

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI POST VE KOR MATERYALLERİ İLE RESTORE EDİLEN
DİŞLERİN KIRILMA DAYANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Bekir Murat KAYA

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Gülfem ERGÜN

ANKARA
Şubat 2013

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**FARKLI POST VE KOR MATERYALLERİ İLE RESTORE EDİLEN
DİŞLERİN KIRILMA DAYANIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Dt. Bekir Murat KAYA

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Gülfem ERGÜN

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 03/2010-28 numaralı proje kodu ile desteklenmiştir.

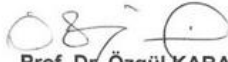
ANKARA
Şubat 2013

Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı Doktora programı
çerçevesinde yürütölmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

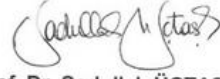
Tez Savunma tarihi: 26/02/2013



Prof. Dr. Cemal AYDIN
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Özgöl KARACAER
Gazi Üniversitesi



Prof. Dr. Sadullah ÜÇTAŞLI
Ankara Üniversitesi



Prof. Dr. Gülfem ERGÜN
Gazi Üniversitesi



Prof. Dr. Hüseyin YAZICIOĞLU
Gazi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay.....	I
İçindekiler.....	II
Resimler.....	V
Grafikler.....	VIII
Tablolar.....	IX
Semboller, Kısaltmalar.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Post-kor restorasyonlarının endikasyonları.....	7
2.2. Post-kor restorasyonlarının kontrendikasyonları.....	8
2.3. Post-kor restorasyonlarının avantajları.....	8
2.4. Post-kor restorasyonlarının dezavantajları.....	9
2.5. İdeal post sistemlerinin sahip olması gereken özellikler.....	10
2.6. Post seçimi.....	10
2.6.1. Kök morfolojisi.....	11
2.6.2. Geride kalan diş miktarı.....	12
2.6.3. Post yerleştirme derinliği.....	12
2.6.4 Post uzunluğu.....	13
2.6.5. Post' un çapı.....	14
2.6.6. Post' un şekli.....	15
2.6.6.1. Pasif postlar.....	17
2.6.6.2. Aktif postlar.....	17
2.7. Metal postlar.....	18
2.7.1. Metal döküm postlar.....	18
2.7.1.1. Tek köklü dişler için direkt teknik.....	21
2.7.1.2. Tek köklü dişler için indirekt teknik.....	22
2.7.1.3. Çok köklü dişler için direkt teknik.....	23
2.7.1.4. Çok köklü dişler için indirekt yöntem.....	23
2.7.1.5. Çok köklü dişlerde indirekt yöntem (hidrokolloid ölçü tekniği).....	24
2.7.2. Prefabrike postlar.....	24
2.7.2.1. Konik, düz yüzeyli postlar.....	26
2.7.2.2. Konik, yüzeyi dişli postlar.....	27
2.7.2.3. Konik, vidalı postlar.....	27
2.7.2.4. Paralel, düz yüzeyli postlar.....	27
2.7.2.5. Paralel, yüzeyi dişli postlar.....	27
2.7.2.6. Paralel, vidalı postlar.....	28
2.7.2.7. Paralel, uç bölümü konik postlar.....	28
2.8. Metal içermeyen post sistemleri.....	28
2.8.1. Fiberle güçlendirilmiş post sistemleri.....	29
2.8.1.1. Karbon fiberle güçlendirilmiş postlar.....	32
2.8.1.1.1. Avantajları.....	32
2.8.1.1.2. Dezavantajları.....	33
2.8.1.2. Cam fiberle güçlendirilmiş postlar.....	34
2.8.1.2.1. Avantajları.....	34

2.8.1.2.2. Dezavantajları.....	34
2.8.1.3. Kuartz fiberle güçlendirilmiş postlar.....	35
2.8.1.3.1. Avantajları.....	36
2.8.1.4. Polietilen fiber postlar.....	36
2.8.1.4.1. Özellikleri.....	37
2.8.1.4.2. Avantajları.....	37
2.8.1.4.3. Dezavantajları.....	37
2.8.2. Seramik post sistemleri.....	38
2.8.2.a. Avantajları.....	39
2.8.2.b. Dezavantajları.....	39
2.8.2.1. Cam seramikler.....	40
2.8.2.2. Alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler.....	41
2.8.2.3. Zirkonyum oksit esaslı seramikler.....	41
2.8.2.3.a. Avantajları.....	43
2.8.2.3.b. Dezavantajları.....	44
2.9. Post boşluğu hazırlama yöntemleri.....	44
2.9.1. Kimyasal yöntem.....	44
2.9.2. Fiziksel yöntem.....	45
2.9.2.a. Isıtılmış aletler.....	45
2.9.2.b. Döner aletler.....	45
2.9.2.c. Kombine yöntem.....	45
2.10. Yapıştırıcı simanlar.....	45
2.10.1. Çinko fosfat siman.....	47
2.10.2. Çinko polikarboksilat siman.....	48
2.10.3. Cam iyonomer siman.....	49
2.10.4. Rezin modifiye cam iyonomer (RMCI).....	50
2.10.5. Rezin siman.....	51
2.10.5.1. Akrilik rezin simanlar.....	52
2.10.5.2. Modifiye akrilik rezin simanlar.....	53
2.10.5.3. Kompozit rezin yapıştırma simanları.....	53
2.11. Kor materyalleri.....	55
2.11.1. Amalgam.....	56
2.11.1.a. Avantajları.....	56
2.11.1.b. Dezavantajları.....	57
2.11.2. Kompozit rezin kor materyali.....	57
2.11.2.a. Amalgam veya kompozit rezin materyallerle yapılan korların avantajları.....	60
2.11.2.b. Dezavantajları.....	60
2.11.3. Cam iyonomerler.....	61
2.11.4. Rezin modifiye cam iyonomerler ve poliasit modifiye kompozit rezinler (kompomerler).....	62
2.11.5. Porselen post ve kor.....	63
2.11.6. Döküm metal kor.....	64
2.11.6.1. Avantajları.....	64
2.11.6.2. Dezavantajları.....	64

3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	66
3.1. Dişlerin hazırlanması.....	66
3.2. Örneklerin akrilik rezine gömülmesi.....	71
3.3. Post yuvalarının hazırlanması.....	72
3.4. Zirkonya postların hazırlanması.....	73
3.5. Tek parça zirkonya post ve korların hazırlanması.....	74
3.6. Fiber postların hazırlanması.....	76
3.7. Postların simantasyonu.....	77
3.8. Korların hazırlanması.....	79
3.9. Tam metal kronların yapımı.....	82
3.10. Örneklerin Yüklenmesi.....	84
3.11. Örneklerin kırık tiplerine göre gruplandırılması.....	85
3.12. Örneklerin Tarama elektron mikroskopunda (SEM) incelenmesi.....	86
3.13. İstatistiksel analiz.....	86
4. BULGULAR	87
4.1. Kırılma dayanımlarının değerlendirilmesi.....	87
4.2. Kırık tiplerinin değerlendirilmesi.....	91
4.3. Kırık tipleri ve SEM görüntüleri.....	94
5. TARTIŞMA.....	105
6. SONUÇLAR.....	116
7. ÖZET.....	117
8. SUMMARY.....	119
9. KAYNAKLAR.....	121
10. EKLER	147
11. ÖZGEÇMİŞ.....	149

Resimler

Resim 1a. Örneklerin kanal tedavilerinin yapılmasında kullanılan materyaller, 1b. Örneklerin kanal tedavilerinin yapılmasında kullanılan materyaller.....	69
Resim 2. Kanal tedavileri yapılmış dişler.....	70
Resim 3. Dişlerin akrilik bloğa gömülmesinde kullanılan metal kalıp.....	71
Resim 4a. Post yuvası açmada kullanılan frezin kanala ve diğer ucunun paralelontreye bağlanması, 4b. Köklerin akrilik rezin içerisine gömülmesi.....	72
Resim 5. Post yuvası hazırlamada kullanılan frezler.....	73
Resim 6. Post yuvalarının hazırlanışı.....	73
Resim 7. Zirkonya postlar (10 mm).....	74
Resim 8. Zirkonya postlar (15 mm).....	74
Resim 9. Çalışmada kullanılacak tek parça zirkonya post ve korların hazırlanması için kök kanalından ölçü alınmasında kullanılan otopolimerizan akrilik rezin.....	75
Resim 10. Kanal ölçüsü alınıp kor bölümü şekillendirilen tek parça zirkonyum post ve korlar.....	75
Resim 11a. Kopya freze tekniği ile elde edilen tek parça zirkonya post ve kor (15 mm), 11b. Kopya freze tekniği ile elde edilen tek parça zirkonya post ve kor (10 mm).....	76
Resim 12. Çalışmada kullanılan fiber ile güçlendirilen post materyali.....	77
Resim 13. Çalışmada kullanılan tek aşamalı adeziv materyal.....	77
Resim 14. Çalışmada kullanılan kendinden adeziv rezin siman.....	78
Resim 15 a. Zirkonya post, 15b. Fiber post.....	78
Resim 16. Tek parça zirkonya post ve kor.....	79
Resim 17. Çalışmada kullanılan LED ışık kaynağı.....	79
Resim 18. Korların hazırlanmasında kullanılan metilmetakrilat akrilik kalıp.....	80
Resim 19. Tabakalama tekniği ile elde edilen kor materyali.....	80
Resim 20. Çalışmada kullanılan kompozit rezin restoratif ve kompozit rezin kor materyalleri.....	81
Resim 21a. Kompozit rezin restoratif materyal (Clearfil AP-X) ile hazırlanan ve preparasyonu yapılan kor, 21b. Kompozit rezin kor materyali (Clearfil DC Core Automix) ile hazırlanan ve prepare edilen kor.....	81
Resim 22. Tam metal kronları hazırlanmış ve simante edilmiş örnekler.....	82
Resim 23. Tam metal kronlarda hazırlanan, bilyenin oturacağı çentik.....	83
Resim 24. Tam metal kronların simantasyonunda kullanılan çinko fosfat siman.....	83
Resim 25. Örneklerin universal test cihazında yüklenmesi.....	84
Resim 26. Örneklerin yüklenmesinde kullanılan uç.....	85
Resim 27. Kırık tiplerinin belirlenmesinde kullanılan ışık mikroskobu.....	85
Resim 28a. Örneklerin kaplanması, 28b. SEM cihazı.....	86

Resim 29. Grup 1 (10 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin restoratif materyal)'deki örneklerde % 100 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi.....	94
Resim 30. Grup 2 (10 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin kor materyali)'deki örneklerde % 90 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi...	95
Resim 31. Grup 6 (15 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin restoratif materyal)'daki örneklerde % 100 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi.....	95
Resim 32. Grup 5 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.....	96
Resim 33. Grup 7 (15 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin kor materyali)'deki örneklerde % 100 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi.....	96
Resim 34. Grup 4 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin kor materyali)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.....	97
Resim 35. Grup 8 (15 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin restoratif materyal)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.....	97
Resim 36. Grup 3 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin restoratif materyal)'deki örneklerde % 30 oranında servikal marjinin 2 mm üzerinden kırılma gözlemlendi.....	98
Resim 37. Grup 10 (15 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor)'daki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.....	98
Resim 38. Grup 5 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.....	99
Resim 39. Grup 9 (15 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin kor materyali)'daki örneklerde % 40 oranında servikal marjinin 2 mm üzerinden kırılma gözlemlendi.....	99
Resim 40. Grup 1'de görülen postun kanaldan tamamen uzaklaştığı kırık tipinin SEM görüntüsü (PB: Post Boşluğu) (x300 büyütme).....	100
Resim 41. Grup 2'de görülen postun servikal marjinin 2 mm üzerinden kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme)	100
Resim 42. Grup 2'de görülen postun servikal marjinin 2 mm üzerinden kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).....	101
Resim 43. Grup 7'de görülen postun kanaldan tamamen uzaklaştığı kırık tipinin SEM görüntüsü (PB: Post Boşluğu) (x300 büyütme).....	101
Resim 44. Grup 3'de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).....	102
Resim 45. Grup 4'de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).....	102

Resim 46. Grup 5’de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).....	103
Resim 47. Grup 8’de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).....	103
Resim 48. Grup 9’da görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).....	104
Resim 49. Grup 10’da görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).....	104

Grafikler

Grafik 1. Post ve kor materyallerinin ortalama kırılma dayanımı değerleri.....	88
Grafik 2. Örneklerin kırık tipi analizi.....	92

Tablolar

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyaller.....	67
Tablo 2. Post ve kor materyallerinin ortalama kırılma dayanımı değerleri...	87
Tablo 3. Kırılma dayanımı değerlerinin üç yönlü varyans analizi testi ile incelenmesi.....	89
Tablo 4. Tukey HSD post-hoc tablosu.....	90
Tablo 5. Çalışmada oluşturulan gruplarda görülen kırık tipleri yüzdeleri.....	91
Tablo 6. Post materyaline göre Ki-kare testi tablosu.....	92
Tablo 7. Post uzunluğuna göre Ki-kare testi tablosu.....	93
Tablo 8. Kor materyaline göre Ki-kare testi tablosu.....	93

Semboller, Kısaltmalar

yy	Yüzyıl
mm	Milimetre
Pt	Platin
Au	Altın
Pd	Palladyum
Ni	Nikel
Cr	Krom
Co	Kobalt
μm	Mikrometre
MPa	Megapaskal
GPa	Gigapaskal
SiO_2	Silisyum oksit
CaO	Kalsiyum oksit
Al_2O_3	Aluminyum oksit
B_2O_3	Bor oksit
g	Gram
cc	Santimetre küp
ZrO_2	Zirkonyum oksit
TZP	Tetragonal zirkonya polikristalini
Y_2O_3	Yttrium oksit
mol	Molekül (birim)
MgO	Magnezyum oksit
ZnO	Çinko oksit
pH	Asit-baz ölçü birimi
H_2O_2	Hidrojen peroksit
HEMA	Hidroksi etil metakrilat
RMCI	Rezin modifiye cam iyonomer
Bis-GMA	Bisfenol A-Diglisidil dimetakrilat
nm	Nanometre
ASPA	Alumino Silikat Poliakrilik Asit
s	Saniye
cm	Santimetre
dk	Dakika
SEM	Scanning Electron Microscope
N	Newton
PB	Post boşluğu
LED	Light Emitting Diode

GİRİŞ

Genellikle endodontik tedavi yapılmış, aşırı madde kaybı olan dişlerin tedavisinde, post-kor restorasyonlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde çeşitlilik gösteren post-kor sistemleri arasında en uygun sistemi seçmek, restorasyonların klinik başarısında büyük önem taşır. Bu seçimde belirleyici faktörlerin başında dayanıklılık ve estetik gelir.

Post-kor yapımında temel amaç; dişin restorasyonu için arzu edilen tutuculuğu, direnci, destekliği ve dayanıklılığı sağlamak ve eksik kronal diş yapısının kökten destek alınarak yerine konulabilmesidir. Post, kron restorasyonu için tutuculuğu artırır ve çiğneme kuvvetlerini kök boyunca dağıtarak dişin kırılma riskini azaltır. Yapıldıkları materyale göre postlar; metal postlar ve metal olmayan postlar olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Metal postlar; Tip III ve Tip IV dental altın alaşımları, paslanmaz çelik, platin-altın-palladyum alaşımları, krom-kobalt-molibden alaşımları, titanyum ve titanyum alaşımları, pirinç alaşımlarından yapılmaktadır. Metal olmayan postlar ise; fiberle güçlendirilmiş rezin postlar ve seramik postlardan oluşmaktadır. Metalik postlar, metalik olmayan postlara göre daha üstün fiziksel özelliklere sahip oldukları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Metalik postların ışık geçirme özelliklerinin olmaması, zamanla korozyona uğrayarak dişte ve periodontal dokularda korozyon ürünlerinin birikmesine bağlı renk değişikliği, kökte kontrolsüz stres noktaları oluşturmaları ve kök kırıklarına neden olmalarından dolayı; son zamanlarda metal olmayan post sistemleri gündeme gelmiştir. Metal olmayan postlar, özellikle ön bölgede yer alan, kırılmış ya da renk değişimi gösteren endodontik tedavili dişlerde tercih edilmektedirler. Bu postların mekanik ve biyolojik özelliklerinin iyi olması, günümüzde kullanımlarını

oldukça popüler kılmaktadır.

Metal post sistemlerinde mekanik tutuculuk post boylarının uzun olması ile sağlanmaktadır. Derin yerleştirilen postlar ile daha fazla tutuculuk ve aynı zamanda stresin kök yüzeyine homojen dağılımı sağlanmış olur. Postun kısa olması; streslerin kökün kronal bölümünde yoğunlaşmasına, marjinlerde kırıklara ve yapıştırma simanında kırılma ve kopmaya neden olacaktır. Post boyunun uzun olması ise, fiber ve zirkonya postların da tutuculuğunu arttırmaktadır. Buna ilave olarak, fiber postların yapısındaki rezin matriks ile rezin simanlar arasında kimyasal bağlanma da oluşturmaktadır. Artan tutuculuk postlarda güvenilirliği ve başarıyı arttırmaktadır.

Seçilen kor materyallerinin yapısı, postun stresleri dağıtma yeteneği üzerinde rol oynamaktadır. Kor materyallerinin seçimi ve stress dağıtma yetileri post seçiminde, klinisyen tarafından göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür. Kor yapımında; amalgam, kompozit, cam iyonomer, rezin modifiye cam iyonomer ve kompomer ve porselen gibi materyaller kullanılmaktadır. Kor materyalleri olarak kompozit rezinlerin sıklıkla tercih edilme nedenleri; kolay kullanımları, çabuk sertleşmeleri ve son sertliğine birkaç dakika içinde ulaşmalarının yanı sıra, seramik restorasyon altında daha estetik renge sahip olmalarıdır. Yapılan çalışmalar, kompozit rezin korlarla restore edilen dişlerde mekanik başarısızlık durumlarında, tedavinin tekrar edilmesinin döküm metal postlarla restore edilenlerden daha olası olduğunu ortaya koymuştur. Günümüzde seramik post ve kor kullanımı, döküm post ve kor sistemlerine alternatif olarak yaygınlaşmaktadır. Bu sistemler, metal post ve korlara oranla daha estetik görünüm, iyi doku uyumu, yüksek korozyon direnci gibi

pek çok avantaja sahiptir. Özellikle estetiğin ön plana çıktığı anterior bölge restorasyonlarında yarı geçirgen (transludent) post-kor sistemlerinin kullanımı estetik beklentilere cevap vermektedir. Klinik uygulamalarda, yüksek kırılma dirençlerinden dolayı fabrikasyon seramik postlarla kompozit korların kombinasyonları başarı ile kullanılmaktadır.

Bu çalışmada; endodontik tedavi uygulanmış dişlerde, farklı uzunlukta cam fiber ve zirkonya seramik postlar, farklı kor materyalleri ile restore edildikten sonra, universal test cihazı ile yükleme sonucunda oluşan kırılma dayanımları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Endodontik tedavi, çekim ihtimali olan dişlerin ağızda kalmasını sağlayan bir tedavi şeklidir¹. Dişin pulpasının çıkartılarak, kök kanalının temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulması amacıyla yapılan işlemlerin bütünüdür². Aşırı madde kaybına uğramış ve endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerde sıklıkla az miktarda koronal diş dokusu kalır^{3,4}.

Diş hekimliğinde yapılacak olan tedaviyi desteklemek amacıyla kök kanalından destek alan postların kullanımı, oldukça uzun yıllar öncesine dayanır. 2000 yıl öncesine dayanan belgelerde dahi; dişlerin birbirine bağlandığı ve koronoradiküler yapay tijlerin kullanıldığına dair bilgiler yer almaktadır¹.

Tarihte ilk post-kor restorasyonlar 1700'li yıllara dayanmaktadır. 1728 yılında Pierre Fauchard protezin retansiyonu için kök içine vidalanan tahta postları tanımlamıştır. 19. yüzyılın ortalarında, kronal yüzeyinde madde kaybı olan dişlerin köklerini desteklemek için üzerine yapay diş yerleştirilen tahta postlar "pivot kron" olarak uygulanmış, zamanla tahtanın nemden etkilenerek genişip kök kırıklarına neden olduğu görülmüş, bunun üzerine altın kaideli seramik fasetli postlar geliştirilmiştir. Post için kullanılan bakır, pirinç ve gümüşün korozyona eğilimli olmaları nedeniyle 1839 yılında Haris altın ve platinin daha iyi özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir. 1878 yılında Richmond, dökümle ya da lehimle, post ve kronun tek parça olarak altından elde edildiği "Richmond kron"u tanımlamıştır⁵⁻⁸.

Gerçek dişler ilk kez 18. yy'da post materyali olarak kullanılmışlardır . 1830 yılında Maury tarafından gerçek dişler post olarak uyumlandırılmıştır. Lefaulon 1841'de kökten mumla ölçü almış ve alçı modelde postu dişe uyumlandırmıştır. Postların bütün bu gelişimleri süresinde siman henüz keşfedilmediği için kenevir, pamuk ve ipek postları kök kanalına yapıştırmak amacıyla kullanılmıştır¹.

Tek parça post-kronlar bir süre kullanıldıktan sonra döküm post-korlar krondan ayrı olarak dökülüp kullanılmaya başlanmıştır. Bu iki aşamalı teknik hem daha iyi marjinal uyum elde edilmesini sağlamış hem de kron giriş yolunun sadece kökün uzun aksı boyunca olma zorunluluğunu ortadan kaldırmıştır⁶.

Endodontik tedavi uygulamalarındaki gelişmeler sonucu, 1950'lerde; daha önce tereddüt edilmeden çekim endikasyonu konulan dişler, tatmin edici bir şekilde restore edilmeye başlanmıştır. Döküm post-korlar endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda rutin bir metod haline gelmiştir⁹.

Miller, 1968'de post-korlarda direkt model tekniğini geliştirmiştir. Endüstriyel alanda ve biyomateryal bileşimindeki ilerlemeleri takiben metal olmayan post materyalleri bu dönemde karşımıza çıkmaktadır. Metal olmayan yapıya yönelilmesinin nedenleri hastaların ağızlarında metal kullanmak istememeleri, adeziv materyallerin gelişimi ve restoratif materyallerde estetik potansiyelin artmasıdır¹.

Kwiatkowski ve Geller 1989'da, cam seramik post-korların klinik uygulamalarını ve 1991'de Kern ve Knodt, cam ilave edilmiş alüminyum oksit seramikten yapılmış post-korları tanıtmıştır. 1994'de Sandhaus ve Pasche, zirkonya endodontik post ve direkt kompozit rezin korları, 1995'de Pissis, tek komponent olarak hazırlanabilen cam seramik materyalden yapılan post-korları önermiştir. 1998'de Ahmad, zirkonya endodontik post ve lősitle güçlendirilmiş seramik korun pratik uygulamasını sunmuşlardır⁵.

Duret ve arkadaşları 1990 yılında, post üretimi için karbon-fiber ile güçlendirme prensibine dayalı metalik olmayan bir materyal tanımlamışlardır³.

Günümüzde birçok kanal tedavili diş tekrar fonksiyon görebilmeleri için kişiye özel ya da prefabrik postlar kullanılarak restore edilmektedir. Klinik başarı için yapılacak restorasyonda hangi postun kullanılacağına karar vermede geçerli bazı faktörler:

- Kök uzunluğu ve genişliği
- Kök anatomisi
- Kalan koronal diş miktarı
- Stres oluşumu
- Post simantasyonu sırasında oluşan hidrostatik basınç
- Post dizaynı
- Post materyali
- Post materyalinin biyouyumluluğu
- Kor retansiyonu
- Post fiksasyonu

- Tekrar tedavi gerektiğinde çıkarılabilir olması
 - Estetik
- etkin rol oynar^{10,11}.

Post ve kor işlemlerinin hedefi; kökleri kırıklara karşı dirençli hale getirmek ve maksimum post retansiyonu sağlayarak, dişi estetik ve fonksiyon açısından tekrar kazandırmaktır. Bu işlem sırasında dişin kuvvetlere karşı dayanma gücü geriye kalan sağlıklı diş dokusu miktarıyla direkt ilişkili olduğundan, diştten olabildiğince az madde kaldırılması önerilmektedir. Kök yapısının esneklik özelliği, morfolojik adaptasyonu, estetik ve koroziv eksikliği de dişin çiğneme kuvvetlerine dayanma gücüne etki eden diğer faktörleri teşkil etmektedir¹².

2.1. Post-kor restorasyonlarının endikasyonları

- Pulpada geri dönüşümsüz hasarın bulunduğu durumlarda,
- Diş kron yapısının %60' dan fazlasının kaybında veya geride kalan diş yapıları boyut ve lokalizasyon olarak diş yerinden oynatıcı kuvvetlere karşı yeterli retansiyon göstermediğinde, pulpa odasının duvarının kaybedildiği, yetersiz olduğu ve birbirini destekleyecek karşıt duvarların kalmadığı durumlarda,
- Malpoze dişin oklüzal veya aksiyal düzeltilmesinin pulpa bütünlüğünü bozduğu durumlarda,
- Periodontal desteği zayıf dişlerde kron kök oranının dengelenmesi amacıyla,
- Endodontik tedavi sonrası kırığa eğilimi olan dişlerde,

- Hareketli parsiyel protez veya köprü ayağı olarak kullanılacak endodontik tedavili dişlerde,
- Overdenture tekniklerinde bar ve çivi başlı bağlantılı ataçmanların köklerden retansiyon için istifade etmek gerektiğinde,
- Restorasyon sonrası endodontik girişimin güçleşeceği pulpa prognozunun şüpheli olduğu geniş defektli dişlerde endikedir^{1,13,14}.

2.2. Post-kor restorasyonlarının kontrendikasyonları

- Kırılmaya eğilimli ince kök formu olan dişlerde,
 - Persiste periapikal patoloji varlığında,
 - Yetersiz kanal dolgusu varlığında,
 - Kötü ağız hijyenine sahip ve motive edilemeyen bireylerde,
- kontrendikedir^{1,13,14}.

2.3. Post-kor restorasyonlarının avantajları

- Endodontik tedavili dişlerin iki aşamalı restorasyonu sağlanarak döküm üst yapıları desteklenir.
- Protetik restorasyon marjin veya diğer bölümlerde başarısızlık gösterdiğinde intrakronal restorasyonun yenilenmesi gerekmez.

- Döküm şeklinde hazırlanmayan postlarda, dişte andırkatların doldurulması imkanı vardır. Böylece döküm üst yapı restorasyonu yapıldığında kaldırılması gereken diş yapıları da korunur.

- Post-kor yapı final restorasyonunda kullanılacak döküm alaşım miktarını azaltmaktadır.

- Postlar endodontik tedavili dişlerde uygulanan ortodontik ve periodontal tedavide geçici restorasyon için kullanılabilir.

- Postlar kron ve kök arasında bir bağlantı mekanizmasıdır.

gibi avantajları bulunur^{1,13,14}.

2.4. Post-kor restorasyonlarının dezavantajları

- Postun yerleştirilmesi ek bir işlem gerektirir.

- Dişin post için uygun bir hale getirilmesi dişte daha fazla madde kaybına yol açar.

- İleride tam kron ihtiyacı olduğunda önceden simante edilen post, kor materyaline yeterli retansiyon sağlamada başarısız olabilir ve böylece dişin yeniden restorasyonu zorlaşabilir.

- Post, endodontik tedavinin tekrarına uygun yapılandırılmamışsa tedaviyi engelleyebilir veya çeşitli komplikasyonlara neden olabilir.

gibi dezavantajları bulunur^{1,13,14}.

2.5. İdeal post sistemlerinin sahip olması gereken özellikler

- Fiziksel özellikleri dentine benzer olmalıdır.
- Az miktarda dentinin uzaklaştırılmasıyla maksimum tutuculuk sağlamalıdır.
- Fonksiyonel streslerin dişin kök yüzeyine eşit olarak dağılımını sağlamalıdır.
- Restorasyon, çevreleyen dokularla estetik uyumluluk göstermelidir.
- Yerleştirme ve simantasyon sırasında minimal stres yaratmalıdır.
- Yerinden oynamaya karşı dirençli olmalıdır.
- İyi kor retansiyonu sağlamalıdır.
- Kolay çıkarılabilmelidir.
- Kor ile malzeme uyumluluğu olmalıdır.
- Kullanımı kolay, güvenli ve dayanıklı olmalıdır.
- Ekonomik olmalıdır.

şeklinde sıralanabilir¹⁰.

Bu bilgilerin ışığında klinisyenin klinik başarısı için restore edeceği dişin biyolojik, mekanik ve estetik ihtiyaçlarını karşılayacak doğru post ve kor sistemini seçebilme bilgi ve birikimi gerekmektedir¹¹.

