerdir.

Muayene edilen toplam 56 gönüllüden, kriterlere uygun 18 ile 70 yaş arasında (yaş ortalaması 27) 34 gönüllü çalışmaya dahil edildi. İşlemden önce hastalara, yapılacak olan tedavinin aşamaları, sonuçları ile ilgili yazılı ve sözlü bilgilendirme yapıp, imzalı onayları alındı.

Çalışma dahilinde tedavi edilecek olan dişler, uygulanacak restorasyonun tipine göre rastgele 2 gruba ayrıldı;

Kontrol Grubu

A. Fiber post artı kompozit kor üzerine CAD/CAM sistemiyle hazırlanan feldspatik bloklardan yapılmış tam seramik kron (20 restorasyon)

Çalışma Grubu

B. CAD/CAM sistemiyle hazırlanan feldspatik bloklardan yapılmış 3 mm kök uzantılı endokron restorasyon (20 restorasyon)



Şekil.3.1. Ağıziçi fotoğrafların çekimi

Dişlerin tedaviden önce ağız içi fotoğrafları çekildi. Dişlerin apikal dokularının sağlığı ve yapılmış olan kanal tedavilerinin durumu periapikal radyografler ile çalışmaya dahil edilmeden kontrol edildi. Detertraj ve ağız hijyeni eğitimi içeren periodontal tedavi yapıldıktan sonra dişlerin rengi, restorasyon öncesi Vita Master 3D skalası kullanılarak belirlendi.

3.2. Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak hasta sayılarını belirleyebilmek amacı ile GPower (GPower Ver. 3.1) paket programı kullanıldı. Çalışmada $f=0.50$ 'lik etki farkını %80 güç ile belirleyebilmek için her bir grupta 19 hasta olacak şekilde en az 38 restorasyona ihtiyaç duyulduğu belirlendi. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde, tekrarlı ölçümlere bağlı veri analizinde IBM SPSS versiyon 23 programı kullanıldı. Etik kurul onayının alınmasının ardından Anabilim Dalı'mıza başvuran, çalışma kriterlerine uygun 23 kadın ve 11 erkek olmak üzere, yaş arası 25-52 (ortalama 35,3) 34 hasta ve 40 diş çalışmaya dahil edildi.

3.3. Protetik İşlemlerin Uygulanması ve Restorasyonların Yapılması

3.3.1. Endokron Preparasyonu ve Ölçü

Silindirik elmas frez kullanarak dişteki mevcut restorasyon çıkarıldı. Eğer varsa çürük dokular uzaklaştırıldı ve pulpa kavitesinin internal duvarları uygun bir şekilde 8-10°lik açı ile şekillendirildi. Koronal duvarların preparasyonu ise endokronun giriş yoluna engel olmayacak bir şekilde 4°lik açı ile oklüzale doğru genişleyecek şekilde yapıldı. 2 mm den daha ince diş duvarları ile yeterli miktarda destek sağlayamayacağı için duvar kalınlığı 2 mm’lik bir kalınlığa ulaşana kadar en az 2 mm olmak şartıyla diş boyu oklüzalden kısaltıldı. Tüm kenarların “butt-joint” tarzında şekillendirilmesine dikkat edildi. Kavite tabanının preparasyonu yapılırken açılar $90^{\circ} \pm 4^{\circ}$ aralığında olacak şekilde hazırlanmaya dikkat edildi. Kavite marjin sınırları belirgin şekilde, duvarların iç kısmı ise keskin kenar ve köşe kalmayacak şekilde preparasyon tamamlandı. Santral retansiyon kavitesinin preparasyonundan sonra kök içine uzanan bölümün preparasyonu gerçekleştirildi. Planlanan kök içi uzunluk olan 3mm derinliğe ulaşabilmek için, çalışma boyuna ayarlı lastik durdurucu takılmış peeso reamer frezler kullanıldı. Preparasyon sırasında çürüklerin temizlemesi sonucu oluşan küçük kaviteler ve düzensizlikler varsa kompozit rezinle (Filtek Z550, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) dolduruldu. Düzeltmeler silindirik bitirme frezinin ulaşamayacağı hiçbir bölge veya yüzey kalmayacak şekilde yapıldı.



Şekil 3.2. Işıkla sertleşen geçici dolgu malzemesi

Ölçü almadan önce, alüminyum klorür ($AlCl_3$) emdirilmiş retraksiyon kordu (Sure-cord Plus, Sure dent, Korea) yerleştirildi. Kanama oluştuğu taktirde kanama durdurucu kullanılarak (Hemospad, Dentsply, Almanya) kontrol altına alındı. Kavite yıkanıp kurutulduktan sonra polivinil siloksan (Elite H-D, Zhermack, Rovigo, İtalya) ölçü materyali ile tek aşamalı ölçü tekniği kullanılarak alındı (Şekil.2.). Karşıt çeneden aljinat (Hydrogum5, Zhermack, Italy) ile ölçü alındı ve interoklüzal mesafe kaydı

alınması için ısırma kayıt materyali (Occlufast CAD, Zhermack SpA, Badia Polesine, İtalya) kullanıldı. Kavite tekrar temizlenip kurutuldu. Kavite üzeri ışıkla polimerize olan geçici dolgu materyali (Pro-Fill, Wp Dental) ile kapatıldı.

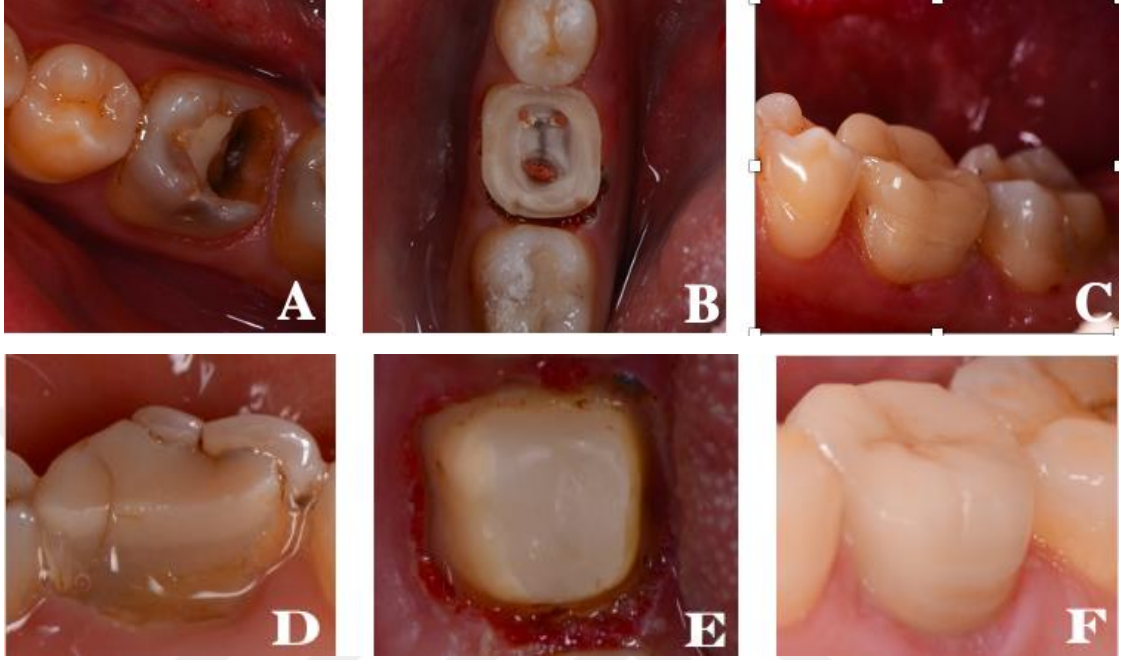
3.3.2. Kron Preparasyonu ve Ölçü

Tam kron yapılması planlanan dişlerde ilk olarak post yuvası hazırlandı. Düz ve geniş kanallar olması nedeniyle post yerleştirmek için alt molarlarda distal kanal, üst molarlarda palatinal kanal tercih edildi. Set içerisinde kendi drilleri olan bir fiber post sistemi (Dentoclic/ İTENA, Translucent Glass Fibre, Paris, Fransa) kullanıldı. Yeterli genişletmenin ardından prepare edilmiş kanal ilk olarak, 2ml NaOCl, ardından 2ml serum fizyolojik ile yıkandı. Kurutulduktan sonra kanal içine %37 ortofosforik asit (%37 Orthophosphoric Acid, ETCHANT) uygulandı ve 30 sn sonra yıkayıp kurutuldu. Aplikatör yardımı ile post boşluğuna bağlayıcı ajan (Single Bond Universal Refil 3M ESPE, Almanya) uygulandı, 10 sn hava sıkılarak inceltildi ve polimerize edilmeden bırakıldı. Ardından post boşluğunu genişletilen son drill ile uyumlu post, kanala dual-cure rezin siman (RelyX™ U200-TR Shade 3M ESPE, Almanya) ile birlikte yerleştirildi ve sonrasında ışıkla 20 sn polimerizasyona tabi tutuldu. Fiber post simantasyonu sonrası dişin kor kısmı dokusundaki kayıplar ise direkt kompozit (Filtek Ultimate Universal Restorative, 3M ESPE, Almanya) ile onarıldı.

Dişteki doku eksiklikleri post kore yardımıyla onarıldıktan sonra, preparasyon aşamasına geçildi. Uca doğru daralan yuvarlak uçlu kırmızı kuşak elmas frez yardımı ile basamaklar supragigival veya paragingival (dişeti seviyesinde) şekilde prepare edildi. Basamaklar her yerde eşit ve genişliği 1mm olacak şekilde bitirildi. Preparasyonlar krona 12 derecelik aksiyal eğim verilerek ve oklüzal redüksiyon en az 2 mm olacak şekilde yapıldı.

Ölçü almadan önce ölçü malzemesinin basamaklara daha iyi ulaşabilmesi için alüminyum klorür ($AlCl_3$) emdirilmiş retraksiyon kordu (Sure-cord Plus) yerleştirildi. Kanama oluştuğunda kanama durdurucu (Hemospad, Dentsply, Almanya) ile kontrol altına alındı. Prepare edilmiş diş yıkayıp kurutulduktan sonra polivinil siloksan (Elite H-D, Zhermack, Rovigo, İtalya) ölçü materyali ile tek aşamalı ölçü tekniği kullanılarak alındı (Şekil.2.). Karşıt çeneden aljinat (Hydrogum5) ile ölçü alındı ve

interoklüzal mesafe kaydı alınması için ısırma kayıt materyali (Occlufast CAD) kullanıldı.



Şekil 3.3. Restore edilen dişlerin başlangıç hali, preperasyonu ve restorasyonların teslimi.

