



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**İKİ FARKLI POST SÖKÜM TEKNİĞİ
ETKİNLİĞİNİN KİYASLANMASI: MİKRO
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (MİKRO-CT)
ÇALIŞMASI**

Göze ARUKASLAN
UZMANLIK TEZİ
Yrd.Doç.Dr. Seda AYDEMİR

KOCAELİ-2017



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**İKİ FARKLI POST SÖKÜM TEKNİĞİ
ETKİNLİĞİNİN KİYASLANMASI: MİKRO
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (MİKRO-CT)
ÇALIŞMASI**

Göze ARUKASLAN

UZMANLIK TEZİ

Yrd.Doç.Dr. Seda AYDEMİR

Bu araştırma, Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2017016 proje numarası ile desteklenmiştir.

KOCAELİ-2017

ONAY

Bu tez Uzmanlık Tezi Standartlarına uygun bulunmuştur.

Doç. Dr. Dilek YİĞİT

Endodonti Anabilim Dalı Başkanı

.....

Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Uzmanlık öğrencisi Göze ARUKASLAN'ın hazırladığı "İKİ FARKLI POST SÖKÜM TEKNİĞİ ETKİNLİĞİNİN KIYASLANMASI: MİKRO BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (MİKRO-CT) ÇALIŞMASI" başlıklı tez Kocaeli Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek oybirliği/oy çokluğu ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Yrd. Doç. Dr. Seda AYDEMİR

Uzmanlık Sınavı Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Dilek YİĞİT

Doç. Dr. Elif KALYONCUOĞLU

Yrd. Doç. Dr. Seda AYDEMİR

Tarih: .../.../201...

Bu tez Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yönetim Kurulu'nun .../.../.... tarih ve ... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Emre ÖZEL
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

BEYAN

Bu tez çalışmasının Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi uzmanlık tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih:/.../201...

Göze ARUKASLAN

.....

İthaf/Adama

Bu tez çalışmamı; canım aileme ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve tez çalışmamda verdiği destek ve yardımlarından dolayı sayın saygıdeğer danışman hocam; Yrd. Doç. Dr. Seda AYDEMİR'e,

Eđitimime sağladıkları katkı ve destekleri için Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Endodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Doç. Dr. Dilek YİĞİT ve Yrd. Doç. Dr. Sabri CORA'ya,

Beraber çalışmaktan onur duyduğum ve yardımlarını benden esirgemeyen başta Dt. Cansu Gür İLGEN olmak üzere, halen Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi Endodonti Anabilim Dalı'nda görev yapmakta olan çok değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım Dt. Nur SEVEN ve Dt. Büőra ZENGİN'e,

Her zaman yanımda olan ve bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi sevgili aileme, en içten teşekkürlerimi sunarım.

Arő. Gör. Dt. Göze ARUKASLAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL ve ONAY	
BEYAN	
İthaf	
TEŞEKKÜR	
TABLolar DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
KISALTMA, SİMGE ve FORMÜLLER DİZİNİ	xiii
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3.GİRİŞ VE AMAÇ	3
4.GENEL BİLGİLER	4
4.1. Kök Kanal Tedavili Dişlerin Restorasyonu	5
4.2. Post-Kor Restorasyonlar	5
4.2.1. Post-Kor Restorasyonların Endikasyonları	6
4.2.2. Post-Kor Restorasyonların Kontrendikasyonları	6
4.2.3. Post-Kor Restorasyonların Dezavantajları	6
4.2.4. İdeal Post-Kor Restorasyonun Özellikleri	6
4.3. Post-Kor Restorasyonların Sınıflandırılması	7
4.4. Geleneksel Döküm Postlar	8
4.5. Prefabrike Metal Postlar	9
4.5.1. Prefabrike Metalik Postların Çeşitleri	9
4.5.2. Prefabrike Metal Postlarda Kullanılan Malzemeler	10
4.6. Metal Olmayan Postlar	11
4.6.1. Seramik Postlar	11

4.6.2.	Zirkonyum postlar	11
4.6.3.	Fiber Postlar	11
4.6.3.1.	Fiber Postların Özellikleri	13
4.6.3.2.	Fiber Postların Dezavantajları	18
4.7.	Endodontik Tedavi Sonrası Enfeksiyon Oluşma Nedenleri	18
4.7.1.	Biyolojik Nedenler	19
4.7.2.	İyatrojenik Hatalar	20
4.8.	Cerrahi Olmayan Retreatment	20
4.8.1.	Cerrahi Olmayan Retreatment Endikasyonları	21
4.8.2.	Koronal Giriş Kavitesinin Hazırlanması	21
4.8.3.	Postların Sökülmesi	21
4.8.3.1.	Postların Sökülmesinde Etkili Faktörler	21
4.8.4.	Post Söküm Yöntemleri	22
4.8.4.1.	Sonik Vibrasyon	23
4.8.4.2.	Ultrasonik Enerji	23
4.8.4.3.	Mekanik Aletler	24
4.8.5.	Fiber Postların Sökülmesi	26
4.9.	Mikro-Bilgisayarlı Tomografi	27
4.10.	Mikro-Bilgisayarlı Tomografinin Çalışma Prensibi	28
4.11.	Diş Hekimliğinde Mikro-Bilgisayarlı Tomografinin Kullanım Alanları	29
5.	GEREÇ VE YÖNTEM	31
5.1.	Çalışmaya Dahil Edilecek Dişlerin Seçimi	31

5.2.	Dişlerin Hazırlanması	31
5.3.	Kök Kanallarının Şekillendirilmesi	33
5.4.	Kök Kanallarının Doldurulması	33
5.5.	Post Boşluklarının Hazırlanması	32
5.6.	Post Boşluklarının Hazırlanmasından Sonra Yapılan Mikro-BT Taramaları	34
5.7.	Postların Simantasyonu	40
5.8.	Postların Sökülmesi	41
5.9.	Post Sökümlerinin Ardından Yapılan Mikro-BT Taramaları	44
5.10.	Mikro-BT Çekimlerinin Analizlerinin Yapılması	44
5.11.	Post Söküm Tekniklerinin Mikro Çatlak Oluşturması Açısından Değerlendirilmesi	46
5.12.	İstatistiksel Analiz	46
6.	BULGULAR	47
6.1.	Post Söküm Tekniklerinin Dentinde Meydana Getirdiği Hacim Değişikliği Açısından Değerlendirilmesi	47
6.2.	Post Söküm Tekniklerinin Kök Kanalında Bıraktığı Artık Madde Açısından Değerlendirilmesi	50
6.3.	Post Sökümünde Geçen Sürelerin Değerlendirilmesi	53
6.4.	Post Söküm Tekniklerinin Mikro Çatlak Oluşturması Açısından Değerlendirilmesi	55
7.	TARTIŞMA	61
8.	SONUÇLAR	68

9.KAYNAKLAR

69

10.ETİK KURUL ONAYI

77

11.ÖZGEÇMİŞ

78



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Fiber Destekli Postların Bükülme Dayanımı ve Sertlik Değerleri

Tablo 2: Diş ve Çeşitli Dental Malzemelerin Elastik Modülleri ve Poisson Oranları

Tablo 3. Gruplara Göre Dentin Hacim Değerleri

Tablo 4. Gruplara Göre Dentin Hacimlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Tablo 5. Fiber Postların Sökülmesinin Ardından Kök Kanalında Kalan Artık Madde Miktarları

Tablo 6. Fiber Postların Sökülmesinin Ardından Kök Kanalında Kalan Artık Madde Miktarlarının % Oranları

Tablo 7. Gruplara Göre Artık Madde Miktarı ve % Oranlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Tablo 8. Gruplara Göre Fiber Post Sökümü Sırasında Geçen Süreler

Tablo 9: Gruplara Göre Zaman Ölçümlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Tablo 10. Gruplara Göre Post Söküm Tekniklerinin Oluşturdukları Mikro Çatlakların Tespit Edildikleri Kesit Sayıları

Tablo 11. Gruplara Göre İncelenen Kesitlerde Tespit Edilen Mikro Çatlak Sayıları

Tablo 12. Gruplara Göre İncelenen Kesitlerde Tespit Edilen Mikro Çatlak Sayılarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Elmas Separe

Resim 2. Örneklerin kesilmesi

Resim 3. RelyX post drilleri

Resim 4. SkyScan 1172 Mikro-BT Cihazı

Resim 5. RelyX UNICEM self-adeziv rezin siman

Resim 6. 1,3 mm çaplı RelyX postlar

Resim 7. RelyX postların simantasyonu

Resim 8. D.T Light Post Söküm Kiti

Resim 9. EMS MiniMaster Piezon LED Ultrasonik Cihaz

Resim 10. RT2 elmas kaplı ultrasonik uç

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kanaldan geçen bir hatta uzanan bir kesitte her veri noktası için eşik değer grafiği