2.6. Post seçimi

İdeal bir post, geride kalan diş yapılarına stres oluşturmadan gerekli retansiyonu sağlar. Bu durumun aksine, bazen kök yapısını

güçlendirmeyip kök kırığına neden olabilen kama etkisi de gösterebilmektedir. Bu nedenle post-kor tasarımında, restorasyonun tutuculuğunu ve kalan diş yapısını korumada sistemin yeterliliğini etkileyen biyomekanik faktörlerin anlaşılması önemlidir¹. Kök morfolojisi, kalan diş yapısının miktarı, prepare kanalın şekli, restorasyonun maruz kalacağı çiğneme kuvvetleri seçilecek post sistemini etkiler. Uygun uzunlukta postların kullanımıyla, stres marjinde yoğunlaşır^{1,10}.

2.6.1.Kök morfolojisi

Genellikle diş kökleri anatomik olarak mine-sement sınırından köke doğru daralma göstermekle beraber üst birinci küçük azı, alt santral ve lateral dişlerin apikal 1/3 kısımları diğer dişlere oranla daha dardır^{1,15}. Bu dişlerde paralel postların kullanımı, kökün lateralinde perforasyon riski yaratmaktadır. Bu durumda ya konik postlar ya da daha kısa paralel postların kullanımı gerekmektedir. Buna karşılık her iki alternatifin de bazı sakıncaları vardır¹⁶.

Konik postların kullanımı; kuvvet transferinde kama etkisi yaratırken, kısaltılmış paralel postlarda okluzal yük transferi tüm kök yerine kısa bir kök alanına yayılarak koruyucu fonksiyonu azaltmaktadır^{1,12,17,18}.

Oval veya sekiz şeklinde kanala sahip dişlerde post kanala tam olarak uyumlandırılmayacağından döküm postlar tercih edilmelidir^{18,19}.

2.6.2.Geride kalan diş miktarı

Postun retantif ve koruyucu fonksiyonları, çürük veya önceki restorasyonlar kaldırıldıktan sonra kalan diş yapılarının miktarına bağlıdır¹.

Post kullanımı; ön grup dişlerde bir veya her iki diş duvarı kaybedildiğinde ve iki veya daha fazla komşu proksimal duvar kaybedildiğinde düşünülmelidir¹.

Çok köklü dişler endodontik olarak tedavi edildiğinde, hangi köke post yerleştirileceğinin kararlaştırılması güç olabilmektedir. Genellikle postun en fazla diş yapısının kaybedildiği tarafa yerleştirilmesi önerilmektedir¹. Bununla beraber, alt azıların mezial, üst azıların bukkal kökleri çoğu defa dar ve eğri olduğu için uygun uzunluk ve genişlikte bir post kanalının hazırlanmasında perforasyon riski artmaktadır. Bu nedenle alt azılarda distal kök, üst azılarda ise palatinal kök, post yerleştirilmesi için tercih edilmektedir^{20,21}.

2.6.3.Post yerleştirme derinliği

Post boşluğunun hazırlanmasında, geriye kalan diş dokusu mümkün olduğunca çok korunmalıdır. Post uzunluğunun biyolojik ve yapısal sınırlarını kök morfolojisi belirlemektedir ve güvenlik nedeniyle apikalde 4 mm gutta perka bırakılması önerilmektedir^{1,22,23}.

Post uzunluğunun klinik krona eşit veya daha uzun olduğu koşullarda, rotasyon merkezi daha aşağı indirilerek yüklenmiş diş

yapılarına daha iyi kuvvet dağılımı sağlanmaktadır. Rotasyon merkezinin apikale kaydırılması, stres yoğunlaşmalarını kritik dentin-restorasyon ara yüzeyinden uzaklaştırmaktadır. Post uzunluğu klinik krandan kısa olduğunda, stresler kökün koronal bölümünde yoğunlaşır. Dentin restorasyon ara yüzeyindeki alanda tekrar eden yüksek stresler; marjinlerde dentin kırıklarına, simanın bozulmasına veya her ikisine birden neden olabilmektedir^{1,24-26}.

2.6.4.Post uzunluğu

Genel olarak, periodontal desteği olan bir dişte post uzunluğunun standart ölçüleri:

- a- Klinik kronun uzunluğu ile eşdeğer olmalı,
- b- Kök uzunluğunun yarısı kadar olmalı,
- c- Kanal uzunluğunun 2/3'ü kadar olmalı,
- d- Alveol kret yüksekliği ile apeks arasındaki mesafenin yarısı kadar olmalı,
- e- Apikalde kanal dolgu maddesini 3-5 mm bırakacak kadar olmalı,
- f- Kökün 3/4' ü veya daha fazlası kadar olmalıdır.

kriterlerinden oluşur²².

Bu koşullar sağlanamadığında; hekim daha retantif bir post sistemini tercih etmeli, dişi komşu dişe splintlemeli veya dişi overdenture ataşmanı şekline dönüştürmelidir^{1,20,24}.

Post uzunluğu klinik krona eşit veya daha uzun olduğuunda rotasyon merkezi daha aşağı indirilerek, gelen oklüzal kuvvetlerin diş dokularına daha iyi dağılımı sağlanmaktadır^{1,20,24}.

Derin yerleştirilen postlar daha fazla retansiyon sağlar^{20,22,23}. Böylece stresin, kök yüzeyine homojen dağılımı sağlanmış olur^{27,28}.

Post eğer kısa olursa; stresler kökün kronal bölümünde yoğunlaşacağından, marjinlerde kırıklara ve yapıştırma simanının bozulmasına neden olabilecektir^{29,30}.

2.6.5.Post'un çapı

Kök kanal genişliği ve kanal çevresindeki dentin miktarı post çapını belirlemektedir. Çap, retansiyonda postun boyu, yapıştırılması ya da mekanik tutuculuğu kadar önem taşımamaktadır^{20,31}.

Çalışmalar, post çapı arttıkça dişin kırılmaya karşı dayanıklılığının azaldığını göstermektedir^{1,32}. Postun çapı arttıkça; diş yapıları aşırı zayıflar, diş boyunca stres artar, kök perforasyonu oluşma riski artabilir³³.

Postun genişliği; en ince boyutlu köklerde bile kökün genişliğinin 1/3'ünden fazla olmamalıdır³⁴. Bu genişlik, kök genişliğinin 1/3'ünü geçerse, postun çevresindeki dentin kalınlığı azalır ve stres yoğunlaşmasından dolayı kök kırıkları görülebilir^{22,23,35,36}. Aşırı geniş

postlar, tutuculukta önemli bir artış sağlamadığı gibi, kökü zayıflatır ve restorasyonun gücünü azaltır²³.

2.6.6.Post'un şekli

Postlar şekil itibari ile düz yüzeyli, dişli, yivli, açılı ve paralel kenarlı olarak sınıflandırılabilir³⁷.

Postlar; yapım şekilleri, yüzey şekilleri ve yüzey özellikleri, yapıldıkları materyallere göre sınıflandırılırlar^{4,6,38,39}. Tutuculuk tiplerine göre de sınıflandırılabilirler^{40,41}.

Yapım şekillerine göre,

- Döküm postlar
- Prefabrik postlar

Yüzey şekilleri ve yüzey özelliklerine göre,

1. Konik postlar

- Düz yüzeyli
- Pürüzlü yüzeyli veya seyrek dişli
- Vidalı yüzeyli ve vida adımı sık

2. Paralel postlar
1. Düz yüzeyli
2. Dişli yüzeyli, sık, ince diş
3. Vidalı yüzeyli
4. Vidalı yüzeyli, uç bölümü konik ve çentikli

Yapıldıkları materiale göre,

1. Metal postlar
 - Tip III ve Tip IV dental altın alaşımları
 - Paslanmaz çelik
 - Platin-altın-palladyum alaşımları
 - Krom-kobalt-molibden alaşımları
 - Titanyum ve titanyum alaşımları
 - Pirinç alaşımları
2. Metal olmayan postlar
 - Fiberle güçlendirilmiş rezin postlar
 - Seramik postlar

Tutuculuk tiplerine göre,

- Aktif postlar
- Pasif postlar

2.6.6.1.Pasif postlar

Pasif postlar, seçilen post sisteminin frezi ile hazırlanan kök kanalına doğrudan simante edilerek kullanılırlar. Herhangi bir vidalama işlemi yapılmaz. Yüzeyleri düz veya yivli olabilir. Paralel kenarlı, konik veya her ikisinin kombinasyonu şeklinde bulunabilirler^{40,41}.

2.6.6.2.Aktif postlar

Vida yivleri aracılığı ile kök dentini içine gömülerek kullanılırlar. Bu gruptaki bazı sistemler, direkt olarak dentine vidalanırken, bir kısmı da rehber frezler ile kök kanalında önceden hazırlanan vida yuvasına yerleşirler. Videlama işlemi saat yönünde yapılır. Paralel veya konik olabilirler. Konik şekilli aktif postlar, neden oldukları kama etkisi ve vidalama işleminden kaynaklanan stres yoğunluğundaki artış nedeniyle kök kırığı oluşturma riski en yüksek postlardır^{40,41}.

Özel olarak hazırlanan post boşluğuna özellikle düz yüzeyli postlarda siman ile pasif tutuculuk sağlanırken, dişli ve yivli postlarda ise aktif tutuculuk sağlanmaktadır^{20,42-44}.

Dişli postlar en iyi retansiyonu sağlarken, bunu yivli ve düz yüzeyli postlar izlemektedir^{20,42-44}.

Paralel kenarlı postların ise açılı postlarda daha fazla tutuculuk sağladığı belirtilmiştir^{1,20,45}.

2.7. Metal postlar

Metal postlar, üstün fiziksel özellikleri ve biyouyumlulukları nedeniyle uzun yıllardır tercih edilmektedir. Bununla birlikte, diş kökünde ve dentinde grimsi renklenmeler yapabildiklerinden anterior tam seramik restorasyonlarda alttan grimsi yansıma oluşturmaları nedeniyle estetik açıdan yetersiz kalmaktadırlar. Bu durum, anterior dişlerde karşımıza bir dezavantaj olarak çıkmaktadır. Bilindiği gibi kıymetsiz alaşımların kullanıldığı post ve korlar, korozyon ürünlerini biriktirerek hem gingival dokularda hem de kökte renklenmelere sebep olabilmektedirler. Bunu önlemek için cam seramik restorasyonların yerleştirilmesinden önce ya metal kora opak uygulanması ya da fiksasyonda opak siman kullanımı önerilmektedir⁴⁶.

2.7.1. Metal döküm postlar

Döküm postlar prepare edilmiş kök kanalının negatif ölçüsünden yararlanarak yapılan bir post uygulamasıdır. Prefabrik post kullanımının perforasyonlara neden olabileceği düşüncesiyle aşırı derecede koniklik gösteren, geniş veya düzensiz kanallı dişlerde uzun yıllar klinisyenler tarafından tercih edilmiştir^{20,42-44}.

Döküm post-korlar sıklıkla tek köklü dişlerde uygulanırlar. Bununla beraber eğimli köklere sahip çok köklü dişlerde de uygulanabilirler^{38,47}.

Çok az diş yapısının kaldığı, aşırı derecede harabiyete uğramış dişlerde kullanılabildiği gibi kor ilavesi gereken paralel olmayan köklere sahip arka grup dişlerde de döküm post tekniği tercih edilebilmektedir. Çok az preparasyon gerektiren döküm post tekniğinde preparasyon sırasında kanal içersindeki andırkatlar kaldırılmalı ve vakaya özel bazı şekillendirmeler yapılmalıdır^{20,42-44}.

Oval şekilli kanallara sahip dişlerde prefabrik postların kullanımı sonucu kanal duvarları ile post yüzeyi arasındaki temas çok az olur. Kalan kanal boşluğu siman tarafından doldurulur. Bu durum, postun kaybedilme potansiyelini arttırdığı gibi restorasyonun da kaybedilmesi için öncül bir durum oluşturur. Geniş kanala sahip dişlerde de durum benzerdir. Retansiyonu sağlamak için geniş çaplı prefabrike post seçilmesi ise, kalan diş yapısını zayıflatacağı gibi perforasyon riskini de artırır. Bu gibi durumlarda döküm post kullanılması önerilmiştir⁴⁷.

Metal döküm postlar aşağıdaki özelliklere sahiptir¹:

- Paralel duvarlı postlara göre daha az tutucudur.
- Siman kaçış yolu hazırlandığından yerleştirme sırasında fazla stres oluşturmaz.
- Oklüzal yükün transferinde kama rolü oynayabilir
- Kama etkisi kronal marjinlerde oluşturulan bilezik ve koping ile azaltılabilir.

Metal döküm postların avantajları aşağıda yer almaktadır^{38,47,48,49} .:

- Kök morfolojisine uygun oldukları için minimal perforasyon riski vardır.
- Önceden form verilmiş silindirik kanalların yanında düzensiz daralan kanallarda da uygulanabilirler.
- Post ve kor yapı tek üniteden hazırlandığı için rotasyonel kuvvetlere karşı daha yüksek dirence ve stabiliteye sahiptir.
- Aksiyel retansiyon gerektirmeksizin kanala daha iyi adapte olurlar.
- Post ve kor aynı materyalden yapıldığı için korozyona daha dirençlidir.
- Kök morfolojisine uyan konik yapıları sayesinde postun yerleştirilmesi sırasında siman kaçışına izin verir ve yerleştirme sırasında oluşan streslerin minimal olmasını sağlar.

Avantajlarının yanı sıra, yapımlarının zaman alması ve zor işlemler gerektirmesi, uzunlukları aynı olan paralel yüzeyli prefabrik postlardan daha az tutucu olması, kanal preparasyonu sırasında aşırı derecede konik form verilen kanallara uygulanan postlar konikliğin artması nedeniyle fonksiyonel streslere karşı dirençlerinin az olması gibi dezavantajlara sahiptir^{1,47,48,50} .

Dökümü yapılan postun metali ile kor yapının metali aynıdır. Genelde Tip III veya Tip IV döküm altını kullanılmaktadır. Döküm postlar direkt veya indirekt olarak elde edilen örneklerin dökümü yapılarak hazırlanabilirler¹.

2.7.1.1.Tek köklü dişler için direkt teknik

- Kanalin lubrikasyonu sağlanır. Kanala gevşek olarak yerleştirilen plastik bir tijin üzeri çentiklenir. Tij, prepare kanala tam olarak yerleştirilmelidir.
- Tij üzerinde fırça tekniği ile monomer ve polimer uygulanır.
- Rezinin kanal içerisinde tam olarak sertleşmesine izin verilmez. Lastik kıvamında iken çıkartılıp tekrar yerleştirilir.
- Rezin polimerize olunca örnek çıkartılır. Çıkarma işlemi sırasında bir yere takılıp takılmadığına dikkat edilmelidir.
- Andırkatlar tespit edilir ve seçilen bölgeler özenle düzeltilir.
- Boşluklar ilave rezin veya yumuşak mum ilave edilerek, tij tekrar yerine yerleştirilip düzeltilir.
- Post örnek kanalda takılmadan girip çıktığı zaman işlem tamamlanmıştır.
- Daha sonra ilave rezin yerleştirilerek kor yapı tamamlanır. Uygun olan olgularda postla birlikte kor bölümü de hazırlanabilir.
- Karbid frezler veya zımpara disk ile kor şekillendirilir. Akrilik rezinin ısınmasını engellemek için su spreyi kullanılır. Küçük defektler mum ile düzeltilir.
- Örnek çıkartılır ve hemen revetmana alınır, basamaklarını içerir¹.

2.7.1.2.Tek köklü dişler için indirekt teknik

- Kanallar prepare edilir, pasif olarak plastik postlar, kırık bir eğe parçası veya ortodontik bir tel parçası “J” harfi biçiminde şekillendirilerek kanala uygulanır, diş çevresine retraksiyon ipi yerleştirilir.
- Postlar çıkarılır ve üzerine adeziv sürülür.
- Düşük viskoziteli polivinil siloksan ölçü maddesi karıştırılarak postların üzerleri kaplanır. Lentülo ile de dişin kanalına gönderilir.
- Postlar kanala pompalanarak yerleştirilir.
- Donduktan sonra kanaldan çıkarılan postların üzerindeki ölçülerin netliği kontrol edilir.
- Birden fazla postun ölçüsü birlikte alınacağı zaman, ölçü maddesi ile kaplı postların fazlalıkları kesilerek tekrar kanala yerleştirilir (ölçü, kanal ve pulpa odasıyla sınırlı kalmalıdır), postların uçları ısıtılmış spatülle bastırılarak düzeltilir.
- Retraksiyon ipi çıkartılarak düşük viskoziteli polivinil siloksan ölçü maddesi postların çevresi ve diş çevresine yerleştirilir.
- Üzerine kaşıkla ölçü maddesi yerleştirilerek donması beklenir.
- Ölçü çıkarılır ve alçı dökülür.
- Post boşluklarına girmeden model kesilir, güdükler hazırlanır.
- Model izole edilir, plastik postlar üzerine sıcak mum konarak kanal boşluğuna yerleştirilir ve kor yapısı şekillendirilir.
- Döküm yapılır, modelde denenir ve ağza yerleştirilir, yukarıdaki aşamaları içerir¹.

2.7.1.3.Çok köklü dişler için direkt yöntem

- Prefabrike postlar, prepare edilmiş kanallara uyumlanır. Postlardan birisi pürüzlendirilir, diğerleri düz olarak bırakılır ve izole edilir.
 - Kor, fırça tekniği kullanılarak otopolimerizan akrilik ile elde edilir.
 - Korun son şekillendirilmesi karbid frezler ile yapılır.
 - İzole edilmiş postlar forseps ile tutularak çekilip çıkartılır.
 - Pürüzlendirilmiş posta bağlı olan kor örneği çıkartılarak revetmana alınır ve döküm yapılır. Kor örneği revetmana alınmadan önce, yuvalara kurşun kalem içi veya krom-kobalt çubuklar yerleştirilir.
 - Döküm işlemi tamamlanınca yardımcı post yuvalarındaki çubuklar çıkarılır ve yuvalar uygun frezler ile şekillendirilip düzeltilir.
 - Uyum kontrol edildikten sonra kor simante edilir.
 - Yardımcı post yuvalarından fazla siman kanal frezi ile çıkartılır ve yardımcı postlar yerine simante edilir,
- yukarıdaki aşamalardan oluşur¹.

2.7.1.4.Çok köklü dişler için indirekt yöntem

- Tek köklü dişlerde olduğu gibi döküm postların mum örneği hazırlanır.
- Birinci post üzerine kor modelajı yapılır.
- Diğer postlara komşu andırkatlar kaldırılır ve ilk parçanın dökümü tamamlanır.

- İlave parçanın mum modelasyonu tamamlandıktan sonra dökümleri yapılır.

Bu sistemde parçaları birbirine kilitleyecek sürgülerin kullanımı yöntemi oldukça karmaşık hale getirmektedir¹.

2.7.1.5.Çok köklü dişlerde indirekt yöntem (hidrokolloid ölçü tekniği)

- Kanalların hazırlanmasından sonra ölçü maddesi, içine herhangi bir destek konmadan kök kanallarına enjekte edilir.
- Ölçünün modeli elde edilir.
- Örnek kanaldan çıkarılıp dökümü yapılır.
- Döküm iki parçaya ayrılarak her bir parça ayrı olarak simante edilir.

basamaklarını içerir¹.

2.7.2.Prefabrike postlar

Prefabrik post sistemleri, devital dişlerde restoratif işlemleri basitleştirmek ve hızlandırmak amacıyla geliştirilen ve farklı şekillerde imal edilen restoratif unsurlardır. Her bir sistemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları vardır^{1,20,42-44}.

Metal döküm postlara oranla basit bir teknikle uygulanması en büyük avantajıdır. Bununla beraber tek seansta sonuç alınabilmesi, laboratuvar işlemlerinin olmaması ve klinik uygulamasının son derece kolay olması sayılabilecek avantajları arasındadır^{1,20,42-44}.

Hazırlanan post boşluğuna uzunluk, kalınlık ve şekil bakımından en uygun postun seçimi büyük önem taşır. Uygun bir seçim yapabilmek için de; her postun retantif özelliği, uygulama biçimi ve çiğnemedeki kuvvet dağılımı çok iyi bilinmeli ve değerlendirilmelidir. Kullanılan post materyalleri, fonksiyonel streslere dayanmalı, korozyona direnç göstermeli ve biyolojik olarak uyumlu olmalıdır^{20,42-44}.

Prefabrike postlar Pt-Au-Pd, Ni-Cr, Cr-Co, titanyum ve paslanmaz çelikten üretilmişlerdir. Birçok titanyum alaşımı, gutta perka ve kanal patına benzer radyoopasiteye sahip olduğundan radyografide ayırt edilebilmeleri de oldukça güç olabilmektedir. Düşük kırılma direncine sahip titanyum postları kanaldan kaldırırken, postu kaldırmada kullanılan aletin uyguladığı kuvvet kırıklara neden olabilmektedir. Titanyum postların kaldırılması için fazla miktarda ultrasonik enerji gerekli ise, bu kez de çevre dokular bundan zarar görebilmektedir. Bu nedenle titanyum ve pirinç esaslı post kullanımından kaçınılması önerilmektedir. Titanyum dışındaki postlar, oldukça serttir. Geride kalan diş yapısı yeterli olduğu sürece bu durum problem oluşturmaz¹⁵.

Çaplarına göre prefabrike postlar; paralel ve konik postlar şeklinde sınıflandırılmışlardır. Paralel postlar, kökte daha az stres ve kama etkisi yarattıkları, dolayısı ile de kökteki kırılmaları en aza indirdikleri için tercih edilmektedirler^{12,17,18}. Paralel postlardaki başarı oranının konik postlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir^{20,24}.

Prefabrik postların özellikle vidalı türleri daha stabil ve tutucudur. Hekim ve teknik eleman için klinik ve laboratuvar çalışma süreleri kısa ve ekonomiktir^{1,51}.

Prefabrike post şekilleri;

- 1) Konik, düz yüzeyli postlar
- 2) Konik, yüzeyi dişli postlar
- 3) Konik, vidalı postlar
- 4) Paralel, düz yüzeyli postlar
- 5) Paralel, yüzeyi dişli postlar
- 6) Paralel, vidalı postlar
- 7) Paralel, uç bölümü konik postlar olarak sıralanabilir.¹

2.7.2.1.Konik, düz yüzeyli postlar

Kök kanalının doğal şekline uyum sağladığından kullanılmaları daha kolaydır. Stres oluşturmada kolayca kanala simante edilirler. Özellikle ince kanallı maksiller premolarlarda yeterli kanal uzunluğu mevcutsa tercih edilmelidir⁵². Tüm post şekilleri içinde, tutuculuğu en az olan tiptir. Aşırı fonksiyonel ve parafonksiyonel yüklemelere maruz kalmayan ve diğer tiplerin kontrendike olduğu durumlarda kullanılırlar. Başarılı bir uygulama yapabilmek için yeterli uzunluğun ise 8 mm'den daha fazla olması önerilir¹. Kama şeklinde olduklarından fonksiyon sırasında da kama görevi görürler ve en fazla stresi koronal omuz bölgesinde gösterirler. Böylece kökleri ikiye ayırmaya yönelik bir etki oluşmuş olur. Bu etkiyi azaltmak için, kanalın aşırı konik oluşturulmasından kaçınılmalıdır. Konik olmalarından dolayı, siman kaçış yolunu kendiliğinden sağlarlar ve kolayca simante edilirler^{53,54}.

2.7.2.2.Konik, yüzeyi dişli postlar

Retansiyonları düz yüzeyli olanlara göre daha iyidir, ancak kama etkisi yaratabilirler¹.

2.7.2.3.Konik, vidalı postlar

Kanala kendi eksenleri etrafında, sıkıştırma yönünde döndürülerek vidalanırlar⁵³. Retansiyonu düz yüzeyli olanlara göre daha iyidir¹. Bunun yanında, vidalanma sırasında kökte büyük miktarda stres oluştururlar^{53,55}. Vidalandıktan sonra saat yönünün tersine 90⁰ döndürülmesinin, oluşan stresi azalttığı bildirilmiştir⁵⁶.

2.7.2.4.Paralel, Düz Yüzeyli Postlar

Pasif tutunan paralel yüzeyli postların, en az stresle en iyi tutuculuğu sağladıkları çalışmalarda gösterilmiştir^{1,30}.

Bu postlarda, yüzeyler pürüzlendirilerek tutuculuk artırılmıştır. Pasif oldukları için fazla stres oluşturmazlar ve kama şeklinde olmadıkları için de gelen okluzal kuvvetleri dengeli şekilde dağıtabilirler ancak yine de kanal preparasyonunun apeksinde fazla stres gözlenmektedir^{1,53}.

2.7.2.5.Paralel, yüzeyi dişli postlar

Paralel postlar, prepare edilen kanala simante edildiklerinde, konik postlara göre daha fazla retansiyon ve daha az stres oluştururlar^{30,57}. Paralel dişli ve kaçış yolu bulunan postlar düz yüzeylilere

oranla 3,5 kat daha fazla retantiftirler. Çiğneme kuvvetlerini en dengeli şekilde dağıtan post sistemleridir. Aşırı okluzal kuvvetler söz konusu olduğunda bu postlar tercih edilmektedir. Bu postların tutuculuğu simantasyon ile sağlanmaktadır ve siman gelen okluzal kuvvetleri tamponlayarak dişe iletmektedir¹.

2.7.2.6.Paralel, vidalı postlar

Diğer aktif postlara göre dişlerinin daha az olmasından dolayı daha az tutucudurlar. Bu postların üzerindeki diş sayısının hidrolik basıncı düşürmek için azaltılması nedeniyle retansiyonu diğer aktif postlara göre daha düşüktür^{1,57}.

2.7.2.7.Paralel, uç bölümü konik postlar

Kökün en dar ve kırılğan olan bölümünde fazla preparasyona neden olmama düşüncesine dayalı post biçimidir²⁰. Bununla birlikte, tutuculuğu paralel postlara göre daha azdır. Post yerleşimi stresizdir, fakat fazla baskı apikal dentinin sıkışmasına neden olabilir. Konik uç, apikalde yine kama etkisi gösterir^{1,57}.

2.8. Metal içermeyen post sistemleri

Estetik ve biyolojik olarak uyumlu materyallere giderek artan talep metal içermeyen post sistemlerinin geliştirilmesine neden olmuştur^{5,58,59}. Metal içermeyen postlar, özellikle ön bölgede yer alan, kırılmış ya da renk değişikliği görülen endodontik tedavili dişlerde tercih edilmektedirler^{59,60}.

Metal içermeyen post sistemleri,

A- Fiberle güçlendirilmiş kompozit postlar

- Karbon fiberle güçlendirilmiş postlar
- Cam fiberle güçlendirilmiş postlar
- Kuartz fiberle güçlendirilmiş postlar
- Polietilen fiber postlar

B- Seramik Postlar

- Cam seramik postlar
- Alüminyum oksit esaslı postlar
- Zirkonya esaslı postlar

olarak sınıflandırılmaktadırlar³.

2.8.1.Fiberle güçlendirilmiş post sistemleri

- Örgü tipinde (Ribbond)
- Devamlı, tek yönlü (Everstick, Snowpost)
- Parçalı fiberler şeklinde olabilmektedirler^{61,62}.

İlk fiber kompozit kök kanal postu, 1989 yılında üretilmiştir. Duret ve arkadaşları 1990 yılında, post yapımı için karbon fiber ile güçlendirme prensibine dayanan metal içermeyen materyalleri tanımlamışlardır^{3,59,63}. Çalışmalar, bu postların yüksek çekme direncine ve dentine benzer elastisite modülüne sahip olduklarını göstermiştir⁶⁴⁻⁶⁶. Fiber esaslı postların iki önemli özelliği vardır. Bunlar; dentine yakın elastisite

modülüne sahip olmaları ve kor materyaline adeziv yöntemle bağlanabilmeleridir⁶⁷.

Günümüzde kullanılan fiber ile güçlendirilmiş postlar, polimer reçine matriks tarafından çevrelenmiş karbon, kuartz, cam veya polietilen fiberlerden oluşur. Matriks genellikle epoksi reçinedir^{3,17,68}. Yaklaşık % 35-65 arasında fiber bulunup^{3,6}, fiber lifleri ile matriks silan ile bağlanmaktadır¹⁷.

Fiberle güçlendirilmiş postlar temel olarak kompozit yapıdadır³. Fiber ile güçlendirilmiş kompozit post sistemleri, fiberleri bir arada tutan polimer matriks içine gömülü kuvvetlendirici fiberlerden oluşur. Diş hekimliğinin güncel materyalleridir. Fiber ile güçlendirilmiş kompozit materyaller diğer kompozitlerle karşılaştırıldıklarında, daha yüksek kırılma dayanıklılığına sahiptirler. Matriks polimer, yüksek çapraz bağlı yapılarıyla epoksi polimerlerdir⁶⁹.