3.3.3. Restorasyonun Laboratuvar Yapım Aşaması

Alçı dökülerek elde edilen ana modeller ekstraoral laboratuvar tarayıcısı (inEos X5, SIRONA, Dentsply, Almanya) ile taranıp dijital modeller oluşturuldu. Endokron ve kron restorasyonlar dijital yazılımla (inLab SW 4.2.1, SIRONA, Dentsply, Almanya) tasarlandı. Dijital çene modelinin üzerinde restore edilecek diş işaretlendi. Ardından her örnek için restorasyon tipi seçildi. Daha sonra dişin kendi preparasyonsuz kısımlarına veya komşu dişi örnek alarak restorasyonun tasarımının formu belirlendi. Marjin çizimi ve giriş aksı belirlenmesinin ardından, endokron restorasyonu için uygun olan parametreler ayarlandı. Blokların rengi ve boyu belirlendikten sonra tamamlanan tasarım bilgileri CAD/CAM freze ünitesine (inLab MC XL) aktararak restorasyonlar üretildi. Laboratuvar aşamaları materyal olarak kullandığımız CEREC bloklara Programat EP5000 (Ivoclar, Lihtenştayn) fırınında üretici firmanın önerdiği programa uygun olarak 950°'de 15 dk glaze işlemi

uygulanarak tamamlandı. Çalışmamızda siman aralığı kron ve endokronlar için 100µm olarak belirlendi.



Şekil 3.4. Feldspatik Cerec Block

3.3.4. Restorasyonların Simantasyonu

Bir sonraki seansta geçici dolgu materyeli kaldırıldı, kavite yıkanıp temizlendikten sonra restorasyonun marjinal uyumu ve aproksimal kontakt alanlarının uyumu kontrol edilerek değerlendirildi.

Restorasyonun iç yüzeyi %9 hidroflorik asit (Porcelain Etch, Ultradent South Jordan, ABD) uygulanarak 60 sn pürüzlendirildi ve 60 sn su ile yıkanıp kurutuldu. Ardından silan (Silane, Ultradent South Jordan, ABD) uygulandı.



Şekil 3.5. Kullanılan silan, bond ve porselen asidi.

Restore edeceğimiz dişte de iyi bir adeziv bağlantı sağlanabilmesi amacıyla diş yüzeyi %37'lik ortofosforik asit (ETCHANT) ile mine dokusu 30 sn, dentin dokusu 15 sn asit ile pürüzlendirildi ve ilk olarak su ardından hava su spreyi ile yıkanarak kurutuldu. Komşu dişler simantasyon alanından teflon bantla izole edildi. Diş kurutulduktan sonra, yüzeyine bağlayıcı ajan uygulandı (Single Bond Universal Refil 3M Espe, Almanya) ve göllenmeyi önlemek için 5 sn. hava uygulandı ve polimerize

edilmedi. Adeziv resin simanın (RelyXTM Ultimate ClickerTM TR Shade, 3M ESPE, Almanya) baz ve katalizörü eşit miktarda plastik spatül yardımıyla karıştırılarak hem restorasyonun hem de dişin iç yüzeylerine uygulandı. Restorasyonlar diş üzerine parmak basıncı ile yerleştirilip, 3 sn. ön ışıklamadan sonra taşan simanlar sond yardımı ile temizlendi ve proksimal yüzeyler diş ipiyle temizlendi. Ardından tekrar her yüzeyden 20 sn. olacak şekilde uzun süreli ışınlama ile polimerizasyon tamamlandı. Sondla restorasyonun bütünlüğü ve fazla siman kalıntısını (varsa) tespit etmek için tüm kenarlar kontrol edildi. Fazla simanlar uzaklaştırıldı. Restorasyonun karşıt dişlerle temasları kontrol ve gerek varsa oklüzyon uyumlandı. İnce grenli elmas frezlerle yükseklik varsa tespit edildi ve gerekli oklüzal uyumlamalar yapıldı ve aşındırılmış yüzeyler polisaj lastikleriyle parlatıldı.

3.4. Restorasyonların Klinik Değerlendirilmesi

Tesliminden sonra 6. ayda ve 1. yıl sonunda restorasyonların klinik olarak protetik, periodontal ve radyografik açıdan kontrolleri yapıldı. Restorasyonların fonksiyonel olarak değerlendirilmesi modifiye USPHS kriterleri kullanılarak, biyolojik olarak ise değerlendirilmesi periodontal parametrelere göre yapıldı. Her bir parametre Alpha (A), Bravo (B), Charlie (C) olarak skorlandı (Tablo 2). Restorasyonların değerlendirme kriterlerinden aldığı skorlar yüzdesel olarak ifade edilip, yapılan restorasyonların istatistiksel olarak klinik başarısı veya başarısızlığı tespit edildi. Restorasyonun fonksiyonel değerlendirilmesinde kullanılan modifiye USPHS kriterleri:

- Renk uyumu
- Yüzey yapısı
- Anatomik kontur
- Kütlesek kırık

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan “Birleşik devletler halk sağlığı hizmeti (Modified United States Public Health Service-USPHS) modifiye kriterleri”

KATEGORİ	SKOR	KRİTER
Renk uyumu	Alpha(A) Bravo(B) Charlie(C)	Restorasyon komşu dişlerle eşleşiyor Restorasyon komşu dişlerle eşleşmiyor fakat uyumsuzluk diş tonlarının normal sınırında Restorasyon komşu dişlerle eşleşmiyor
Yüzey yapısı	Alpha(A) Bravo(B) Charlie(C)	Sond ile bakıldığında yüzey yapısı mine ile aynı Yüzey yapısı kumlu ve poröz Restorasyon yüzeyinde konkavite ler sond hareketini engellemekte
Anatomik kontur	Alpha(A) Bravo(B) Charlie(C)	Restorasyonun anatomik formu dişle aynı Yüzey konkavitesi belirgin fakat dentin etkilenmemiş Yüzey konkavitesi belirgin ve dentin etkilenmiş
Kütlesel kırık	Alpha(A) Bravo(B) Charlie(C)	Restorasyonun bütünlüğü bozulmamıştır Ağız içi onarımı mümkün chipping kırıklar Restorasyonun yenilenmesini gerektirecek kütlesel kırıklar

3.5. Periodontal Muayene

- Periodontal cep derinliği (CD)
- Gingival indeks (GI)
- Plak indeksi (PI)

Periodontal Cep Derinliği (CD)

Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin CD ölçümleri, Williams periodontal sondu yardımı ile her dişin bukkal, distobukkal, meziobukkal, meziolingual/palatinal, distolingual/palatinal ve lingual/palatinal olmak üzere altı farklı noktadan milimetrik olarak yapıldı. Alınan bu değerlerin aritmetik ortalaması, o diş için CD değeri olarak belirlendi.

Gingival İndeks (GI) (Löe & Silness, 1967)

Çalışmaya dahil edilen bireylerin dişeti klinik olarak Gingival indeks kullanarak değerlendirildi. İndekse göre:

0. Hiçbir iltihap belirtisi olmayan sağlıklı dişeti
1. Çok hafif iltihap, ödem varlığı ve renk değişikliği gözlemleniyor, ama sondlamada kanama yok
2. Orta dereceli iltihap, kızarıklık dişeti, ödem varlığı ve sondlamada kanama

3. Şiddetli iltihap, belirgin kırmızılık ve ödem, ülserasyon ve spontan kanama eğilimi

Plak indeksi (Pİ)

Plak varlığı ve miktarı Löe'nin Plak İndeksi (Pİ) ile belirlendi. Bu indekste;

- 0- Dişeti bölgesinde plak yok
- 1- Serbest dişeti kenarı ve komşu dil yüzeyinde film halinde sadece sond yardımı ile fark edilebilen plak varlığı
- 2- Dişeti cebi içerisinde ve dişeti kenarına komşu diş yüzeyinde gözle görülür yumuşak eklenti varlığı
- 3- Dişeti cebi ve dişeti kenarına komşu diş yüzeyinde yoğun yumuşak eklenti varlığını göstermektedir.

3.6. Hasta Memnuniyeti

Değerlendirme ölçeği olarak, Likert skalası kullanıldı. Hastalardan restorasyonları, hem estetik, hem de fonksiyonel açıdan değerlendirmeleri istendi. Kimsenin etkisi ve yardımı olmadan hastalar değerlendirme yaptı. Likert skalası 5, 7 ve ya 9 puanlık bir ölçek şeklinde kullanılmaktadır. Çalışmamızda 5 ölçekli bir skala kullandık. Buna göre :

- 1. Çok kötü
- 2. Kötü
- 3. Orta
- 4. İyi
- 5. Çok iyi

şeklinde skorlandı.

3.7. İstatiksel Analiz

İstatistiksel analizler, IBM SPSS sürüm 23 programı kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler, normal dağılıma sahip değişkenler standart sapma ve ortalama, normal dağılıma sahip olmayan değişkenler ise ortanca ve en küçük ve en büyük değerler kullanılarak değerlendirildi. Normal dağılan bağımsız değişkenler için gruplar arası (restorasyon tipi) fark iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi ile

karşılaştırıldı. Normal dağılıma sahip olmayan değişkenler için ise, Mann-Whitney U testi kullanıldı. Nitel değişkenler ile 2 grup (restorasyon tipi) arasındaki ilişki incelenirken Ki-Kare testi ya da Fisher'in kesin testi kullanılmıştır. Kütlesel kırık oranları 6. ve 12. ayda Mc-Nemar-Bowker testi ile karşılaştırıldı. Cep derinliği ve gingival indeks skorunun zaman içinde değişmesinin gruplar arasında benzer olup olmadığını tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi ile değerlendirildi.

Restorasyonun sağkalım olasılığı Longrank testi ile karşılaştırıldı ve Kaplan-Meier sağkalım grafiği kullanıldı. Bütün testlerde anlamlılık düzeyi, 0.05 olarak alındı.



4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler

Yapmış olduğumuz çalışmada, restorasyonun ömrü, başarısı ve hasta memnuniyeti değerlendirildi. Restorasyonu hastaya teslim ettikten sonra, desimantasyon ve yüzeysel porselen kırıkları (chipping) gibi tamir edilebilecek durumlar başarısızlık olarak kabul edilmedi. Restorasyonun tekrar üretimini gerektiren kütleli seramik kırıkları, kenar uyumunun bozulması, dişin kırılması gibi durumlar başarısızlık olarak kabul edildi.