Şekil 2. Tarama sonrası oluşan TIFF formatındaki 2 boyutlu görüntüler

Şekil 3. Belirli bir noktadaki transversal kesit görüntüsü

Şekil 4. Transversal kesit görüntülerine örnekler

Şekil 5. Rekonstrüksiyon sonrası örneğin 3 boyutlu görüntüsü

Şekil 6. Örneğin NRecon programında 3 boyutlu rekonstrüksiyonu

Şekil 7. Söküm işleminin kontrolü için alınan periapikal röntgenler

Şekil 8. SkyScan Data Viewer programında örneklerin boyutlandırılması

Şekil 9. Dentin Hacimlerinin Gruplara Göre Dağılımları

Şekil 10: Artık Madde Miktarlarının Gruplara Göre Dağılımları

Şekil 11: Artık Madde Oranlarının Gruplara Göre Dağılımları

Şekil 12. Fiber Post Sökümü Sırasında Geçen Sürelerin Gruplara Göre Dağılımları

Şekil 13. İncelenen Kesitlerde Tespit Edilen Mikro Çatlak Sayılarının Gruplara Göre Dağılımları

KISALTMA, SİMGE VE FORMÜLLER DİZİNİ**Kısaltmalar**

µm	Mikrometre
Al	Alüminyum
Au	Altın
Bis-GMA	Bisfenol-A Glisidilmetakrilat
BT	Bilgisayarlı Tomografi
Cu	Bakır
dk	Dakika
EDTA	Etilendiamin Tetraasetikasit
GPa	Gigapaskal
kHz	Kilohertz
kV	Kilovolt
mA	Miliamper
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
NaOCl	Sodyum Hipoklorit
nm	Nanometre
p	İstatistiksel anlamlılık
Pd	Palladyum
Pt	Platinum
ROI	Region of interest

rpm	Revolutions per minute
sn	Saniye
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
VOI	Volume of interest

Simgeler

%	Yüzde
°C	Santigrat

1.ÖZET

İki farklı post söküm tekniği etkinliğinin kıyaslanması: mikro bilgisayarlı tomografi çalışması

Bu *in vitro* çalışmanın amacı, mikro-bilgisayarlı tomografi analizi ile iki farklı fiber post söküm sisteminin etkinliğini karşılaştırmaktır.

Bu çalışmada 30 adet çekilmiş tek köklü insan alt çene küçük azı dişi kullanıldı. Dişlerde çürük ve fraktür bulunmadığı 2.5x büyütme altında tespit edildi. Dişlerin kök gelişimini tamamlamış ve tek kök kanalına sahip olduğu radyografik olarak belirlendi. Dişler deneyler için kullanılacağı zamana kadar %0,12'lik Kloramin T solüsyonunda bekletildi. Tüm dişler, mine-sement sınırının altından, su soğutması altında elmas separe disk ve piyasemen ile kök boyları 14 mm olacak şekilde kesilmiştir. Kök kanalları paslanmaz çelik el aletleriyle step-back yöntemiyle şekillendirilerek güta-perka ve AH plus kök kanal patıyla soğuk lateral kondensasyon tekniği kullanılarak dolduruldu. Bir hafta sonra RelyX post yerleştirmek üzere kök kanallarında 9 mm'lik post boşluğu açıldı. Tüm dişler, mikro-bilgisayarlı tomografi cihazı (mikro-BT) kullanılarak tarandıktan sonra postlar, RelyX Unicem rezin siman ile simante edildi. Bir hafta sonra, aynı operatör tarafından postların yarısı ultrasonik cihaz ve diğer yarısı da D.T. Light-Post söküm kiti kullanılarak söküldü ve tekrar Mikro-BT cihazında tarandı. Dentin hacim değişikliği ve kök kanalında kalan artık materyalin, post boşluğu açıldıktan sonra ve postlar söküldükten sonraki miktarları ölçüldü. Aynı zamanda postları sökmek için gereken süre kaydedildi. Post boşlukları açıldıktan ve postlar söküldükten sonra yapılan Mikro-BT taramaları sonrası elde edilen kesitlerden kaçında mikro çatlak bulunduğu ve bu kesitlerde kaçar mikro çatlak görüldüğü sayıldı. Veriler, Wilcoxon Signed Ranks ve Mann-Whitney U testleri kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi.

Gruplar arasında artık post miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Dentin hacminde ultrasonik grubunda istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma saptandı ($p <0,05$). Post sökümü için gereken süre ultrasonik grubunda anlamlı derecede daha fazla tespit edildi ($p <0,01$). Her iki grup için de post söküm sonrası ile post boşluğu açıldıktan sonra tespit edilen toplam mikro çatlak sayısı arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$).

Anahtar kelimeler: Fiber post, Post söküm kiti, Ultrasonikler

2.SUMMARY

Comparison of the efficacy of two different post removal systems: micro-computed tomography study

The aim of this *in vitro* study was to compare the efficacy of two different post removal systems through using micro-computed tomography analysis.

Thirty extracted single rooted mandibular premolar teeth were selected for this study. All teeth were free of caries lesions and fractures as evaluated under 2.5X magnification. All teeth had complete root development with a mature apex and a single root canal as determined radiographically. The teeth were kept in 0.12% Chloramine T solution until needed. All teeth were decoronated under the cemento-enamel junction in a low-speed handpiece and diamond disk under water spray to adjust the remaining root length to 14 mm. The root canals were shaped with stainless steel hand-files using step-back technique and filled using cold lateral compaction technique with gutta-percha and AH plus. After one week, all teeth receiving RelyX fiber posts were prepared according to the manufacturer's recommendations to a depth of 9 mm. After all teeth were scanned using a micro-CT scanner, posts were cemented with RelyX Unicem resin cement. Half of the posts of each group were removed, using the ultrasonic vibration technique and the other half with D.T. Light-Post removal kit by the same operator. Then, teeth were scanned using a micro-CT scanner again. The tooth volume change and the percentage differences of the remaining material after post-space preparation and post removal was calculated by comparing radiographic data for each tooth. The time required for removing fiber posts were recorded for each study group. Micro-CT scans after post space preparation and post removal revealed in terms of micro-crack formation. All data was analysed using Wilcoxon Signed Ranks and Mann-Whitney U tests.

No statistically significant difference between the groups on the amount of the post residue ($p > 0,05$) was observed. There was statistically significant more tooth root volume change in ultrasonic group ($p < 0,05$). The fiber post removal time for the ultrasonic group was significantly higher than the removal kit group ($p < 0,01$). For both groups, there was no significant difference between the micro-crack formation after post removal and post space preparation.

Key words: Fiber post, Removal kit, Ultrasonics

3.GİRİŞ VE AMAÇ

Başarılı bir endodontik tedavi, biyomekanik şekillendirme ve etkili kemo-mekanik dezenfeksiyonun ardından kök kanal sisteminin sızdırmaz bir şekilde doldurulmasını gerektirir. Son olarak, uygun kalıcı bir restorasyonun zamanında yapılması ile kalan diş yapısının korunması gerekmektedir (1).

Endodontik tedavi sonrası enfeksiyon oluşma riski düşük olmasına rağmen tedavinin tekrar edilmesini gerektiren vakalar olabilir. Bu durumlarda kanal tedavisinin yenilenmesi, cerrahi tedavilere kıyasla daha atravmatik olduğundan ve tekrar eden enfeksiyonun en yaygın sebeplerinden olan kanal içi enfeksiyonun eliminasyonu sağlanacağından ilk tercih edilen yöntem olmalıdır (1).

Kök kanal tedavili dişlerde mevcut diş yapısından en yüksek oranda yararlanmak ve yapılacak kuron restorasyonuna tutuculuk sağlamak amacıyla post-kor sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (2). İntrradiküler post varlığında, periapikal enfeksiyonlara sahip dişlerin koronal yaklaşımla yeniden tedavi edilmesi zor olabilir. Atravmatik ve verimli bir şekilde postların sökümü cerrahi operasyon olmadan klinik tedavi için gereklidir.

Postların sökülmesi için; (3)

- 1) Özel aletlerle postun tutulup çekilmesi,
- 2) Postların çeşitli frezlerle öğütülmesi veya
- 3) Ultrasonik vibrasyon uygulanması gibi çeşitli yöntemler kullanılır.

Söküm sonrası uzun dönemli başarıda önemli olan faktör, kalan diş yapısının korunmasıdır. Frezlerle öğütme diş yapısında kayıplara ve dişin daha da zayıflamasına neden olabilir ve yüksek hızlı frezleri kanal içerisinde kontrol etmek zordur (3).