Örgü fiberler, çok yönlü liflerden oluşurlar ve diş hekimliğinde birçok alanda kullanılabilmektedirler. Hareketli protezlerin kuvvetlendirilmesi, tamiri, periodontal ve ortodontik amaçla dişlerin splintlenmesi, koronoradiküler post-kor tekniğinde ve hatta tek diş eksikliklerinde akrilik veya kompozit köprü yapımında kullanılmaktadır. Örgü fiberler ile yapılan post-korların döküm postlara ve prefabrik metal postlara göre daha küçük kırılma direnci değerleri göstermesine rağmen kök kırığına sebep olmaması tercih sebebi olmuştur⁷⁰.

Behr ve arkadaşları⁷¹, fiber ile güçlendirilmiş post sistemlerindeki artmış dayanıklılık özelliğini üç ana yapısal özelliğe dayandırmaktadır. Bunlar; fiberlerin ve matriksin yapısı, yapı içerisindeki fiberlerin oriyantasyonu, fiberlerin polimer matriks içerisindeki yerleşimi ve polimer matriks ile bağlantısıdır.

Polimer matrikse fiberlerin eklenmesi kırılma direnci, sertlik ve yorulma direnci gibi mekanik özelliklerde önemli artışa neden olmaktadır^{6,72}. Bu özelliklerin yanı sıra fiberle güçlendirilen materyallerin dayanıklılığında, fiber ve matriksin ara yüz direncinin de önemli rol oynadığını bildirmektedir. Rezin matrikse cam fiberler eklenebilir. Elastisite modülü, dentinin elastisite modülüne oldukça yakındır ve prepare kanal yüzeyi boyunca gelen kuvvetlerin eşit olarak dağıtılmasına olanak sağlar. Bu durum fiberle güçlendirilmiş postların en büyük tercih nedenidir⁷³. Bu postların kuvvet altında esnediği ve yükün dentin ve post arasında paylaşıldığı bilinmektedir⁷⁴. Daha rijit post tiplerinde ise yük, direkt dentine ve köke iletiildiğinden dolayı kök kırıkları ve çatlakları izlenmektedir³. Restoratif materyallerin yapısına eklenen fiberler stresleri daha geniş yüzey alanlarına dağıtır, yüklere karşı koyabilme direncini önemli ölçüde arttırmırlar. Böylece materyal, mikrokırıklar göstermeye başladığında yükleme eşiğini dikkate değer bir şekilde arttırmırlar. Streslerin dağıtılması ve yorgunluk direncinin artması fiber ile güçlendirilen materyallerin sahip olduğu ortak üstün özelliklerdir⁷⁵.

Fiber ile güçlendirilmiş postlar, metal ve seramik postlarla karşılaştırıldıklarında pek çok avantaja sahiplerdir⁷⁶⁻⁷⁹. Pek çok çalışmada fiberle güçlendirilmiş postların kullanılmasıyla dişlerde kırılma riskinin azaldığı bildirilmiştir. Fiberle güçlendirilmiş post materyalleri gibi daha az

rijit olan materyallerin stresleri metal ve seramik postlara kıyasla daha iyi dağıttıkları gösterilmiştir^{66,72,80,81}.

Fiber ile güçlendirilmiş postlar 4 gruba ayrılırlar^{3,5}.

2.8.1.1.Karbon fiberle güçlendirilmiş postlar

Duret ve arkadaşları, 1992 yılında prefabrike karbon fiberden yapılmış postları diş hekimliğinde kullanmaya başlamıştır²³. Geliştirilen ilk metal olmayan post sistemidir. Karbon fiber postlar, epoksi reçine matriks içine gömülmüş olan karbon fiberlerden oluşmaktadır⁵. Karbon fiber postlar epoksi matriksi içinde, sürekli aynı yönde paralel şekilde sıralanmış, 8 µm çapındaki karbon fiberlerden oluşur. Bu fiberler, postun ağırlık olarak % 64'ünü oluşturmaktadır. Karbon filamentleri ile matriks arasındaki birleşme organik yapıdadır. Orijinal versiyonu siyah renkte olup, estetik değildir²³.

Baskı dayanımları 440 MPa, makaslama dayanımı 170 MPa, elastisite modülü ise ortalama 17 GPa'dır. Bu özellikleri nedeniyle de diş dokusunda daha az gerilime neden oldukları bildirilmiştir⁸¹.

2.8.1.1.1.Avantajları

- Karbon fiber postlar, sitotoksik ve karsinojenik etkiye sahip değildir⁸².

- Karbon fiber postlar, birçok durumda sahip oldukları mekanik özellikler nedeniyle paslanmaz çelik ve diğer metal postların yerini almaya başlamıştır⁸³.

- İzotropik davranış sergilerler. Bu özellikleri materyali kırılmalara ve simantasyon başarısızlıklarına karşı dirençli hale getirir⁷⁸.

- Dokuya uyumludur⁸¹.

- Tedavinin yenilenmesi gerektiğinde karbon fiber postların kanaldan çıkartılması kolaydır⁸³.

- Kullanılması kolaydır, uygulanması zaman almaz⁶⁷.

- Titanyum ve Cr-Ni postlara kıyasla köke daha az stres iletir⁵⁹.

- Bükülmeye ve eğilmeye karşı dirençlidir⁵⁹.

- Dişe yakın mekanik özellikler gösterir¹⁷.

- Karbon fiber postların, paslanmaz çelik postlarla kıyaslandığında daha az dikey kök kırığına neden olduğu bildirilmiştir^{59,67}.

- Karbon fiber post ile restore edilen dişlere gelen kuvvetler post ve kor tarafından absorbe edilmekte ve böylelikle de kuvvetler geride kalan diş dokusuna iletilmemektedir⁶⁷.

2.8.1.1.2.Dezavantajları

- Karbon fiber postların rengi siyahtır. Dişeti kenarında renk değişikliğine neden olur³. Estetiğin ön planda olduğu ön bölgelerde tam seramik restorasyonların altında kullanımı uygun değildir^{3,63,82,84}.

- Karbon fiber postlar dayanıklıdır ancak seramik ve metal postlarla karşılaştırıldıklarında düşük sertliğe ve dirence sahiptir⁸⁵.

- Radyografide radyolusent görüntü verirler⁸⁴.

- Klinik koşullar altında ağız ortamı ile temasta olmaması gerektiği, su ile temasının sertliğinin % 60-70 azalmasına neden

olarak, post ve korun ayrılmasının gerçekleşebileceği bildirilmiştir. Bu duruma, hidroliz ve organik matriksin ayrılması neden olmaktadır. Bununla birlikte bükülme direnci su temasından sakınıldığı sürece metal postlara yakındır^{68,86}.

2.8.1.2.Cam fiberle güçlendirilmiş postlar

İlk defa 1992 yılında geliştirilmişlerdir. Reçine matriks içine gömülmüş olan cam fiberlerden oluşurlar^{3,63,87,88}. Yapısında % 55 SiO₂, % 22 CaO, % 15 Al₂O₃, % 6 B₂O₃ ve az oranda metal oksitler bulunur. Yoğunluğu 2.55 g/cc, elastisite modülü 18-20 GPa'dır^{81,89}.

2.8.1.2.1.Avantajları

- Elastisite modülü dentine benzer⁶³.
- Estetiktir, kompozit ve tam seramik restorasyonlar ile kullanımı uygundur⁶³.
- Cam fiber postların rezin simanlarla bağlanma dayanıklılığı yüksektir³.
- Işık geçisine izin verirler⁸⁷.
- Dentine benzer bükülme dayanımına sahiptir ve stresleri geniş yüzey alanlarına dağıtırlar^{3,87}.

2.8.1.2.2.Dezavantajları

En önemli dezavantajları reçine matriksle zayıf bağlantı oluşturmalarıdır⁶³.

2.8.1.3.Kuartz fiberle güçlendirilmiş postlar

İlk defa 1998 yılında geliştirilmiştir. 1999 yılından itibaren farklı şekillerde kuartz fiber postları üretilmiştir^{3,67,90}.

Kuartz fiber postlar, 8 µm çapında kuartz fiber liflerinden oluşmaktadırlar. Kuartz fiberler epoksi reçine matriks içerisine gömülmüştür. İçeriklerinde baryum bulunmaktadır. Mikroporöz yüzey özelliği göstermektedirler. Birim yüzey alanına düşen fiber liflerin fazla olması nedeniyle, cam fiber postlara kıyasla daha yüksek çekme direnci, cam fiber ve zirkonya postlara nazaran daha yüksek kırılma direncine sahiptirler^{3,69}. Dentine benzer elastisite modülüsleri sayesinde restorasyona gelen kuvvetler eşit bir şekilde dentin dokusuna iletilmekte, restorasyon arayüzünde stres oluşumu önlenmektedir⁹⁰.

Bis-GMA esaslı reçine simanlarla kimyasal olarak uyumludurlar. Reçine matriks ışık geçirme özelliğine sahiptir. Bu sayede post simantasyonunda kullanılan adeziv materyallerin ışıkla polimerizasyonuna izin vermektedir. Işık geçişine imkan tanımları ve reçine simanlarla kimyasal uyumları adeziv tekniklerle simantasyonlarını mümkün kılmaktadır. Estetik restorasyonlarda altyapı olarak kullanımları uygundur⁹¹.

Titanyum ve 3 farklı estetik post sisteminin dişlerin kırılma direnci üzerindeki etkisini değerlendiren bir çalışmada, kuartz fiber postlarla restore edilen dişlerin, cam fiber, titanyum ve zirkonya postlarla restore edilen dişlerden daha yüksek kırılma direncine sahip olduğu

bildirilmiştir. Bunun nedeninin, kuartz fiber postların dentine benzer elastisite modülü olabileceği belirtilmiştir³¹.

2.8.1.3.1.Avantajları

- Biyolojik olarak uyumludur⁶⁷.
- Dentine benzer elastisite modülüne sahiptir (18-47 GPa)⁹².
- Eğilmeye ve bükülmeye karşı dirençlidir³¹.
- Güncel adeziv sistemler ve kompozit restoratif materyaller ile kimyasal olarak uyumludur⁹².
- Işık geçiren kuartz fiber matrikse sahiptir. Işık geçişi, primerin ve reçine simanın polimerizasyonunu sağlar⁹¹.
- Estetiktir. Kompozit ve tam seramik restorasyonlar ile kullanım için uygundur⁹².
- Radyografide izlenme kolaylığı sağlar^{91,92}.
- Diş kanal yapısıyla uyumludur⁶⁷.
- Kuartz fiber post ile restore edilen dişlere gelen kuvvetler post ve kor tarafından absorbe edilmektedir. Böylece kuvvetler geride kalan diş dokusuna iletilmemektedir⁶⁷.
- Kök kanalından çıkarılması gerektiğinde işlem özel frezler yardımıyla kolaylıkla yapılabilir^{90,92}.

2.8.1.4.Polietilen fiber postlar

Post ve korların yapımında, periodontal splintlemede, adeziv köprü protezlerinin yapımında, kompozit reçine restorasyon ve overdenture protezlerin güçlendirilmesinde, kırılmış köprü protezlerinin

tamir edilmesinde kullanılmaktadırlar. Elastisite modülü 60 GPa değerindedir⁹³.

2.8.1.4.1.Özellikleri

- Kristalin yapıda, translusent, dayanıklı, düşük yoğunluğa sahip olması,
 - Biyolojik olarak uyumlu olması,
 - İnert olması ve kırılma olmaması,
 - Kolayca uygulanabilmesi,
- dir⁹³.

2.8.1.4.2.Avantajları

- Elastisite modülü dentine benzer^{93,94}.
- Estetiktir⁹⁵.
- Uygulanması kolaydır ve zaman almaz^{94,95}.

2.8.1.4.3.Dezavantajları

- Tekrarlayan mekanik yüklemelerde ve nem ile temasta yapısı bozulur, elastisite modülü azalır ve buna bağlı olarak bağlantıda başarısızlık meydana gelebilir⁸⁶.
- Matriks içerisine fiberlerin ilavesi ile kırılma direnci, kırılma dayanımı gibi mekanik özelliklerde önemli ve anlamlı gelişmeler olmaktadır. Yeterli bilgi olmamasına rağmen bu prefabrike postların metal postlara nazaran kırılma dirençlerinin daha az olduğu ancak yine de klinik kullanım için yeterli olduğu bildirilmektedir⁹⁶.

Fiberle güçlendirilmiş postlar, metal içermezler, metal duyarlılık reaksiyonlarına sebep olmazlar ve korozyona uğramazlar. Estetik restorasyonlarda özellikle tam seramik kronların altında başarılı estetik sonuçlar verirler⁷⁷. İlave olarak yeniden tedavi edilmesi gereken endodontik tedavili dişlerden kolayca uzaklaştırılabilirler⁹⁷.

2.8.2.Seramik post sistemleri

Metal postlar üstün fiziksel özellikleri ve biyolojik uyumlulukları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat anterior dişler tam seramik kronlarla restore edildiğinde, altındaki metal post-kor nedeniyle estetik açıdan problemler ortaya çıkmaktadır. Metal postların servikal kök sahasından yansıması sonucu, gingival dokuların görünümü değişebilmektedir. Özellikle post-kor yapımı için kıymetsiz metal alaşımları kullanıldığında, korozyon ürünleri kimyasal dokularda birikebilir ve kökün renklenmesine sebep olabilir^{58,98,99}. Metal postların bu olumsuzluklarını ortadan kaldırmak amacıyla, seramik post materyallerinden faydalanılmaya başlanmıştır⁷⁷.

Seramik postlar, iyi biyolojik uyumları, yüksek bükülme direnci ve özellikle tam seramik kronların altında uygulandığında memnuniyet verici estetik özelliklere sahip materyallerdir⁷⁷.

Kwiatkowski ve Geller, 1989 yılında cam seramik postları ilk kez klinik olarak uygulamışlardır⁵⁸. 1991'de Kern ve Knode cam infiltre edilmiş Al_2O_3 seramikten yapılan post sistemini, 1994 yılında Kouyatas ve Kern, 1995 yılında Sandhaus ve Pasche, prefabrik zirkonya oksit

seramikleri post yapımında kullanmışlardır. 1995'de Pissis, post ve korun bir cam seramik materyalinden tek parça olarak dökülmesini önermiştir^{5,58}.

2.8.2.a.Avantajları

- Biyolojik olarak uyumludurlar ve yüksek bükülme-kırılma direncine sahiptirler.
- Normal fonksiyonel kuvvetler karşısında yeterli direnç ve üstün estetik özellikler gösterirler.
- Dentine benzer renge sahiptirler ve servikal kök bölgesinde derin bir ışık geçirgenliği sağlarlar.
- Galvanik korozyon oluşturmazlar.

gibi avantajlara sahiptirler^{5,58,77}.

2.8.2.b.Dezavantajları

- Metal postlarla karşılaştırıldıklarında daha düşük bükülme direncine sahiptirler.
- Fonksiyon sırasında oluşan stresler karşısında başarısızlık oluşma olasılığı daha fazladır.
- Estetik özellikleri oldukça gelişmiş olmasına rağmen elastisite modülleri dentinden daha yüksek olduğu için gelen kuvvetleri diş dokusuna iletmekte ve kök kırığı oluşturma riski taşımaktadırlar.
- Çıkarılmaları zordur. Bazı seramik materyalleri aşındırılarak uzaklaştırılabilir ancak bu tehlikeli bir uygulamadır. Zirkonya postu aşındırarak uzaklaştırmak ise imkansızdır.

dezavantajları arasında yer alır⁵.

Seramik postlar, stresleri geride kalan diş dokusuna ilettiği için aşırı diş doku kaybı söz konusu olduğunda kullanılmamalıdır^{5,100}.

Bağlayıcı sistemlerdeki gelişmeler ile seramik post sistemlerinin kullanımı artmış olmasına rağmen yapılan bazı çalışmalarda; metal postlarla karşılaştırıldıklarında seramik post sistemlerinin dentine daha zayıf bağlantı oluşturduğu gösterilmiştir^{5,77}.

Tam seramik postlar; cam seramikler, alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler, zirkonya oksit seramikler olarak sınıflandırılabilirler^{58,101}.

2.8.2.1.Cam seramikler

Dicor dökülebilir cam seramik 1973 yılında Grossman tarafından geliştirilmiştir. Bu sistem camın kontrollü kristalizasyonuna dayanmaktadır. Dicor' un kristalin fazını kırık direncini arttıran tetrasiklik formika oluşturur. Bu kristaller esneklik özellikleri ve tabakalı yapıları nedeniyle malzemenin direncini artırır^{102,103}.

Kanal ölçüsü alındıktan sonra elde edilen model üzerinde laboratuvarında indirekt yöntem kullanılarak dökülebilir cam seramik materyalinden hazırlanmaktadır. Kopya freze yöntemiyle bireysel olarak cam seramik ya da alüminyum oksitle güçlendirilmiş post ya da post-kor sistemlerinin hazırlanması da mümkündür¹⁰⁴.

Dökülebilir cam seramiklerin dayanıklılıklarının düşük olması nedeniyle post materyali olarak kullanımları kısıtlıdır. En translüsent seramik sistemlerinden biridir^{102,103}.

2.8.2.2.Alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler

Bu sistemde, In-ceram alümina tozu ve deiyonize su ile hazırlanan alümina çekirdek önce özel bir fırında sinterlenir (küçük parçacıkları birleştirmek için kullanılan yüksek sıcaklık ısıtma işlemi) daha sonra sinterlenmiş çekirdeğe lantan alüminyum silikat cam infiltre edilir. Sinterleme sırasında alümina kristalleri birbirine yaklaşır ve kristallerin yoğun dağılımı çatlak ilerlemesini sınırlandırır. Cam infiltrasyonu ile de poroziteler ortadan kaldırılır. Bu şekilde hazırlanan koron üzerine alimünoz porselen uygulanır^{103,105}.

Alüminyum oksitle güçlendirilmiş seramikler, post materyali olarak yeterli dayanıklılığa ve artmış bükülme direncine sahiptirler¹⁰³.

2.8.2.3.Zirkonya oksit esaslı seramikler

Metalik olmayan postlar, tam seramik kronlarla kombine kullanılarak estetik beklentilere cevap verebilirler⁸⁰.

Kakehashi ve arkadaşları 1998'de yüksek bükülme dayanımı olan (1400 MPa) tetragonal zirkonya polikristallerinden (ZrO_2 -TZP) oluşan post materyallerini geliştirmişlerdir⁸⁰.

Post sistemlerinde 1980'lerin sonlarına doğru estetik ve biyolojik uyumluluğa duyulan gereksinimden dolayı Christel ve arkadaşları zirkonya esaslı postları geliştirmişlerdir. Tüm zirkonya esaslı postlar beyaz ve opaktır. Prefabrike zirkonya esaslı post-kor materyali %3 Y_2O_3 tarafından stabilize edilen tetragonal zirkonya polikristallerinden oluşmaktadır. Yüksek dayanıklılık, direnç ve optimal estetik görüntü kriterlerine sahiptir. Post boyunca ışık geçirgenliği mükemmeldir. Materyal oldukça rijit ve elastisite modülü paslanmaz çeliğe benzemektedir^{8,98}.

Saf zirkonya sinterleme ısısından, oda ısısına soğurken polimorfik faz değişimi gösterir. Kübik fazdan tetragonal faza ve monoklinik faza geçiş gösterir. % 3-6 itriyum oksit ilave edilirse zirkonya oda ısısında stabil olmayan tetragonal fazda kalır. Bir çatlak varlığında ise, yapı tetragonal fazdan monoklinik faza geçiş yapar. Monoklinik fazda materyal daha fazla hacim kaplar ve çatlağın ilerlemesini önler. Bu nedenle zirkonya optimal fiziksel özelliklere sahiptir. Zirkonya esaslı seramik postların içeriğinde % 97 mol ZrO_2 -TZP ve % 3 mol Y_2O_3 bulunmaktadır^{62,106}.

Hazır seramik postlar %3 Y_2O_3 ile stabilize edilmiş tetragonal zirkonya oksit polikristallerinden oluşmuştur^{8,80,98}.

Güçlendirme mekanizması faz değişimi ile ilgilidir. Bu güçlendirici faz değişimi nedeniyle zirkonya seramikler, post yapımında önerilmektedir. Zirkonya postlar, bükme kuvvetleri karşısında titanyum ve döküm altın postlarla kıyaslanabilir boyutta yüksek kırılma dayanımı gösterirler⁹⁹. Bununla birlikte kesme kuvvetlerine karşı dirençleri zayıftır ve

büyük kompozit kor yapıları desteklemek için yeterince güçlü değildir⁹. Bu durumlarda zirkonya esaslı postlar zirkonya ile güçlendirilmiş cam seramik korlarla yeterli dayanımı sağlarlar⁸⁵.

Zirkonya seramik postların dişe ve kor materyaline bağlanması metal postlara oranla daha zayıftır⁸⁵. Bu nedenle kanal boşluğuna ve simana tam bağlantı oluşturabilmesi için yüzeylerinin kumlanması önerilmiştir¹⁰⁷.

Zirkonya esaslı seramik postlar kök kanalı içerisine direk olarak simante edilebilirler ve üzerlerine kompozit kor veya direkt olarak ısı ile preslenen porselen kor yapı oluşturulabilir⁸⁰.

2.8.2.3.a.Avantajları

- Dentin rengini yansıtmaktadırlar.
- Servikal kök alanında yeterli translusens derinliği sunmaktadırlar.
- Biyolojik olarak uyumludurlar.
- Galvanik korozyon göstermezler.
- Tek seansta uygulanabilirler.
- Küçük çaptaki zirkonya esaslı postlar diğer seramik postların yeterli direnci sağlayamadığı dar kök kanallarında kullanılabilirler.

belirtilen avantajları bulunmaktadır^{58,108}.

2.8.2.3.b.Dezavantajları

- Zirkonya esaslı postların elastisite modülü (200 GPa) yüksek olduğu için bruksizmi olan hastalarda kullanımı uygun değildir.
- Zirkonya esaslı postlarla restore edilen dişlerde meydana gelen kırılmaların restore edilmesi güçtür.
- Zirkonya esaslı postlar kompozit kor ile birlikte kullanıldıkları zaman kompozit yapıda stres birikmesine neden olurlar.
- Başarısızlık durumunda kök kanallarından çıkartılmaları güçtür.
- Metal postlardan daha düşük kırılma direncine sahiptirler.
- Dişe ve kor materyaline bağlanması daha zayıftır.

belirtilen dezavantajları bulunmaktadır^{5,85,108}.

2.9. Post boşluğu hazırlama yöntemleri

Genel olarak post boşluğu oluşturmak için kanal içerisindeki guta perkanın kanal boyunun apikal 1/3'üne kadar kanaldan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu işlem için iki yöntem önerilmektedir¹⁰⁹.

2.9.1.Kimyasal yöntem

Kloroform, ökaliptol veya ksilol gibi organik eriticiler kullanılır. Bu eriticiler perforasyon riskini azaltırlar. Bu yöntem güvenilir olarak belirtilmesine rağmen gutta perkada boyutsal değişiklik ve periapikal dokuda irritasyon gibi dezavantajları bulunmaktadır. Buna ilaveten kullanılan kimyasalların kanserojen ve toksik oluşları diğer dezavantajlarıdır^{19,29}.

2.9.2.Fiziksel yöntem

2.9.2.a.İsıtılmış aletler

Kanal sondları ısıtılarak 2-3 mm kadar kanala yerleştirip tekrar geri çekilir. Sondun kanalda daha uzun süre tutulması, tüm kanal dolgusunun birden gelmesine sebep olabilir. İşlem bittikten sonra kalan guta perka fulvar ile kondanse edilir. Fazla zaman almasına rağmen en güvenilir yöntemdir. Döner aletlere oranla dentine daha az zarar verdiği için tercih edilmektedir¹¹⁰.

2.9.2.b.Döner aletler

Son derece hızlı bir yöntemdir. Gates glidden ve peezo frezler, eğeler ve postların kendi frezleri kullanılabilir. Peezo frezinin ucu keskin olmadığından perforasyon riski gates glidden frezine göre daha azdır²².

2.9.2.c.Kombine yöntem

Guta perka sond ile ısıtılıp yumuşatılır ve gates glidden veya peezo frezi ile uzaklaştırılır. Döner aletlerin kullanıldığı yöntemlere göre daha güvenilir, aynı zamanda ısıtılmış aletlerin kullanıldığı yöntemlere göre de daha hızlıdır¹¹¹.

2.10. Yapıştırıcı Simanlar

Direkt restoratif madde olarak ilk geliştirilen materyaller 1800' lü yılların sonlarında kullanılmaya başlanan silikat simanlardır. Alüminasilikat cam ve fosforik asit likitinden hazırlanmışlardır. 1950'lerin

başlarına kadar kullanılmıştır. En büyük avantajları, cam fazda florid salınmasıdır. Ağız sıvılarında yüksek oranda çözülme, bozulma, renklenme, translüsen kaybı yeterli mekanik özelliklerin olmayışı yeni simanların geliştirilmesine neden olmuştur¹¹²⁻¹¹⁴.

Kendinden polimerize olan doldurucu içermeyen akrilik rezinler 1945' lerde^{112,113}, 1960'larda ise kompozit rezinler siman materyali olarak kullanılmaya başlamıştır¹¹²⁻¹¹⁴.

Simanların retansiyon mekanizması mekanik, kimyasal ya da hem mekanik hem kimyasal olabilir. Mekanik retansiyon, diş ve restorasyon ara yüzündeki mikro girintilerle sağlanır ama tek başına yeterli değildir. Kimyasal retansiyonda, poliakrilik asit içeren simanlar dişin organik ve inorganik yapılarına şelasyon ile bağlanır ve bu retansiyonu artırır. Rezin simanlar, dentindeki kalsiyuma bağlanarak kimyasal retansiyon, asit ile pürüzlendirilen yüzeylerdeki girintili alanlara tutunarak da mikromekanik retansiyon sağlarlar^{110,115}.

Postlar, retansiyonu arttırmak ve kanal boyunca bir tıkama sağlayabilmek için kanal içine simante edilebilirler. Aynı zamanda siman tabakası, kanal duvarı ve post arasında tampon bölge oluşturarak streslerin düzgün yayılmasını sağlar^{6,10}.

Yapıştırıcı simanın seçiminde;

- Yüksek dayanıklılık
- İnce film kalınlığı

- Düşük çözülebilirlik
- Yeterli bağlanma mekanizması
- Kolay kullanıma sahip olması
- Biyolojik olarak uyumlu olması
- Mikrosızıntıyı engelleyebilecek marjinal tıkama sağlayabilmesi

gibi kriterler rol oynar^{6,10}.

Postların simantasyonunda, geçmişten günümüze çinko fosfat, çinko polikarboksilat, camiyonomer, rezin modifiye cam iyonomer ve rezin simanlar sıklıkla kullanılmıştır^{6,10,77}.

2.10.1.Çinko fosfat siman

Çinko fosfat siman, 1800' lü yıllarda geliştirilmiş en eski, en çok bilinen ve günümüzde en yaygın kullanılan yapıştırma simanıdır. Toz ve likitten oluşur. Toz kısmının ana bileşeni %2-10 MgO eklenmiş ZnO dir. Likit kısmı ise %45-60 fosforik asit çözeltisidir¹¹⁶.

Toz ve likit bir araya geldiğinde ekzotermik bir reaksiyon meydana gelir. Çinko fosfat simanla çalışırken en önemli sorun sertleşme süresinin kontrol edilmemesidir. Eğer siman hızlı sertleşirse viskozite hızlı bir artış gösterir. Bu durumda postun yerleştirilmesi son derece güç olur¹¹⁷.

Adeziv bir siman olmadığı için diş sert dokularıyla reaksiyona girmezler. Bu nedenle bağlanma kimyasal değildir. Diş ve restorasyondaki

mikro girintilere tutunarak mekanik retansiyon sağlarlar. Yüksek sıkışma dayanıklılığına (104 MPa) ve uygun film kalınlığına sahip olması, kolay karıştırılması ve uygulanması avantajlarıdır. Ancak simantasyon sırasında asidik ortam ($\text{pH} = 2-3$) oluşturarak, vital dişlerde pulpal irritasyon yapabilmesi, antibakteriyel davranışının olmaması diğer dezavantajlarıdır^{6,15,115,118,119}.

Fiziksel özellikleri karıştırma esnasında kullanılan toz-likit oranına göre değişmektedir. Neme karşı hassas olmaları, adeziv özelliğinin olmaması, gerilmeye karşı direncin düşük olması ve yüksek çözünürlük özelliğinin olması gibi dezavantajları vardır¹¹⁶.

2.10.2.Çinko polikarboksilat siman

1968'de diş yapısına bağlanan ilk yapıştırıcı siman olarak tanıtılmıştır. Toz ve likitten oluşur. Toz, %10 MgO ilave edilmiş çinko oksitten oluşur. Likiti ise, %30-45' lik poliakrilik asitten oluşmaktadır¹¹⁶.