Tablo 4.1. Demografik veriler

Demografik bilgiler		Sıklık	Yüzde (%)
Cinsiyete göre restore edilen diş	Kadın	23	67.6
	Erkek	11	32.4
	Toplam	34	100.0
Restorasyonun uygulandığı diş	1.Molar	25	62.5
	2.Molar	15	37.5
	Toplam	40	100.0
Restorasyonun bulunduğu çene	Üst	12	30.0
	Alt	28	70.0
	Toplam	40	100.0

Çalışmamıza 23'ü (67,6%) kadın ve 11'i (32,4%) erkek olmak üzere toplam 34 gönüllü katıldı. Dahil edilen hastaların yaşı 19-57 (ortalama 34,30) yaş aralığında değişmekteydi. 34 hastada 20 endokron ve 20 tam seramik kron olmak üzere toplam 40 restorasyon uygulandı. Hastalar başlangıç, 0.ay, 6.ay ve 1.yıl sonunda kontrolleri yapılmak üzere çağırıldı. Hastaların kontrollere katılma oranı tüm kontrol seanslarında %100 olarak tamamlandı. Dişlerden 28'i (70%) alt çene, 12'i (30%) üst çenede ve 25'i (62,5%) 1.molar, 15'i (37,5%) 2.molar dişlerdi.

4.2. Restorasyonların Klinik Değerlendirmesi

Bu çalışmada, aynı malzeme kullanarak toplam 40 restorasyon olmak üzere 20 tam kron ve 20 endokron yapıldı. Klinik değerlendirmeler, modifiye USPHS kriterleri

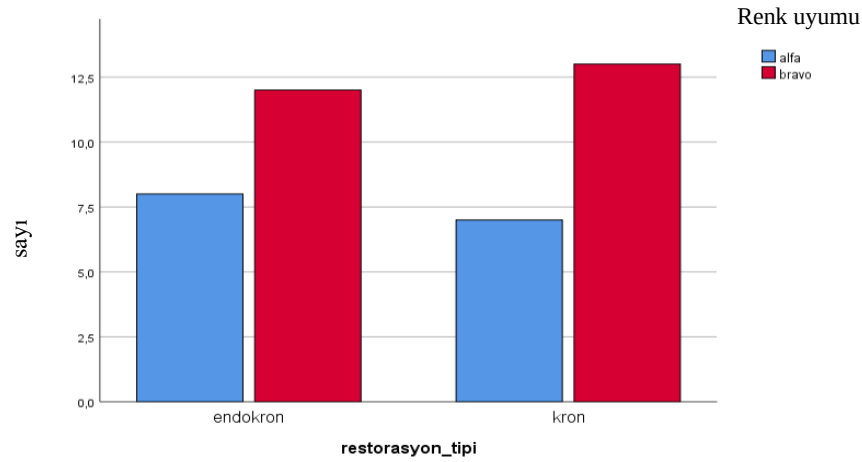
esas alınarak 0., 6. ve 12. aylarda yapıldı. 12 aylık kontrol ve değerlendirme sürecinde tüm hastalara ulaşıldı.

Renk Uyumu

Bu çalışmada restorasyon gruplarının kendi içlerinde ve gruplar arasında zamana göre değişim gösterip göstermediği klinik olarak değerlendirildi. 0., 6. ve 12. aylardaki değerlendirmelere göre; gruplar arasında ($p=0.744$) ve gruplarının kendi içlerinde ($p=0.500$) istatistiksel olarak anlamlı fark ($p\geq 0.05$) bulunmadı. Başlangıç (0.) renk uyumu skorları değerlendirmesinde; endokronlarda 8'i (40%) Alpha (A), 12'si (60%) Bravo (B), kronlarda ise 7'si (35%) Alpha (A), 13'ü (65%) Bravo (B) olarak değerlendirildi. 12. aydaki kontrollerde herhangi bir skor değişimi gözlenmedi.

Tablo 4.2. Restorasyonların farklı zamanlarda renk uyumu skorlarının dağılımı.

Renk uyumu	Endokron				Kron				p değeri ($p \geq 0.05$)
	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)	
Başlangıç(0)	20	8 (40.0%)	12 (60.0%)	0 (0%)	20	7 (35.0%)	13 (65.0%)	0 (0%)	0.744
6. ay	20	8 (40.0%)	12 (60.0%)	0 (0%)	20	7 (35.0%)	13 (65.0%)	0 (0%)	0.744
12. ay	20	8 (40,0%)	12 (60,0%)	0 (0%)	20	7 (35.0%)	13 (65.0%)	0 (0%)	0.744
p değeri ($p \geq 0.05$)	0.500				0.500				



Grafik 4.1. Restorasyonların farklı zamanlarda renk uyumu skorlarının grafik dağılımı.

Yüzey Yapısı

Yüzey yapısı zamanı başlangıç (0.), 6. ve 12. aylardaki kontrollerde değerlendirildiğinde gruplar arasında ve gruplar içinde zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Başlangıç ve son kontroller sürecinde, skorların tamamı Alpha (A) idi ($p \geq 0.05$).

Tablo 4.3. Restorasyonların farklı zamanlarda yüzey yapısı skorlarının dağılımı.

Yüzey Yapısı	Endokron				Kron			
	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)
Başlangıç(0)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
6. ay	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
12. ay	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

Anatomik Form

Anatomik kontur değerlendirilmesi zamanı başlangıç (0.), 6. ve 12. aylardaki kontrollerde gruplar arasında ve gruplar içinde zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Başlangıç ve son kontroller sürecinde, skorların tamamı Alpha (A) idi.

Tablo 4.4. Restorasyonların farklı zamanlarda anatomik form skorlarının dağılımı.

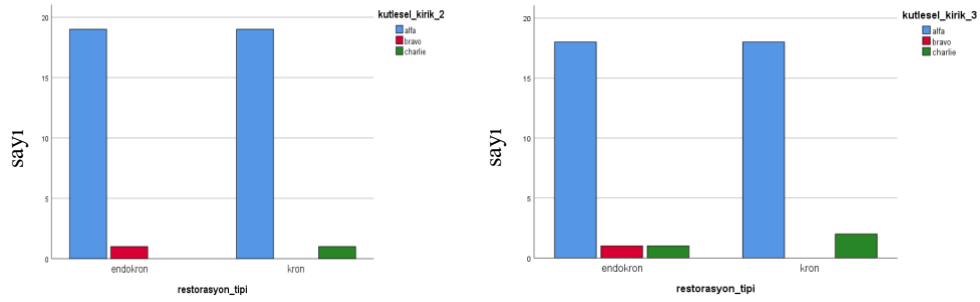
Anatomik Form	Endokron				Kron			
	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)
Başlangıç(0)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
6. ay	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
12. ay	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)

Kütlesel Kırık

Kütlesel kırık değerlendirilmesi zamanı başlangıç (0.), 6. ve 12. aylardaki kontrollerde gruplar arasında ve gruplar içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Altıncı ay kontrolünde endokron grubunda bir restorasyonun skoru Alpha(A)'dan Bravo (B) skoruna, kron grubunda ise bir restorasyonun skoru Alpha(A)'dan Charlie (C) skoruna değişti.

Tablo 4.5. Restorasyonların farklı zamanlarda kütlesel kırık skorlarının dağılımı.

Kütlesel Kırık	Endokron				Kron				p değeri ($p \geq 0.05$)
	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)	n	Alpha (A)	Bravo (B)	Charlie (C)	
Başlangıç(0)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	20	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	
6. ay	20	19 (95.0%)	1 (5.0%)	0 (0.0%)	20	19 (95.0%)	0 (0%)	1 (5.0%)	1.000
12. ay	20	18 (90,0%)	1 (5,0%)	1 (5,0%)	20	18 (90,0%)	0 (0%)	2 (10.0%)	1.000
p değeri ($p \geq 0.05$)		0.500				0.500			



Grafik 4.2. Restorasyonların 6. ve 12. ayda kütlesel kırık skorlarının grafik dağılımı.

On ikinci ay kontrolünde hem endokron hem de kron grubunda bir restorasyonun skoru Alpha(A)'dan Charlie (C) skoruna değişti.

Kaplan-Meier analizine göre; tüm restorasyonlar için, sağkalım 12 ay sonra % 92,5'e düştü. 20 endokrondan biri (% 5) (sağkalım % 95) ve 20 kronlardan ikisi (% 10) (sağkalım % 90) başarısız olarak değerlendirildi. İki restorasyon grubu karşılaştırıldığında aralarındaki sağkalım oranı farkı istatistiksel olarak anlamlılığa ulaşmadı ($p>0.05$).

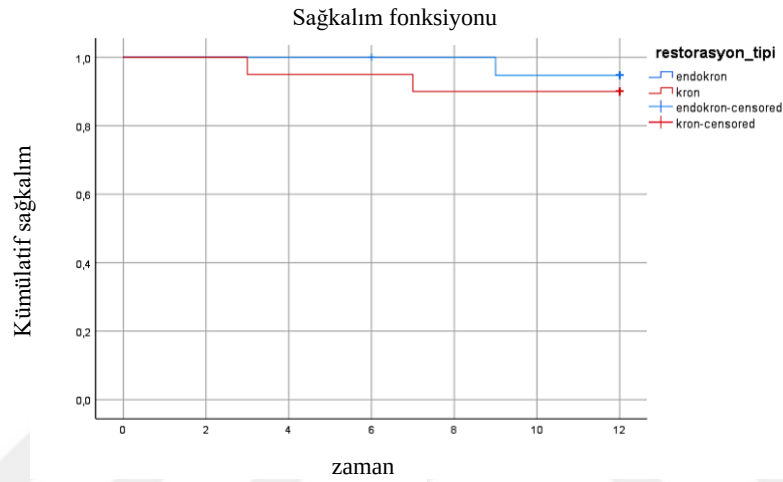
Kronlarda gözlemlenen kırıkların ikisi de benzer bir kırılma sergilemişti. Kronlar tamamen ikiye bölündüğü tespit edildi, kırığın oluştuğu an kırık parçalarından biri hala preparasyona yapışmış vaziyette duruyordu. Endokronda gözlemlenen kırıklarda ise kırık parçaları muntazam olmamakla birlikte, kırıklardan biri onarımı ağız içinde mümkün olan küçük “chipping” şeklinde, diğeri ise onarımı ağız içinde mümkün olmayacak kadar büyük parça şeklinde idi. Tüm kırık kronlarda ve endokronlarda, aynı zamanda iki desimantasyon vakasında rezin simanın kırık seramiğin veya desimante restorasyonun iç yüzüne yapışık olduğu gözlemlendi. Sondla yapılan incelemede, rezin simanın tamamen sertleştiği tespit edildi.



Şekil 4.1. Desimante olmuş kron restorasyonu.



Şekil 4.2. Endokron restorasyonunda oluşan kırık (A),tasarım zamanı yükseklik (B), restorasyonun ağız içindeki konumu (C).



Grafik 4.3. Restorasyonların sağkalım grafiği.