Diş yapısına çok az zarar verdiği için genellikle ultrasonik aletlerle post sökümü tavsiye edilmektedir. Ultrasonik söküm tekniği, ultrasonik vibrasyonun mekanik enerjiye çevrilerek post etrafındaki simanın bağlanmasının bozulmasını amaçlar (3-6). Fakat günümüzde metal içermeyen kuronların ve diğer estetik restorasyonların sıklıkla kullanılması nedeniyle post yapımında kullanılan materyaller önemli ölçüde değişmiştir. Bunlar; metallerin farklı tiplerini, fiberle güçlendirilmiş kompozit postları, karbon fiber postlar ve seramik postları içerir (7). Fiber postlar kök kanalına pasif olarak tutunur. Tutuculuk bağlayıcı ajanlara ve bunların başarısına bağlıdır (8). Buna bağlı olarak da mevcut ultrasonik aletlerin oluşturduğu vibrasyon enerjisiyle sökülme direnci

gösterdiği bildirilmektedir (5). Bu nedenle fiber postların kolayca sökülebilmesi için üretici firmalar tarafından özel aletler geliştirmiştir.

Mikro-bilgisayarlı tomografi cihazı; dentin kalınlığı, kanal dolgu miktarı ve prepare kanal anatomisi ve post/dentin/siman arayüzünün diş zarar vermeden üç boyutlu olarak görüntülenmesini sağlamaktadır. Böylece yapılan işlemler sonrası değişikliklerin örneklere zarar verilmeden tekrar edilebilir görüntüleri alınabilir (9-11). Bu olumlu özellikleriyle birlikte dental anatomi, kraniyofasial ve iskelet anatomisi, doku mühendisliği, implant diş hekimliği ve endodonti gibi çeşitli alanlarda kullanımı giderek artmaktadır (3, 9). Günümüzde artan teknolojik gelişmelerle birlikte diş hekimliğinde kullanılan materyallerde de gelişme kaydedilmiştir. Diş hekimleri bu materyallerin etkili kullanımı için gereken bilgilere sahip olmalı ve yenilikleri takip etmelidir. Çağdaş endodontik uygulamalar ile cerrahi müdahalelere alternatif tekniklerin geliştirilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Literatürde fiber postların sökümü için kullanılan aletlerin, diş dokusundan kaldırdığı madde miktarının ve etkinliklerinin kıyaslanması amacıyla yapılan yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, fiber post sökümünde ultrasonik cihazlar ve fiber post söküm kitleri etkinliğinin ve de diş dokusu üzerinde meydana gelen değişimlerin mikro-bilgisayarlı tomografi yardımıyla kıyaslanmasıdır.

4.GENEL BİLGİLER

4.1. Kök Kanal Tedavili Dişlerin Restorasyonu

Diş çürüğü sonrası oluşan koronal yıkım, kırıklar ve önceki restorasyonlar nedeniyle, endodontik olarak tedavi edilen dişlerde büyük miktarda madde kayıpları oluşmaktadır. Ayrıca kök kanal şekillendirmesi sırasında kullanılan teknikler de kök kanalından madde kaldırılmasına neden olmaktadır. Sonuçta dişin ağız içi kuvvetlere karşı direnci azalmakta ve yapılacak restorasyonun tutuculuğu tehlikeye girmektedir (12).

Mine-sement sınırındaki bağlantı epiteliyle birlikte periodonsiyumun korunduğu dişlerde kırılmaya karşı optimum direnç sağlayan uygun kuron/kök oranı mevcuttur. Fakat bu destek kalktığında kök üzerindeki kaldıraç kuvveti de artmaktadır ve kökün kırığa karşı direnci azalmaktadır. Bu durumda mekanik prensipler kırılmaya karşı direnç sağlamada yardımcı olmalıdır (13).

4.2. Post-Kor Restorasyonlar

Koronal diş yapısında büyük madde kayıplarının olduğu durumlarda post-kor sistemleri kullanılabilir. Ayrıca, koronalde yeterli diş dokusu mevcut olsa bile oklüzyonda ağır kuvvetler varlığında, dişte çatlaklar oluştuğunda veya dişin bir proteze destek olması planlandığında, post-kor uygulanması düşünülebilir (7).

Kor; amalgam, altın, kompozit veya cam-iyonomer gibi materyallerden yapılan sentetik bir kuron preparasyonudur. Post ise kök kanalına yerleştirilen ve kor yapıya optimum destek sağlayan kısımdır (13).

Geçmişte endodontik tedavili dişlere post yerleştirilmesinin, dişi ve restorasyonu güçlendirdiği düşünülmekteydi (2, 12, 14). Fakat yapılan araştırmalar, intrakoronal desteğin, endodontik tedavili dişlerde klinik başarı oranını önemli ölçüde arttırmadığını göstermektedir. Ayrıca dişin kırılma direncinin postlu ve postsuz dişlerde benzer olduğu görülmüştür (15-19). Aksine, post yerleştirilmesi için yapılan ek şekillendirme işlemleri dişi zayıflatmaktadır ve restorasyon seçiminde genel bir kural olarak dentinin korunması zorunludur. Bu nedenle postlar sadece endodontik tedavi sonrası dişte yeterli sağlam yapının bulunmadığı durumlarda koronal restorasyonun kor yapısını desteklemek amacıyla kullanılmalıdır (2, 14).

4.2.1. Post-Kor Restorasyonların Endikasyonları

1. Kalan koronal diş yapısı restorasyonun tutunması için yetersiz olduğunda,
2. Yeterli apikal sızdırmazlık varlığında post yerleştirilmesi için yeterli kök uzunluğu olduğunda,
3. Kuron restorasyonu için ferrule hazırlanmasına izin verecek yeterli sağlam diş yapısı varlığında,
4. Anterior rehberlik veya kanin koruyuculu oklüzyonda fonksiyonel diş varlığında,
5. Dişe gelen lateral stresler koronal yapının kökten ayrılmasına neden olduğunda,
6. Arka bölgede dişi destek olarak kullanan sabit protezin uzunluğu, mesafesi ve kalan kuronun yüksekliğine bağlı olarak post uygulanması düşünülebilir (14, 20, 21).

4.2.2. Post-Kor Restorasyonların Kontrendikasyonları (22, 23)

1. İyileşmeyen enfeksiyon varlığında,
2. Apikal sızdırmazlığın yetersiz olduğu durumlarda,
3. Köklerin çok ince ve kırılmaya yatkın olduğu durumlarda,
4. Oral hijyenini yeterince sağlayamayan hastalarda.

4.2.3. Post-Kor Restorasyonların Dezavantajları (15, 23)

1. Dişte ekstra şekillendirme yapılmasını ve kökten ilave madde kaldırılmasını gerektirir.
2. Full kuron kullanımı gerektiğinde dişi restore etmek zor olabilir; çünkü post-kor kurona gereken tutuculuğu sağlayamayabilir.
3. Kanal tedavisinin yenilenmesi zorlaşır.
4. Kök perforasyonu riski vardır.

4.2.4. İdeal Post-Kor Restorasyonun Özellikleri (1)

1. Dişi mümkün olduğunca kırığa karşı korumalıdır.
2. Kuron ve kor restorasyonu için yüksek tutuculuk sağlamalıdır.
3. Deforme olmamalıdır.
4. Esneklik, sertlik ve kuvvetin optimal kombinasyonu olmalıdır.
5. Kuron kenarlarında koronal sızıntıya karşı yüksek koruma sağlamalıdır.
6. İyi estetik özelliklere sahip olmalıdır.

7. Yüksek radyografik görünürlük sağlamalıdır.
8. Biyouyumlu olmalıdır.

Esneklik; postun gelen kuvvetler altında kalıcı hasar oluşmadan elastik olarak dönebilme kabiliyetidir. Fakat dar bir noktada fazla esneklik kor ve kuronun tutunmasını tehlikeye sokabilir (1).

Sertlik; materyalin stres altında deformasyona karşı direnç göstermesidir. Materyalin doğal bir fiziksel özelliğidir ve boyutundan bağımsızdır fakat postun çapına ve yapıldığı malzemenin elastik modülüne bağlıdır. Düşük elastik modüle sahip postlar aynı çaptaki yüksek elastik modüllü postlardan daha esnektir. Uygulanan kuvvetler hem postun hem de dentinin elastikiyet modülüne bağlı olarak kök dentinine iletilir (1).

4.3. Post-Kor Restorasyonların Sınıflandırılması

Postlar yapıldıkları materyale, tasarımlarına ya da yapım yöntemlerine göre sınıflandırılmaktadır (23).