Çinko fosfat simanla karşılaştırıldığında, sıkışma dayanıklılığı düşüktür. Kimyasal bağlanma, diş dokularındaki kalsiyum ve simandaki serbest karboksil grupları arasında gerçekleşir. Bu adezyon sebebiyle yüksek çekme tipi dayanıklılığa sahiptir. Ayrıca içerdiği büyük organik asit moleküllerinin dentin tübüllerinden geçişi minimaldir. Bu nedenle, fazla pulpal irritasyona sebep olmazlar. Dişe kimyasal bağlanması, yüksek çekme tipi dayanıklılığa sahip olması ve asidik ortam oluşturmaması avantajlarıdır. Yüksek viskoziteye sahip olması, çalışma süresinin kısa olması, altın alaşımlara bağlanmaması ve düşük sıkışma dayanıklılığına sahip olması dezavantajlarıdır^{114,115,118,119}. Simanın diş ile temasının

sağlanması için diş yüzeyinin su, seyreltik H₂O₂ çözeltisi ve siman likiti ile tamamen temizlenmesi gerekmektedir¹¹⁷.

2.10.3.Cam İyonomer Siman

Silikat simanları, kompozit rezinlerin ve polikarboksilat simanların en iyi özelliklerinin birleştirilmesi amaçlanarak cam iyonomer simanlar üretilmiştir. Yarı şeffaf görünüşü ve yapışma özelliğinden dolayı ilk olarak anterior dişlerin estetik restorasyonu amacı ile geliştirilmiştir. Polikarboksilat simanlar gibi mine ve dentine fizikokimyasal olarak bağlanabilirler^{22,117}.

Cam iyonomer siman, ilk kez 1969 yılında tanıtılmıştır. Siman tozunda kalsiyum alüminyum florsilikat cam, likitinde poliakrilik – itakonik asit veya % 5 tartarik asit içeren polikarboksilik asit kopolimeri bulunmaktadır^{114,115,118,119}.

Tip 1 yapıştırma simanı, Tip 2 restoratif siman, Tip 3 kaide simanı olarak bulunmaktadır. Yapıştırıcı cam iyonomer siman, yüksek sıkışma dayanıklılığı ve çekme tipi dayanıklılığa sahiptir. Çalışma süresi çinko fosfat ve polikarboksilat simandan daha kısadır^{114,115,118,119}.

Cam iyonomer simanın dişe bağlanması, yapısındaki karboksilik asit grubunun, dişin yapısındaki kalsiyum ile reaksiyona girmesiyle oluşmaktadır. Dentin yapısındaki inorganik materyalin daha az olmasından dolayı dentine olan bağlanma kuvveti mineye olandan daha düşüktür¹²⁰.

Uzun dönem flor salımı, diş yapılarına kimyasal bağlanması, kolay karıştırılabilme, yüksek dayanıklılık ve sertlik, aside karşı direnç avantajlarıdır. Bununla birlikte, mikrobiyal giriş için potasyel bir aralık oluşturmaları ve streslerin cam iyonomer siman içerisinde çatlaklar yaratabilmeleri nedeniyle bu simanların post simantasyonunda kullanılmaları önerilmemektedir. Başlangıçta yavaş sertleşme, neme olan hassasiyet, değişken adeziv karakteri ve radyolüsent olması diğer dezavantajlarıdır²².

2.10.4.Rezin modifiye cam iyonomer (RMCI) siman

Cam iyonomer simanların erken düşük mekanik dirençlerinden dolayı yükler altında başarısızlığa uğramaları gibi problemleri elimine etmek için geliştirilmişlerdir. Cam iyonomer siman ve rezin kompozitlerin arasında hibrit bir materyal olarak yer alırlar. Yapısında %80 cam iyonomer, %20 rezin bulunmaktadır. Tozu alüminosilikat cam ve tozları içerirken, likiti ışıqla polimerize olan HEMA, metakrilat grupları, tartarik asit, poliakrilik asit ve %8 sudan oluşmaktadır²².

Cam iyonomer simandaki asit-baz sertleşme reaksiyonu, RMCI simanda yapıya polimerize olabilen monomerler katılarak, modifiye edilmiştir. Böylece RMCI siman, hem akrilik asit kopolimerlerinin asit-baz reaksiyonu hem de metakrilat monomerlerinin ışıqla polimerizasyonu ile sertleşmektedir. Böylece, cam iyonomerlerin uzun sertleşme reaksiyonu ve nem hassasiyeti gibi dezavantajları azaltılmaya çalışılmıştır. Hem ışıqla hem kimyasal olarak sertleşmeleri, flor salmaları, yüksek bükülme dayanıklılığına sahip olmaları ve kolay kullanıma sahip olmaları avantajlarıdır. Mine ve dentine her zaman yeterli bağlanma dayanıklılığı

sağlamamaları, erken dönemde suya maruz kaldıklarında su emilimini gerçekleştirmeleri dezavantajlarıdır^{114,115,118,119}.

2.10.5.Rezin siman

Rezin simanlar veya adeziv rezinler, rezin matriks ve inorganik dolgu partikülleri içeren kompozit materyallerdir. Restoratif kompozit malzemelerden farkı düşük oranda doldurucu partikül içermeleri ve düşük viskozite göstermeleridir^{26,115,121}.

Rezin simanlar, asitle pürüzlendirilmiş mine ve dentine restoratif dental materyallerin yapıştırılması için kullanılmaktadır. En önemli avantajı, diş yapısına bağlantısının iyi olması, basma ve çekme dayanımlarının diğer simanlardan önemli oranda yüksek olmasıdır. İlave olarak, rezin simanların hem estetik hemde diş ile restorasyon arasındaki bağlantının iyi olması gibi iki önemli özelliği vardır. Diş yapısına bağlantı asitlenmiş mine bölgesine rezin matriksin nüfuz etmesi ile gerçekleşmektedir. Genellikle başarısızlıklar siman ile restorasyon ara yüzeyinde; daha az sıklıkla ise, siman veya kaidenin iç yüzeyinde oluşmaktadır. Bağlantı kompozit materyallerle kimyasal, metal ve seramik materyallerle ise mekaniktir^{113,122}.

Rezin simanlar, indirekt restorasyonların ve postların retansiyonunu arttırmak için kullanılmaktadır. Adeziv materyallerin kullanılması, kalan diş dokusunun güçlenmesini sağlayabilir. Aynı zamanda iyi mekanik özelliklerinden dolayı kanal duvarı ve post arasındaki rezin siman tabakası çiğneme kuvvetleri ile oluşan stresleri dağıtarak tampon bölge oluşmasını sağlayabilir^{9,121,123}.

Rezin simanlar, ağız sıvılarında çözünmezler. İçerdikleri doldurucu ve monomer oranına göre çeşitli şekilleri vardır. Mikrosızıntı olasılığı, çinkofosfat ve polikarboksilat simanlardan daha azdır. Adeziv sistemlerde iyi bir bağlantı elde edebilmek ve mikrosızıntıyı önlemek, diş yüzeyinin kontaminasyonuna ve nem kontrolüne bağlıdır^{113,122,124}.

Rezin simanlar, kompozit rezin restoratif materyaller gibi pulpada irritasyona neden olabilmektedir. Bu nedenle, dentine bağlanmanın söz konusu olduğu indirekt restorasyonların simantasyonunda kullanıldığında kalsiyum hidroksit veya cam iyonomer siman kavite örtücüleri ile birlikte kullanılması pulpanın korunması için gerekmektedir¹²⁴.

Yapıştırıcı rezin simanlar üç gruba ayrılır^{113,114,122}.

- Akrilik rezin simanlar
- Modifiye akrilik rezin simanlar
- Kompozit rezin simanlar

2.10.5.1.Akrilik rezin simanlar

Tozu, esas olarak benzoil peroksit içeren metil metakrilat polimeridir. Bununla beraber, mineral, doldurucu ve pigmentler içerir, likit ise amin hızlandırıcı içeren metil metakrilat monomeridir. Sertleşme reaksiyonu, ısı salınımı ve polimer büzülmesiyle karakterize radikallerin serbest polimerizasyonu sonucu oluşur. Çözünürlüğü diğer simanlara göre daha az olmasına karşın, rijiditesi ve viskoelastik özellikleri zayıftır^{113,114}.

2.10.5.2.Modifiye akrilik rezin simanlar

Dentine bağlanırlar. Bu nedenle adeziv siman olarak da adlandırılırlar. Kendi kendine polimerize olan materyallerdir. Özellikle metal destekli kron ve köprülerin simantasyonu ile amalgamın dentine ve kompozite bağlanması için geliştirilmişlerdir¹¹³. Doldurucu oranları düşüktür. Bundan dolayı, akrilik rezinlerdeki gibi yük altında deformasyona karşı orta düzeyde direnç gösterirler^{113,114,122}.

2.10.5.3.Kompozit yapıştırma rezin simanları

Kompozit rezin yapıştırma simanları, kompozit dolgu materyallerinde olduğu gibi yapı ve özellik bakımından en az iki farklı fazın karışımından oluşur. Bunlar, birbirinden farklı organik rezin fazı ve inorganik dolduruculardır¹²⁰.

Kompozit rezin simanlar, esas olarak Bis-GMA veya üretan dimetakrilat rezinler, fırınlanmış silica, cam doldurucudan hazırlanmış mikrodolduruculu veya küçük partiküllü hibrit kompozitlerdir. Rezin matriks genellikle çeşitli miktarlarda seramik doldurucu içeren düşük molekül ağırlığı olan dimetakrilat monomer ile seyreltilmiş aromatik dimetakrilat kombinasyonudur. Doldurucu hacminin dağılımına göre mikrodolduruculu veya hibrit materyaller olarak sınıflandırılırlar. Toz-likit sisteminde, toz genellikle organik başlatıcı ve ince polimer tozu ile birlikte silika cam veya borosilikattır. Likit ise, Bis-GMA veya amin hızlandırıcı içeren dimetakrilat monomer karışımıdır. İki pasta sisteminde ise monomer ve doldurucu iki pasta içinde kombine bulunurlar^{113,114}.

Kompozit rezin simanlar, genellikle ağız sıvılarında çözünmezler. Stres taşımayan bölgelerde boşluk oluştururlar. Fakat bu boşluğun mikrosızıntı ve sekonder çürük oluşturma olasılığı oldukça düşüktür. Bu simanların dişe bağlantısı oldukça yüksektir. Yeni tekniklerle seramik ve metale de problem olmaksızın bağlanabilirler¹¹⁴. Seramik restorasyonlarla beraber kullanıldıklarında kırılmaya karşı dirençleri oldukça yüksektir. Bu simanlar sadece iyi bir bağlantı sağlamakla kalmayıp aynı zamanda diş ve restorasyon ara yüzeyine gelen kuvvetleri de dağıtırlar¹²⁵.

Polimerizasyon tiplerine göre kompozit rezin simanlar üç grupta toplanır¹²²:

- Kimyasal olarak polimerize olan rezin simanlar
- Işıklı polimerize olan rezin simanlar
- Hem kimyasal hem ışıklı polimerize olan rezin simanlar (Dual-Cure)

Kimyasal aktivasyon, benzoil-peroksit (başlatıcı) ve tersiyer amin (hızlandırıcı) arasındaki reaksiyon ile başlar. Bu karışım alifatik karbon çift bağların kırılmasını sağlayan serbest radikallerin oluşmasına neden olur. Böylece polimerizasyon başlar^{9, 121,123}.

Işık aktivasyonunda başlatıcı kafeolinindir. Bu, 400 - 500 nm dalga boyunda ışık enerjisine maruz kaldığında enerjiyi absorbe eder ve tersiyer amin ile birleşerek reaktif serbest radikale dönüşen karmaşık bir yapı oluşturur^{9,121,123}.

Sadece kimyasal olarak polimerize olan rezin simanın, kök kanalı içerisine yerleştirilmesi, polimerizasyon zamanının kontrol edilememesi nedeniyle problem yaratabilmektedir. Işıkla polimerize olan rezin siman yeterli çalışma zamanı sağladığı için kök kanalına kontrollü bir şekilde yerleştirilebilir. Bununla birlikte, kök kanalının derin bölgelerine ışık iletilemeyeceği için tam bir polimerizasyon gerçekleşemeyebilir. Dual-cure rezin siman polimerizasyonunda bu her iki polimerizasyon bileşenleri de rol almaktadır. Böylece diğer iki tip rezin simanın dezavantajları elimine edilebilir¹²².

Rezin simanların en büyük avantajı; diş yapısına bağlantısının iyi olması, basma ve çekme dayanıklılıklarının diğer simanlardan önemli oranda yüksek olmasıdır. Buna ek olarak, rezin simanların iki önemli özelliği; estetik ve diş ile restorasyona bağlantısının iyi olmasıdır. Diş yapısına bağlantı asitlenmiş mine bölgesine rezin matriksin nüfuz etmesi ile gerçekleşmektedir. Genellikle başarısızlıklar siman ile restorasyon ara yüzeyinde, daha az sıklıkta ise siman veya restorasyonun iç yüzeyinde oluşur. Kompozit esaslı materyaller ile bağlantı mekanizmaları kimyasal olmalarına rağmen metal ve seramiğe ise mekaniktir^{113,122}.

2.11. Kor materyalleri

Kullanılan kor materyalleri, postun streslerini dağıtma kabiliyetini etkilemektedir. Kor materyallerinin seçimi ve stress varlığı klinisyen tarafından göz önünde bulundurulması gereken faktörlerdir. Kor yapımında kullanılan materyaller:

- Amalgam

- Kompozit
- Cam iyonomer
- Rezin modifiye cam iyonomer ve kompomer
- Seramik

dir^{126,127}.

2.11.1.Amalgam

Post-kor restorasyonlarında kor materyali olarak genellikle amalgam ve kompozit tercih edilmektedir^{20,128}.

Hem mekanik testler hem de sonlu elemanlar stres analizi sonuçları, amalgam korların kompozit rezin korlara oranla daha yüksek performans gösterdiğini bildirmiştir^{128,129}.

Hormati ve arkadaşları¹³⁰ pin tutuculu amalgam ve kompozit korları incelemişler ve marjinal sızıntı yönünden amalgam korların daha avantajlı olduklarını bildirmişlerdir.

2.11.1.a.Avantajları

- Amalgam korozyonu, zamanla mikrosızıntıyı engelleyebilir.
- Fiziksel özellikleri çok yüksek olduğundan dikey ve yatay kuvvetlere karşı dirençlidir.
- Teknik, zaman ve maliyet avantajları vardır.

- Kanal dolusuyla amalgam kor aynı seansta bitirilebilir.

Bu da zaman ve kullanılan materyalden avantaj sağlar.

gibi avantajları bulunur¹⁰¹.

2.11.1.b.Dezavantajları

- Diş yapılarına bağlanması yetersizdir.
- Diş ile arasındaki termal genleşme katsayısı farklıdır.
- Marjinal adaptasyonda bozukluklar söz konusudur.
- Manüplasyon ve kondansasyon tam olarak

yapılamamaktadır.

gibi dezavantajları bulunur¹⁰¹.

2.11.2.Kompozit rezin kor materyali

Ray Bowen'ın çalışmaları sonucu 1960' lı yılların başında kompozit rezinlerin gelişmesi ile estetik materyallerde büyük ilerleme meydana gelmiştir^{131,132}.

Kompozit rezin restorasyonların klinik başarısı; doğru endikasyona, oklüzyona, oral hijyen ve alışkanlıklara, rezin türüne, uygulama yöntemine, hekimin becerisine bağlı olarak değişiklik gösterir¹⁰¹.

Kompozit rezin restoratif materyaller, inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüklerine göre:

- Megafil
- Mikrofil
- Minifil
- Nanofil
- Hibrit

olarak sınıflandırılır¹³³.

Makrofil kompozitlerin oklüzal aşınmalara karşı direnci düşüktür, bu nedenle posterior dişlerde kullanımları sakıncalıdır¹³³.

Kompozit rezinler polimerizasyon yöntemlerine göre:

- Kimyasal polimerize olan
 - Işık ile polimerize olan
 - Hem kimyasal hem ışık ile polimerize olan kompozitler
- rezinler olarak sınıflandırılırlar¹³³.

Vizkozitelerine göre kompozitler:

- Kondanse olabilen kompozitler
- Akışkan kompozitler

diye sınıflandırılırlar¹³³.

Kor materyalleri olarak kompozit rezinler, restoratif diş hekimliğinde oldukça sık olarak kullanılmaktadır. Kolay kullanımı, çabuk sertleşmesi ve son sertliğine birkaç dakika içinde ulaşması klinikte tercih

edilme sebepleri arasındadır¹³⁴. İlave olarak seramik restorasyon altında daha estetik renge sahiptirler¹¹³.

Bununla birlikte kor materyali olarak kompozit kullanıldığında; yapılacak döküm restorasyonun daimi simantasyonunda önce öjenol içermeyen bir geçici simanla yapıştırılması, final restorasyonunun başarısı için önemli bir faktördür. Öjenol içeren maddeler, kompozit rezin materyalinin yapısını etkilemektedir⁶⁴.

Günümüzde modern kompozitlerin en önemli problemlerinden biri kenar uyum eksikliğidir^{135,136}. Asitle dağlama tekniği, adeziv sistemlerindeki gelişmeler ve ışıkla sertleşen kompozitlerin tabakalı yerleştirilmeleri kenar bütünlüğünün sağlanmasına önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Buna rağmen bütün bu özellikler polimerizasyon büzülmesini tamamı ile elimine edememiştir¹³⁷.

Yapılan çalışmalar; kompozit rezin korlarla restore edilen dişlerde görülen mekanik başarısızlık durumlarında, döküm metal postlarla restore edilen dişlere göre tedavinin tekrar edilmesinin daha mümkün olduğunu göstermiştir^{15,101}.

Fujimoto ve arkadaşları¹³⁸ amalgam ve kompozit korların çekme kuvveti karşısında % 5,2 örneğin kırıldığı ve bu örneklerin büyük bölümünün amalgam korlar olduğunu ifade etmişlerdir.

2.11.2.a.Amalgam veya kompozit rezin materyallerle yapılan korların avantajları;

- Andırkat kaldırılmasına gerek olmadığı için maksimum diş dokusu korunur.
- Tedavide hasta randevularının sayısı azaltılmıştır.
- Daha az laboratuvar işlemine gerek vardır.
- Diş yapısına iyi adaptasyon nedeniyle in vitro testlerde mekanik özellikler iyi görülmektedir. Bununla beraber, plastik restoratif materyaller döküm alaşımlarına oranla daha düşük çekme direncine sahiptirler.

olarak verilebilir¹.

2.11.2.b.Dezavantajları

- Amalgam korun korozyonu, kompozit korların devam eden polimerizasyonu ve daha kabul edilebilir düzeye getirilen termal ekspansiyon katsayısı nedeniyle uzun süreli klinik başarı tehlikeye düşebilmektedir.
- Kompozit rezin ve amalgam korların altında ısı değişimi nedeniyle meydana gelen mikrosızıntı, geleneksel kron preparasyonlarına oranla daha yüksek olarak bulunmuştur.
- Özellikle aşırı derece harap olmuş dişlerde, rubber dam veya matriks uygulaması gibi belirli operatif işlemlerde güçlüklerle karşılaşmaktadır.
- Dişeti sıvısının sızması veya kanama gibi durumlarda kompozit uygulamasında başarısızlıklar olabilmektedir.

- Simantasyonda kullanılan materyaller ve kök kanal patlarının içeriğindeki bileşenler ile kompozit rezin arasında kimyasal bir uyumsuzluk meydana gelebilmektedir.

şeklinde verilebilir¹.

2.11.3.Cam iyonomerler

Cam iyonomerler 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından geliştirilerek ASPA (Alumino Silikat Poliakrilik Asit) adı altında tanıtılmıştır. Klasik cam iyonomer simanlar toz-likit sisteminden oluşur¹³³.

Günümüzde cam iyonomer simanların büyük bir bölümü su ile sertleşen türde üretilmiştir. Bu tür simanlardan likit içindeki polialkenoik asit ve artarık asit kurutulup öğütülerek toza eklenmiştir. Siman hazırlanırken toz distile su ile karıştırılır ve kaviteye yerleştirilir^{128,139}.

Cam iyonomer esaslı materyallerin dirençleri amalgam ve kompozit rezine oranla daha düşüktür^{128,139}.

Brandal ve arkadaşları¹⁴⁰ yaptıkları bir çalışmada, stres karşısında amalgam, kompozit ve cam iyonomer restorasyon materyalleri karşılaştırıldığında, en dayanıksız materyallerin cam iyonomerler olduğunu tespit etmişlerdir. Endodontik olarak tedavi edilmiş ön dişlerde kullanımının uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Taleghani ve arkadaşları¹⁴¹ ise, endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerin restorasyonunda, kompozit ve amalgama alternatif olarak gümüş tozları ihtiva eden çabuk sertleşen cam iyonomerleri tavsiye etmişlerdir.

Cam iyonomer simanların tercih edilme sebepleri arasında; diş yapısına benzer düşük termal ekspansiyon katsayısına sahip olmaları¹⁴, mine ve dentine fiziksel ve kimyasal bağlanmaları¹⁴², diş yapılarına flor iyonu salınımı¹⁴³ sayılabilir. Bu olumlu özellikleri yanında düşük mekanik direçleri nedeniyle kor materyali olarak pek tercih edilen bir materyal değildir¹⁴⁴.

2.11.4.Rezin Modifiye Cam İyonomerler ve Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

Cam iyonomerler mine ve dentine bağlanabilme kapasitesi, diş dokuları ile uyumu, flor salınımı ile kariostatik etki yapmaları; kompozit rezinlerin ise, estetik olma gibi özellikleri ile ön plana çıkmaktadırlar. Son yıllarda kompozitlerle cam iyonomerlerin bu üstün özelliklerini bünyelerinde barındıran yeni dolgu maddeleri üretilmeye başlanmıştır. Bunlara örnek rezin modifiye cam iyonomerler ve poliasid modifiye rezinlerdir. Bu restoratif materyaller üretilirken, cam iyonomer ve kompozitlerin flor salma ve iyi estetik gibi üstün özelliklerini alırken, nemden etkilenme gibi kötü özelliklerinin elimine edilmesi amaçlanmıştır^{117,133,145}.

Bu materyallerin hem polimerizasyon hem de asit baz reaksiyonu ile sertleştikleri, sertleşme işlemi tamamlandıktan sonra

geleneksel cam iyonomerlerden daha üstün bir yapıya sahip oldukları bildirilmektedir^{117,146}.

Cam iyonomerlerin başta makaslama direnci olmak üzere her türlü direnç altındaki başarısızlığının yanısıra su emerek hem yüzey şeffaflığını kaybettiği hem de yapısının zayıflayarak kırılmalara neden olduğu bilinmektedir. Rezin modifiye cam iyonomerler rezin içerdiklerinden erken nem kontaminasyonuna direnç kazanmaktadırlar. Poliasit modifiye cam iyonomerler ise bonding sistemlerinin yardımı ile parmaklı uzantı (rezin tag) oluşumları meydana getirerek çok iyi bağlanma özellikleri gösterirler^{117,147,148}.

Kor materyalleri olarak rezin modifiye cam iyonomerler çapsal germe direnci açısından değerlendirildiğinde; en düşük değerleri veren materyal olduğu ve aynı zamanda cam iyonomer esaslı restoratif materyalinin sıkıştırma dayanıklılığı testinde de en zayıf materyal olduğu tespit edilmiştir¹⁴⁹.

2.11.5.Porselen post ve kor

Günümüzde seramik post ve kor kullanımı, döküm post ve kor sistemlerine alternatif olarak yaygınlaşmaktadır^{150,151}. Bu sistemler metal post ve korlara oranla estetik görünüm, doku uyumu, korozyona uğramama gibi pek çok avantaja sahiptirler¹⁴⁴. Jeong ve arkadaşları¹²⁶, post ve kor materyallerini inceledikleri çalışmalarında seramik korların, zirkonya postlara adeziv sistemler ile yapıştırılmasının, post ve kor birleşme yerinde oluşan kırıklara daha dirençli olduğunu ifade etmişlerdir. Özellikle estetiğin ön plana çıktığı anterior bölge restorasyonlarında, şeffaf

post-kor materyalinin kullanımı iyi bir estetik sağlamaya yardımcı olmaktadır. Yüksek kırılma dirençlerinden dolayı prefabrik seramik postlarla kompozit korların kombinasyonları klinikte başarı ile kullanılabilir¹⁵¹.

2.11.6.Döküm metal kor

Post-kor restorasyonlarında kullanılan bu materyallerine ek olarak döküm metal korlar da kor materyali olarak kullanılabilirler. Kronal olarak destek diş yapılarının kalmadığı durumlarda döküm metal kor yapımı en iyi seçenektir¹.

2.11.6.1.Avantajları

- Restorasyona yeterli direnci kazandıracak şekilde, prefabrik postlar üzerine direkt olarak döküm yapılabilir.
 - Geleneksel soy metal alaşımları kullanılabilir.
 - Posterior restorasyonların yapımını kolaylaştıran indirekt teknikler kullanılabilir.
- dır¹.

2.11.6.2. Dezavantajları

- Laboratuvar işlemlerinin uzamasına bağlı olarak artan randevu sayısı.
- Bakteriyel kontaminasyon.
- Estetik problemler.
- Korozyon riski.

- Retansiyon kaybı.
şeklinde özetlenebilmektedir.¹⁵²⁻¹⁵⁴.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu in vitro çalışma, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda yapılmıştır. Çalışmada kullanılan örneklerin hazırlanmasında ve deneylerin yapılmasında anabilim dalımız Araştırma Laboratuvarı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı, Özel Güler Çok Amaçlı Diş Protez Laboratuvarı'ndaki mevcut teknik donanım kullanılmıştır. Örneklerin kron restorasyonları, Özel Güler Çok Amaçlı Diş Protez Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çalışmamızda, iki farklı yapıda (tek parça post ve tek parça post-kor), iki farklı uzunlukta (10 mm ve 15 mm) ve iki farklı materyalden (zirkonya ve fiber) hazırlanmış post materyali kullanılmıştır. Postlar, kök kanalına yapıştırıldıktan sonra iki farklı tipte kor materyali ile restore edilmiştir. Kor materyalleri üzerine tam metal kronlar hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan materyaller, Tablo 1'de gösterilmiştir.

3.1. Dişlerin hazırlanması:

Bu çalışmada, periodontal nedenlerle yeni çekilmiş, mezio-distal boyutları (7.12 ± 0.22 mm) ve bukkalo-lingual boyutları (5.9 ± 0.17 mm) birbirine yakın olan 100 adet üst santral diş kullanılmıştır. Boyutları dijital ölçüm cihazı ile ölçülerek, kök yapısı düzgün olmayan ve benzer boyutlarda olmayan dişler (% 20 fark gösteren), çalışma dışında bırakılmıştır. Çekilmiş dişlerin üzerindeki artıklar, kretuvar ve küret yardımıyla mekanik olarak temizlenmiştir. Kalan artıklar, diş fırçası ile musluk suyu altında yıkanmıştır.

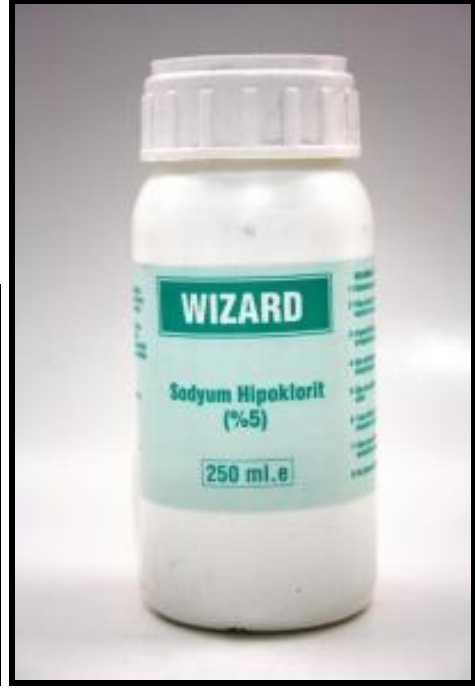
Tablo1. Çalışmada kullanılan materyaller.