4.3. Periodontal Muayene Bulguları

Hastalar detaylı olarak başlangıç (0), 6. ay ve 12. aylarda periodontal olarak değerlendirildi ve hasta bilgileri aşağıdaki tablolarda yer almaktadır. Bakılan kriterler, periodontal cep derinliği (CD), gingival indeks (Gİ) ve plak indeksi (Pİ) olarak nitelendirilmiştir. Zaman içinde gruplar arasında cep derinliği değişimi benzer çıkmıştır ($p=0.209$). Grupların kendi içlerinde başlangıç ölçümlerle sonraki aylardaki kontrol ölçümler arasında anlamlı fark bulundu. Başlangıç değerlerle kontrol aşamalarındaki değerler arasında anlamlı fark çıksa da 6. ay ve 12.ay değerleri arasında anlamlı bir fark çıkmadı. Zaman içinde gruplar arasında gingival indeks değişimi benzer bulundu ($p=0.587$). Grupların kendi içlerindeki başlangıç ölçümleriyle sonraki aylardaki kontrol ölçümleri arasında anlamlı fark bulundu. Gingival indeks değerlendirmesinde de başlangıç değerlerle kontrol aşamalarındaki değerler arasında anlamlı fark çıksa da 6. ay ve 12.ay değerleri arasında anlamlı bir

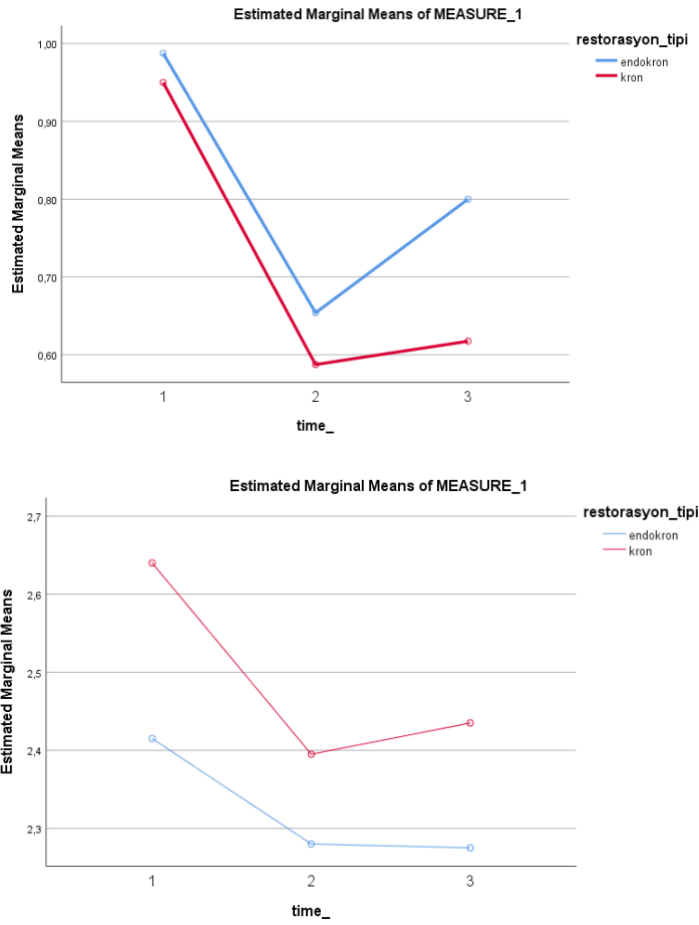
fark bulunmadı. Plak indeksi değerleri arasında ise başlangıç (0), 6.ay ve 12.aylarda istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı fark tespit edilmedi.

Tablo 4.6. Farklı zamanlarda periodontal parametre değerleri

Başlangıç (0)	Endokron	Tam seramik kron	P değeri
	Ortalama±SS	Ortalama ±SS	
	(Min.-Max.)	(Min.-Max.)	
Periodontal Cep Derinliği (CD)	2.41±0.38 (2.18-2.64)	2.54±0.59 (2.41-2.86)	0.545
gingival indeks (Gİ)	0.98±0.50	0.95±0.70	0.108

6.ay	Endokron	Tam seramik kron	P değeri
	Ortalama±SS	Ortalama ±SS	
	(Min.-Max.)	(Min.-Max.)	
Periodontal Cep Derinliği (CD)	2.28±0.38 (2.09-2.46)	2.39±0.44 (2.20-2.58)	0.541
Gingival indeks (Gİ)	0.65±0.56	0.58±0.59	0.772

12.ay	Endokron	Tam seramik kron	P değeri
	Ortalama±SS	OrtalamaSS	
	(Min.-Max.)	(Min.-Max.)	
Periodontal Cep Derinliği (CD)	2.27±0.28 (2.08-2.46)	2.43±0.50 (2.24-2.62)	0.549
Gingival indeks (Gİ)	0.80±0.57	0.61±0.62	0.554



Grafik 4.4. Farklı zamanlarda periodontal gingival cep derinliği değerlerinin grafik dağılımı.

4.4. Hasta Memnuniyeti

Hasta memnuniyeti değerlendirilmesi son kontrol aşamasında gerçekleştirildi. Ancak klinik başarısızlığa uğramış restorasyona sahip hastalardan ise başarısızlığı rapor ettikleri zaman değerlendirmeleri istendi. Hastalar estetiği ve fonksiyonelliği ayrı ayrı değerlendirdiler.

Estetiğe verilen ortalama değer 4.3 puan, fonksiyona verilen değer ise 4.7 puan oldu.

5. TARTIŞMA

Bu randomize kontrollü klinik çalışma, posterior bölgede tek diş tam seramik kron ve endokron restorasyonlarının protetik ve periodontal açıdan 1 yıllık klinik sonuçlarını değerlendirmek üzere tasarlandı. Çalışmamızın amacı, fazla madde kaybı olan endodontik tedavili molar dişlerde post-kor restorasyonlara alternatif olarak yapılan CAD/CAM teknolojisi ile hazırlanmış endokron restorasyonları estetik ve fonksiyonel açıdan değerlendirmektir.

İki kron ve bir endokron restorasyonunda kütleli kırık, bir endokron restorasyonunda chipping gözlenmiştir. Kütleli kırık görülen hastalardan biri 38 yaşında, biri 19 yaşında, bir diğeri ise 34 yaşında kadın hastadır. Restorasyonunda distooklüzalinde küçük kırık (chipping) görülen diğeri hasta ise 24 yaşında kadın hastadır. Restorasyon uygulandıktan 8 ay sonra endokronun distalinde kırık oluşmuştur, kırık alanı ağız içinde onarılabilecek kadar küçük olduğu için kompozit dolgu materyali ile tamir edilmiştir.

Kanal tedavisine sahip ve madde kaybının fazla olduğu dişlerde klinik başarı birden çok faktörden etkilenir. Restorasyonun ve dişin uzun dönem başarısında marjinal uyum da bu faktörlerden biridir. Restorasyon ile diş yüzeyi arasındaki bu uyumun bozulması fazla plak retansiyonuna ve simanın ağız sıvılarında çözülmesine neden olacağı için hem dişin kendisi için, hem de diş etrafındaki periodontal dokuların sağlığı için risk faktörü gibi değerlendirilir. Fage ve Bennasar yapmış oldukları çalışmada iyi bir uyum için endokron yapımında pulpa odasının derinliğinin 3 mm olması ve servikal bant genişliğinin 2 mm kalınlığında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu şartlar aşırı madde kaybına sahip premolar ve keser dişlerde her zaman sağlanamayacağından endokron tipli restorasyonların molar dişler için daha uygun bir tedavi seçeneği olduğu bildirilmiştir. (169). Bu nedenle, sadece molar dişlere ait kron ve endokron restorasyonlar çalışmamıza dahil edilmiştir. Yapılan çalışmalarda premolar dişlerde endokron restorasyonlar molar dişlere göre başarısız bulunmuştur(176). Bu durumun premolar dişlerin kron boyunun uzun olması ve adezyon yüzeyinin az olması nedeniyle olabileceği belirtilmiştir(176). Bu bilgilere dayanarak biz de çalışmamıza sadece molar dişleri dahil ettik.

Estetik diş hekimliği alanında beklentileri karşılamak amacıyla birçok farklı optik özelliklere sahip materyeller geliştirilmektedir. Bu noktada tam seramik materyaller

önemli bir yere sahiptir. Özellikle doğal dişe yakın yüzey özelliklerine sahip feldspatik seramikler, aynı zamanda ağız ortamında yüksek aşınma direnci ve renk stabilitesine sahiptir(170). Ayrıca, feldspatik seramikler hidroflorik asit ve silan uygulamasından sonra rezin simanlarla kullanıldığında etkili bağlanma sergilemektedirler(171). Bu bilgilerden yola çıkarak biz de çalışmamızda feldspatik seramiklerden olan CEREC BLOCS materyalini kullandık.

Simanın bağlanması için yüzey alanının az olması nedeni ile, aşırı madde kaybına sahip dişlerde, adeziv simantasyon daha güvenlidir. Adeziv simanlar, geleneksel simanlarla kıyaslandığında estetik beklentileri daha iyi karşılaması aynı zamanda hem daha iyi bağlanma sağlar, hem de mikro sızıntının azaltılmasında büyük öneme sahiptir. Klinik olarak dual polimerize simanlar, sadece ışıkla sertleşen simanlara göre daha fazla tercih edilmektedir. Bunun sebebi, restorasyonun kalınlığına ve ışık geçirgenliğine göre simanın tam polimerizasyonun gerçekleşmemesidir(172). Endokronlar pulpa odasını da kapsadıkları için, restorasyon kalınlıklarının fazla olması nedeni ile çalışmamızda dual polimerize siman kullanılmıştır.

Bu nedenle yapmış olduğumuz restorasyonların simantasyonu sırasında tüm restorasyonlar aynı araştırmacı tarafından diş üzerine parmak basıncı kullanılarak sabitlendi. Weaver ve ark. restorasyonun yerine yerleştirirken kullanılan basınç miktarının ve standardizasyonun marjinal açıklık üzerinde etkisinin olmadığını belirtmişlerdir(173).

CAD/CAM sistemleri ile üretilen restorasyonlarda siman aralığı ile ilgili kesin bir veri yoktur. Nakamura ve ark. CEREC 3 sisteminde yaptıkları kronlarda farklı siman aralığı (10 μ m, 30 μ m, 50 μ m) boyutları uygulandığı zaman internal uyumu karşılaştırmışlar. 10 μ m siman aralığına sahip örneklerde, 30 ve 50 μ m siman aralığına sahip örneklerden daha fazla internal açıklık oluştuğunu belirtmişlerdir(174). CEREC sisteminde siman kaçış mekanizması açısından endokronları kronlardan ayıracak özel ayar bulunmamaktadır. Bu bilgiyi göz önünde bulundurarak yazılımın kendisinin önerdiği ve de Shin ve ark. çalışmalarında 120 μ m kalınlığa kadar olan siman aralıklarının kabuledilebilir olduğundan yola çıkarak çalışmamızda siman aralığı 100 μ m olarak belirlendi(175). Siman aralığının boyutu ile ilgili farklı görüşlerin olmasının yanı sıra optimum olarak uyum sağlanması için hangi siman kullanılacağı, hangi preparasyon modifikasyonlarının yapılacağı konusunda daha fazla çalışma yapılmasına gerekmektedir.