1. Döküm postlar

2. Prefabrike postlar

-Üretildikleri malzemeye göre;

(1) Metal prefabrike post

- Şekillerine göre,

a. Paralel

b. Konik

- Tutuculuk özelliklerine göre;

c. Aktif

d. Pasif

(2) Seramik postlar

a. Zirkonyum esaslı seramikler

b. Cam seramikler

c. Alüminyum oksit ile güçlendirilmiş seramikler

(3) Fiber postlar

a. Karbon fiber postlar

b. Karbon-kuartz fiber postlar

c. Cam fiber postlar

4.4. Geleneksel Döküm Postlar

Kök kanalı konikliklerine uyan klasik, pürüzsüz, konik döküm postlar asil alaşımlarından veya asil ve baz metal sınıfı alaşımlardan yapılmaktadır. Asil alaşımlar korozyona direnç göstermektedir (1).

Uzun yıllar, endodontik tedavili dişlerde kurona destek amacıyla döküm altın post-korlar kullanılmıştır. Döküm altın alaşımlar, elastik modülü ve termal genleşme katsayıları mineye benzer sert materyallerdir. Ayrıca oklüzal kuvvetlere karşı koyabilen yüksek basınç dayanımına sahiptir. Diğer baz metal alaşımları sertlikleri nedeniyle kök kırıklarına neden olmaktadır (2).

Döküm postlar, direk yöntemle hasta ağızında ya da indirekt yöntemle laboratuvarında hazırlanabilirler. Otopolimerize veya ışıkla polimerize rezin kullanılan direkt yöntem tek kanallı dişlerde önerilirken, indirekt yöntem çok kanallı dişlerde tavsiye edilmektedir (23).

a. Döküm post-kor sistemlerin avantajları (1, 24)

1. Kor ve post, ayrılmaz bir uzantı halinde olduğundan tutunması için mekanik araçlara bağımlı değildir.
2. Minimum diş yapısı kaldığında korun post ve kökten ayrılmasını önlemektedir.
3. Kanala uygun hazırlandığından minimum diş preparasyonu gerektirir böylece perforasyon ihtimali azalır.

b. Döküm post-kor sistemlerin dezavantajları (1, 2, 25)

1. Döküm post-kor sistemleri farklı derecelerde rijiditeye sahip komponentler içerir. Rijit bileşen bozulma olmadan kuvvete direnebildiğinden, stres daha az rijit (dentin) parçaya aktarılır ve post-kor sisteminde başarısızlığa neden olur.
2. Dentinin elastikiyet modülü ile post malzeme arasındaki fark, kök için bir gerilme kaynağıdır.
3. Stres konsantrasyonu postun tabanında toplanır. Bu da klinik olarak post apeksinden başlayan kök kırıklarına neden olur.
4. İki randevu gerekir ve laboratuvar masrafları önemli miktarda olabilir.
5. Retreatment, döküm postlarla daha zordur ve daha çok zaman alır.
6. Metalik postlar endodontik tedavili dişlerin köklerinde renklenmeye neden olabilir; bu da özellikle ön dişlerde dezavantaj oluşturur. Ön dişlerin restorasyonu için tam seramik kuronlar kullanıldığında tercih edilmez.

4.5. Prefabrike Metal Postlar

Diş hekimleri pulpasız dişlerin koronoradiküler restorasyonu için daha az zaman harcayan ve daha basit prosedürler tercih etmektedir. Prefabrike postlar kullanımlarının kolay ve hızlı olması, ayrıca maliyetlerinin az olması nedeniyle tercih edilmektedirler (26). Kanal ile uyumlu post seçilir ve post boşluğunun tam derinliğine oturması için minimum ayarlama gerektirmektedir. Prefabrike postlarla birlikte amalgam, kompozit rezin veya cam iyonomer bir kor restorasyonu yapılmaktadır (23).

4.5.1. Prefabrike Metalik Postların Çeşitleri

Başarılı bir restorasyon için postun kanal içindeki tutuculuğu önemlidir. Prefabrike postların tutuculuğunu tanımlamak için aktif postlar ve pasif postlar olmak üzere iki temel kavram kullanılmıştır (1).

a. Aktif postlar

- Birincil tutuculuklarını doğrudan kök dentininden sağlamaktadır.
- En aktif postlar yivlidir ve kök kanalının duvarlarına vidalanması amaçlanmıştır.
- Yivli postlar hakkında asıl endişe yerleştirme sırasında dikey kök kırığı için potansiyel oluşturmalarıdır.
- Post yerine oturtulduğunda, kökte büyük bir gerilme meydana getirir ve bu da bir takoz etkisi yaratmaktadır. Bu nedenle, yivli postların kullanımından kaçınılması gerektiği kabul edilmektedir. Ayrıca, bir zamanlar yivli postlar tarafından sunulan gelişmiş tutuculuk artık bağlayıcı simanlarla elde edilmektedir (1).

b. Pasif postlar

- Kök kanalına pasif olarak yerleştirilir ve birincil tutuculukları yapıştırma sırasındaki bağlayıcı simanlara dayanır.
- Pasif postların şekilleri paralel veya açılı olabilir.
- Postlarda tasarlanmış mekanik kilitleme özellikleri ve pürüzlü yüzey dokusu korların daha iyi tutulmasını sağlamaktadır
- Paralel postlar açılı postlardan daha tutucudur fakat post boşluğu hazırlanması sırasında daha çok diş dokusu kaldırılmasını gerektirir. Özellikle kanal duvarlarının daha ince olduğu apikal ve orta üçlüde istenmeyen sonuçlar oluşturmaktadır. Uzun

postlar bu probleme uyum sağlamak ve yeterli tutuculuğu sağlamak için gereklidir; yeterli uzunluk 6 mm'den fazla olarak önerilmektedir (1).

Baz metal alaşımlarından yapılan prefabrike metal postların korozyon ürünlerinin dentin tübüllerine girerek daha büyük bir intratübüler basınca sebep olduğu ve bu basıncın kökün dayanıklılığını aştığında kırıklara neden olduğu bildirilmiştir (23).

4.5.2. Prefabrike Metal Postlarda Kullanılan Malzemeler

- Prefabrike metalik postlar; platinum-altın-palladyum (Pt-Au-Pd), nikel-kronyum, krom-kobalt ve paslanmaz çelikten yapılabilir.
- Yivli postlar paslanmaz çelik, titanyum veya oksitleyici olmayan asil alaşımlarından yapılmaktadır.
- Açılı postlar altın-platinum, nikel-kronyum ve titanyumdan yapılabilir.
- Paslanmaz çelik uzun yıllar prefabrike post yapımında kullanılmıştır fakat içerdiği nikel duyarlılığa neden olabilmektedir. Ayrıca paslanmaz çelik ve pirinç alaşımları korozyona neden olmaktadır.
- Saf titanyumun baz metal alaşımlara kıyasla bükülme ve baskı dayanımı gibi bazı fiziksel özellikleri düşüktür. Ayrıca kanal tedavisinin yenilenmesi gerektiğinde yerinden çıkarılma basıncıyla kolayca kırılabilir ve gütaperkayla benzer radyoopasitesi nedeniyle ayırt edilmesi zordur (2, 23).

Bütün bu postlar, döküm postlara kıyasla fiziksel özelliklerine katkıda bulunan yüksek elastik modülüne sahiptir ve daha katıdırlar (23).

Prefabrike Metal postlar yüzey yapıları ve şekillerine göre 6 ana grup altında toplanabilir (23):

1. Konik, düz yüzeyle postlar
2. Konik, yüzeyi dişli postlar
3. Konik, vidalı postlar
4. Paralel, düz yüzeyle postlar
5. Paralel, yüzeyi dişli postlar
6. Paralel, vidalı postlar

4.6. Metal Olmayan Postlar

Kompozit rezin restorasyonlardaki ve bonding ajanlarındaki gelişmelerden dolayı post kullanımına ihtiyaç azalmaktadır. Ancak koronal diş yapısının yarısından fazlasının kayıp olduğu vakalarda; estetik, korozyona uğramayan, kırığa dirençli ve radyopak alternatifler tercih edilmektedir (27, 28).

4.6.1. Seramik Postlar

Metal postlar, seramik restorasyonların altında kullanıldığında doğal diş yapısındaki ışığın iletiminin kaybına neden olmaktadır ve çevre dişeti dokusunda gri/mavi renk değişikliği oluşturmaktadır. Metalik post-kor restorasyon üzerine opak porselen kullanılsa bile renklenmiş dişin ve koyu metal rengin yansımaları zayıf estetik sonuçlar oluşturmaktadır. Bu nedenle dişin doğal saydamlığının korunması için opak metal post yerine yarı saydam seramiklerin kullanımı önerilmiştir (29, 30).

Dökülebilir seramik malzemelerin termal genleşme katsayıları dentine benzerdir, bu nedenle siman arayüzündeki gerilmeleri en aza indirir. Adeziv sistemlerle seramik postların kullanımı dayanıklılığı artırır ve iyi estetik sonuçlar verir (30).

Tutuculukları diğer estetik postlara (titanyum, fiber postlar) göre daha zayıftır (31).

Seramik postlar rijit ve güçlüdürler ve kanal tedavisinin yenilenmesi gerektiğinde sökülmeleri zordur (32).