Materyal	Tipi	Bileşimi	Seri No	Üretici Firma
EverStick	Fiber Post	%99.5 (Cam fiber, polimetilmetakrilat, bisfenilpropan,kafurkinin) <%1(Etilmetakrilat, hidrokinon)	20130021 P305	Stick Tech, Turku, Finland
Whitepeaks	Zirkonya Post Materyali	%95 zirkonyumdioksit, %5 itriyumoksit, <%0.4alüminyumoksit	IU1066	Whitepeaks, Wesel, Germany
Clearfil DC Core	Kompozit Rezin Kor Materyali	(1) A Paste • Bis-GMA • Dimetakrilat polimerler • Kolloidal silika (2) B Paste • Dimetakrilat polimerler • Kolloidal silika • Alüminyum oksit	00230B	Kuraray Medikal Inc., Okayama, Japonya
Clearfil S3 Bond	Tek Aşamalı Adeziv	• MDP • Bis-GMA • HEMA • Kolloidal Silika • Sodyum Florid • Etanol • Su	00066A	Kuraray Medikal Inc., Okayama, Japonya
Clearfil AP-X	Kompozit Rezin Restoratif Materyali	• Bis-GMA (bisphenol A diglycidylether methacrylate) • TEGDMA (Triethylene glycol dimethacrylate) • Kolloidal silika	00454B	Kuraray Medikal Inc., Okayama, Japonya
Clearfil SA Cement	Kendinden Adezivli Rezin Siman	(1) PASTE A • MDP (10-methac- ryloyloxydecyl dihydrogen phosphate) • Bis-GMA • Dimetakrilat polimerleri • Kolloidal silika (2) PASTE B • Bis-GMA • Dimetakrilat polimerleri • Kolloidal silika	0037AA	Kuraray Medikal Inc., Okayama, Japonya

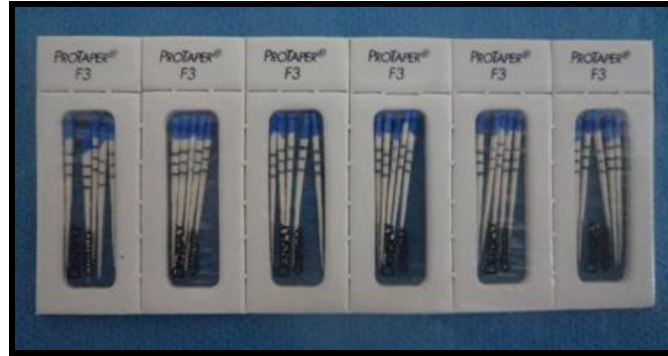
Yıkama işleminden sonra anguldurvaya takılmış polisaj fırçası ve lastiği kullanılarak pomza-su karışımı ile politür işlemi yapıldı.

Dişler örnekler hazırlanıncaya kadar distile su içerisinde oda sıcaklığında (20°C) saklandı.

Kalan kök boyu 16 mm olacak şekilde, mine-sement sınırının 4 mm üzerinden, kökün uzun aksına dik olarak, kron kısımları su soğutmalı elmas frezlerle kesilerek uzaklaştırıldı. Örnekler, su soğutması altında sırasıyla 180, 320, 600 ve 1000 gritlik silikon karbit kağıtlar (FEPA; Federation of European Producers of Abrasives, Paris, Fransa) ile düzeltildi. Rond frez ve aeratör kullanılarak endodontik giriş kavimleri hazırlandı. Pulpa, turnerf yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra, kök kanalları kanal frezi kullanılarak (Protaper, Dentsply, Balialgues, İsviçre) 0.04 açılı apikal genişlikte olacak şekilde, endodontik motor ile (X-Smart, Dentsply, Balialgues, İsviçre) SX'den F3'e kadar genişletildi. Kullanılan her kanal aletinden sonra, genişletilen kanallar % 5'lik sodyum hipokloritle (Wizard, Rehber Chemistry, İstanbul, Türkiye) yıkandı. Genişletilen kanallar, saf su ile yıkandıktan sonra paper point (Protaper, DENTSPLY) ile kurutuldu. Kök kanalları kanal patı (AH plus, Dentsply, Balialgues, İsviçre) ve gutta perka (Protaper, Dentsply, Balialgues, İsviçre) ile dolduruldu (Resim 1a, 1b ve 2).



Resim 1a. Örneklerin kanal tedavilerinin yapılmasında kullanılan materyaller.



Resim 1b. Örneklerin kanal tedavilerinin yapılmasında kullanılan materyaller.



Resim 2. Kanal tedavileri yapılmış dişler.

Hazırlanan 100 adet kanal tedavili üst santral diş, her bir grupta 10 örnek olacak şekilde, rastgele seçilerek 10 gruba ayrıldı. Çalışmadaki örnekler, aşağıdaki gibi gruplandırıldı.

Grup 1: 10 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin restoratif materyal.

Grup 2: 10 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin kor materyali.

Grup 3: 10 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin restoratif materyal.

Grup 4: 10 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin kor materyali.

Grup 5: 10 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor.

Grup 6: 15 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin restoratif materyal.

Grup 7: 15 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin kor materyali.

Grup 8: 15 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin restoratif materyal.

Grup 9: 15 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin kor materyali.

Grup 10: 15 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor.

3.2. Örneklerin akrilik rezine gömülmesi

3 mm çapında ve 16 mm derinliğinde metal kalıplar hazırlandı (Resim 3). Köklerin uzun aksı horizontal düzleme dik olacak şekilde metal kalıplara yerleştirildi. Köklerin akrile gömülebilmesi amacıyla paralelometre kullanıldı (Resim 4a). Post yuvası açmada kullanılan frez kanala yerleştirilip diğer ucu paralelometreye bağlandı (Resim 4a). Kökler, metal kalıplar içerisine yerleştirilen otopolimerizan akrile (Palapress, Heraeus Kulzer, Wehrheim, Germany) gömüldü (Resim 4b). Dişlerin içerisinde bulunduğu akrilik bloklar otopolimerizan akril sertleştikten sonra metal kalıplardan çıkarıldı.



Resim 3. Dişlerin akrilik bloğa gömülmesinde kullanılan metal kalıp.



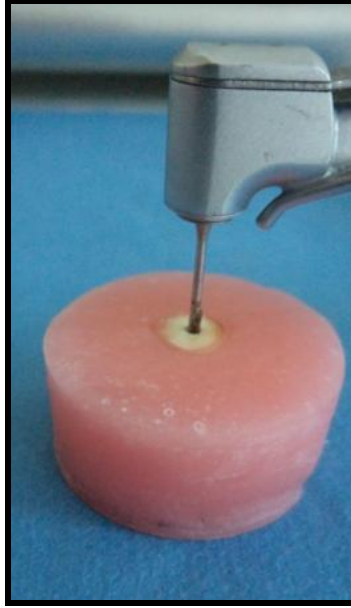
Resim 4a. Post yuvası açmada kullanılan frezin kanala ve diğer ucunun paralelometreye bağlanması, 4b. Köklerin akrilik rezin içerisine gömülmesi.

3.3. Post yuvalarının hazırlanması

Örnekler arasından, 50 adet örnek rastgele seçilerek 6 mm gutta perka 5 numara Peeso reamer (VDW, München, Almanya) ile uzaklaştırıldı (Resim 5). 50 adet örnekte ise 11 mm gutta perka, 5 numara Peeso reamer (VDW, München, Almanya) ile uzaklaştırıldı ve örneklerin post yuvaları hazırlandı (Resim 6).



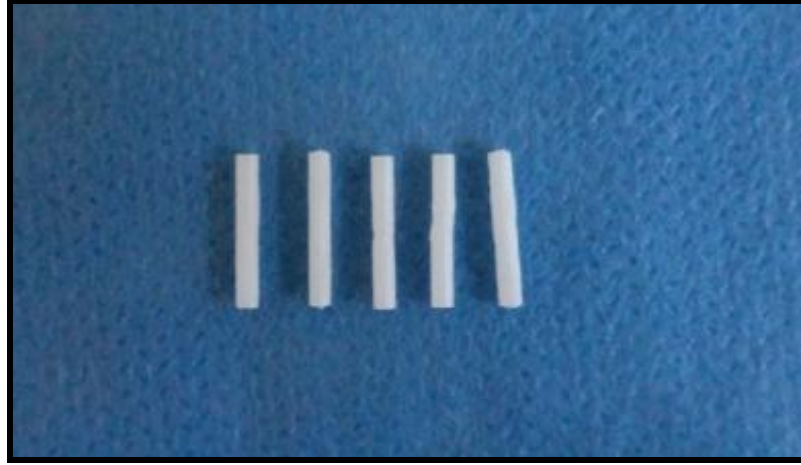
Resim 5. Post yuvası hazırlamada kullanılan frezler.



Resim 6. Post yuvalarının hazırlanışı.

3.4. Zirkonya postların hazırlanması

20 adet 10 mm uzunluğunda 1.5 mm çapında ve 20 adet 15 mm uzunluğunda 1.5 mm çapında paralel zirkonya post (Whitepeaks, Wesel, Germany) kopya freze tekniği ile laboratuvarda hazırlandı (Resim 7 ve 8).



Resim 7. Zirkonya postlar (10 mm).



Resim 8. Zirkonya postlar (15 mm).

3.5. Tek parça zirkonya post ve korların hazırlanması

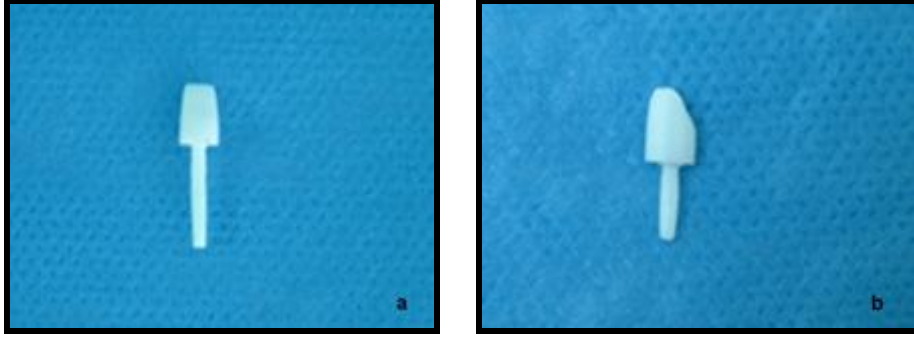
Tek parça zirkonya post-kor örneklerin hazırlanması için daha önceden hazırlanan post yuvalarının ölçüsü, çabuk sertleşen otopolimerizan akrilik rezin (GC Pattern Resin, GC, USA) ile alındı (Resim 9). Kor şekillendirici matriks (Essix A+ Plastic, Dentsply, Biallagues, İsviçre) ile tüm örneklerde standart bir kor yapısı sağlanarak ölçü alındı (Resim 10). Hazırlanan rnekler kopya freze sisteminde işlenip, zirkonya post ve kor hazırlandı (Resim 11a ve 11b).



Resim 9. Çalışmada kullanılacak tek parça zirkonya post ve korların hazırlanması için kök kanalından ölçü alınmasında kullanılan otopolimerizan akrilik rezin.



Resim 10. Kanal ölçüsü alınıp kor bölümü şekillendirilen tek parça zirkonya post ve korlar.



Resim 11a. Kopya freze tekniği ile elde edilen tek parça zirkonya post ve kor (15 mm), 11b. Kopya freze tekniği ile elde edilen tek parça zirkonya post ve kor (10 mm).

3.6. Fiber postların hazırlanması

20 adet 10 mm uzunluğuunda, 1.5 mm çapında ve 20 adet 15 mm uzunluğuunda, 1.5 mm çapında fiber post (Everstick post, Stick Tech, Turku, Finland) (Resim 12), polimerize edilmeden önce makasla kesildi. Bağlanma işlemlerinden önce, fiber post rezin (Stick resin; Stick Tech) ile muamele edildi. Daha sonra hava spreyi ile rezin inceltildi ve karanlık ortamda simantasyon aşamasına kadar 5 dk bekletildi. 10 sn polimerize edildi.

Fiber postlar, simantasyon öncesi kanaldan kartılarak, üretici firmanın belirttiği biçimde final şekillendirme için her yönden 1 cm mesafeden 40 s boyunca işık kaynağı ile sertleştirildi.



Resim 12. Çalışmada kullanılan fiber ile güçlendirilen post materyali.

3.7. Postların simantasyonu

Zirkonya postlara, 110 μm Al_2O_3 partikülleri (Rocatec Pro; 3M Espe) 1 cm mesafeden 2.8 bar basınçta 5 sn uygulandı. Postlar ultrasonik olarak temizlendikten sonra, 60 sn silan (Espesil, 3MEspe) uygulaması yapıldı.

Daha önceden hazırlanan post yuvalarına Clearfil S3 Bond (Clearfil S3 Bond, Kuraray, Okayama, Japonya) uygulandı (Resim 13).

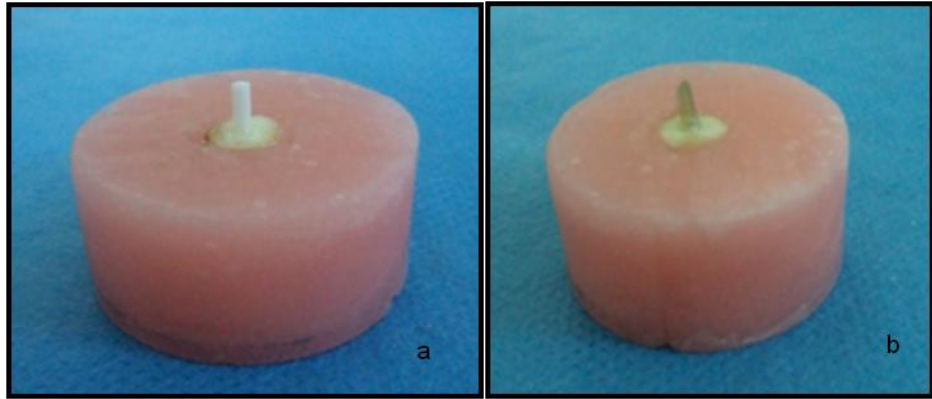


Resim 13. Çalışmada kullanılan tek aşamalı adeziv materyal.

Kanalların içerisine Clearfil SA Cement (Clearfil SA Cement, Kuraray, Okayama, Japonya) gönderildi (Resim 14). Postlar parmak basıncı ile kanala yerleştirildi (Resim 15a,15b ve 16). 20 s LED ışık kaynağı ile polimerize edildi (Resim 17).



Resim 14. Çalışmada kullanılan adeziv rezin siman.



Resim 15a. Zirkonya post, 15b. Fiber post.



Resim 16. Tek parça zirkonya post ve kor.



Resim 17. Çalışmada kullanılan LED ışık kaynağı.

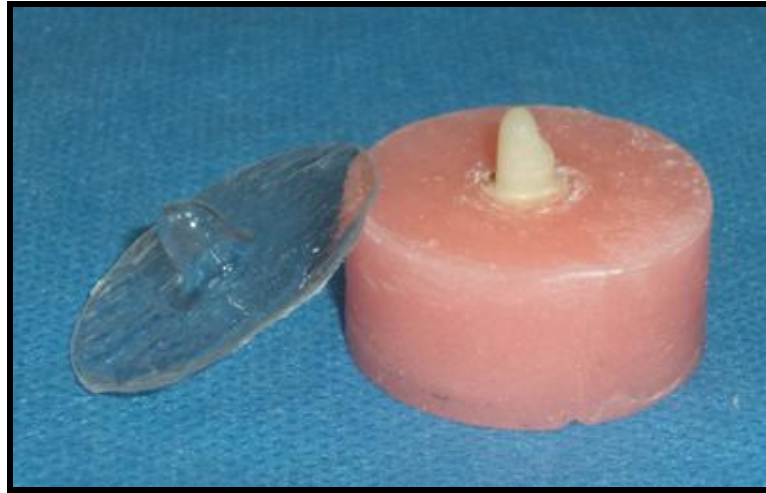
3.8. Korların hazırlanması

Simantasyon işleminden sonra kor materyalinin geleceği diş yüzeyine Clearfil S3 Bond (Clearfil S3 Bond, Kuraray) uygulanarak, LED ışık kaynağı ile 20 s polimerize edildi.

Simante edilen zirkonya ve fiber postların üzerine metilmetakrilat rezinden hazırlanmış kor şekillendirici matriksler yerleştirildi. Tabakalama tekniği kullanılarak, kompozit rezin restoratif ve kompozit rezin kor materyalleri ile korlar şekillendirildi (Resim 18 ve 19).



Resim 18. Korların hazırlanmasından kullanılan metilmetakrilat akrilik kalıp.

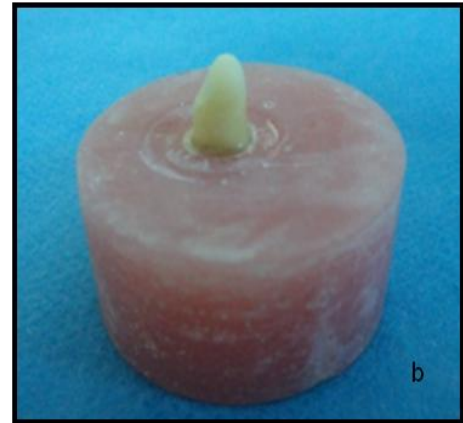


Resim 19. Tabakalama tekniği ile elde edilen kor materyali.



Resim 20. Çalışmada kullanılan kompozit rezin restoratif ve kompozit rezin kor materyalleri.

Matriks çıkarıldıktan sonra 1.5 mm çapında silindirik shoulder (dik açılı) frezle (Diatech, Coltene/Whaledent AG AltsttRen, İsviçre) restorasyon bitim sınırı su soğutmalı aeratör kullanılarak hazırlandı (Resim 21a ve 21b).



Resim 21a. Kompozit rezin restoratif materyal (Clearfil AP-X) ile hazırlanan ve preparasyonu yapılan kor, 21b. Kompozit rezin kor materyali (Clearfil DC Core Automix) ile hazırlanan ve prepare edilen kor.

3.9. Tam metal kronların yapımı

100 adet post-kor restorasyonuna Co-Cr alaşımından (Bego, Bremen, Germany) tam metal kronlar, üreticisinin önerdiği şekilde dökülerek hazırlandı.

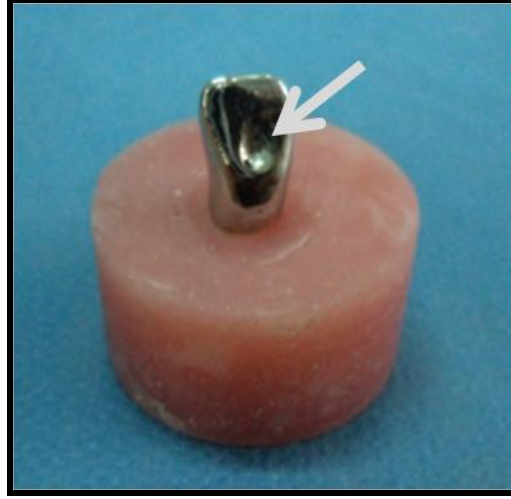
Öncelikle bir adet örneğin mum modelasyonu ve dökümü yapıldıktan sonra koyu kıvamlı silikon ölçü maddesi (Zeta Plus, Zhermack, Rovigo, İtalya) ve katalizör (Indurent Gel, Zhermack, Rovigo, İtalya) ile ölçüsü alınarak, tüm örneklerde kullanılmak üzere silikon kalıp elde edildi.

Bu kalıplardan damlatma yöntemi ile her örnek için ayrı ayrı elde edilen restorasyonların dökümü yapılarak kor yapılarına uyumlandırıldı (Resim 22). Her örnek için yükleme sırasında kullanılacak bilyenin oturacağı, palatinal yüzeyde insizal kenardan 2 mm uzaklıkta bir yuva hazırlandı (Resim 23).



Resim 22. Tam metal kronları hazırlanmış ve simante edilmiş örnekler.

Uyumlanan restorasyonlar çinko fosfat siman (Adhesor, Spofa Dental, KerrHawe SA, Bioggio, Switzerland) ile yapıştırıldı (Resim 24).



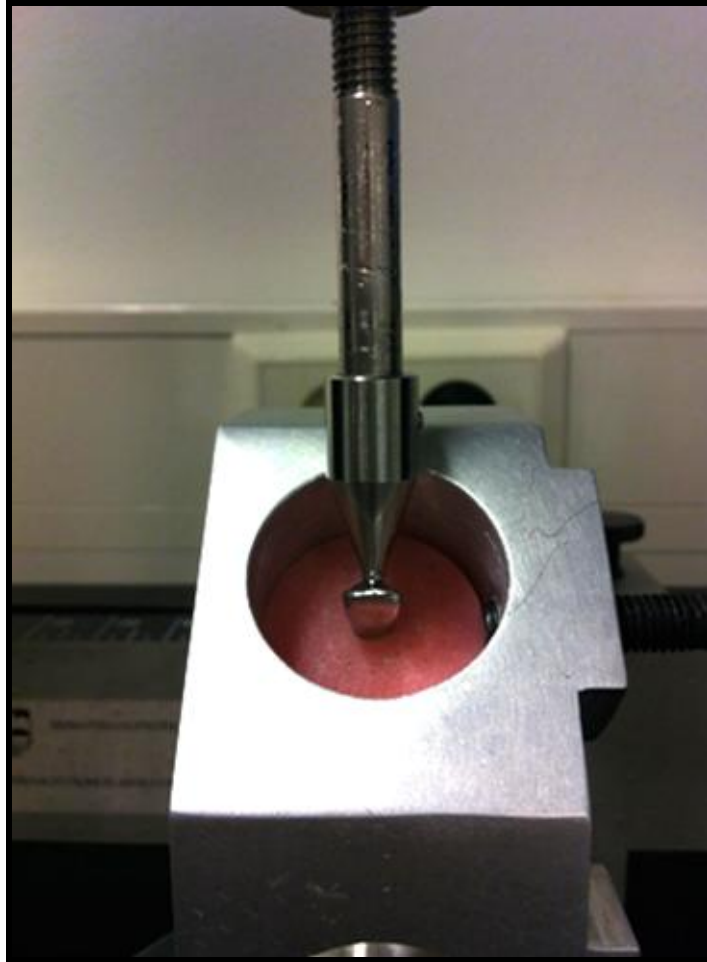
Resim 23. Tam metal kronlarda hazırlanan, bilyenin oturacağı çentik.



Resim 24. Tam metal kronların simantasyonunda kullanılan çinko fosfat siman.

3.10. Örneklerin yüklenmesi

Üniversal test cihazı (Lloyd LRX, Lloyd Instruments Ltd, Fareham Hants, UK) (Resim 25) kullanılarak dişlerin uzun eksenleriyle 45 derece açı oluşturacak şekilde 2 mm çapında bilye (Resim 26) 0.5 mm/dk hızla insizal kenardan 2 mm aşağıda palatinal yüzeyden kuvvet uygulandı ve kırılma dayanımı testi yapıldı. Elde edilen kırılma dayanımı değerleri, yazılım programı (Lloyd Nexygen, Lloyd Instruments Ltd, Fareham Hants, UK) kullanılarak kaydedildi.



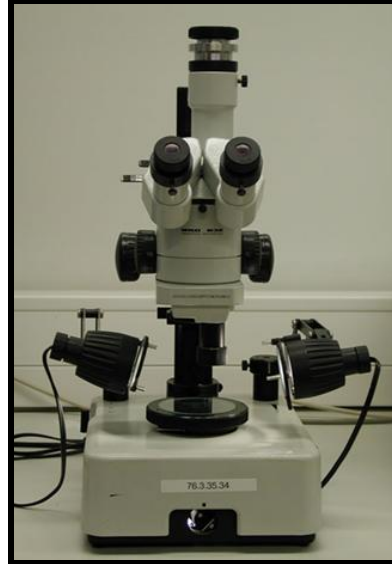
Resim 25. Örneklerin universal test cihazında yüklenmesi.



Resim 26. Örneklerin yüklenmesinde kullanılan uç.

3.11. Örneklerin kırık tiplerine göre gruplandırılması

Örnekler, ışık mikroskobunda (Stereomicroscope, Wild M3B, Heerbrugg, Switzerland) X40 büyütmede incelendi. Kanaldan uzaklaşma, servikal marjinin 2 mm üzerinden kırılma ve servikal marjinin 2 mm altından kırılma şeklinde kırık tiplerine göre sınıflandırıldı (Resim 27).



Resim 27. Kırık tiplerinin belirlenmesinde kullanılan ışık mikroskobu.

3.12. Örneklerin tarama elektron mikroskopunda (SEM) incelenmesi

Her gruptan iki örnek, altın püskürtülerek kaplandı (Bal-Tec SCD 050 Sputter Coater, Bal-Tec AG, Liechtenstein) (Resim 28a). Kırık tiplerine göre ayrılan örnekler, SEM (JSM-5500; JEOL, Tokyo, Japan) ile incelendi (Resim 28b).



Resim 28. a. Örneklerin kaplanması, b. SEM cihazı.

3.13. İstatistiksel analiz

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi, üç-yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD post-hoc testi ile değerlendirildi ($p < 0.05$). Kırık tiplerinin analizinde ki-kare testi kullanıldı ($p < 0.05$).

Tüm istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde, istatistiksel yazılım programından yararlanıldı (SPSS Inc. Chicago, IL., USA)

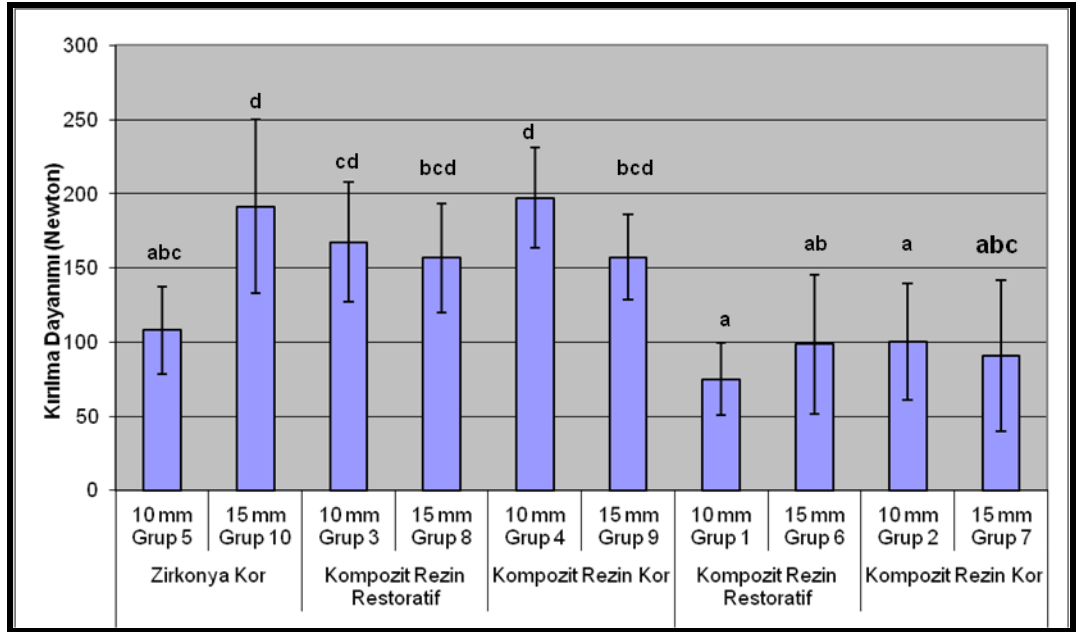
4. BULGULAR

4.1. Kırılma dayanımlarının değerlendirilmesi

Çalışmamızda kullanılan post ve kor materyallerinin ortalama kırılma dayanımı değerleri ve standart sapmaları, Tablo 2 ve Grafik 1’de verilmiştir.

Tablo 2. Post ve kor materyallerinin ortalama kırılma dayanımı değerleri

Post Materyali	Kor Materyali	Post Yüksekliği	Ortalama	Std. Sapma	N
Zirkonya Post	Zirkonya Kor	10 mm	108	31	10
		15 mm	191.4	61,8	10
	Kompozit Rezin Restoratif	10 mm	167.3	42.5	10
		15 mm	156.7	39	10
	Kompozit Rezin Kor	10 mm	197.2	35.8	10
		15 mm	157.3	30.4	10
Fiber Post	Kompozit Rezin Restoratif	10 mm	75	25.7	10
		15 mm	98.4	49.6	10
	Kompozit Rezin Kor	10 mm	88.4	28.3	10
		15 mm	112	43.7	10



Grafik 1. Post ve kor materyallerinin ortalama kırılma dayanımı değeri. Aynı harfle belirtilen gruplar arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$).

Üç yönlü varyans analizine göre, post materyali tiplerinin, kırılma dayanımı üzerine anlamlı etkisi gözlenirken ($p < 0.001$), post uzunluğunun ($p = 0.007$) ve kor materyali tipinin ($p = 0.078$) kırılma dayanımı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi gözlenmedi.

Tablo 3. Kırılma dayanımı değerlerinin üç yönlü varyans analiz testi ile incelenmesi

Varyasyon Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	df	Ortalama	F	P
Düzeltilmiş Model	158354.049 ^a	9	17594.894	10.732	.000
Kesişme	1348481.554	1	1348481.554	822.524	.000
Post Materyali	99627.465	1	99627.465	60.769	.000
Kor Materyali	8633.052	2	4316.526	2.633	.078
Post Uzunluğu	12490.391	1	12490.391	7.619	.007
Post Materyali*Kor Materyali	13.597	1	13.597	.008	.928
Post Materyali*Post Uzunluğu	10171.373	1	10171.373	6.204	.015
Kor Materyali*Post Uzunluğu	38786.736	2	19393.368	11.829	.000
Post Materyali*Kor Materyali*Post Uzunluğu	926.486	1	926.486	.565	.454
Hata	131155.445	80	1639.443		
Toplam	2032514.444	90			
Düzeltilmiş Toplam	289509.494	89			

a. $R^2=0.547$ (Düzeltilmiş $R^2= .496$).