Yapılan periodontal değerlendirme sonucunda, grupların kendi aralarında restorasyonların yapılmadan önceki değerleri ile son kontroldeki değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıksa da, gruplar arası değerler karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Gingival indeks ve cep derinliği 6. ay ve 12. ay kontrollerinde de anlamlı derecede düşük değerler göstermiştir. Kontrollerde, ağız hijyen motivasyonu uygulanması ve fonksiyon dışı kalmış dişlerin restorasyonla onarılmasını takiben, aktif fonksiyona katılması hastalarda bu değerlerin düşük çıkmasına neden olabilir. Ayrıca başlangıçta periodontal değerlerin yüksek olma nedenlerinden biri de hastaların dişeti sağlığını olumsuz etkileyen kanal tedavisi sonrası bir süre geçici dolguyla bekletilmesidir. Çıkan istatistiksel sonuçlar değerlendirecek olursak restorasyonun periodontal açıdan biyouyumlu olduğu ve zararlı olmadığı sonucuna varılabilir.

Yapılan klinik ve radyografik değerlendirme sonucu hiçbir dişte çürük gözlemlenmemiştir. Bu durum restorasyonların başarılı kenar uyumunun olması ve hastaların iyi ağız hijyenlerinin olmasından kaynaklanmış olabilir.

Kontrollerin son seansında hasta memnuniyeti değerlendirildi. Likert skala yöntemi kullanılarak yapılan estetik ve fonksiyonun birlikte değerlendirmesi sonucu hastalar estetiği ortalama 4.1, fonksiyonu 4.7 olarak değerlendirdiler. Estetiğe verilen değerlerin daha düşük olmasının nedeni tek renkli monokromatik bloklar kullanılması olabilir. Aynı zamanda klinik çalışmalarda in vitro çalışmalardan farklı olarak her hastada alttaki diş dokusu rengi, hastanın sahip olduğu oklüzyon durumundan dolayı materyal kalınlığı gibi faktörler nedeniyle optimum ve aynı koşullarının oluşturulamayacağı gerçeği de göz önüne alınmalıdır. Minedeki translusent görüntü bu bloklarda oluşturulamamaktadır. Polikromatik (çok renkli) bloklar kullanılması estetiği arttırabilir. Seçtiğimiz çalışma şeklinin randomize klinik çalışma olması nedeniyle hastalar rastgele gruplara atandığından dolayı, hasta kaynaklı faktörlerin aynı grup içerisinde her ne kadar özenle seçilse bile tamamen aynı olması sağlanamadı.

Anatomik form, restoratif materyalin özelliklerine bağlı olarak değişebileceği gibi, çiğneme sırasında oluşan aşınmaya, diyetle bulunan yiyecek-içeceklere bağlı olarak da değişebilir. Anatomik formun değişmesi ve restorasyonun aşınması sıklıkla rezin içerikli restoratif materyallerde daha sık meydana gelmektedir(177). Bizim yürüttüğümüz çalışmada kullandığımız materyalin seramik olduğu ve takip

süresinin kısa olduğu (1 yıl) göz önünde bulundurulduğunda, restorasyonların hiçbirinde anatomik form değişikliği gözlenmemesi beklenen bir sonuçtur.

Restorasyon marjindeki adaptasyonun yetersiz olması, zamanla siman çözünürlüğündeki artışa sebep olmakta ve bunun sonucunda ise plak tutulumu artmaktadır. Zimmermann ve ark. yapmış oldukları çalışmada rezin nano seramiklerde daha kırılğan yapıya sahip feldspatik restoratif materyallerle kıyaslandığında daha iyi bir marjinal uyum sağlamak mümkündür(178). Restorasyon ve diş yüzeyinde plak tutulumu ise periodontal dokularda hasara ve diş yapısında sekonder çürüğe neden olabilir(179). Restorasyonların marjinal uyumlarındaki değişiklik, farklı restoratif materyallerin kullanılması (Ör. tam seramik ve metal destekli restorasyon), materyal aynı olsa bile farklı üretim tekniklerinin kullanılması (Ör. lazer sinter ve döküm), aynı materyal grubunda farklı sinterleme sürelerinin kullanılması (Ör. hızlı&yavaş sinterizasyon) ve CAD/CAM olarak üretilecek olan restorasyonun farklı CAD/CAM sistemlerini kullanarak üretilmesi (Ör.Cerec&Procera)) gibi birkaç farklı sebepten meydana gelebilir(180). Çalışmamızda restorasyonların hepsi aynı CAD/CAM tekniği ile aynı materyal grubundan üretildiklerinden (cam seramikler) değerlendirme aşamasında herhangi bir fark görülmedi.

Restorasyonun yüzey yapısı, plak retansiyonu, estetik, hasta konforu, ve renklenme açısından kritik öneme sahiptir. Yüzeyi pürüzlü hale gelmiş materyallerin bakteriyel adezyonunun arttırdığı ve renklenmeye karşı direncinin azaldığı bilinmektedir(181). Çalışmamızda takip sürecinde herhangi bir yüzey değişimi gözlemlenmedi.

Çoğu klinik çalışmada tam seramik restorasyonlarla ilgili değerlendirilen başarısızlıkların başında kütleli kırık kriteri yer alır(182). Uzun dönem başarıda kütleli kırığa neden olan anahtar faktörlerden en önemlisi restorasyonun bulunduğu bölgedir (anterior ya da posterior)(3, 183). Kırık görülme oranı çiğneme kuvvetlerinin daha fazla olması nedeniyle posterior bölgede yüksektir(184, 185). Dhima ve ark.ı 5 ve 10 yıllık takiple yapmış oldukları çalışmada seramik restorasyonların klinik başarısının değerlendirmişler ve restorasyonların sağkalım oranı sırası ile %95.1 ve %92.8 bulunmuştu(186). Bu durumdan tam seramik restorasyonların 10 yıl takipte dahi güvenle kullanılabileceği sonucunu çıkıyor. Tam seramik restorasyonlarda başarısızlıkların çoğu kısmı ilk senelerde görülüyor(176,

187). Çalışmaya dahil ettiğimiz tüm dişlerin aşırı madde kaybına sahip olduğunu gözönünde bulundurulursa bir yıllık sonuçlarını değerlendirildiğimiz bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmayan üç kütleli kırık vakası görülmesi beklenen bir sonuçtur.

Başarılı ve uzun süre sağlıklı bir şekilde kullanılacak restorasyon tedavisinin ilk aşaması sağlıklı bir periodonsiyuma sahip dişlerdir. Restoratif diş hekimliği ile periodontal sağlığın korunması arasında karşılıklı bir ilişki vardır. Zayıf ve başarısız bir restoratif tedavi plak akümüasyonu ve devamında inflamasyonu tetikler. Restorasyonlar kendi kendini temizleyecek ve diş eti sağlığına zarar vermeyecek şekilde tasarlandığında, dokular restorasyon-diş arayüzünde uyumlu ve estetik bir ilişki sunar(188).

Restorasyonun kendi kendiliğinden temizleyebilmesindeki temel koşullardan biri supragingival bir restorasyon-diş birleşim arayüzünün sahip olmasıdır. Diş yüzeyinde oluşan plak belli bir mikrobiyal flora ile donatılmış olduğundan, basamağın bulunduğu noktaya bağlı olarak bakteri kompozisyonunu da değiştireceği için hastalığın şiddeti değişebilir. Supragingival dokularda oluşan plak daha çok oral flora ile uyumludur, subgingival dokularda oluşan plak ise anaerobik bakteriler içerdiğinden daha yıkıcı karakterdedir. Ayrıca supragingival veya dişeti ile aynı seviyede yerleşim gösteren bir restorasyon dilin ve tükürüğün doğal temizleme mekanizmasından yararlanmayı sağlar(189)

Simantasyon aşamasını daha etkili hale getirebilmek için çeşitli kullanım özelliklerine sahip simanlar piyasaya sunulmuştur. Bunlardan en çok tercih edilenler arasında self-adeziv simanlardır. Bu tip simanlar geleneksel (total etch) sistemlere göre kolay uygulanabilmesine rağmen, geleneksel aşamalı sistemler çok daha güçlü bağlanma sergilemektedir. 2009 yılında Viotti ve ark. tarafından yapılan çalışmada self-adeziv ve geleneksel aşamalı simanların değerlendirilmesinde, bu iki tip simanın bağlanma dayanımı karşılaştırıldığında geleneksel aşamalı simanların daha iyi sonuçlar sergilediği bulunmuştur(190). Rezin simanların iç yüzeyine çeşitli işlemlerin uygulanması seramiklerle olan bağlantısını artırmak için sıklıkla başvurulan yöntemlerdir. Seramiklerin yapılarındaki camsı fazın hidroflorik asit yardımı ile selektif aşındırılmasının yüzey pürüzlülüğünü arttırdığı belirlenmiştir. Bu durumda restorasyonun ıslanabilirliği dolayısı ile de bağlantı özelliği artmaktadır(191, 192).

Bir diğ er adezyonu arttıran yüzey işlemi ise silan kullanımıdır. İçeriğinde hidroksil ve organofonksiyonel terminal grupları bulunan silan sayesinde silika esaslı seramiklerin rezin matrikse bağlanmasını maksimuma çıkarmak mümkündür(193, 194). Tüm bu çalışmalardaki bilgiler gözönünde bulundurarak, yüksek bağlanma, yüksek aşınma direnci, kullanım kolaylığı, renk stabilitesi (içeriğinde tersiyer amin bulunmaması) ve di  benzeri florosan özellik nedeni ile çalışmamızda kullanılmak üzere hem kimyasal hem de ışıkla sertleşen (dual cure) rezin siman tercih edildi.