4.6.2. Zirkonyum postlar

Zirkonyum postlar, ilk olarak Meyenberg ve ark. tarafından tanıtılmıştır ve döküm altın ve titanyum alaşımlarıyla karşılaştırılabilir bükülme dayanımlarına sahip oldukları bildirilmiştir (29, 33). Bu postlar, seramik postların bir çeşididir ve kısmen ytrium oksitle stabilize edilmiş zirkonyum dioksit partikülleri içerir (34).

Kimyasal ve boyutsal kararlılık, yüksek mekanik dayanıklılık göstermektedir ve paslanmaz çelik alaşımlarıyla benzer elastik modüle sahiptir (35). Fakat dentinin elastik modülünden farklı olmaları nedeniyle yüksek kök kırığı oranı bildirilmiştir. Ayrıca kök kanal duvarlarıyla zayıf adaptasyona sahiptir (34).

4.6.3. Fiber Postlar

Fiber postlar, rezin polimerize matrikse gömülmüş liflerden oluşur. Resin matriksi oluşturmak için kullanılan monomerler tipik olarak bifonksiyonel metakrilatlardır (bis-

GMA, UDMA, TEGDMA), fakat epoksiler de kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan fiberler karbon, cam, veya kuartztır. Fiber liflerin tipi, hacim içeriği ve dağılımı özeldir ve post sistemlerine göre farklılık göstermektedir. Lifler genellikle 7-20 nanometre (nm) çapında ve farklı konfigürasyonlardadır (1, 2).

Fiber lifler yüksek dayanıklılık gösteren bileşenler olsa da, matriks içindeki makro ve mikro doldurucular basınçlara direnç gösteren kısım olarak düşünülmektedir. Matriks kompozitlerinin diğer bir görevi de bütün post sisteminde ortaya çıkan gerilmeleri karşılamasıdır (36). Fiber liflerin içeriğindeki artışa bağlı olarak kırılma tokluğu, sertlik ve yorulma direnci gibi mekanik özelliklerinde ilerleme beklenmektedir (37).

a. Karbon fiber postlar

Duret ve ark. (38), 1990 yılında ilk defa Kompozipost adıyla karbon fiber postları tanıtmıştır. Kompozipost, epoksi rezin matrikse bağlanmış, eşit olarak gerilmiş ve hizalanmış karbon liflerden yapılmaktadır. Karbon lifleri eşit gerilim uygulayarak postlara yüksek dayanıklılık kazandırmaktadır. Karbon lifleri ve matriks arayüzü organik bir bileşendir. Kompozipost silindirik bir şekildedir ve denge için farklı çaplarda konik şekilli iki yüzeye sahiptir. Pasiftir ve bonding tekniğiyle kullanılmaktadır (39).

Karbon fiber postlar; sertlikleri, yüksek dayanıklılığı, yorgunluğa ve korozyona direnci gibi birçok yönden metallere alternatif oluşturur (40). Döküm metal post-korlara göre yapımı daha az zaman alır (39).

b. Silika-fiber Postlar

Karbon fiber postlar, siyah renkleri nedeniyle yetersiz estetik sonuçlara neden olurlar. Bu nedenle translüsent ve diş rengine yakın silika fiber postlar geliştirilmiştir. Bu postlar aynı zamanda cam-fiber ve quartz-fiber olarak adlandırılır (41).

Cam fiber destekli postlar 1992 yılında piyasaya sürülmüştür. Elastikiyet modülünden ödün vermeden rezin içine yerleştirilen tek yönlü cam fiberlerden oluşur (42). Cam fiberlerin ana bileşeni cam lifler ve polimerler olup radyolüsenttir ve bütün cam fiberler ana bileşen olarak amorf silikon dioksit içerir. Polimer matrikste 2,2-bis [4-(2-hidroksi-3-metakriloiloksipropoksi)-fenil] propan (bis-GMA), trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) bazlı bir polimer matriksi kullanmak, cam fiber postların rezin simanlarla yakın uyumu nedeniyle olumlu sonuçlar doğurabilir (43). Cam fiberlerin bir diğer avantajı, postta mikro çatlak görülmeye başlandığında geniş bir yüzey alanı üzerine

stresi dağıtması ve yükün eşik değerini arttırmasıdır (42). Yapılan bir çalışmada cam fiber postlarda daha az stres birikimi gözlenmiştir (44).

Cam fiber postlar diğer postlara göre daha esnektir (45) ve daha yüksek kırılma direnci gösterir (46).

Tablo 1. Fiber Destekli Postların Bükülme Dayanımı ve Sertlik Değerleri (46)

	Bükülme Dayanımı (MPa)	Sertlik (MPa)
Epoksi Rezin	962,4 (385,4)	676,9 (243,2)
Karbon Fiber	664,3 (140,4)	549,2 (64,3)
Cam Fiber	1122,3 (397,7)	573,6 (166,6)
Quartz Fiber	838,4 (212,1)	798,4 (124,8)
Silika-Zirkonyum Fiber	705,5 (69,4)	1046,8 (16,.7)

c. Polietilen Fiber Postlar

Fiberler multi-aksiyel formda ve örgü şeklinde bulunabilir. Farklı akslarda örgü formdaki bu fiberler, paralel fiberlere göre daha iyi eğilme ve burkulma direnci gösterirler (47, 48).

Günümüzde örgü fiber şerit yapısında, plazma ile güçlendirilmiş polietilen fiber yapısında ve Ribbond isimli yeni bir post sunulmuştur. Bu materyal kompozit rezin veya akril ile birlikte kullanılmaktadır. Güçlü, biyouyumlu, translüsent ve kolayca uygulanabilen bir materyaldir ve kafes şeklinde bir yapıdadır (48)

Endodontik post-kor, periodontal splint, direkt adeziv köprü, ortodontik tutucu yapımında ve kompozit rezin restorasyon ve overdenture protezlerini güçlendirmede ve kırılmış köprü ve protezleri tamir etmede kullanılırlar (49, 50).

4.6.3.1.Fiber Postların Özellikleri

a. Rijidite ve Esneklik

Sert bir post ekleyerek zayıf bir kökün güçlenmesine yönelik girişim; kuvvet konsantrasyonunun daha esnek malzemede birikmesi sonucu kökü zayıflatılabilir, kökte

çatlama ve kırıklara yol açabilir (1). Bu nedenle dişler kök dentinine benzer rijitlikte materyallerle restore edilmelidir, böylece ezilme ve makaslama kuvvetlerine maruz kalmaz (51) ve stresler postun apeksinde yoğunlaşmaz, aksine hem koronal hem kök dentinine dağıtılır (1).

Esnek bir post aynı zamanda elastik olarak gerilerek ani darbeleri önleyebilir, bu da geçici kuvvetlerin dentinde stres oluşturmasını azaltır (1). Bitmiş restorasyon tampon görevi görür ve üzerindeki kuvvetlerin sadece küçük bir kısmını dentin duvarlarına iletir (52). Fakat protez restorasyonunu korumak için, özellikle tam seramik restorasyonlarda, sıklıkla bükülme ve kırılma riski nedeniyle katı bir post ihtiyacı diş hekimleri tarafından önerilmektedir. Ancak bu durumda bütün elementler arasında mükemmel kohezyon sağlanmalıdır ki bu da mümkün değildir. Dentin benzeri özelliklere sahip postların kullanımı en uygun yaklaşımdır (53).

Yaklaşık 35 derece açıyla yükleme yapıldığında, karbon fiber postların elastik modülü yaklaşık 21 GPa'dır, dentinin ise yaklaşık 18 GPa'dır (Tablo 1) (25).

Tablo 2. Diş ve Çeşitli Dental Malzemelerin Elastik Modülleri ve Poisson Oranları (54-58)

<i>Malzeme</i>	<i>Elastik Modül (GPa)</i>	<i>Poisson Oranı*</i>
Dentin	18,6	0,31
Kortikal kemik	13,7	0,30
Döküm altın	96,6	0,35
Porselen	69,0	0,28
Zirkonyum post	200	0,33
Titanyum post	112	0,33
Cam fiber post	11	0,26
Karbon fiber post	21	0,25
Kompozit kor	12,5	0,30
Çinko-fosfat siman	22,4	0,25
Amalgam	13,8	0,26

*Poisson oranı: Elastik olarak gerilmiş bir malzeme numunesinde, yanal ölçümdeki azalmanın uzunluktaki artışa oranı.