Hem post uzunluğu ve post materyali ($p = 0.015$), hem de post materyali ve kor materyali arasında ($p = 0.928$) kırılma dayanımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim görülmedi. Post materyali, post uzunluğu ve kor materyali arasında ise anlamlı bir etkileşim gözlenmedi ($p = 0.454$). Bunun yanısıra, post uzunluğu ve kor materyali arasında istatistiksel olarak anlamlı bir etkileşim görüldü ($p < 0.001$).

Tablo 4. Tüm test gruplarına ait Tukey HSD post-hoc tablosu.

Tüm Gruplar	N	$\alpha= 0.05$			
		1	2	3	4
Grup 1	10	75.0443			
Grup 2	10	88.4327			
Grup 6	10	98.4483	98.4483		
Grup 5	10	108.0567	108.0567	108.0567	
Grup 7	10	111.9800	111.9800	111.9800	
Grup 8	10		156.7351	156.7351	156.7351
Grup 9	10		157.3559	157.3559	157.3559
Grup 3	10			167.3158	167.3158
Grup 10	10				191.4128
Grup 4	10				197.1745
Anlamlılık (p)		.664	.087	.083	.541

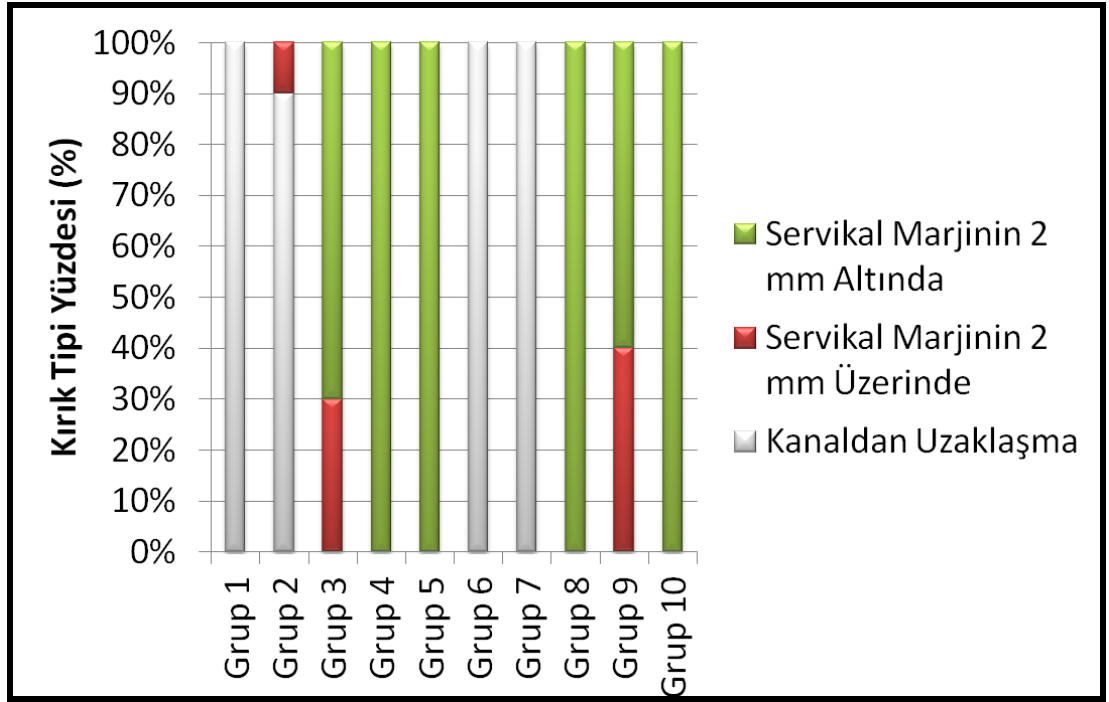
Kırılma dayanımı değerleri incelendiğinde; Grup 4'e (Kompozit rezin kor ile restore edilen 10 mm uzunluğundaki zirkonya postlar) ait kırılma dayanımı değerleri en yüksek (197.2 ± 35.8 N) olarak gözlenirken, Grup 1'e ait (kompozit rezin restoratif ile restore edilen 10 mm uzunluğundaki fiber postlar) kırılma dayanımı değerleri en düşük (75 ± 25.7 N) olarak gözlemlendi. Grup 5 ve Grup 7, Grup 8 ve Grup 9, Grup 1 ve Grup 2, Grup 4 ve Grup 10 'nun kırılma dayanımı değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Grup 8 ve Grup 9 arasında anlamlı fark görülmedi ($p>0.05$). Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0.05$). Grup 10 ve Grup 4 arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$).

4.2. Kırık tiplerinin değerlendirilmesi

Gözlenen kırık tipi yüzdeleri Tablo 5 ve Grafik 2’de verilmiştir. Örneklerde kanaldan uzaklaşma (Resim 29, 30, 31 ve 32), servikal marjinin 2 mm üzerinden kırılma (Resim 37 ve 38) ve servikal marjinin 2 mm altından kırılma (Resim 33, 34, 35, 36 ve 39) şeklinde kırık tipleri görülmüştür

Tablo 5. Çalışmada oluşturulan test gruplarında görülen kırık tipleri yüzdeleri.

Kırık Tipi	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8	Grup 9	Grup 10
Kanaldan Uzaklaşma	100	90	0	0	0	100	100	0	0	0
Servikal Marjinin 2 mm Üzerinde	0	10	30	0	0	0	0	0	40	0
Servikal Marjinin 2 mm Altında	0	0	70	100	100	0	0	100	60	100



Grafik 2. Örneklerin kırık tipi analizi

Tablo 6. Post materyaline göre Ki-kare testi tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık Düzeyi (p)
Pearson Ki-kare	102.229 ^a	4	.000
Olasılık oranı	134.704	4	.000
Doğrusal olarak çakışma	74.987	1	.000
Geçerli değer sayısı	100		

Beşten az değer beklenen örnek sayısı üçdür (% 33.3). En düşük beklenen değer 1.60'dır.

Tablo 7. Post uzunluğuna göre Ki-kare testi tablosu

	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık Düzeyi (p)
Pearson Ki-kare	.045 ^a	2	.978
Olasılık oranı	.045	2	.978
Doğrusal olarak çakışma	.044	1	.834
Geçerli değer sayısı	100		

Beşten az değer beklenen örnek sayısı ikidir (% 33.3). En düşük beklenen değer 4.00'dür.

Tablo 8. Kor materyaline göre Ki-kare testi tablosu

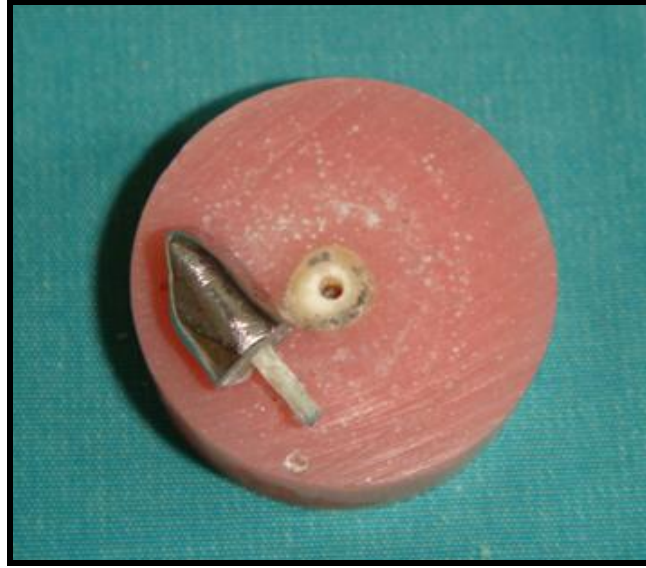
	Değer	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık Düzeyi (p)
Pearson Ki-kare	.556 ^a	2	.757
Olasılık oranı	.561	2	.755
Doğrusal olarak çakışma	.000	1	1.000
Geçerli değer sayısı	80		

Beşten az değer beklenen örnek sayısı ikidir (33.3). En düşük beklenen değer 4.00'dür.

Kırık tipleri, post materyaline göre değişiklik gösterirken ($p < 0.05$), post uzunluğu ($p = 0.978$) ve kor materyallerine ($p = 0.757$) göre istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermemektedir.

Bir post hariç tüm kompozit rezin fiber postlar kanaldan uzaklaşırken, tüm zirkonya postların servikal marjinin 2 mm altından veya üzerinden kırıldığı gözlemlendi. Zirkonya postlarda gözlenen baskın kırık tipi servikal marjinin 2 mm altından kırılma (%88.3) şeklinde gözlemlendi. Geriye kalan zirkonya post örneklerde kırılma servikal marjinin 2 mm üzerinde olacak şekilde gözlemlendi (%12.7).

4.3. Kırık tipleri ve SEM görüntüleri



Resim 29. Grup 1 (10 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin restoratif materyal)'deki örneklerde % 100 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi.



Resim 30. Grup 2 (10 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin kor materyali) 'deki örneklerde % 90 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi.



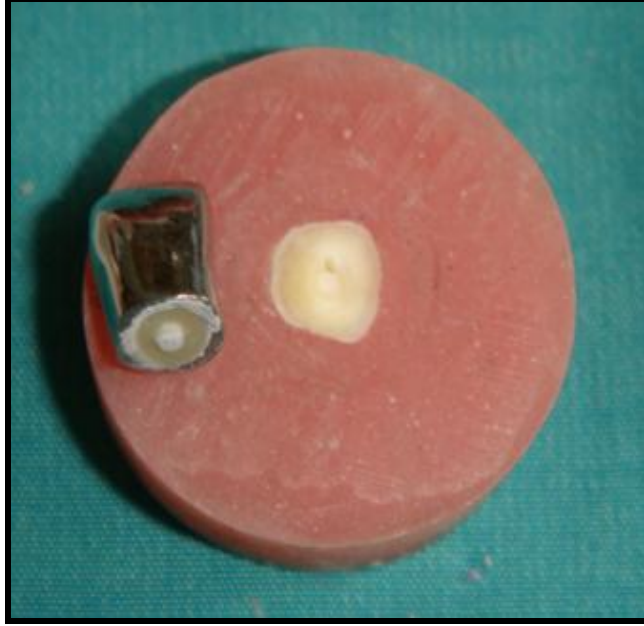
Resim 31. Grup 6 (15 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin restoratif materyal)'daki örneklerde % 100 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi.



Resim 32. Grup 5 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.



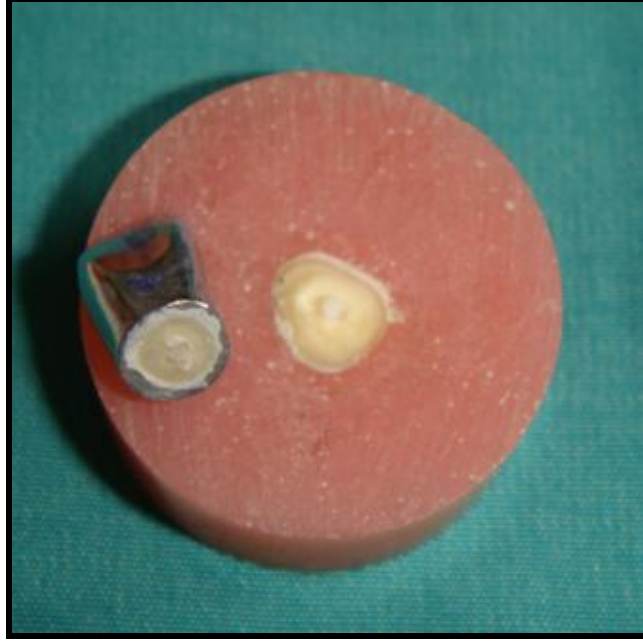
Resim 33. Grup 7 (15 mm uzunluğunda fiber post ve kompozit rezin kor materyali)'deki örneklerde % 100 oranında kanaldan uzaklaşma gözlemlendi.



Resim 34. Grup 4 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin kor materyali)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marginin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.



Resim 35. Grup 8 (15 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin restoratif materyal)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marginin 2 mm altından kırılma gözlemlendi.



Resim 36. Grup 3 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin restoratif materyal)'deki örneklerde % 30 oranında servikal marjinin 2 mm üzerinden kırılma gözlendi.



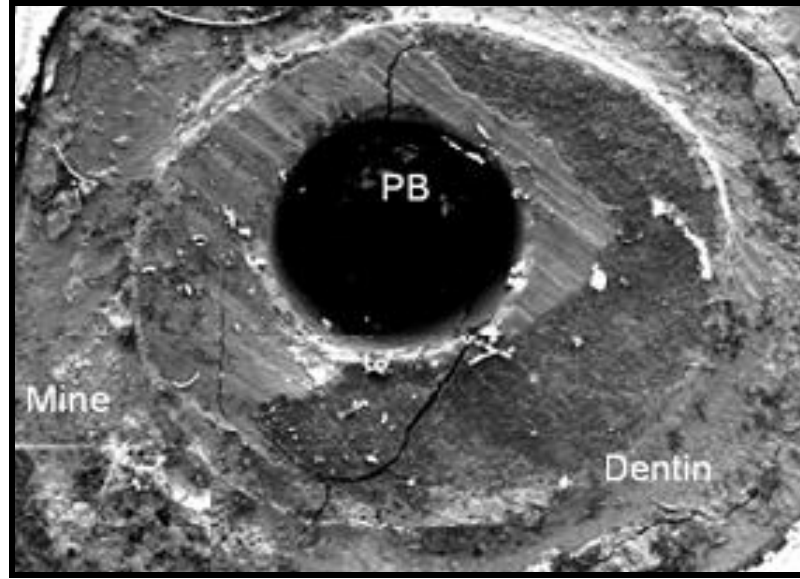
Resim 37. Grup 10 (15 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor)'daki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlendi.



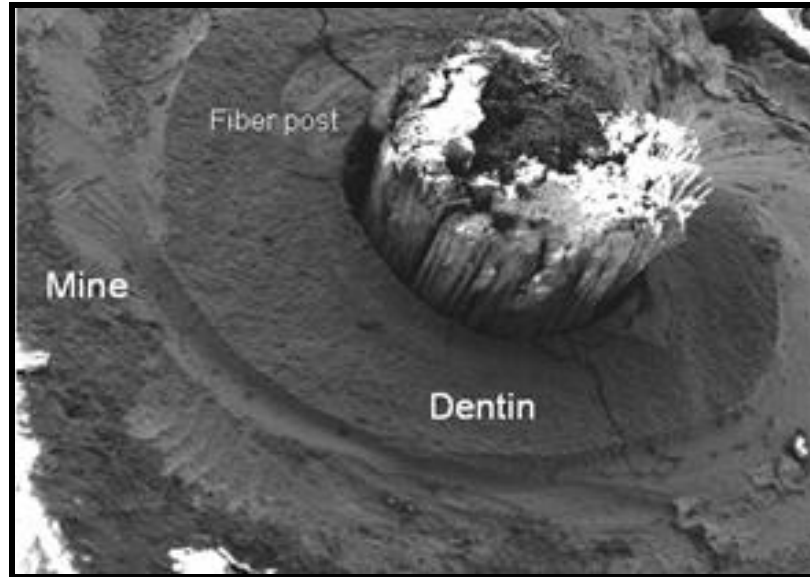
Resim 38. Grup 5 (10 mm uzunluğunda zirkonya post ve zirkonya kor)'deki örneklerde % 100 oranında servikal marjinin 2 mm altından kırılma gözlendi.



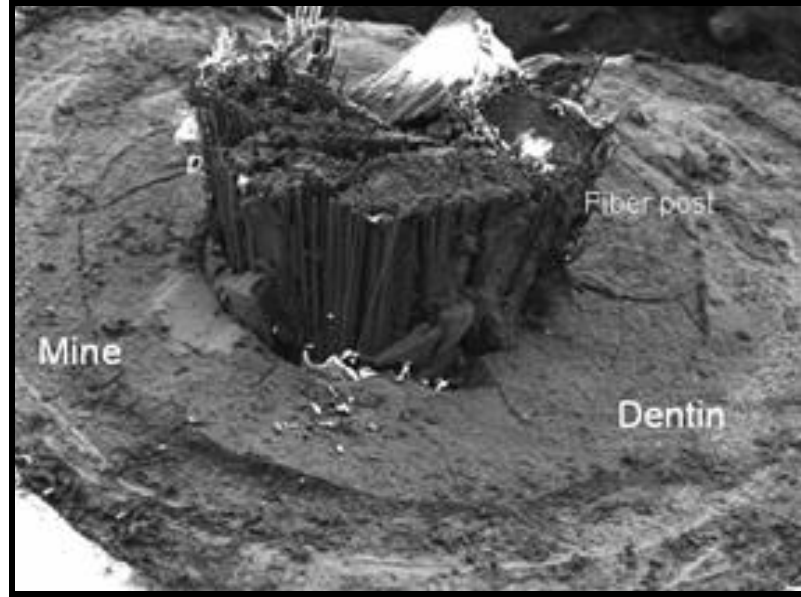
Resim 39. Grup 9 (15 mm uzunluğunda zirkonya post ve kompozit rezin kor materyali)'daki örneklerde % 40 oranında servikal marjinin 2 mm üzerinden kırılma gözlendi.



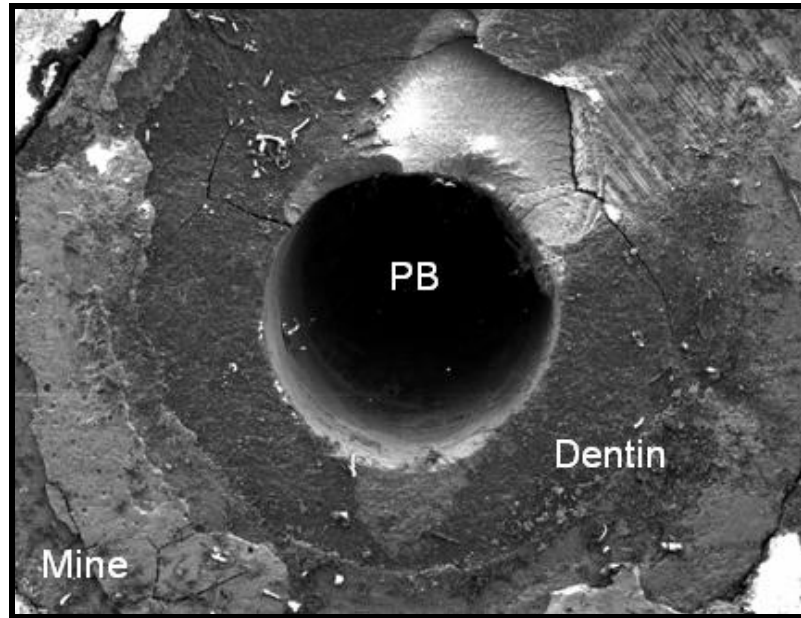
Resim 40. Grup 1’de görülen postun kanaldan tamamen uzaklaştığı kırık tipinin SEM görüntüsü (PB: Post Boşluğu) (x300 büyütme).



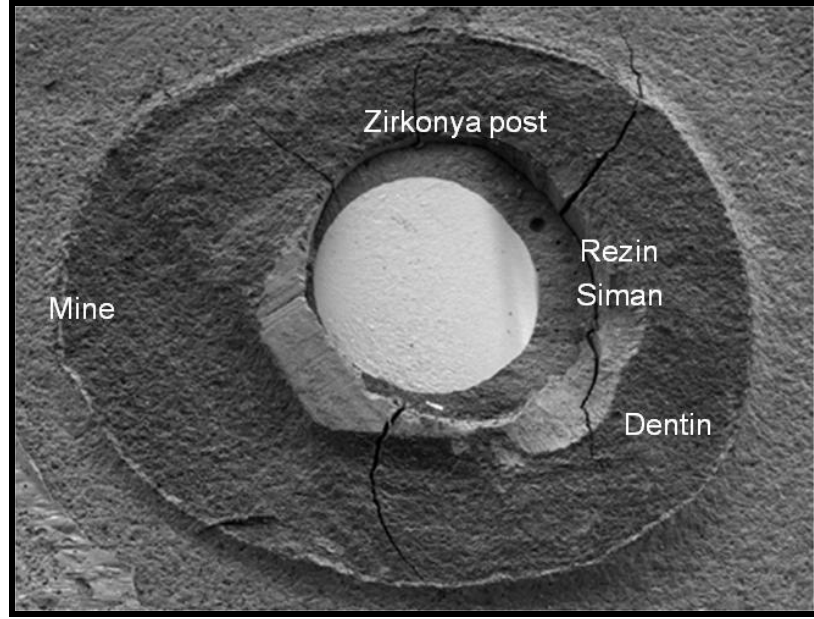
Resim 41. Grup 2’de görülen postun servikal marjinin 2 mm üzerinden kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).



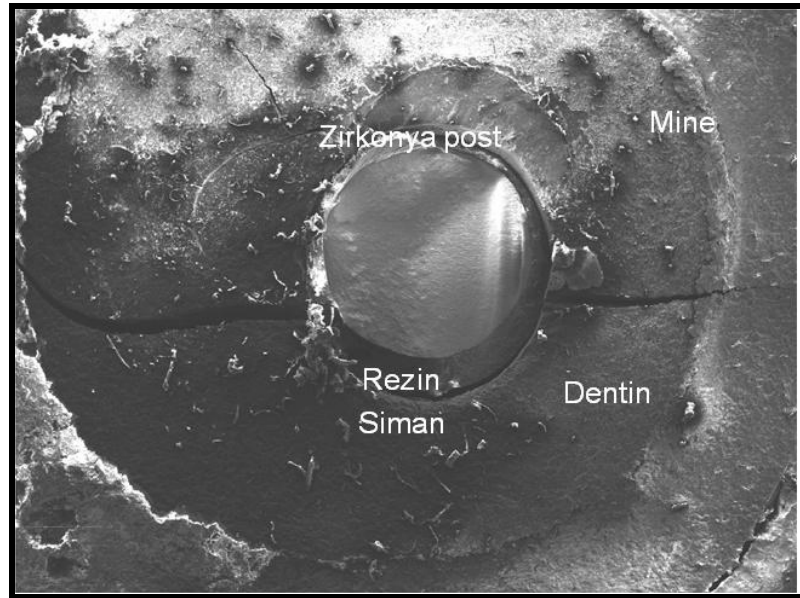
Resim 42. Grup 2’de görülen postun servikal marjinin 2 mm üzerinden kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).



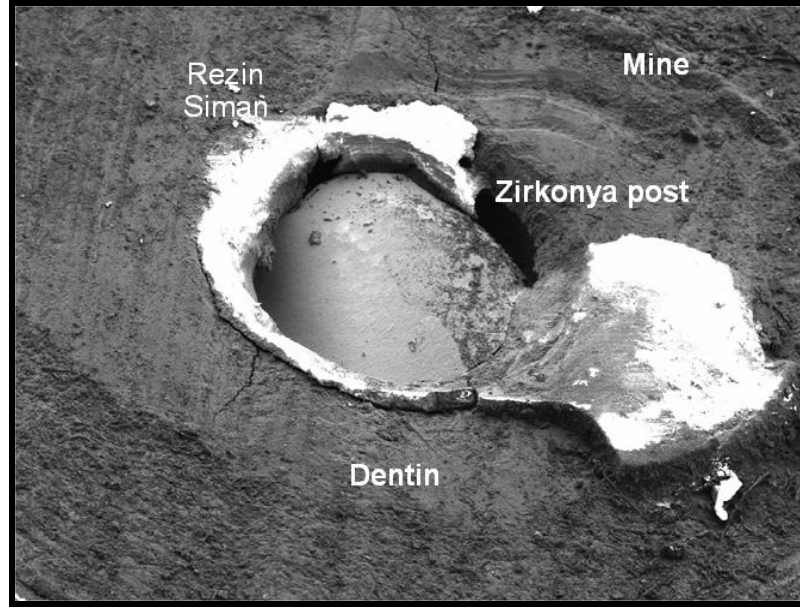
Resim 43. Grup 7’de görülen postun kanaldan tamamen uzaklaştığı kırık tipinin SEM görüntüsü (PB: Post Boşluğu) (x300 büyütme).



Resim 44. Grup 3'de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).



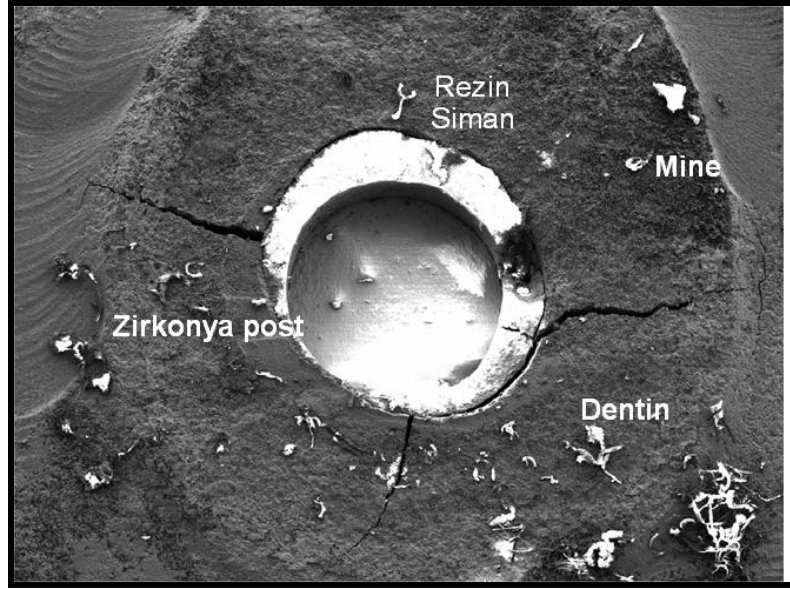
Resim 45. Grup 4'de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).



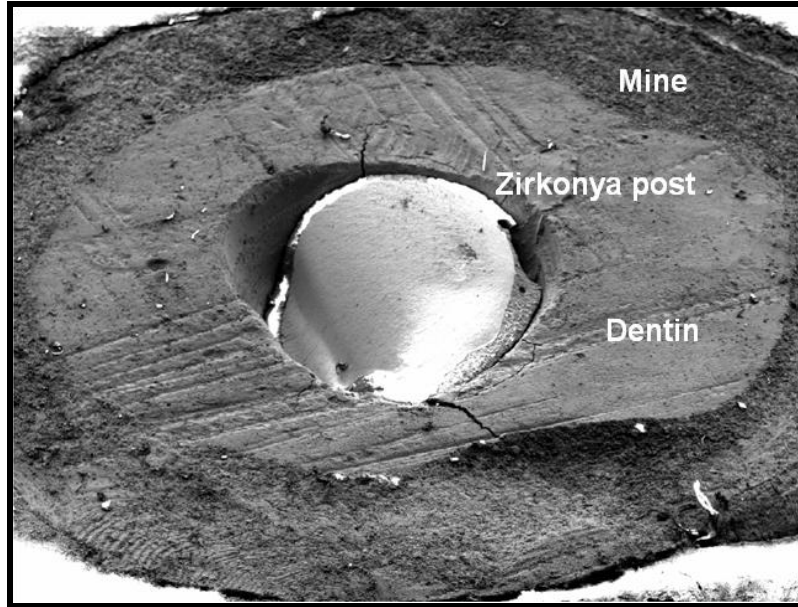
Resim 46. Grup 5’de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).



Resim 47. Grup 8’de görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).



Resim 48. Grup 9'da görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).



Resim 49. Grup 10'da görülen postun servikal marjinin 2 mm altından kırıldığı kırık tipinin SEM görüntüsü (x300 büyütme).

5. TARTIŞMA

Endodontik tedavi dişlerin restorasyonu biyomekanik başarısızlığa yatkın olmaları nedeniyle önem taşımaktadır^{24,155}. Bu dişler, kök kanal sisteminin enstrümantasyonu sırasında oluşan madde kayıpları nedeniyle zayıflamış kron desteğine sahiptirler ve çoğu zaman kronun restorasyonu gerekebilmektedir. Yapılan restorasyonlar, oral kaviteden periapikal dokulara olan mikrosızıntıyı önlemeli ve fiziksel, mekanik ve kimyasal kuvvetlere karşı koyabilmelidir^{156,157}.

Post-kor sistemleri farklı rijiditelere sahip unsurlar içermektedirler. Daha rijit yapılar, değişime uğramadan kuvvetlere direnme kabiliyetine sahip olduğundan stresin daha az rijit olan yapıya iletilmesi beklenir. Bu nedenle, dentin ve post materyalinin elastisite modüllerinin arasındaki farklılık, kök yapılarına iletilen stresin kaynağı olabilmektedir. Son zamanlarda dişhekimlerinin tercihi, rijit materyallerden dentine benzeyen materyallere doğru değişmiştir. Günümüzde fiber postlar, kompozit sistemler ve seramik postlar gibi materyaller kullanılmaktadır^{8,58,69,98,101,158}.