Restorasyonların başarı kriterleri değ erlendirildiğinde, uygun renk seçimi ve komşu di lerle renk uyumu önemli gerekliliklerdendir. Bu amaçla renk seçiminin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Elektronik ve görsel olarak restorasyon renk seçimi yapılabilir. G rsel di  rengi seçimi klinisyene bağlı birçok faktörlerden etkilenebilir. Daha güvenilir ve doğru bir şekilde renk seçimi ise elektronik renk seçim cihazları ise yapılabilir.       bunlar cihazlar görsel seçimi etkileyen aydınlatma ve klinisyene bağlı değişkenler gibi önemli parametrelerden etkilenmemektedirler(195). 2009 ve 2011 yılında yapılmış iki ayrı çalışmanın sonuçlarına göre elektronik renk seçim cihazları m kemm l tekrarlanabilirlik özelliğine sahip oldukları için di  rengini seçiminde ve tedavi sonrası tekrarlayan takip randevularında di  renginin değ erlendirilmesi daha doğru bir şekilde yapılabilir(196, 197). Yaptığımız çalışmada hem monokromatik porselen bloklar kullanacağımız için, hem de sadece tek mataryel tipi kullanıldığı için renk seçimi klasik renk skalasıyla görsel olarak gerçekleştirildi. İncelemiş olduğumuz çalışmalardan yola çıkararak renk seçiminin klasik renk skalasıyla görsel olarak yapılması çalışmamızın bir limitasyonu olarak gösterilebilir.

Gaintantzopoulou ve El-Damanhoury yaptıkları çalışmada alt molarlarda 2mm kavite derinliğine sahip endokronlarla, bu derinliğe ek olarak 1ve 2 mm'lik kanal içi uzantılara sahip endokronların internal uyumlarını kıyaslamak için mikro-BT ile incelemişler.  ıkan sonuçlara göre en iyi uyum kanal içi uzatmasız grupta tespit edilmiştir ve buna neden olarak ise kavite derinliği arttıkça internal ve marjinal uyumun bozulmasını göstermişler(198). Diogo ve ark'nın premolar di ler üzerinde yapmış olduğu çalışmada 2.5 veya 5 mm'lik pulpa odası uzantıları olan endokronlar ve 5mm'lik post artı kronlar arasında kırılma direncinde anlamlı bir fark bildirilmemiştir(199). Hayes ve ark. yaptıkları çalışmada, pulpa odası derinliği 2 veya 4 mm olan molar endokronlar için

kırılma direncinde hiçbir anlamlı fark göstermedi; bununla birlikte, derinlik arttıkça onarılamayan kırılma oranları da artmıştır(200). Roccaa ve ark premolar dişler üzerinde yaptıkları in vitro çalışmada, 2 ve 4 mm kök uzatmalı endokronlar, marjinal bütünlük ve yorulma direnci açısından geleneksel kronlara eşdeğer sonuçlar gösterdiğini belirtmişler(201).

Einhorn ve ark. yaptıkları çalışmada, bitiş çizgisi konfigürasyonu ile ilgili olarak, 1 mm'lik bir ferrule uygulanmasının endokron kırılma direncini artırdığını ve sayısını sınırlandırdığını belirtmişlerdir(202). Darwish ve ark. üst pemolar dişlerde üretim sonrası uyumlamanın internal adaptasyonu nasıl etkilediğine bakmışlar. Kavite duvarı 6 ve 10 derece olan endokron örneklerinde uyumlama yapılmadığı zaman uyumda bir fark olmamasına rağmen, uyumlama yapıldıktan sonra 10 derecelik kavite duvar açısına sahip endokronlarda daha iyi bir internal uyum olduğu ortaya çıkmıştır(203).

Chia-Yu ve ark. yaptıkları çalışmada Cerec bloklardan yapılmış klasik şekilde tasarlanmış fiber postla desteklenmiş kor yapı üzeri tam kron ile endokronları kıyaslamışlar. Başarısızlık modları ile ilgili olarak, her iki grupta kırıklar olmasına rağmen gruplar arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Bunun yanı sıra kırılma dirençleri kıyaslandığında endokronlar (1446.68 N) ve geleneksel kronlar (1163.30 N) arasında anlamlı derecede fark olduğunu belirtmişlerdir(204). Endokronların önemli ölçüde daha yüksek bir kırılma direnci göstermesi bu restorasyonların ciddi şekilde hasar görmüş dişler için uygun bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Restorasyonların takip süresinin kısa olması (1 yıl) restorasyon grupları hakkında net bilgi vermek adına çalışmanın limitasyonlarından. Literatürde daha anlamlı sonuçlar için daha uzun süreli takip periyoduna sahip klinik çalışmalara ihtiyaç vardır(187).

6. SONUÇLAR

- Kron ve endokron restorasyonların sağkalım oranları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Endokronların, aşırı madde kaybı nedeniyle ciddi şekilde hasar görmüş azı dişlerini restore etmek için güvenilir bir yaklaşım oluşturduğu düşünülmektedir.
- Endokronlarda chipping şeklinde marjın kırıkları olmasına karşın, kronlarda kütleli kırık olduğu görüldü.
- Zaman içinde gruplar arasında gingival indeks değişimi benzer ($p=0.587$) çıksa da, grupların kendi içlerinde başlangıç verileri ile son veriler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük değerler bulunmuştur ($p<0.05$). Buradan da kullanılan materyalin doku uyumu açısından güvenilir olduğu düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Assif D, Nissan J, Gafni Y, Gordon M. Assessment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. *J Prosthet Dent.* 2003;89(5):462-5.
2. Miura S, Kasahara S, Yamauchi S, Okuyama Y, Izumida A, Aida J, et al. Clinical evaluation of zirconia-based all-ceramic single crowns: an up to 12-year retrospective cohort study. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):697-706.
3. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater.* 2015;31(6):603-23.
4. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(9):1289-96.
5. Soares CJ, Pereira JC, Valdivia AD, Novais VR, Meneses MS. Influence of resin cement and post configuration on bond strength to root dentine. *Int Endod J.* 2012;45(2):136-45.
6. Göhring TN, Peters OA. Restoration of endodontically treated teeth without posts. *Am J Dent.* 2003;16(5):313-7.
7. El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Oper Dent.* 2015;40(2):201-10.
8. Biacchi GR, Basting RT. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Oper Dent.* 2012;37(2):130-6.
9. Bindl A, Mörmann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years--preliminary results. *J Adhes Dent.* 1999;1(3):255-65.
10. Figini L, Lodi G, Gorni F, Gagliani M. Single versus multiple visits for endodontic treatment of permanent teeth. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2007(4).
11. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence International.* 2008;39(2).
12. Alaçam T, Nalbant L. Alaçam A İleri restorasyon teknikleri, Polat Yayınları. 1998.
13. González-López S, De Haro-Gasquet F, Vélchez-Díaz M, Ceballos L, Bravo M. Effect of restorative procedures and occlusal loading on cuspal deflection. *Operative dentistry.* 2006;31(1):33-8.
14. Oskoe PA, Ajami AA, Navimipour EJ, Oskoe SS, Sadjadi J. The effect of three composite fiber insertion techniques on fracture resistance of root-filled teeth. *Journal of endodontics.* 2009;35(3):413-6.
15. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: Post, core and the final restoration. *The Journal of the American Dental Association.* 2005;136(5):611-9.
16. Rivera E, Yamauchi M. Site comparisons of dentine collagen cross-links from extracted human teeth. *Archives of oral biology.* 1993;38(7):541-6.

17. Sokol DJ. Effective use of current core and post concepts. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1984;52(2):231-4.
18. Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1992;67(4):458-67.
19. Winter W, Karl M. Dehydration-induced shrinkage of dentin as a potential cause of vertical root fractures. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2012;14:1-6.
20. Huang T-JG, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *Journal of Endodontics*. 1992;18(5):209-15.
21. Fusayama T, Maeda T. Effect of pulpectomy on dentin hardness. *Journal of dental research*. 1969;48(3):452-60.
22. Papa J, Cain C, Messer H. Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. *Dental Traumatology*. 1994;10(2):91-3.
23. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *Journal of endodontics*. 1989;15(11):512-6.
24. Palamara J, Wilson P, Thomas C, Messer H. A new imaging technique for measuring the surface strains applied to dentine. *Journal of dentistry*. 2000;28(2):141-6.
25. Paphangkorakit J, Osborn J. The effect of normal occlusal forces on fluid movement through human dentine in vitro. *Archives of oral biology*. 2000;45(12):1033-41.
26. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *Journal of endodontics*. 2010;36(4):609-17.
27. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *Journal of endodontics*. 1992;18(7):332-5.
28. GEISTFELD R. Effect of prepared cavities on the strength of teeth. *Operative Dentistry*. 1981;6:2-5.
29. Müller H-P, Eger T. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: a review. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2002;22(2).
30. Reeh E, Douglas W, Messer H. Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. *Journal of dental research*. 1989;68(11):1540-4.
31. Pantvisai P, Messer HH. Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures. *Journal of endodontics*. 1995;21(2):57-61.
32. Blaser PK, Lund MR, Cochran MA, Potter RH. Effect of designs of Class 2 preparations on resistance of teeth to fracture. *Operative Dentistry*. 1983;8(1):6-10.
33. Lander E, Dietschi D. Endocrowns: a clinical report. *Quintessence international*. 2008;39(2).
34. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatology*. 2002;18(3):134-7.
35. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *International endodontic journal*. 2001;34(2):113-9.
36. Santos MJMC, Bezerra RB. Fracture resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. 2005.

37. Sengun A, Cobankara FK, Orucoglu H. Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology*. 2008;24(2):214-9.
38. Robbins JW. Restoration of the endodontically treated tooth. *Dental Clinics of North America*. 2002;46(2):367-84.
39. Mannocci F, Cowie J. Restoration of endodontically treated teeth. *British dental journal*. 2014;216(6):341.
40. Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell RT. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *Journal of the American Dental Association* (1939). 1976;93(3):597-605.
41. Seltzer S, Bender I, Turkenkopf S. Factors affecting successful repair after root canal therapy. *The Journal of the American Dental Association*. 1963;67(5):651-62.
42. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of endodontics*. 1990;16(10):498-504.
43. Muliya S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis P, Jayapalan C, Hafiz KA. Microleakage in endodontics. *Journal of international oral health: JIOH*. 2014;6(6):99.
44. Gillen BM, Looney SW, Gu L-S, Loushine BA, Weller RN, Loushine RJ, et al. Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*. 2011;37(7):895-902.
45. Strand G, Tveit A, Gjerdet N, Eide G. Marginal ridge strength of teeth with tunnel preparations. *International dental journal*. 1995;45(2):117-23.
46. Peroz I, Blankenstein F, Lange K-P, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence international*. 2005;36(9).
47. Basaran E, Gokce Y. Evaluation of the influence of various restoration techniques on fracture resistance of endodontically treated teeth with different cavity wall thicknesses. *Nigerian journal of clinical practice*. 2019;22(3):328.
48. Mamoun JS. On the ferrule effect and the biomechanical stability of teeth restored with cores, posts, and crowns. *European journal of dentistry*. 2014;8(02):281-6.
49. Al-Hazaimeh N, Gutteridge D. An in vitro study into the effect of the ferrule preparation on the fracture resistance of crowned teeth incorporating prefabricated post and composite core restorations. *International Endodontic Journal*. 2001;34(1):40-6.
50. Akkayan B. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2004;92(2):155-62.
51. Fokkinga WA, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Creugers NH. Up to 17-year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *Journal of dentistry*. 2007;35(10):778-86.
52. Pereira JR, De Ornelas F, Conti PCR, Do Valle AL. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2006;95(1):50-4.
53. Jotkowitz A, Samet N. Rethinking ferrule—a new approach to an old dilemma. *British dental journal*. 2010;209(1):25.