En fazla stres konsantrasyonunu döküm altın post-kor sistemleri oluşturur ve stres birikimi dentin-post arayüzündedir. Sertliklerinin dentine yakın olması nedeniyle kök içinde en az stresi ise cam fiber destekli kompozit postlar oluşturur (56).

a. Kırılma Dayanımı

Endodontik tedavili dişlerin restorasyonunda başarısız olunabilir ve başarısızlık diş kırığı, post kırığı veya siman bozulması nedeniyle olabilir. Siman bozulması retreatment yapımına izin verirken; kök kırığı dişin çekilmesini gerektirebilir. Post kırığı da retreatment uygulanmasına izin verir fakat dişe zarar vermeden postun sökülmesi zorlaşır. Bu gibi durumlarda asıl amaç sağlam diş yapısının korunmasıdır (60).

Fiber postlarda oluşan kırıklar genellikle kor-kök arayüzünde görülür, metal postlara kıyasla daha elverişlidir ve kökte önemli hasar oluşturmaz (61).

Manocci ve ark. nın (34) yaptığı bir çalışmaya göre fiber postlarla kompozit korların ve seramik kuronların kullanımında kök kırığı riski en aza inmiştir. Kırıklar daha elverişlidir çünkü dişin tekrar restorasyonu yapılabilir. Akkayan ve ark. (62) , titanyum ve zirkonyum postların katastrofik kırıklar oluştururken, fiber postlarla restore edilen dişlerde daha elverişli kırıklar oluştuğunu bildirmiştir. Bu da fiber postların stresleri dişe iletmesinden çok absorbe edici etkisine bağlıdır.

Ayrıca fiber postların kök kanal duvarlarına bağlandıkları ve dentin-post-kor sisteminin bir monoblok yapı oluşturarak kuvvetleri kök boyunca daha iyi dağıttığı düşünülmektedir. Böylece aşırı yükler karşısında kök kırığı riski azalmaktadır (26).

b. Yorulma Dayanımı

Yorulma başarısızlığı; çok eksenli stresler durumunda arayüzlerde mikro çatlakların oluşması, bunların büyümesi ve birleşerek makro çatlaklara dönüşmesidir. Çok eksenlilik dışardan gelen yükün tipi, diş yapısının geometrisi, artık stresler ve malzemenin homojen dağılımı gibi faktörlere bağlıdır (44).

Çiğneme sırasındaki yükler, dentin ve siman arayüzü gibi kritik yüzeylerde daha yüksek seviyede streslerin oluşmasına, çatlakların büyümesine ve yayılmasına neden olur (44).

Postlarda kullanılan metal alaşımları izotropiktir ve yükleme altındaki homojen malzemede çatlak başladığında çabucak yayılır (63). Fiber destekli kompozit materyaller

ise anizotropiktir ve yorulma davranışı homojen malzemelerin yorulma davranışından oldukça farklıdır.

Kompozit malzemelerdeki hasar süreci (63),

- Matrikste kırılma
- Arayüzde ayrılma
- Delaminasyon ve
- Lokal fiber kırılmasını içerir.
- Malzemenin mikro yapısı, yorulma davranışı üzerinde büyük etkiye sahiptir.

Esnek fiber postlar, post-siman arayüzünde daha olumlu stres dağılımı gösterir ve en az stres cam-fiber postlarda oluşur (44).

c. Tutuculuk

Postun tutuculuğunu etkileyen faktörler; post dizaynı, postun yerleştirme derinliği, post çapı ve yapıştırmada kullanılan siman çeşididir (64).

Standale ve ark. nın (64) yaptığı bir çalışmaya göre en tutucu postlar yivli prefabrike postlardır; fakat bu postlar yüklemde ağır stresler oluşturur ve kökte geri dönüşü olmayan kırıklara neden olur. Üstün tutuculuk kabiliyeti gösteren hiçbir veri bulunmadığından kullanılması tavsiye edilemez (65).

Metal olmayan postların tutuculukları ise fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak metal postlardan farklıdır:

- Bağlanma mekanizmaları nedeniyle fiziksel özellikleri daha az önemsenir, bu da daha konservatif restorasyonlara izin verir (32).
- Fiber postlar kök kanalına pasif olarak tutunduğundan adeziv siman ve bağlayıcı prosedürlerin etkinliği önemlidir (66).
- Kök dentinine adezyon, endodontik irriganların ve dezenfektanların olumsuz etkisi ve olumsuz kanal konfigürasyon faktörü nedeniyle zordur. Bu nedenle kök içerisinde mümkün olan en iyi adezyonu sağlamak için asitle pürüzlendirme ve dual-cure rezin simanlar birlikte kullanılmalıdır (66).
- Bu postların metal postlar gibi kanala çok derin yerleştirilmesi gerekmez (66).
- Mikromekanik tutunma veya silikonlama kompozit rezinle arayüzeyin sabitlenmesi için yararlıdır (66).

- Smear tabakası kaldırıldığında ve dentin tübülleri açığa çıkarıldığında rezin simanlar dentin tübüllerine ve postun çentiklerine akarak tutuculuğu artırır (67).
- Ayrıca rezin simanlar, oral sıvılarda çözünmediğinden postun tutuculuğunu artırır (67).

Bu özelliklerinin yanı sıra esnekliklerine bağlı olarak bağlanmada ayrılma rijit sistemlere kıyasla daha fazla görülür (1).

d. Mikrosızıntı

Ağızdaki mikroorganizmalar, adaptasyonu zayıf restorasyonlar boyunca göç eder ve periradiküler dokular bu mikroorganizmalarla yeniden enfekte olur (68).

Esneklikleri ve daha az katı bir çekirdek malzemesinin bulunması nedeniyle fiber postlarda servikal bölgedeki stresler oldukça yüksektir. Bunlar seramik kuron arayüzünde mikrosızıntıya veya boşluklara neden olabilir (51). Ayrıca tekrarlayan yüklemelerin sonucu olarak oluşan yorgunluk, kor ile diş yapısı arasında mikro çatlaklara ve bağlanmada bozulmaya yol açabilir (69).

Postların kanal içindeki simantasyonu kritik öneme sahiptir çünkü kanal duvarı boyunca sızdırmazlık sağlamalı ve postun kanal merkezinde tutulmasını sağlamalıdır, ayrıca simanın sağladığı kapama orijinal kök kanal dolgusuyla kıyaslanabilir kalitede olmalıdır (70).

Jung ve ark. nın (69) dinamik yükleme sonrası mikrosızıntıyı inceledikleri bir çalışmada ise fiber postlar metal postlardan daha az mikrosızıntı göstermiştir. Bachicha ve ark. nın (70) sıvı filtrasyon modelini kullanarak paslanmaz çelik ve karbon fiber postlarda mikrosızıntıyı kıyasladığı bir çalışmada gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır fakat fiber postlar rezin simanlarla yapıştırıldığında, cam iyonomer ve çinko fosfat simanlara göre daha az mikrosızıntı göstermiştir. Mekanik yükleme sonrası boya çözeltisine yerleştirilen numunelerde mikrosızıntının incelendiği başka bir çalışmada, rezin bond sistemlerinin en iyi marjinal sızdırmazlığı sağladığı görülmüştür (71).

Rezin simanlarla yapıştırılan postlar geleneksel simanlara göre daha iyi sızdırmazlık göstermiştir (68, 70, 72).

e. Termal Genleşme

Diş yapısı ve restoratif materyaller sıcak yiyecek içeceklere maruz kaldığında genişler ve soğukta kasılır. Farklı sıcaklık değişiklikleri ve / veya farklı termal genleşme katsayılarına bağlı hacimsel termal genişleme farklılıkları varsa, indüklenen stres diş yapısının kırılmasına veya restorasyonun sızıntısına neden olabilir. Bu ısı değişimleri post-kor sistemlerde başarısızlığa neden olabilir (73).

Metalin, metalik olmayan restoratif materyallerin ve dentinin termal genleşmesi farklıdır. Metal post-kor sistemlerinin yüksek ısı iletkenliği post, siman ve dişteki sıcaklık değişimini düşürür. Sonuç olarak, restoratif materyal ve dişlerdeki termal stresler azalır. En az termal stres altın post- kor sistemleri kullanıldığında görülmüştür (73).

Metal olmayan restorasyonlar ise dentin içerisindeki ısı akışını azaltır, böylece restorasyonlar ve dentinin koronal bölümündeki termal stresler artar. Ayrıca siman arayüzünde ilave streslere neden olur. Rezin kor-karbon fiber post kullanımı, siman tabakası, kor ve metal-seramik kuronda maksimum stres oluşturur. Bu stresler restorasyon üzerinde oluşur ve destekleyici kemikte yıkıcı etkisi yoktur (73).

Fiber postların diğer özellikleri;

1. Daha az invazivdir (74).
2. Daha kolay onarılabilir/tekrar tedavi edilebilir (74).
3. Galvanik/koroziv değildir (74).
4. Düzgün bir şekilde bağlandıklarında restorasyon kenarlarında iyi kapama sağlayarak mikrosızıntıyı önler (74).
5. Biyouyumludurlar (75).
6. Çoğu fiber post diş rengindedir ve seramik restorasyonların altında estetik bariyer gerektirmez (76).
7. Mevcut fiber postlar radyolüsenttir ve rezin esaslı simanların polimerizasyonu için ışığı yönlendirebilir (1).