Döküm postların servikal bölgede renk değiştirmesi söz konusu olabilmektedir. Bu estetik problemi çözmek için dişin doğal rengine uygun fiber veya zirkonya postlar önerilmektedir^{58,159}. Buna ilaveten, bu materyaller dişlerin en az madde kaybıyla restorasyonuna olanak sağlar. Transludent cam fiber postlar, ışık geçirgenliği sebebiyle ışıkla ve dual polimerize rezin simanlarla simante edilebilirler¹⁶⁰. Dentine yakın elastisite özelliği nedeniyle fiber postlar, stres konsantrasyonunu azaltır ve böylece

kök kırıklarının oluşma ihtimalini azaltmaktadır^{49,78,97,161,162}. Bunun nedeni, oklüzal kuvvetlerin kök boyunca orantılı dağılımıdır⁸¹.

Yapılan çalışmalarda, kullanılan post-kor sisteminin restorasyonların kırılma dayanımını doğrudan etkilediği belirtilmiştir^{163,164,165}. Bu amaçla metalik postlar, fiber postlar ve zirkonya postlar sıklıkla kullanılmaktadır^{157,166}. Beck ve arkadaşları¹⁶⁷, çalışmalarında prefabrike zirkonya post, fiber post ve tek parça zirkonya postların kırılma dayanımlarını karşılaştırmışlardır. Mortazavi ve arkadaşları¹⁶⁵, zirkonya ve fiber postların kırılma dayanımlarını incelemişlerdir. Biz de çalışmamızda post materyalinin kırılma dayanımına etkisini, zirkonya ve fiber postları karşılaştırarak değerlendirdik.

Fiber postların en önemli avantajları, dentine yakın elastisite modülüsüne (20 GPa) sahip olmalarıdır. Bu nedenle, dentine benzer özellikte stres paterni oluşturular. Kök kırıklarına neden olmadan yüksek başarı oranları göstermektedirler⁸¹. Zirkonya postların ise yüksek sertliğe ve dayanıma sahip oldukları ve plastik davranış göstermedikleri bildirilmiştir⁶⁵. Bizim çalışmamızda kullanılan zirkonya postlar, yarı sinterize White peaks (Wesel, Germany) bloklardan prepare edilmiş ve kök kanallarına uygun olarak hazırlanmıştır. Fiber postlar ise, üretici firmanın önerdiği şekilde rezinle muamele edildi. Kök kanalına yerleştirildikten sonra, kanaldan çıkartılıp polimerize edilerek tekrar kanala yerleştirilip polimerizasyonu tamamlanmıştır.

Literatürde artan post uzunluğunun kırılma dayanımı üzerine etkisini değerlendiren çalışmalar mevcuttur^{168,169}. Chuang ve

arkadaşları¹⁶⁸, post uzunluğunun kırılma dayanımına etkilerini inceledikleri çalışmalarında, 5 mm uzunluğundaki fiber postların kırılma dayanımlarının, 10 mm uzunluğundaki fiber postlara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Giovani ve arkadaşları¹⁶⁹ ise, farklı uzunluklarda metal ve fiber postları karşılaştırdıkları çalışmalarında, istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlememişlerdir. Bu nedenle, biz de çalışmamızda post uzunluğunun kırılma dayanımı üzerine etkisini değerlendirdik.

İdeal olarak post uzunluğunun, kök uzunluğunun 2/3'ü ya da en azından klinik kron boyuna eşit olması önerilmiştir^{27,170}. Ayrıca post yuvası hazırlarken, kök kanalının apikal bölgesinde en az 4-5 mm gutta perka bulunmasının restorasyonun retansiyonunu arttırdığına inanılmaktadır^{20,24}. Bu nedenle, çalışmamızda kullanılan dişlerin kök boyları ile orantılı uzunlukta postlar kullanılmıştır. Bunlara ilaveten yapılan çalışmalarda; post çapının, postun kırılma dayanımı ve retansiyonunu etkilediği gösterilmiştir¹⁷¹⁻¹⁷³. Benzer boyuttaki dişlerin kanal boyutlarının ve böylece post çaplarının da benzer olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, çalışmamızda benzer boyutlarda (meziodistal: 7.12 ± 0.22 mm, bukkolingual: 5.9 ± 0.17 mm) dişlerin kullanımı tercih edilmiştir.

Kompozit rezin kor ile restore edilen doğal dişlere yerleştirilmiş zirkonya postların kırılma dayanımı 300N ile 700N arasında değişmektedir¹⁷⁴. Fakat seramik kor kullanıldığında bu değer 800 ile 1500N arasında değişmektedir^{149,175-177}. Çalışmalar, kompozit rezin korlar yerine, seramik korların kullanımının kırılma dayanımını arttırdığını bildirmektedir¹⁷⁸. Çalışmamızda da kompozit rezin restoratif, kompozit rezin kor ve tek parça zirkonya post-kor karşılaştırılmıştır.

Marchan ve arkadaşları¹⁷⁹,nın, farklı simanlar kullanarak zirkonya postların retansiyonlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, örneklerin polimetilmetakrilat rezin içerisine gömülmesinde standardizasyonun sağlanması amacı ile paralelometre kullanılmıştır. Valle ve arkadaşları¹⁸⁰ da üç farklı uzunluktaki prefabrike postun kırılma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında; standardizasyonun sağlanması için paralelometre kullanmıştır. Bu nedenle, çalışmamızda uygulanan kuvvetin örnekler standart bir şekilde gelmesini ve standardizasyonu sağlamak amacıyla örnekler, paralelometre kullanılarak akrilik rezin içerisine gömülmüştür.

Chuang ve arkadaşları¹⁶⁸, post uzunluğunun kırılma dayanımına etkilerini inceledikleri çalışmalarında, standart kor yapılarının hazırlanması için şeffaf materyalden yapılmış kalıplar kullanılmıştır. Purton ve arkadaşları¹⁵⁸ da karbon fiber ve paslanmaz çelik postların sertliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, benzer yöntemden yararlanmışlardır. Bizim çalışmamızda da standart kor yapılarının hazırlanması için şeffaf materyalden yapılmış kalıplar hazırlandı. Tabakalama yöntemi ile standart kor yapıları elde edildi.

Çalışmamızda, standardizasyonun sağlanması amacı ile tüm örnekler tam metal kronlar ile restore edilmiştir. Bununla birlikte, ferrulenin etkisi incelenmemiştir. Final restorasyonda ferrulenin etkisine bakılmaksızın (kronun ferrule ile güçlendirilmesi de dahil olmak üzere), sadece post boyu, materyali ve kor materyalinin etkisinin incelenmesi mümkündür¹⁸¹. Eraslan ve arkadaşları¹⁸²,nın yaptığı bir çalışmada, farklı uzunluklardaki ferrulenin post-kor sisteminin kuvvet dağılımına etkisini değerlendirmişler ve zirkonya postlarda yüksek stres değerleri

gözlemişlerdir. Sherfudhin ve arkadaşları¹⁸³ ise, yapmış oldukları çalışmalarında, ferrule yüksekliğinin kırılma dayanımını anlamlı şekilde etkilemediğini belirtmişlerdir. Bu sonuç, geçmiş çalışmalarla örtüşmektedir¹⁸⁴⁻¹⁸⁶.

Literatürde, doğal dişlere rezin simanla yapıştırılan postların, geleneksel simanla yapıştırılan postlara göre daha yüksek retantif dayanım gösterdiği bildirilmiştir^{179,187}. Yüksek yapışma dayanımı; rezin simanların, diş yapılarına kimyasal ve mekanik retansiyonundan kaynaklanan bir durumdur^{187,188}. Çalışmamızda, tüm post sistemlerinin yapıştırılmasında dual olarak polimerize olan kendinden adeziv rezin siman kullanılmıştır.

Zirkonya postlara uygulanan yüzey işlemleri rezin simanların adezyonunda önemli bir faktördür¹⁸⁹. Çalışmamızda da yüksek yapışma özelliği olduğu bilinen kendinden adeziv rezin simanlar, postun yapıştırılmasında kullanılmıştır. Postun simanla olan bağlantısında zirkonya postlara, Al₂O₃ ile kumlama işlemi uygulanmıştır. Fiber postlar ise üretici firmanın önerdiği şekilde rezin ile muamele edildikten sonra simante edilmiştir.

Üst santral dişlerin kırılma dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılan test cihazına, dişler uzun aksla 45° açı yapacak şekilde yerleştirilerek yükleme yapılmaktadır. Bu açı, üst anterior dişlerin sınıf 1 oklüzyon kontakt ve yükleme özelliklerini yansıtmaktadır¹⁹⁰. Bu yükleme şekli, daha önce üst santral dişlerin kırılma dayanımlarını değerlendiren çalışmalarda kullanılan yöntemden uyarlanmıştır^{151,190,191}. Bu nedenle, çalışmamızda benzer yükleme açısı kullanılarak örneklerin

kırılma dayanımı değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca yükleme kuvvetinin doğru açıda uygulanabilmesi için, yapılan kron restorasyonların insizal kenarının 2 mm altına, yönlendirici çentik hazırlanmıştır.

Literatürde kırılma dayanımları niversal test cihazları kullanarak değerlendirilmiştir^{27,174,192-194}. Üniversal test cihazı, post-kor restorasyonlarının kırılma dayanımlarını belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılan test cihazıdır^{25,27,174,192-194}. Buna rağmen, bu cihazlar çiğneme sırasında oluşan oblik, burulma ve lateral makaslama kuvvetlerini taklit etmezler. Test işlemi sırasında kron üzerinde sadece küçük bir alana sabit bir aı ile artan kuvvetler uygulanmaktadır. Oysa çiğneme kuvvetleri çok yönlüdür ve geniş alanlara dağılım gösterir. Çalışmamızda, kırılma dayanımının test edildiği diğer çalışmalara benzer şekilde niversal test cihazından yararlanılmıştır.

Kullanılan post sisteminin biyomekanik özelliklerinin, doğal dişe yakın olması gerekmektedir¹⁰. Post uzunluğu, post çapı ve post tasarımının biyomekanik stres dağılımında etkili olduğu göz önünde bulundurulmalıdır^{25,26,64,158}. Bu amaçla, post uzunluğunun, post materyalinin ve kor materyalinin değerlendirildiği birçok çalışma yapılmıştır^{157,166,168}. Bununla birlikte literatürde, tek parça zirkonya post-korların, kompozit rezin kora sahip zirkonya postlar ve fiber postlar ile karşılaştırıldığı ve korların kırılma üzerine etkileri konusunda yeterli çalışma mevcut değildir. Bu nedenle çalışmamızda, iki farklı uzunluktaki iki farklı post sistemi üzerine yerleştirilen üç farklı kor restorasyonunun, dişlerin kırılma dayanımı üzerine etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Rotunno ve arkadaşları¹⁶⁶'nın karbon fiber ve zirkonya postların kırılma dayanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında, zirkonya postların daha yüksek dayanım gösterdikleri ve artan post uzunluğunun post dayanımını da arttırdığı bildirilmiştir. Mortazavi ve arkadaşları¹⁶⁵ estetik post sistemlerinin post-kor restorasyonlarına etkisini araştırdıkları çalışmalarında benzer sonuçlar bulmuşlardır. Yapılan çalışmalarda, restorasyonun direncinin materyal tipiyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Beck ve arkadaşları¹⁶⁷ fiber postların kırılma dayanımını, kopya freze tekniğiyle üretilen zirkonya postlarla karşılaştırdıkları çalışmalarında, zirkonya postların kırılma dayanımını daha yüksek bulmuşlardır. Çalışmamızda da, zirkonya postların cam fiber postlara göre daha yüksek kırılma dayanımı gösterdiği belirlenmiştir.

Toksavul ve arkadaşları⁸⁷'nin farklı post-kor sistemlerinin dişlerin kırılma dayanımları üzerine etkisini karşılaştırdıkları çalışmada, kompozit rezin kor ile restore edilen zirkonya postların daha yüksek kırılma dayanımına sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda da, 10 mm uzunluktaki zirkonya postlar için kor materyallerine göre kırılma dayanımları azalan şekilde kompozit rezin kor, kompozit rezin restoratif ve tek parça zirkonya post-kor belirlenmiştir. Buna ilaveten, 15 mm'lik postlar içerisinde, tek parça zirkonya post-kor, kompozit rezin kor ve kompozit rezin restoratife göre daha yüksek kırılma dayanımı göstermiştir.

Jindal ve arkadaşları¹⁵⁷ farklı uzunluklardaki cam fiber ve polietilen fiber postların kırılma dayanımını inceledikleri çalışmalarında, 5 ve 10 mm uzunluğunda postlar kullanmışlardır. Bu çalışmada; en yüksek kırılma dayanımını, 10 mm uzunluktaki cam fiber postlar göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçlarından farklı olarak, çalışmamızda, 15 mm'lik fiber

postlar 10 mm'lik fiber postlardan daha yüksek kırılma dayanımı göstermiştir. Aynı çalışmada, kullandıkları konik post tipinin aksine, çalışmamızda paralel postlar kullanılmıştır. Kırılma dayanımındaki bu farklılığın, post şeklinden kaynaklandığı düşünülebilir. Post uzunluğunun, kırılma dayanımını arttırdığı görülmüştür. Çalışmamızda, artan post uzunluğunun tek parça zirkonya post-kor sistemleri dışındaki gruplarda, kırılma dayanımında anlamlı bir fark yaratmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, Hatta ve arkadaşlarının¹⁹⁵ yaptığı çalışmayla uyumluluk göstermektedir. Bunlara ilaveten, fiber postların kırılma dayanımlarının farklı post uzunluklarına bağlı olarak değişmediğini, post uzunluğunun aksine, post kalınlığının kırılma dayanımını etkilediğini belirtmişlerdir.

Birçok çalışmada zirkonya postların diğer post türlerine göre (titanyum, altın döküm, seramik veya fiber postlar) daha yüksek kırılma dayanımına sahip olduğu bildirilmiştir^{107,196-198}. Stewardson ve arkadaşları¹⁹⁹ ise farklı elastisite modülüne sahip cam fiber, karbon fiber, paslanmaz çelik postların kırılma dayanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında, fiber postlar arasında herhangi bir fark bulamazken; paslanmaz çelik postların kırılma dayanımlarının anlamlı şekilde yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Beck ve arkadaşlarının¹⁶⁷, fiber post ve kopya freze tekniği ile hazırlanan, zirkonya postların kırılma dayanımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında ise, fiber post için 123.10 ± 19.38 N, kopya freze tekniği ile hazırlanan zirkonya postlar için ise 139.30 ± 27 N kırılma dayanımı değeri bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise kompozit rezin kora sahip 10 mm uzunluğunda zirkonya postlarda, en yüksek kırılma dayanımı direnci gözlemlendi (197.2 ± 35.8 N).

Post-kor sisteminin ana fonksiyonu, restorasyonun retansiyonunu sağlamak ve kuvvetleri dişin uzun eksenine boyunca dağıtmaktır²⁰⁰. Materyal özelliğinin, postun stres dağılımını etkilediği gösterilmiştir²⁰¹. Bu nedenle postun elastisite modülünün dentine yakın olması tercih edilmektedir. Çünkü post sistemine stres uygulandığında, çok rijit bir post elastik deformasyon göstermez ve kök kırıkları meydana gelir²⁰¹. Fiber postlarda ise, dentine yakın elastisite modülü nedeniyle, kök kırıkları daha az görülmekte ve başarısızlık oranı düşmektedir³¹. Makade ve arkadaşları²⁰¹, üç farklı post materyalini değerlendirildikleri çalışmalarında, cam fiber postların kırılma dirençlerinin paslanmaz çelik postlara yakın olduğunu ve cam fiberlerde oluşan kırıkların restore edilebilir olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, cam fiber postlarda oluşan kırık tipinin çoğunlukla kanaldan uzaklaşma şeklinde olduğu belirlenmiştir (%97.5). Bu kırık tipinde, kalan dokuların restorasyonu daha kolay olmaktadır. Çalışmanın sonuçları, fiber post kırıklarının restore edilebilir olması yönünden Sirimai⁶⁶ ve Sidoli²⁰²'nin çalışmaları ile uyumludur.

Çalışmamızda bir post dışında, bütün fiber postlarda kanaldan uzaklaşma görülmüştür. Zirkonya postlarda görülen başarısızlıkların çoğu, yıkıcı tiptedir ve servikal marjinin 2 mm altından kırılmıştır. Diğer bir deyişle, zirkonya postlarda adezyon başarısızlığına bağlı kırık görülmemiştir. Çalışmamızda, zirkonya postların dentin ve kor materyaline bağlanma dayanımının endodontik tedavili dişlerin kırılma dayanımından yüksek olduğu düşünülmektedir. Bağlantıdan kaynaklanan başarısızlıklar, klinik olarak daha kolay tolere edilebilir olmaktadır. Kanaldan uzaklaşan post, yeni bir postla değiştirilebilir, fakat kırılan bir postun kanaldan tamamen uzaklaştırılması daha zordur. Daha önceki çalışmalarda, restorasyonlu dişlerde servikal bölgede stres birikimi olduğu

bildirilmiştir^{169,182,203}. Kökte kırık meydana geldiğinde; postun kanaldan çıkarılması sırasında kök perforasyonu meydana gelebilmektedir veya uzaklaştırma sırasında kökten fazla madde kaldırılabilir²⁰⁴. Akkayan ve arkadaşlarının⁹² yaptıkları çalışmanın sonucunda fiberle güçlendirilmiş kompozit postlarla restore edilen dişlerde, genellikle tamir edilebilir kırıklar görülürken, zirkonya postlarla tedavi edilen dişlerde görülen kırıkların, genellikle restore edilemeyecek şekilde olduğu görülmüştür. Diğer bir çalışmada ise, fiber postlarla restore edilen dişlerde daha az sayıda (% 20-40) restore edilemeyecek şekilde kırık tipi görülürken, zirkonya postlar kullanıldığında bu oranın daha fazla (% 70) olduğu, titanyum postlarda ise (% 100) tamamının restore edilemeyecek şekilde olduğu belirlenmiştir³¹. Zirkonya postlarla tedavi edilen dişlerdeki stres dağılımı, sonlu elemanlar stres analizi çalışmalarıyla incelenmiştir^{182,205}. Yapılan çalışmalarda, zirkonya postların etrafındaki stres değerlerinin, fiber postlara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ve bu farklılığın, zirkonya postların yüksek elastisite modülünden kaynaklandığı vurgulanmıştır^{182,205}.

Post ve kor iki ayrı parça halinde olduğunda, postun fonksiyonel yükler altında esnemesi, post-kor sisteminin birbirinden ayrılmasına ve postun kalıcı deformasyonuna neden olur²⁰⁶. Çalışmamızın sonuçlarına göre; post uzunluğu ve post materyali arasında kırılma dayanımı yönünden anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p = 0.015$). Chuang arkadaşları¹⁶⁸ ise, ferrule ile tedavi edilen post-kor restorasyonlarında post sistemi ve post uzunluğu arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Çalışmamızda, post kanal preparasyonu, post tipinde ve kor materyalinin yapımında standardizasyon sağlamak amaçlanmıştır, ancak ferrule etkisi oluşturulmamıştır. Çalışmalar arasındaki bu fark; ferrulenin kırılma dayanımını üzerine etkisinden kaynaklanabilir.

Çalışmamızda, zirkonya postlarda, streslerin servikal bölgede oluştuğu belirlenmiştir. Bu durum, zirkonya post ve korun birleşim açısına bağlanabilir. Diğer bir neden, zirkonya postun elastisite modülünün yüksek olması ve buna bağlı olarak köke iletilen kuvvet konsantrasyonunun daha fazla olması gösterilebilir.

Kırılma dayanımı testleri, post materyallerinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Uzun dönem başarının değerlendirilmesi ve postların mekanik başarısının anlaşılması amacıyla, klinik çalışmalar yapılmalıdır. Bunun yanında, örneklerin ısısal döngü ve mekanik yüklenme testleri sonrasında değerlendirildiği çalışmaların, postların klinik başarısını öngörmede yol gösterici olabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

Farklı post ve kor materyalleri ile restore edilen ve kendinden adezivli rezin siman ile simante edilen dişlerin kırılma dayanımlarının değerlendirildiği bu in vitro çalışmada, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- 1- Tek parça zirkonya post-korlar ve kompozit rezin kor ile restore edilen zirkonya postlar, yüksek kırılma dayanımı değerleri sergilemiştir.
- 2- Restore edilebilir kırık tipinin, fiber postla restore edilen gruplarda zirkonya post ile restore edilen gruplardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.
- 3- Post uzunluğunun, sadece tek parça zirkonya post-korlarda, anlamlı derecede kırılma dayanımını arttırdığı belirlenmiştir.
- 4- Zirkonya postların kırılma dayanımı değerlerinin, fiber postlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

7. ÖZET

Farklı post ve kor materyalleri ile restore edilen dişlerin kırılma dayanımlarının değerlendirilmesi.

Bu çalışmanın amacı, farklı kor materyalleri ve post uzunluklarının farklı postların (fiber ve zirkonya post) kırılma dayanımları üzerine etkisini değerlendirmektir.

Çalışmada benzer boyut ve formlarda yeni çekilmiş 100 adet maksiller santral diş kullanıldı ve dişler kullanılan post materyali, post uzunluğu ve kor materyallerine göre 10 gruba ayrıldı: 10-15 mm fiber post ile kompozit rezin kor, 10-15 mm fiber post ile rezin kor, 10-15 mm zirkonya post ile kompozit rezin kor, 10-15 mm zirkonya post ile rezin kor, 10-15 mm zirkonya post ve kor. Postlar, kendiliğinden adeziv siman ile 20 s ışınlanarak simante edildi. Her örnek için metal kron hazırlandı ve simantasyondan sonra yükleme yapıldı. Veriler, üç-yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey HSD post-hoc testi kullanılarak analiz edildi.

Post materyalinin köklerin kırılma dayanımını post materyalinin anlamlı olarak etkilediği, ancak post uzunluğu ve kor materyalinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilemediği görüldü.

Sonuç olarak, zirkonya ya da rezin bazlı korlara sahip uzun zirkonya postların, rezin kora sahip fiber postlara alternatif bir tedavi seçeneği olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Fiber post, kırılma dayanımı, post uzunluğu, rezin kor, zirkonya post.

8. SUMMARY

Evaluation of fracture strength of tooth restored with different post and core materials.

The aim of this study was to evaluate the effect of different core materials and post lengths on the fracture strength of different posts (fiber and zirconia posts).

In this study, hundred freshly extracted human maxillary central incisor teeth of similar size and shape were divided into 10 groups according to the post material, post length and core material. Following root canal treatment these restorative procedures were performed: 10-15 mm fiber post with composite resin core, 10-15 mm fiber post with resin core, 10-15 mm zirconia post with composite resin core, 10-15 mm zirconia post with resin core, 10-15 mm zirconia post and core. The posts were cemented with a self-adhesive luting agent and light-cured for 20 s using a halogen light curing unit. Metal crowns were made for each specimen, cemented and loaded to failure. The data were analyzed using three-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey HSD post-hoc tests.

Fracture strength of roots was statistically significant affected by the type of post material ($p < 0.05$), but not by the length of post and core materials used.

As a result; longer zirconia posts with zirconia or resin cores can be recommended as alternative treatments to fiber posts with resin cores.

Key words: fiber post, fracture strength, post length, resin core, zirconia post.

9. KAYNAKLAR

- 1- Alaçam T, Nalbant L, Alaçam A. İleri Restorasyon Teknikleri. Ankara: Polat Yayınları; 1998. s. 1-7, 50, 57, 60, 61, 66, 74-130, 176, 199-209.
- 2- Bayırlı G. Endodontik Tedavi I. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basım Evi; 1998. s. 1-15.
- 3- Bateman G, Ricketts DNJ, Saunders WP. Fibre – based post systems: A review. Br Dent J 2003; 195: 43–48.
- 4- Zaimoğlu A, Can G. Sabit Protezler. Ankara: Ankara Ü Diş Hek Fak Yayınları; 2004. s. 183-200.
- 5- Qualtrough AJE, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a Review. Oper Dent 2003; 28: 86-91.
- 6- Smith CT, Schuman NJ, Wasson W. Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: a guide for the restorative dentist. Quintessence Int 1998; 29: 305-312.
- 7- Malone WF, Koth DL. Tylman's theory and practice of fixed prosthodontics (8th ed). Tokyo: Ishiyaku-EuroAmerica; 1989.
- 8- Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. J Prosthet Dent 1999; 82: 643-657.
- 9- Faria e Silva AL, Arias VG, Soares LE, Martin AA, Martins LR. Influence of fiber-post translucency on the degree of

conversion of a dual-cured resin cement. J Endod 2007; 33: 303-305.

10- Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. J Prosthet Dent 2003; 90: 556-562.

11- Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores: a review. Quintessence Int 2005; 36: 737-746.

12- Isidor F, Brondum K. Intermittent loading of teeth with tapered, individually cast or prefabricated, paralel-sided posts. Int J Prosthodont 1992; 5: 257-261.

13- Çuhadaroglu Mİ. Kron-köprü protezi, İstanbul: 1983; Bölüm 16, 3. Baskı.

14- Shillingburg HT, Kessler JC. Restoration of the endodontically treated teeth. Quintessence Publish. Co. Inc., Chicago. 1982.

15- Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. J Endod 2004; 30: 289-301.

16- Colman HL. Restoration of endodontically treated teeth. Dent Clin North Am 1979; 23: 647-662.

17- Martinez-Insua A, Da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teetj restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. J Prosthet Dent 1998; 80: 527-533.

- 18- Sorensen, J.A., Engelman, M.J. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent. 1990; 63: 529-536.
- 19- Kaplowitz GJ. Evaluation of gutta-percha solvents. J Endod 1990; 16: 539-540.
- 20- Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. Retention of endodontic dowels; effects of cement, dowel length, diameter and design. J Prosthet Dent 1978; 39: 400-405.
- 21- Burke FJ, Shaglouf AG, Combe EC, Wilson NH. Fracture resistance of five retained core build up materials on teeth with and without extracoronal preparation. Oper Dent. 2000; 25: 388-394.
- 22- Ingle JI. Endodontics (5th ed). BC Decker Inc. Hamilton. London. 2002; Chapter 19: 913-950.
- 23- Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: A literature review. J Prosthet Dent 1999; 81: 380-385.
- 24- Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. J Prosthet Dent 1984; 52: 28-35.
- 25- Fernandes AS, Dessai GS. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: A Review. Int J Prosthodont. 2001; 14: 355-363.
- 26- Nissan J, Dmitry Y, Assif D. The use of reinforced composite resin cement as compensation for reduced post length. J Prosthet Dent 2001; 86: 304-308.

- 27- Holmes DC, Diaz-Arnold AM, Leary JM. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. J Prosthet Dent. 1996; 75: 140-147.
- 28- Harty FJ, Leggett LJ. A post crown technique using a nickelcobalt- chromium post. Br Dent J 1972; 132: 394-399.
- 29- Abou-Rass M. Post and core restoration of endodontically treated teeth. Curr Opin Dent. 1992; 2: 99-107.
- 30- Weine FS. Endodontic Therapy, 5th ed. Mosby –Year Book. St. Louis: Mosby; 1996. p. 756.
- 31- Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. J Prosthet Dent 2002; 87: 431-437.
- 32- Mattison GD. Photoelastic stress analysis of cast-gold endodontic posts. J Prosthet Dent 1982; 48: 407-415.
- 33- Petiette MT, Phillips C, Trope M. Effect of endodontic instrument taper on post retention. J Endod 2003; 29: 65-68.
- 34- Boone KJ, Murchison DF, Schindler WG, Walker WA. Post retention: The effect of sequence of post space preparation, cementation time and different sealers. J Endod 2001; 27: 768-771.
- 35- Standlee JP, Caputo AA, Holcomb J, Trabert KC. The retentive and stress distributing properties of a threaded endodontic dowel. J Prosthet Dent 1980; 44: 398-404.

- 36- Trabert KC, Caputo AA, Abou-Rass M. Tooth fracture a comparison of endodontic and restorative treatments. J Endod 1978; 4: 341-345.
- 37- Yavuzylmaz H. Metal destekli estetik (veneer-kaplama) kronlar. Ankara: Gazi Üniversitesi İletişim Fakültesi Basımevi; 1996.
- 38- Rossensteil SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 2nd ed. St. Louis: Mosby Year Book Inc; 1995. p. 238-268
- 39- Yaman SD, Alaçam T, Yaman Y. Çelik ve titanyum post uygulanmış üst ön keser diste oluşan gerilme dağılımının üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemiyle incelenmesi. GÜ Dishek Fak Derg 1996; XIII: 41–45.
- 40- Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics: Philedelphia. W.B. Saunders Co; 1989.
- 41- Akkayan B, Caniklioglu MB. Farklı post tiplerinin kök kırıklarına etkileri ve post seçim kriterleri. Hacettepe Ü Dishek Derg 1997; 21: 75-84.
- 42- Burns DA, Krause WR, Douglas HB, Burns DR. Stress distrubition surrounding endodontic posts. J Prosthet Dent 1990; 64: 412-418.
- 43- Felton DA, Webb EL, Kanoy BE, Dugoni J. Threaded endodontic dowels: effect of post design on incidence of root fracture. J Prosthet Dent 1991; 65: 179-187.