54. Zhang Y, Peng M, Wang Y, Li Q. The effects of ferrule configuration on the anti-fracture ability of fiber post-restored teeth. *Journal of dentistry*. 2015;43(1):117-25.
55. DeLong R, Douglas WH. Development of an artificial oral environment for the testing of dental restoratives: bi-axial force and movement control. *Journal of dental research*. 1983;62(1):32-6.
56. Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*: Elsevier Health Sciences; 2006.
57. Wendt JS. Microleakage and cuspal fracture resistance of heat-treated composite resin inlays. *American journal of dentistry*. 1991;4(1):10-4.
58. Land MF, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics*: Mosby Elsevier Health Science; 1995.
59. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett S. *Fundamentals of fixed prosthodontics*: Quintessence Publishing Company; 1997.
60. Christensen GJ. Posts and cores: state of the art. *Journal of the American Dental Association* (1939). 1998;129(1):96-7.
61. Alaçam T, Nalbant L, Alaçam A. Rezin ve seramik esaslı inley onley sistemleri 'İleri Restorasyon Teknikleri'. 1. Baskı Ankara, Polat Yayınları. 1998:309-40.
62. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1994;71(6):565-7.
63. Dimitriu B, Vârlan C, Suciu I, Vârlan V, Bodnar D. Current considerations concerning endodontically treated teeth: alteration of hard dental tissues and biomechanical properties following endodontic therapy. *Journal of medicine and life*. 2009;2(1):60.
64. Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: an in-vitro study. *Journal of dentistry*. 2001;29(6):427-33.
65. Shillingburg HT, Sather D, Wilson E, Cain J, Mitchell D, Blanco L, et al. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. Quintessence Pub Co (4th edn), Chicago. 2013.
66. Shillingburg H, Sather D, Wilson Jr E, Cain J, Mitchel D, Blanco L. *Fundamentals of fixed prosthodontics* 4th Ed. Chicago. Quintessence. 2012;119(130):299-345.
67. Rosenstiel S, Land F, Fujimoto J. *Contemporary Fixed Prosthodontics*, ; Mosby. Elsevier; 2006.
68. Torbjörner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *International Journal of Prosthodontics*. 2004;17(3).
69. Baraban DJ. Immediate restoration of pulpless teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1972;28(6):607-12.
70. Standlee J, Caputo A, Collard E, Pollack M. Analysis of stress distribution by endodontic posts. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1972;33(6):952-60.
71. Christy J, Pipko D. A method of fabricating a dual-post veneer crown. *The Journal of the American Dental Association*. 1967;75(6):1419-25.
72. Shillingburg Jr HT, Fisher DW, Dewhirst RB. Restoration of endodontically treated posterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1970;24(4):401-9.

73. Perel ML, Muroff FI. Clinical criteria for posts and cores. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1972;28(4):405-11.
74. Hunter A, Feiglin B, Williams J. Effects of post placement on endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1989;62(2):166-72.
75. de Castro Albuquerque R, De Abreu Polleto L, Fontana R, Cimini Jr C. Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2003;30(9):936-43.
76. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1999;81(3):262-9.
77. Mou Y-B, Chen Y-M, Smales RJ, Yip K. Optimum post and tooth root diameters for a cast post-core system. *American journal of dentistry*. 2009;22(5):311-4.
78. Mentink A, Creugers N, Hoppenbrouwers P, Meeuwissen R. Qualitative assessment of stress distribution during insertion of endodontic posts in photoelastic material. *Journal of dentistry*. 1998;26(2):125-31.
79. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1990;64(4):419-24.
80. Davy D, Dilley G, Krejci R. Determination of stress patterns in root-filled teeth incorporating various dowel designs. *Journal of Dental Research*. 1981;60(7):1301-10.
81. Standlee J, Caputo A, Holcomb J. The Dentatus screw: comparative stress analysis with other endodontic dowel designs. *Journal of oral rehabilitation*. 1982;9(1):23-33.
82. Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1999;82(6):643-57.
83. Ferrari M, Scotti R. Fiber posts: characteristics and clinical applications. Roma: Ed Masson. 2002;12(4):1-5.
84. Alaçam T, Alaçam A. İleri restorasyon teknikleri: Polat Yayınları; 1998.
85. Schneider RL. A one-appointment procedure for cast post and core restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1994;71(4):420-2.
86. Smith CT, Schuman NJ, Wasson W. Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: A guide for the restorative dentist. *Quintessence international*. 1998;29(5).
87. Rosenstiel SF, Land MF. *Contemporary Fixed Prosthodontics-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2015.
88. Ree M, Schwartz RS. The endo-restorative interface: current concepts. *Dental Clinics*. 2010;54(2):345-74.
89. Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. *International Journal of Prosthodontics*. 2001;14(4).
90. Siebert C, Spinell TN. Luminary porcelain: Natural light optics for anterior crowns. *Quintessence Dent Technol*. 1996;19:43-9.
91. MEYENBERG KH. Dental esthetics: A European perspective. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1994;6(6):274-81.
92. Bateman G, Ricketts D, Saunders W. Fibre-based post systems: a review. *British dental journal*. 2003;195(1):43-8.

93. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical Evaluation of Teeth Restored with Quartz Fiber--Reinforced Epoxy Resin Posts. *International Journal of Prosthodontics*. 2003;16(1).
94. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *Journal of dentistry*. 1999;27(4):275-8.
95. Dean JP, Jeanson BG, Sarkar N. In vitro evaluation of a carbon fiber post. *Journal of Endodontics*. 1998;24(12):807-10.
96. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2000;13(Spec No):9B-13B.
97. Purton D, Payne J. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence International*. 1996;27(2).
98. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. *Journal of Endodontics*. 2001;27(12):758-61.
99. Hsu YB, Nicholls JJ, Phillips KM, Libman WJ. Effect of core bonding on fatigue failure of compromised teeth. *International Journal of Prosthodontics*. 2002;15(2).
100. Braden M, Davy K, Parker S, Ladizesky N, Ward I. Denture base poly (methyl methacrylate) reinforced with ultra-thin modulus polyethylene fibers. *British dental journal*. 1988;164(4):109-13.
101. Berrong JM, Weed RM, Young JM. Fracture resistance of Kevlar-reinforced poly (methyl methacrylate) resin: a preliminary study. *International Journal of Prosthodontics*. 1990;3(4).
102. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *Journal of Prosthodontics*. 2001;10(1):26-36.
103. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(4):431-7.
104. Soares CJ, Valdivia ADCM, Silva GRd, Santana FR, Menezes MdS. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. *Brazilian dental journal*. 2012;23(2):135-740.
105. Xible AA, Tavarez RRdJ, Araujo CdRPd, Conti PCR, Bonachella WC. Effect of cyclic loading on fracture strength of endodontically treated teeth restored with conventional and esthetic posts. *Journal of Applied Oral Science*. 2006;14(4):297-303.
106. Sherfudhin H, Hobeich J, Carvalho CA, Aboushelib MN, Sadig W, Salameh Z. Effect of different ferrule designs on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated teeth restored with fiber posts and all-ceramic crowns. *Journal of Applied Oral Science*. 2011;19(1):28-33.
107. Schiavetti R, Sannino G. In vitro evaluation of ferrule effect and depth of post insertion on fracture resistance of fiber posts. *Computational and mathematical methods in medicine*. 2012;2012.
108. Manicone PF, Iommetti PR, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *Journal of dentistry*. 2007;35(11):819-26.
109. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Australian dental journal*. 2011;56:77-83.

110. Baba NZ, Golden G, Goodacre CJ. Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*. 2009;18(6):527-36.
111. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of endodontics*. 2004;30(5):289-301.
112. Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(4):438-45.
113. Maccari PC, Conceicao EN, Nunes MF. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2003;15(1):25-31.
114. Hu Y-H, Pang I-C, Hsu C-C, Lau Y-H. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence International*. 2003;34(5).
115. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(3):256-63.
116. Saunders W, Saunders E. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Dental Traumatology*. 1994;10(3):105-8.
117. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1993;69(1):36-40.
118. Fradeani M, Redemagni M. An 11-year clinical evaluation of leucite-reinforced glass-ceramic crowns: A retrospective study. *Quintessence international*. 2002;33(7).
119. Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal–ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: single crowns. *Clinical oral implants research*. 2007;18:73-85.
120. Bindl A, Mormann WH. Clinical evaluation of adhesively placed Cerec endo-crowns after 2 years-preliminary results. *Journal of Adhesive Dentistry*. 1999;1:255-66.
121. Biacchi G, Basting R. Comparison of fracture strength of endocrowns and glass fiber post-retained conventional crowns. *Operative dentistry*. 2012;37(2):130-6.
122. El-Damanhoury HM, Haj-Ali RN, Platt JA. Fracture resistance and microleakage of endocrowns utilizing three CAD-CAM blocks. *Operative dentistry*. 2015;40(2):201-10.
123. Ödman P, Andersson B. Procera AllCeram crowns followed for 5 to 10.5 years: a prospective clinical study. *International Journal of Prosthodontics*. 2001;14(6).
124. Sedrez-Porto JA, da Rosa WLdO, Da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*. 2016;52:8-14.
125. Belleflamme MM, Geerts SO, Louwette MM, Grenade CF, Vanheusden AJ, Mainjot AK. No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: an up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *Journal of dentistry*. 2017;63:1-7.