4.6.3.2. Fiber Postların Dezavantajları

1. Yüksek elastik modüllü postlara göre daha düşük kuvvet altında daha çabuk başarısız olurlar (1).

2. Esneklikleri ve daha az katı bir kor malzemesi varlığı nedeniyle servikal bölgede yoğun streslere neden olurlar (56).
3. Korun hareketini sınırlayabilir ve kuron kenarları ile simanın muhtemel bozulmalarına neden olabilirler. Sonuçta kök içine uzanan geniş çürükler oluşur ve bu da kök kırığı kadar telafi edilemez olabilir (1).
4. Nem ve suyla temas bütün rezin bazlı sistemlerde bir sorundur ve organik matriksin bozulmasına neden olur. Matriks; su veya termal değişiklikler sonucu şiştiğinde, fiber/matriks arayüzeyinde hidrotermal stresler oluşur, bu da bağlanmada bozukluklara ve/veya matrikste çatlaklara neden olur (63).

4.7. Endodontik Tedavi Sonrası Enfeksiyon Oluşma Nedenleri

Bütün endodontik tedaviler optimum iyileşmeyle sonuçlanmayabilir. Bu dişlerin tedavisinde dişin çekilmesi, cerrahi retreatment veya cerrahi olmayan retreatment seçenekleri tercih edilmektedir. Kanal tedavisinin yenilenmesi, cerrahi tedavilere kıyasla daha az travmatik olduğundan ilk tercih olmalıdır. Bu durumlarda tedavi seçeneğinin belirlenmesinde en önemli faktör, tekrarlayan endodontik hastalığın etiyojisinin belirlenmesidir (1).

4.7.1. Biyolojik Nedenler

a. Israrcı enfeksiyon varlığı;

Kök kanal boşluğu veya dentin tübülleri mikroorganizmalar ve ürünleriyle kontamine olduğunda ve bu patojenler periapikal dokulara ulaştığında apikal periodontitis oluşur (1).

Enfekte kök kanalları genellikle polimikrobia anaerobik bir floraya sahiptir. Endodontik tedaviye başlanıp kök kanalı açıldığında bu anaerobik ortam bozulur (77). Kök kanal dolgulu dişlerde az sayıda fakültatif anaerob baskın mikroorganizma mevcuttur. Fakültatif anaerobik bakteriler, anaeroblara göre antimikrobiyal aktivitelere daha az duyarlıdır ve bu nedenle yetersiz tedavi prosedürlerini takiben kök kanalında aktivitelerini devam ettirmeleri beklenebilir (78). Kök kanalında ve/veya periapekte devam eden ısrarcı mikroorganizma varlığı, endodontik tedavinin başarısını etkileyen en önemli faktör olarak düşünülmektedir (62).

b. Ekstraradiküler Enfeksiyonlar

Dişte bulunan periodontal cep, apikal dokulara kadar ilerleyebilir, bu durumda enfeksiyon lateral kanallar veya aksesuar kanallar yoluyla pulpaya ilerleyip nekroza neden olabilir. Ayrıca periodontal enfeksiyonun tedavisi sırasında yapılan işlemler, sekonder endodontik enfeksiyona neden olabilir. Küretaj, kök kazıma ve flep operasyonu gibi prosedürlerle lateral kanallar ve dentin tübüllerinin açılmasıyla mikroorganizmalar bölgeye itilebilir, böylece pulpada inflamasyon başlayabilir (79).

Periradiküler dokularda bulunan *Aktinomiçes* ve *Arachnia* gibi bazı mikroorganizmaların kök kanal tedavisi sonrası iyileşmeyi engelleyebileceği savunulur. Bu gibi durumlarda kök kanalındaki mikroorganizmalar elimine edilmesine rağmen tedavi başarısız olabilir (80).

c. Yabancı cisim reaksiyonu

Bazen kök kanallarında belirgin mikroorganizma yokluğuna rağmen endodontik enfeksiyon ortaya çıkabilir ve bu durum yabancı cisim reaksiyonuna bağlanır. Güta-perkanın, sitotoksik bir materyal olmamasına rağmen, periapekte yabancı cisim reaksiyonuna neden olduğunu gösteren bulgular vardır. Bu nedenle taşkın dolular endodontik tedavi sonrası iyileşmeyen periapikal lezyonlara neden olabilir (81).

d. Gerçek Kistler

Kronik inflamasyon varlığında embriyonik epitelin çoğalmaya başlamasıyla kistler oluşur. Periapikal kistler iki gruba ayrılır: Gerçek kist ve paket kisti. Gerçek kistler; epitel tabakayla çevrili kavite veya lümen içerir, kök kanalıyla bağlantıları yoktur ve kanaldaki mikroorganizma varlığından etkilenmezler. Bu kistlerin varlığı endodontik tedaviden sonra periapikal lezyonun iyileşmesini engelleyebilir (82).

4.7.2. İyatrojenik Hatalar

1. Endodontik tedavi sırasında hekimin, doğru giriş kavitesi açamaması sonucu tedavi edilmemiş kanalların bırakılması (1),
2. Kanalların iyi temizlenememesi, yeterince doldurulamaması veya uygun restorasyonun zamanında yapılamaması (83),

3. Kuron veya kök perforasyonu, alet kırıkları, basamak oluşumu, taşkın şekillendirme ve dolum gibi komplikasyonlar enfeksiyonun tekrar etmesine neden olabilir (84).

4.8. Cerrahi Olmayan Retreatment

Cerrahi olmayan retreatment (1, 81, 82)

1. Koronal girişin sağlanması,
2. Daha önce kaçırılmış kanalların bulunması,
3. Önceki tüm kanal dolgu materyallerinin çıkarılması,
4. Basamakların geçilmesi,
5. Transportasyon alanlarının idaresi,
6. Perforasyonların tamir edilmesi,
7. Kırıkların tedavisinin planlanması,
8. Postların ve kırık aletlerin çıkarılması aşamalarını içerir.
9. Çalışma boyuna tamamen ulaşılması önemlidir, böylece etkin çalışma olanağı sağlayacak temizleme ve şekillendirme prosedürleri gerçekleştirilebilir.

4.8.1. Cerrahi Olmayan Retreatment Endikasyonları (20)

1. Endodontik tedaviden sonra periradiküler patoloji ve semptomlar devam ettiğinde,
2. Radyografik olarak kök kanal dolumunda eksiklik görüldüğünde,
3. Geçmeyen, ısrarcı semptomlar varlığında,
4. Var olan kök kanal dolumunu tehlikeye atabilecek restoratif veya protetik prosedürlerin varlığında,
5. Kök kanal sistemine bakteri sızıntısından şüphelenildiğinde kök kanal tedavisinin yenilenmesi tercih edilmektedir.

4.8.2. Koronal Giriş Kavitesinin Hazırlanması

Retreatment gereken dişte koronal giriş için önceki restorasyonları kaldırmak gereklidir (1, 85).

Başlangıçtaki endodontik tedaviyi takiben çoğu diş tam kuron kaplamayı gerektirir ve restorasyon post-kor restorasyonuyla desteklenir. Bu vakalarda giriş kavitesi daha

karmaşıktır. Tam seramik kuron varlığında, öncelikle diş hekimi bunun çıkarılması veya korunması kararını vermelidir. Restorasyonla bağlantılı çürük veya kırık varsa veya restorasyonun yenilenmesi gerekiyorsa kuronun çıkarılması gerekir (1). Kuronun sökülmesinin ardından yüksek hızlı döner aletler korun kesilip kaldırılması ve pulpa odasına düz girişin sağlanması için kullanılır (85).

4.8.3. Postların Sökülmesi

Endodontik olarak tedavi edilen dişlerde post kullanımı yaygındır ve cerrahi olmayan retreatment gerektiğinde veya koronal restorasyonun yenilenmesi ve iyileştirilmesi gerektiğinde sökülmesi gerekebilmektedir (85).