- 44- Standlee JP, Caputo AA. The retentive and stress distrubiting properties of split threaded endodontic dowels. J Prosthet Dent 1992; 68: 436-442.
- 45- Ross RS, Nicholls JI, Harrington GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic posts. J Endod.1991; 17: 450-456.
- 46- Stewardson AD. Non-metal post systems. Dent Update 2001; 28: 326-336.
- 47- Trabert KC, Cooney JP. The endodontically treated tooth. Restorative concepts and techniques. Dent Clin North Am 1984; 28: 923-951.
- 48- Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. J Prosthet Dent 1993; 70: 11-6.
- 49- Bergman B, Lundquist P, Sjögren U, Sundquist G. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. J Prosthet Dent. 1989; 61: 10-15.
- 50- Schneider RL. A one-appointment procedure for cast post and core restorations. J Prosthet Dent 1994; 71: 420-422.
- 51- Sivers JE, Johnson WT. Restoration of endodontically treated teeth. Dent Clin North Am 1992; 36: 631-650.
- 52- Raiden G, Costa L, Koss S, Hernandez JL, Acenolaza V. Residuel thickness of root in first maxillary premolars with post space preparation. J Endod 1999; 25: 502-505.

- 53- Caputo AA, Standlee JP. Biomechanics in clinical dentistry. Chicago. Quintessence Publishing Co; 1987: 185-203.
- 54- Kostka E, Roulet JF. Textbook of endodontology 1.st ed. Singapore. Blackwell Publishing Co; 2003: 177-191.
- 55- Zmener O. Adaptation of threaded dowels to dentin. J Prosthet Dent 1980; 43: 53055-5.
- 56- Caputo AA, Hokama SN. Stress and retention properties of a new threaded endodontic post. Quintessence Int 1987; 18: 431-435.
- 57- Akkayan B, Caniklioglu MB. Farklı post tiplerinin kök kırıklarına etkileri ve post seçim kriterleri. Hacettepe Ü Dishek Derg. 1997; 21: 75-84.
- 58- Koutayas SO, Kern M. All-ceramic post and cores: The state of art. Quintessence Int; 1999.
- 59- Kurtz JS, Perdigao J, Geraldeli S, Hodges JS, Bowles WR. Bond strengths of tooth-colored posts. Effect of sealer, dentin adhesive and root region. Am J Dent 2003; 16: 31-36.
- 60- Zalkind M, Hochman N. Direct core build up using preformed crown and fabricated zirconium oxide post. J Prosthet Dent 2003; 19: 226-231.
- 61- Ertaş NÇ, Hersek N, Şahin E. Water sorption and dimensional changes of denture base polymer reinforced with glass fibers in continuous unidirectional and woven form. Int J Prosthodont 2000; 13: 487-493.

- 62- Uzun G, Hersek N, Tinçer T. Effects of five woven fiber reinforcements on the impact and transverse strength of a denture base resin. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 616–620.
- 63- Artopoulou II, O’Keefe KL, Powers JM. Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. *J Prosthodont* 2006; 15: 172-179.
- 64- King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of the pulpless teeth. *J Oral Rehab* 1990; 17: 599-609.
- 65- Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent*. 1999 May; 27: 275-8.
- 66- 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. *J Prosthet Dent*. 1999 Mar; 81: 262-269.
- 67- Perdiago J, Gomes G, Augusto V. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater* 2006; 22: 752-758.
- 68- Mannocci E, Ferrari M, Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. *J Endod* 2001; 27: 758-761.
- 69- Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence Int* 1996; 27: 93-97.

70- Erman G. Fiber ile desteklenmiş kompozit rezin post core restorasyonların, diagonal kuvvetler karşısındaki dayanıklılığının in-vitro incelenmesi. Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Ü Diş Hek Fak; 2001.

71- Behr M, Rosentritt M, Handle G. Flexural properties of fiber reinforced using a vacuum/pressure or a manual adaptation manufacturing process. J Dent 2000; 28: 509-514.

72- Mannocci E, Ferrari M, Watson TF. Intermittent loading of teeth restored using quartz fiber, carbon-quartz fiber and zirconium dioxide ceramic root canal posts. J Adhes Dent 1999; 1: 153-158.

73- Christensen GJ. When to use fillers, build-ups or posts and cores. J Am Dent Assoc 1996; 127: 1397–1398.

74- Bilgin MS, Öztürk AN. Estetik post sistemleri. SÜ Dişhek Fak Der, 2008; 17: 243-245.

75- Pest LB, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: Push-out tests and SEM observations. Dent Mater 2002; 18: 596-602.

76- Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass fiber endodontic posts. J Prosthet Dent 2006; 95: 218-223.

77- Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post core and the final restoration. J Am Dent Assoc 2005; 136: 611-619.

- 78- Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont* 2003; 16: 39-44.
- 79- Monticelli F, Toledona M, Tay FR, Ferrari M. A simple etching technique for improving the retention of fiber posts to resin composites. *J Endod* 2006; 32: 44-47.
- 80- Kakehashi Y, Lüthy H, Naef R, Wohlwend A, Schärer P A. New all-ceramic post and core system: clinical, technical and in vitro results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998; 18: 586-93.
- 81- Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater*. 2004 Jan; 20: 29-36.
- 82- Goldberg AJ, Burstone CJ. The use of continuous fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater* 1992; 8: 197-202.
- 83- Vallittu PK, Ekstrand K. In vitro cytotoxicity of fiber polymethyl methacrylate composite used in dentures. *J Oral Rehab* 1999; 26: 666-671.
- 84- Powell DB, Nicholls JI, Yuodelis RA, Strygler H. A comparison of wire and kevlar reinforced provisional restorations. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 81-89.
- 85- Cohen BI, Pagnillo MK, Newman I, Musikant BL, Deutsch AS. Retention of core material supported by three post head designs. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 624-628.

86- Torbjörner A, Karlson S, Syverud M, Hensten Pettersen A. Carbon fiber reinforced root canal posts. *Eur J Oral Sci* 1996; 104: 605-611.

87- Toksavul S, Toman M, Uyulgan B, Schmage P, Nergiz I. Effect of luting agents and reconstruction techniques on the fracture resistance of prefabricated post systems. *J Oral Rehab* 2005; 32: 433–440.

88- Ergun G, Cekic I, Lassila LV, Vallittu PK. Bonding of lithium-disilicate ceramic to enamel and dentin using orthotropic fiber-reinforced composite at the interface *Acta Odontol Scand*. 2006 Oct; 64: 293-299.

89- Cekic-Nagas I, Sukuroglu E, Canay S. Does the surface treatment affect the bond strength of various fibre-post systems to resin-core materials? *J Dent*. 2011 Feb; 39: 171-179.

90- Kremeier K, Fasen L, Klaiber B, Norbert H. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater* 2008; 24: 660-666.

91- Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 368-378.

92- 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. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 155-162.

- 93- Jagger DC, Harrison R, Jandt KD. The reinforcement of dentures. *J Oral Rehab* 1996; 26: 185-194.
- 94- Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LV. Influence of cement thickness on the bond strength of tooth-colored posts to root dentin after thermal cycling. *Acta Odontol Scand*. 2013 Jan; 71: 175-82.
- 95- Dean JP, Jeansonne BG, Sarkar N. In vitro evaluation of a carbon fiber post. *J Endod* 1998; 24: 807-810.
- 96- Qualtrough AJE, Nicholas P Chandler, David G Purton. A comparison of the retention of tooth colored posts. *Quintessence Int* 2003; 34: 199-201.
- 97- 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. *J Prosthodont* 2001; 10: 26-36.
- 98- Meyenberg KH, Luthy H, Scharer P. Zirconia Posts, A New All-Ceramic Concept for Nonvital Abutment Teeth. *J Esthet Dent* 1995; 7: 73-80.
- 99- Zalkind M, Hochman N. Esthetic Considerations in Restoring Endodontically Treated Teeth With Post and Cores. *J Prosthet Dent* 1998; 79: 702–705.
- 100- Schwarts RS, Robbind CW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. 2004; 30: 289-301.
- 101- Robbins JW. Restoration of the Endodontically Treated Tooth, *Dent Clin North Am* 2002; 46: 367-384.

- 102- Al-Shehri SA, Mohammed H, Wilson CA. Influence of lamination on the flexural strength of a dental castable glass ceramic. *J Prosthet Dent* 1996; 76: 23-28.
- 103- Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent* 1996; 75: 18-32.
- 104- Sevük C, Gür H, Akkayan B. Fabrication of one-piece all ceramic coronal post and laminate veneer restoration: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 565-568.
- 105- Touati B, Nathanson D, Miara P. Aesthetic dentistry and ceramic restorations. London: Dunitz, 1999.
- 106- Xible AA, de Jesus Tavares RR, de Araujo CRP, Bonachela WC. Effect of silica coating and silanization on flexural and composite-resin bond strengths of zirconia posts: An in vitro study. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 224-229.
- 107- Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber and zirconia. *J Adhes Dent* 2003; 5: 153-162.
- 108- Bitter K, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. In vitro evaluation of push-out bond strengths of various luting agents to tooth-colored posts. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 302-310.
- 109- Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P, Reit C. Textbook of Endodontology. 1st. ed Blackwell; 2003.

- 110- Alaçam T. Endodonti. Ankara: Gazi Üniversitesi Basım Yayın Yüksek Okulu Basımevi; 1990.
- 111- Hiltner RS, Kulild JC, Weller RN. Effect of mechanical versus thermal removal of gutta-percha on the quality of the apical seal following post space preparation. J Endod 1992; 18: 451-454.
- 112- Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials, 10. Ed. W.B. Saunders Comp. Philadelphia: Harcourt Brace Jovanovich Inc; 1991.
- 113- Craig RG, Powers JM. Restorative dental materials 11th ed. USA: Mosby; 2002. p. 247.
- 114- O'Brien WJ. Dental materials and their selection. 3rd ed. Chicago: Quintessence Pub. Co; 2002.
- 115- Anusavice KJ, Phillips RW. Phillips science of dental materials. 11th ed. St. Louis, Mo: Saunders; 2003.
- 116- Smith DC. Dental cements. Current status and future prospects. Dent Clin North Am 1983; 27: 763-792.
- 117- Zaimoğlu A, Can G, Ersoy E, Aksu. Dişhekimliğinde Maddeler Bilgisi: Ankara Üniversitesi Basımevi; 1993.
- 118- Hill EE. Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. Dent Clin North Am 2007; 51: 643-658.
- 119- Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. Dent Clin North Am 2007; 51: 453-471.

- 120- McCabe JF, Walls AWG. Applied Dental Materials. 8th ed. USA: Malden; 2000.
- 121- Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. J Oral Rehabil 2002; 29: 257-262.
- 122- Platt AJ. Resin cements: Into the 21th century, Review. Compen Contin Educ Dent 1999; 1173-1176, 1178, 1180-1182.
- 123- Sigemori RM, Reis AF, Giannini M, Paulillo LA. Curing depth of a resin-modified glass ionomer and two resin-based luting agents. Oper Dent 2005; 30: 185-189.
- 124- Smith RT, Shivapuja KP. The evaluation of dual cement resins in orthodontic bonding, Am J Orthod Dentofac Orthop 1993; 103: 448-451.
- 125- Leinfelder KF. Clinical applications of composite resin luting agents, Compend Contin Educ Dent 1998; 1168–1170, 1172, 1174–1175.
- 126- Jeong SM, Ludwig K, Kern M, Investigation of the fracture resistance of three types of zirconia post in all-ceramic post-and-core restorations. Int J Prosthodont. 2002; 15: 154-158.
- 127- Lambert RL, Goldfogel MF, Pin amalgam restoration and pin amalgam foundation. J Prosthet Dent. 1985; 54: 10-12.

- 128- Kovarik RE, Breeding LC, Caughman WF. Fatigue life of three core materials under simulated chewing conditions. J Prosthet Dent. 1992; Oct. 68: 584-590.
- 129- Hysmas MC, Vandervast PG, Mechanical longevity esmination model for post and core restorations. Dent Mater 1995; 11: 252-257.
- 130- Hormati AA, Denehy GE. Microleakage of pin retained amalgam and composite resin bases. J Prosthet Dent 1980; 44: 526-530.
- 131- Bowen RL. Properties of a silica-resin forced polymer for dental restorations. Journal of the American Dental Association 1963; 66: 57-64.
- 132- Bowen RL, Reed LE, Semiporous reinforcing fullers for composite resin. Preparation of provisional glass formulations. J Dent Res 1976; 55: 738-747.
- 133- Dayangaç B. Kompozit Rezin Restorasyonlar. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000.
- 134- Millstein PL, Nathanson D. Effect of temporary cementation on permanent cement retantion to composite resin cores. J Prosthet Dent 1992; 67: 856-859.
- 135- Leinfelder KF, Using composite resin as a posterior restorative material. JADA 1991; 122: 34.
- 136- Bayne SC, Heymann JO, Swift EJ. Update on dental omposite restorations. JADA; 125: 687-701.

- 137- Kanca J. Posterior resins microleakage below the cement-enamel junction. Quintessence Int 1987; 18: 347-349.
- 138- Fujimoto J, Norman RD, Dykema RW, Phillips RW. A comparison of pin-retained amalgam and composite resin cores. J Prosthet Dent. 1978; May; 39: 512-519.
- 139- Ziebert AJ, Dhure VB. The fracture toughness of various core materials. J Prosthodont 1995; 424-433.
- 140- Brandal JL, Niholls JI, Hamington GW. A comparison of three restorative techniques for endodontically treated anterior teeth. J Prosthet Dent 1998; 58: 161-165.
- 141- Taleghani M, Leinfelder KF. Evaluation of glass ionomer cement with silver as a core build-up under a cast restoration. Dental Research 1988; 19: 19-24.
- 142- Lacefield WR, Reindl MC, Retref DT. Tensile bond strength of a glass ionomer cement. J Prosthet Dent 1985; 53: 194-198.
- 143- Swartz ML, Philips RW, Clars HE. Long term F release from glass ionomer cements. J Dent Res 1984; 63: 158-160.
- 144- Yanıkoğlu N, Bayındır F. Post-kor yapımında kullanılan restorative materyaller ve özellikleri Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. 2004; 14; 1: 39-47.
- 145- Alpaz R. Kompomer (rezin modifiye cam iyonmerler). İzmir Diş Hekimleri Odası Dergisi 1996; 3: 24-36.

- 146- Deneh GE, Vargas M. Class V restorations utilizing a new compomer material: a case presentation. *Pract Periodontics Aesth Dent* 1996; 8: 269-275.
- 147- Chersoni S, Lorenzi R, Ferrieri P, Prati CL. Laboratory evaluation of compomers in class V restoration. *Am J Dent* 1997; 10: 147-151.
- 148- Yıldız M, Bayındır Y. Rezin modifiye cam ionomer simanlar ve poliasit modifiye kompozit rezinler (kompomer). *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2000; 10: 55-59.
- 149- Bayindir YZ, Bayindir F, Akyil MS. Bond strength of permanent cements in cementing cast to crown different core build-up materials. *Dent Mater J*. 2004 Jun; 23: 117-20.
- 150- Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *J Prosthet Dent* 2002 Apr; 87: 438-445.
- 151- Hu YH, Pang LC, Hsu CC, Lau YH. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence Int*. 2003 May; 34: 349-353.
- 152- Soares CJ, Valdivia AD, da Silva GR, Santana FR, Menezes Mde S. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. *Braz Dent J*. 2012; 23: 135-740.
- 153- Brito Jr M, Soares JA, Santos SM, Camilo CC, Moreira Jr G. Comparison of the time required for removal of

intraradicular cast posts using two Brazilian ultrasound devices. *Braz Oral Res.* 2009 Jan-Mar; 23: 17-22.

154- Iglesias MA, Mesquita GC, Pereira AG, Dantas LC, Raposo LH, Soares CJ, Mota AS. Influence of core-finishing intervals on tensile strength of cast posts-and-cores luted with zinc phosphate cement. *Braz Oral Res.* 2012 Jul-Aug; 26: 378-383.

155- Caputo AA, Standlee JP. Pins and posts why, when and how? *Dent Clin N Am.* 1976; 20: 299-331.

156- Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1992; 67: 458-467.

157- Jindal S, Jindal R, Mahajan S, Dua R, Jain N, Sharma S. In vitro evaluation of the effect of post system and length on the fracture resistance of endodontically treated human anterior teeth. *Clin Oral Investig.* 2012 Dec; 16: 1627-1633.

158- Purton DG, Love RM. Rigidity and Retention of Carbon Fiber Versus Stainless Steel Root Canal Posts. *Int Endodon J.* 1996; 29: 262-5.

159- Freedman GA. Aesthetic post and core treatment. *Dent Clin North Am.* 2001; 45: 103-116.

160- Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M, An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber post under clinical conditions. *Dental Mater.* 2002; 18: 495-502.

161- Le Bell AM, Tanner J, Lassila LV, Kangasniemi I, Vallittu P. Bonding of composite resin luting cement to fiber-reinforced composite root canal posts. *J Adhes Dent*. 2004 Winter; 6: 319-325.

162- Hayashi M, Sugeta A, Takahashi Y, Imazato S, Ebisu S. Static and fatigue fracture resistances of pulpless teeth restored with post-cores. *Dent Mater*. 2008 Sep; 24: 1178-86.

163- Balkenhol M, Rupf S, Laufersweiler I, Huber K, Hannig M. Failure analysis and survival rate of post and core restorations under cyclic loading. *Int Endod J*. 2011 Oct; 44: 926-937.

164- Al-Omiri MK, Rayyan MR, Abu-Hammad O. Stress analysis of endodontically treated teeth restored with post-retained crowns: A finite element analysis study. *J Am Dent Assoc*. 2011 Mar; 142: 289-300.

165- Mortazavi V, Fathi M, Katiraei N, Shahnaseri S, Badrian H, Khalighinejad N. Fracture resistance of structurally compromised and normal endodontically treated teeth restored with different post systems: An in vitro study. *Dent Res J (Isfahan)*. 2012 Mar; 9: 185-91.

166- Rotunno F, Rotunno E. In vitro comparison of the mechanical strength of carbon fiber and zirconia ceramic posts and cores. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012 Apr; 32: 75-81.

167- Beck N, Graef F, Wichmann M, Karl M. In vitro fracture resistance of copy-milled zirconia ceramic posts. J Prosthet Dent. 2010 Jan; 103: 40-44.

168-Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. J Prosthet Dent. 2010 Dec; 104: 379-388.

169- Giovani AR, Vansan LP, de Sousa Neto MD, Paulino SM. In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. J Prosthet Dent. 2009 Mar; 101: 183-188.

170- Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. J Endod. 2001 Jan; 27: 46-48.

171- Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM. The effect of clinically relevant thermocycling on the flexural properties of endodontic post materials. J Dent. 2010 May; 38: 437-442.

172- Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Retention and failure morphology of prefabricated posts. Int J Prosthodont. 2004 May-Jun; 17: 307-312.

173- Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. Dent Mater. 2012 Mar; 28: 287-297.

174- Isidor F, Odman P, Brondum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. Int J Prosthodont 1996; 9: 131–136.

175- Dilmener FT, Sipahi C, Dalkiz M. Resistance of three new esthetic post-and-core systems to compressive loading. *J Prosthet Dent*. 2006 Feb; 95: 130-136.

176- Nissan J, Parson A, Barnea E, Shifman A, Assif D. Resistance to fracture of crowned endodontically treated premolars restored with ceramic and metal post systems. *Quintessence Int*. 2007 Feb; 38: 120-123.

177- Butz F, Lennon AM, Heydecke G, Strub JR. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study. *Int J Prosthodont*. 2001 Jan-Feb; 14: 58-64.

178- Friede IW, Kern M. Fracture strength of teeth restored with all ceramic posts and cores. *Quintessence Int*. 2006 Apr; 37: 289-95.

179- Marchan S, Coldero L, Whiting R, Barclay S. In vitro evaluation of the retention of zirconia-based ceramic posts luted with glass ionomer and resin cements. *Braz Dent J*. 2005; 16: 213-217. Epub 2006 Jan 12.

180- do Valle AL, Pereira JR, Shiratori FK, Pegoraro LF, Bonfante G. Comparison of the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts and composite resin cores with different post lengths. *J Appl Oral Sci*. 2007 Feb; 15: 29-32

181- Zicari F, Van Meerbeek B, Scotti R, Naert I. Effect of fibre post length and adhesive strategy on fracture resistance

of endodontically treated teeth after fatigue loading. J Dent 2012;40:312–21.

182- Eraslan O, Aykent F, Yücel MT, Akman S. The finite element analysis of the effect of ferrule height on stress distribution at post-and-core-restored all-ceramic anterior crowns. Clin Oral Investig. 2009 Jun; 13: 223-227.

183- 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. J Appl Oral Sci. 2011 Jan-Feb; 19: 28-33.

184- Al-Hazaimeh N, Gutteridge DL. 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. Int Endod J. 2001 Jan; 34: 40-46.

185- Dikbas I, Tanalp J, Ozel E, Koksai T, Ersoy M. Evaluation of the effect of different ferrule designs on the fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors incorporating fiber posts, composite cores and crown restorations. J Contemp Dent Pract. 2007 Nov 1; 8: 62-69.

186- de Oliveira JA, Pereira JR, Lins do Valle A, Zogheib LV. Fracture resistance of endodontically treated teeth with different heights of crown ferrule restored with prefabricated carbon fiber post and composite resin core by intermittent loading. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 Nov; 106: 52-57.

187- Gernhardt CR, Bekes K, Schaller HG. Short-term retentive values of zirconium oxide posts cemented with glass ionomer and resin cement: an in vitro study and a case report. *Quintessence Int.* 2005 Sep; 36: 593-601.

188- XF Meng, K Yoshida, N Gu. Chemical adhesion rather than mechanical retention enhances resin bond durability of a dental glass-ceramic with eucite crystallites. *Biomed Mater.* 2010 Aug; 5: 044101.

189- Sipahi C, Toksoy F, Ayyildiz S, Özcan M. Effect of physical and physicochemical surface treatment methods on the tensile strength of CAD/CAM-fabricated zirconia posts and cores luted to root canals. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011 Sep-Oct; 31: 64-70.

190- Lauer HC, Ottl P, Weigl P. Mechanical load-bearing capacity of various post-and-core systems. *Dtsch Zahnarztl Z.* 1994; 49: 985-985.

191- Ottl P, Hahn L, Lauer HCh, Fay M. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *J Oral Rehabil.* 2002 Feb; 29: 175-83.

192- Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 10–14.

193- Saupe WA, Gluskin AH, Radke RA Jr. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin reinforced dowel system in the

intraradicular restoration of structurally compromised roots. Quintessence Int 1996; 27: 483–491.

194- Insua AM, Silva LD, Rilo B, Santhana U. Comparison of the fracture resistance of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. J Prosthet Dent 1998; 80: 527–532.

195- Hatta M, Shinya A, Vallittu PK, Shinya A, Lassila LV. High volume individual fibre post versus low volume fibre post: the fracture load of the restored tooth. J Dent. 2011 Jan; 39: 65-71.

196- Pontius O, Nathanson D, Giordano R, Schilder H, Hutter JW. Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems and endodontically treated incisors without coronoradicular reinforcement. J Endod. 2002 Oct; 28: 710-715.

197- Forberger N, Göhring TN. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of lithia disilicate-based all-ceramic crowns. J Prosthet Dent. 2008 Oct; 100: 264-273.

198- 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. J Dent. 2001 Aug; 29: 427-33.

199- Stewardson DA, Shortall AC, Marquis PM. The effect of the elastic modulus of endodontic posts on static load failure. Int Endod J. 2011 May; 44: 458-468.

200- Galen WW, Mueller KI,. Restoration of the Endodontically Treated Tooth. In Cohen S, Burns RC, editors: Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis; Mosby; 2002: 765-796.

201- Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems - an in-vitro study. J Adv Prosthodont. 2011 Jun; 3: 90-95.

202- Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. J Prosthet Dent. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. 1997 Jul; 78: 5-9.

203- Bijelic J, Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LV. Fracture load of tooth restored with fiber post and experimental short fiber composite. Open Dent J. 2011 Mar 29; 5: 58-65.

204- Ozkurt Z, Işeri U, Kazazoğlu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. Dent Mater J. 2010 May; 29: 233-245.

205- Spazzin AO, Galafassi D, de Meira-Júnior AD, Braz R, Garbin CA. Influence of post and resin cement on stress distribution of maxillary central incisors restored with direct resin composite. Oper Dent. 2009 Mar-Apr; 34: 223-229.

206- Vinothkumar TS, Kandaswamy D, Chanana P. CAD/CAM fabricated single-unit all-ceramic post-core-crown restoration. J Conserv Dent. 2011 Jan; 14: 86-89.

10. EKLER

Doktora eğitimim boyunca her türlü bilgi ve tecrubesini benimle paylaşan, meslek ahlakını ve çalışkanlığını örnek aldığım, yol gösterici sayın hocam Prof. Dr. Gülfem ERGÜN'e,

Her türlü akademik çalışmada gerek bilgi ve deneyimleri gerekse lojistik desteğini esirgemeyen çok değerli ablalarım Dr. Dt. Ferhan EĞİLMEZ ve Dr. Dt. Işıl ÇEKİÇ NAGAŞ'a, ağabeylerim Kutsal Eğilmez ve Dr. Dt. Emre NAGAŞ, sevgili kardeşim Dt. Ayşe Seda YÜCEL'e,

Bu tezin yapılmasında her türlü laboratuvar işleminden yardım aldığım, gece gündüz demeden çalışan Özel Güler Çok Amaçlı Diş Protez Laboratuvarı'nın tüm çalışanlarına,

Akademik tecrübelerini benimle paylaşan, her zaman varlığını hissettiren değerli dostum Dt. Merve BANKOĞLU GÜNGÖR başta olmak üzere tüm dostlarıma,

Kendilerini anlatacak söz bulamadığım annem, babam ve kardeşlerime,

Hayatımın her alanında yanımda olan, bir ömür geçireceğim eşsiz insan Dt. Merve ALAYLI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ARAŞTIRMA ETİK KURULU KARARLARI**

Karar Tarihi :05.11.2012
Toplantı Sayısı : 40

10- Doç.Dr.Gülfem ERGÜN başkanlığında yürütülecek olan “Farklı post ve kor materyalleri ile restore edilen dişlerin kırılma direncinin değerlendirilmesi” konulu çalışmanın etik açıdan uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Tamer YILMAZ
Başkan

Prof.Dr.Murat AKKAYA

Prof.Dr.Sebahat GÖRGÜN

Prof.Dr.Nehir ÖZDEN

Prof.Dr.Fatmagül ZIRAMAN

Prof.Dr.Cahit ÜÇÖK

Prof.Dr. Şaziye SARI

Prof.Dr. Hatice GÖKALP

Prof.Dr.Adil NALÇACI

(Katılmadı)

11. ÖZGEÇMİŞ

Adı: Bekir Murat

Soyadı: KAYA

Doğum Yeri ve Tarihi: Borçka, 1983

Eğitimi:

Doktora Eğitimi: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı (2008-2013)

Lisans: Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2007)

İlkokul: Karadeniz İlkokulu (1994)

Ortaokul: Atatürk Ortaokulu (1997)

Lise: Hopa Çok Programlı Lisesi (2001)

Yabancı Dili: İngilizce

Uluslararası Yayınlar:

1. **Kaya BM**, Ergun G. The effect of post length and core material on root fracture with respect to different post materials. *Acta Odontol Scand*. 2012 Nov 20 (Basımda).
2. Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G, **Kaya BM**. Light transmittance of zirconia as a function of thickness and microhardness of resin cements under different thicknesses of zirconia. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2013 Feb 5 (Basımda).
3. Ergun G, **Kaya BM**, Egilmez F, Cekic-Nagas I. Functional and esthetic rehabilitation of a patient with amelogenesis imperfecta, *Journal of the Canadian Dental Association*, 2013 (Basımda).

Uluslar Arası Poster ve Tebliğler:

1. Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G, **Kaya BM**. Translucency of zirconia as a function of thickness and microhrdness of resin cements under different thicknesses of zirconia. *21st European Dental Materials Conference, Turku, Finland, (2011)*.
2. Ergun G, **Kaya BM**, Egilmez F, Cekic-Nagas I, Functional and esthetic rehabilitation of a patient with amelogenesis imperfecta. *35th Annual Congress of European Prosthodontics Association Bern/Switzerland, (2011)*.

UlusalYayınlar:

1. Ergün G, **Kaya BM**, Eğilmez F, Yıldırım Biçer Z. Sabit Bölümlü Protez Alaşımına Karşı Gelişen Oral Likenoid Lezyonlar: Olgu Sunumu. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*. 2012; 18 (1): 137-143.

Projeler:

1. Farklı post ve kor materyalleri ile restore edilen dişlerin kırılma dayanımlarının değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi projesi. **Araştırmacı**, 2012.