126. Gaintantzopoulou M, El-Damanhoury H. Effect of preparation depth on the marginal and internal adaptation of computer-aided design/computer-assisted manufacture endocrowns. *Operative dentistry*. 2016;41(6):607-16.
127. Lise DP, Van Ende A, De Munck J, Suzuki TYU, Vieira LCC, Van Meerbeek B. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *Journal of dentistry*. 2017;59:54-61.
128. Guo J, Wang Z, Li X, Sun C, Gao E, Li H. A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass fiber post-core retained conventional crowns. *The journal of advanced prosthodontics*. 2016;8(6):489-93.
129. Pissis P. Fabrication of a metal-free ceramic restoration utilizing the monobloc technique. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*. 1995;7(5):83-94.
130. Swift EJ, Sturdevant CM, Roberson TM, Heymann H. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*: Elsevier Health Sciences; 2006.
131. Çelik E, Tekmen Ç. DİŞ PROTEZ LABORATUAR MALZEMELERİ. 2004.
132. Anusavice K. *Phillip's Science of Dental Materials: Physical properties of dental materials*. Elsevier, St. Louis, Missouri; 2003.
133. Van Noort R, Barbour M. *Introduction to Dental Materials-E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2014.
134. Chen M-H, Chen C-R, Hsu S-H, Sun S-P, Su W-F. Low shrinkage light curable nanocomposite for dental restorative material. *Dental Materials*. 2006;22(2):138-45.
135. O'Brien WJ. *Dental materials and their selection*. 2002.
136. Conrad HJ, Seong W-J, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2007;98(5):389-404.
137. Jiang Y. *Measurement of J-integral Values of Dental Ceramics by Digital Image Correlation: Case Western Reserve University*; 2016.
138. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *International Journal of prosthodontics*. 2015;28(3).
139. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dental Clinics*. 2004;48(2):513-30.
140. Kelly JR. *Ceramics in dentistry: principles and practice*: Quintessence Publishing Company, Incorporated; 2016.
141. Anusavice KJ, Shen C, Rawls H. *Dental cements*. *Phillips' Science of Dental Materials Elsevier 11th ed Missouri*. 2003:443-93.
142. Giordano R. Materials for chairside CAD/CAM-produced restorations. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137:14S-21S.
143. Griggs JA. Recent advances in materials for all-ceramic restorations. *Dental Clinics of North America*. 2007;51(3):713-27.
144. Höland W, Schweiger M, Watzke R, Peschke A, Kappert H. Ceramics as biomaterials for dental restoration. *Expert review of medical devices*. 2008;5(6):729-45.
145. Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dental clinics*. 2011;55(2):333-52.

146. El-Meliegy E, Van Noort R. Glasses and glass ceramics for medical applications: Springer science & business media; 2011.
147. Habib A, Al-Khateeb Z. Effect of Veneering Dental Zirconia on Bond Strength. A pilot study. 2014.
148. Lambert H, Durand J-C, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. The journal of advanced prosthodontics. 2017;9(6):486-95.
149. Li RWK, Chow TW, Matinlinna JP. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. Journal of prosthodontic research. 2014;58(4):208-16.
150. Aboushelib MN, Elsafi MH. Survival of resin infiltrated ceramics under influence of fatigue. Dental materials. 2016;32(4):529-34.
151. Sannino G, Germano F, Arcuri L, Bigelli E, Arcuri C, Barlattani A. Cerec CAD/CAM chairside system. Oral & Implantology. 2014;7(3):57.
152. Davidowitz G, Kotick PG. The use of CAD/CAM in dentistry. Dental Clinics. 2011;55(3):559-70.
153. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. The Journal of prosthetic dentistry. 2004;92(6):557-62.
154. Liu P-R. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. Compendium. 2005;26(7):507-13.
155. Kohorst P, Junghanns J, Dittmer MP, Borchers L, Stiesch M. Different CAD/CAM-processing routes for zirconia restorations: influence on fitting accuracy. Clinical oral investigations. 2011;15(4):527-36.
156. Mörmann W, Brandestini M, Lutz F. The Cerec system: computer-assisted preparation of direct ceramic inlays in 1 setting. Die Quintessenz. 1987;38(3):457-70.
157. CHRISTENSEN GJ. Computerized restorative dentistry: state of the art. The Journal of the American Dental Association. 2001;132(9):1301-3.
158. Mörmann WH, Bindl A. The Cerec 3--A quantum leap for computer-aided restorations: Initial clinical results. Quintessence international. 2000;31(10).
159. Reiss B. Long-term clinical performance of CEREC restorations and the variables affecting treatment success. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995). 2001;22(6 Suppl):14-8.
160. Otto T, De Nisco S. Computer-aided direct ceramic restorations: A 10-year prospective clinical study of Cerec CAD/CAM inlays and onlays. International Journal of Prosthodontics. 2002;15(2).
161. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. The Journal of the American Dental Association. 2006;137:7S-13S.
162. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. The Journal of prosthetic dentistry. 1999;81(2):135-41.
163. Goldstein RE. Esthetics in dentistry: PMPH-USA; 2014.
164. Haddad MF, Rocha EP, Assunção WG. Cementation of prosthetic restorations: from conventional cementation to dental bonding concept. Journal of Craniofacial Surgery. 2011;22(3):952-8.
165. Silva e Souza Junior MH, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva e Souza PdAR, Góes MFd. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. Journal of Applied Oral Science. 2010;18(3):207-14.

166. Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dental Clinics of North America*. 2007;51(3):643-58.
167. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757-85.
168. Türk AG, Ulusoy M, Önal B. İndirekt Restorasyonlarda Kullanılan Kompozit Rezin Simanlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*. 2014;35(2):1-8.
169. Fages M, Bennasar B. The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars. *J Can Dent Assoc*. 2013;79:d140.
170. Ramírez-Sebastià A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clin Oral Investig*. 2014;18(2):545-54.
171. Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater*. 2014;30(7):e147-62.
172. Lindberg A, Peutzfeldt A, van Dijken JW. Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral Investig*. 2005;9(2):71-6.
173. Weaver JD, Johnson GH, Bales DJ. Marginal adaptation of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1991;66(6):747-53.
174. Nakamura T, Dei N, Kojima T, Wakabayashi K. Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont*. 2003;16(3):244-8.
175. Shin Y, Park S, Park JW, Kim KM, Park YB, Roh BD. Evaluation of the marginal and internal discrepancies of CAD-CAM endocrowns with different cavity depths: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2017;117(1):109-15.
176. Otto T, Mörmann WH. Clinical performance of chairside CAD/CAM feldspathic ceramic posterior shoulder crowns and endocrowns up to 12 years. *Int J Comput Dent*. 2015;18(2):147-61.
177. Wang L, Garcia FC, Amarante de Araújo P, Franco EB, Mondelli RF. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *J Esthet Restor Dent*. 2004;16(5):303-14; discussion 14-5.
178. Zimmermann M, Valcanaia A, Neiva G, Mehl A, Fasbinder D. Three-Dimensional Digital Evaluation of the Fit of Endocrowns Fabricated from Different CAD/CAM Materials. *J Prosthodont*. 2019;28(2):e504-e9.
179. Kokubo Y, Ohkubo C, Tsumita M, Miyashita A, Vult von Steyern P, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of Procera AllCeram crowns. *J Oral Rehabil*. 2005;32(7):526-30.
180. Naumann M, Ernst J, Reich S, Weißhaupt P, Beuer F. Galvano- vs. metal-ceramic crowns: up to 5-year results of a randomised split-mouth study. *Clin Oral Investig*. 2011;15(5):657-60.
181. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*. 1997;13(4):258-69.
182. Wassermann A, Kaiser M, Strub JR. Clinical long-term results of VITA In-Ceram Classic crowns and fixed partial dentures: A systematic literature review. *Int J Prosthodont*. 2006;19(4):355-63.
183. Wang X, Fan D, Swain MV, Zhao K. A systematic review of all-ceramic crowns: clinical fracture rates in relation to restored tooth type. *Int J Prosthodont*. 2012;25(5):441-50.

184. Bates JF, Stafford GD, Harrison A. Masticatory function - a review of the literature. III. Masticatory performance and efficiency. *J Oral Rehabil.* 1976;3(1):57-67.
185. Kiliaridis S, Kjellberg H, Wenneberg B, Engström C. The relationship between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology during growth. A cross-sectional study. *Acta Odontol Scand.* 1993;51(5):323-31.
186. Dhima M, Paulusova V, Carr AB, Rieck KL, Lohse C, Salinas TJ. Practice-based clinical evaluation of ceramic single crowns after at least five years. *J Prosthet Dent.* 2014;111(2):124-30.
187. Govare N, Contrepolis M. Endocrowns: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2020;123(3):411-8.e9.
188. John P, Ambooken M, Kuriakose A, Mathew J. The perio-restorative interrelationship-expanding the horizons in esthetic dentistry. *Journal of Interdisciplinary Dentistry.* 2015;5(1):46-53.
189. Lang NP, Lindhe J. *Clinical Periodontology and Implant Dentistry*, 2 Volume Set: Wiley; 2015
190. Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent.* 2009;102(5):306-12.
191. Bottino MA, Campos F, Ramos NC, Rippe MP, Valandro LF, Melo RM. Inlays made from a hybrid material: adaptation and bond strengths. *Oper Dent.* 2015;40(3):E83-91.
192. El-Damanhoury HM, Gaintantzopoulou MD. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. *J Prosthodont Res.* 2018;62(1):75-83.
193. Fabianelli A, Pollington S, Papacchini F, Goracci C, Cantoro A, Ferrari M, et al. The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin. *J Dent.* 2010;38(1):39-43.
194. Lung CY, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater.* 2012;28(5):467-77.
195. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81(8):578-82.
196. Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Prosthet Dent.* 2009;101(1):40-5.
197. Llena C, Lozano E, Amengual J, Forner L. Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Contemp Dent Pract.* 2011;12(1):19-23.
198. Gaintantzopoulou MD, El-Damanhoury HM. Effect of Preparation Depth on the Marginal and Internal Adaptation of Computer-aided Design/Computer-assisted Manufacture Endocrowns. *Oper Dent.* 2016;41(6):607-16.
199. Pedrollo Lise D, Van Ende A, De Munck J, Umeda Suzuki TY, Cardoso Vieira LC, Van Meerbeek B. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *J Dent.* 2017;59:54-61.
200. Hayes A, Duvall N, Wajdowicz M, Roberts H. Effect of Endocrown Pulp Chamber Extension Depth on Molar Fracture Resistance. *Oper Dent.* 2017;42(3):327-34.

201. Rocca GT, Daher R, Saratti CM, Sedlacek R, Suchy T, Feilzer AJ, et al. Restoration of severely damaged endodontically treated premolars: The influence of the endo-core length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD-CAM ceramic endocrowns. *J Dent*. 2018;68:41-50.
202. Einhorn M, DuVall N, Wajdowicz M, Brewster J, Roberts H. Preparation Ferrule Design Effect on Endocrown Failure Resistance. *J Prosthodont*. 2019;28(1):e237-e42.
203. Darwish HA, Morsi TS, El Dimeery AG. Internal fit of lithium disilicate and resin nano-ceramic endocrowns with different preparation designs. *Future Dent J*. 2017;3(2):67-72.
204. Chia-Yu Chang, Jau-Shing Kuo, Yang-Sung Lin, Yen-Hsiang Chang¹ Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns
204. Selz CF, Bogler J, Vach K, St.