4.8.3.1. Postların Sökülmesinde Etkili Faktörler

a. Postun yapıldığı materyal, post şekli ve dizaynı

Postların yapımında paslanmaz çelik, altın, titanyum, seramik, zirkonyum ve fiberle güçlendirilmiş kompozit gibi çeşitli materyaller kullanılır. Ayrıca döküm postlar dişe özgü laboratuvar da yapıldığından farklı şekillerde ve konfigürasyonlarda olabilir (1). Metal postların sökümü zordur ve baz metal alaşımlarından yapılanlar sertlikleri nedeniyle en zorları kabul edilir. Fiber postlar, prefabrike postlardan farklı olarak kök kanalına pasif olarak tutunur ve tutuculuk bağlayıcı ajanlara ve bunların başarısına bağlıdır (8). Farklı fiber postlara özel üretilen kitlerle birkaç dakika içinde basitçe sökülebildikleri savunulur, bu da tedavi seçeneği olarak fiber postların kullanılma nedenlerinden biridir (86). Adeziv bağlanma nedeniyle bütün halinde çıkarılamazlar. Uzun postların ve tutuculuğu fazla yivli-paralel postların ve döküm postların sökümü daha zordur (87).

b. Postu yapıştırmak için kullanılan siman çeşidi

Tüm postlar tutucu özelliklerine bakılmaksızın, kanal duvarlarıyla arasında bir siman yardımıyla yapıştırılmayı gerektirir. 4 ana tip yapıştırma ajanı kullanılmaktadır: Çinko fosfat siman, cam iyonomer siman, çinko polikarboksilat siman ve rezin siman. Resin simanlar en tutucu olanıdır. Diş hekimi gerektiğinde kök kanalından sökülmesinin zorluklarını bilmelidir (88).

c. Dişin arktaki konumu

Genel olarak post sökümü arka dişlere doğru daha da zorlaşır (85).

- d. İnteroklüzal mesafe
Diş ne kadar ulaşılabilir olursa post sökümü o kadar kolaylaşır (1).
- e. Postun koronal uzantısının alveol kemiğe göre seviyesi

4.8.4. Post Söküm Yöntemleri

Koronal giriş kavitesinin açılıp posta ulaşılmasından sonra ilk olarak, postun etrafındaki kor materyali silindirik/konik karbid veya elmas frezlerle kaldırılır. Cerrahi olmayan retreatment tedavisine karar verirken göz önünde bulundurulması gereken faktör, post boşluğu hazırlanmasının ilgili kökü kanal tedavisinden daha fazla zayıflatmış olduğudur. Bu nedenle, post çıkartılması planlanırken, perforasyon ya da kök kırığı riskinin artacağı hesaba katılmalıdır (89). Önemli olan faktör kalan diş dokusunun korunması ve gereksiz madde kaldırılmasının önlenmesidir (1).

Post-dentin arasındaki yüzey temasıyla orantılı olarak söküm sırasında dişin zarar görmesi riski artmaktadır (87). Bu durumda yüksek hızlı frezlerin kullanımı riskli olabilir ve post etrafında kalan kor materyali yavaş hızda dönen ultrasonik uçlarla temizlenebilir (1).

Piyasada post sökümü için kullanılan birçok araç ve kit bulunur:

4.8.4.1 Sonik Vibrasyon

Postu gevşetmek ve çıkarmak için kullanılan basit ve ucuz bir yöntemdir. Alet 200.000 rpm'de döndüğünde, dakikada 1,2 milyon vibrasyon üretir. Sonik uç; titreşim üreten yüksek hızlı, sürtünmeli bir frezdir. Frez, post-diş arayüzeyiyle sıkı temas halindedir ve saat yönünün tersine çalışır. Sonik titreşim genellikle çinko fosfat gibi geleneksel simanlarla yapıştırılan postlarda kullanılır (85).

Sonik vibrasyonla post sökümü çok uzun sürdüğünden tavsiye edilmez (5).

4.8.4.2 Ultrasonik Enerji

Ultrasonik aletler; 25 kHz- 30 kHz frekansında ses benzeri dalgalar üretir ve bunu vibrasyon enerjisine çevirerek ultrasonik enerji üretir. Vibrasyon enerjisi ultrasonik uçtan posta yayılır ve dentin tarafından absorbe edilir (90).

Koronal simanın büyük bir kısmı çıkarıldıktan sonra ultrasonik aletin ucu post/diş arasına yerleştirilir. Aletin ucundan gelen titreşim metal cisme aktarılır ve cisim minimum çekme kuvvetiyle çıkarılana kadar etrafındaki simanı gevşetir. Bu cihazlar diş yapısına

ve simante edilen materyale çok az zarar vermesi nedeniyle önerilir. Ancak kanala tam uyan döküm post-kor restorasyonlar bu teknikle sökülemeyebilir (6).

Ultrasonik aletler ile post sökümünde etkili mekanizma, postla diş arasındaki simanın bağlanmasının bozulmasıdır (3). Bu nedenle yapıştırırmada kullanılan simanın çeşidi ve post ile dentin arasındaki temas yüzeyinin boyutu önemlidir (5). Bu faktörler postun tutuculuğunu etkiler ve buna bağlı olarak mevcut aletlerin oluşturduğu vibrasyon enerjisiyle sökülmeye direnç gösterebilir (5).

Yüksek elastik modülü olan sert materyaller titreşimi daha iyi iletir. Bu nedenle elastik postların sökümü daha uzun sürer ve daha yüksek enerji kullanımı gerektirir. Ayrıca kompozit rezin simanların elastikiyeti titreşimleri hafifletir ve posta iletilen enerjiyi absorbe eder. Bu simanlarla düşük elastik modüllü postların kullanımı söküm etkinliğini önemli ölçüde değiştirir (5).

Ultrasonik aletlerin irrigasyon yapılmadan kullanımı dentinde 10°C den fazla sıcaklık artışına neden olur (91). Ultrasonik vibrasyonun 10 dakikalık kullanımından sonra, bağlantı epitelinin hemen altındaki bağ dokusu kılcal damarlarında hiperemi ve vazodilatasyon oluşur. Bu nedenle sadece 5 dakika titreşim uygulanması önerilir (92).

Kısa sürede post-kor restorasyonun sökülmesinin mümkün olmadığı durumlarda post çevresindeki diş dokusundan kaldırılması gerekebilir (92). Fakat dentin miktarında kayıplar kök perforasyonu veya kök kırıklarına yol açabilir (93).

4.8.4.3 Mekanik Aletler

Post sökümü için piyasada çok çeşitli aletler mevcuttur. Ancak bunların çoğu diş yapısında büyük miktarlarda kayba ve kökte basamak, kırık veya perforasyon oluşumuna neden olur (85).

Post sökümü için hemostatların kullanımı geçmişte en yaygın kullanılan teknikti. Bu yöntem hemostatlar veya özel forsepslerle çıkarılmadan önce post çevresinin frezlerle açılıp postun gevşetilmesini içerir. Aynı şey el aletleri ile çıkarmadan önce postları gevşetmek için kullanılan ultrasonik aletler, mekanik el aletleri ve sonik aletler için de söylenebilir (94).

En az kullanılan teknik Gonon Post Söküm sistemi, diğer adıyla Thomas ekstraktörüdür. Bu aletler tehlikeli oldukları ve verimsiz oldukları gerekçesiyle önerilmez (94). Ana prensibi dişle olan bağlantısı bozulana kadar postun tutulup çekilmesidir (95).

Masserann (96), köklerdeki postları ve kırık aletleri dişte minimum hasarla çıkarmak için bir alet geliştirmiştir. Kolay olması, minimum ısı üretmesi, kırık parçayı daha ileri itme riskinin olmaması ve kökte perforasyon veya ayrılmaya neden olan kuvvetler uygulamaması nedeniyle avantajlıdır (97).

Bu teknik

1. Uzun- kesici elmas frezler,
2. Gates-Glidden frezleri,
3. Yavaş hızda çalışan bir el aleti,
4. Postun koronal ucu etrafındaki kök kanal dentinini kesen trepan frezlerini içeren Masserann kiti,
5. Postun koronal ucunu tutarak kilitleyip saat yönünün tersine döndürerek çıkaran ekstraktör içerir (98).

Bu sistem postun etrafındaki diş yapısını kesip belli bir boyuta getiren trepan frezlerini ve postun tutulup çekilmesini sağlayan ekstraksiyon forsepsini içerir. Kuvvet, kökün uzun ekseni boyunca post ve diş arayüzüne uygulandığından etkilidir (1).

Diğer bir teknik Dr. H. Kahn tarafından geliştirilen Post Puller aletinin kullanımındır. Bu aletin tutunması için post üzerindeki ve çevresindeki bütün restorasyonlar kaldırılır. Sistemin avantajı; kök perforasyonu ve kök kırığı riskinin az olmasıdır. Kökün dönmesini ve periodontal ligament hasarını önlemek için post, dişin uzun ekseni doğrultusunda kaldırılmalıdır. Bu da aletin postun kök yüzeyiyle temastaki kısmına sabitlenmesiyle sağlanır. Bu sistem günümüzde kullanılmamaktadır (99).

Ruddle Post Söküm sistemi ve Universal Post söküm sistemi, Gonon kitinin kombinasyonu şeklinde dizayn edilmiştir. Bu aletlerle postların yanı sıra geniş bir kanalın koronalinde kırılan aletlerin sökümü de yapılabilir. Bu kitler mandrellerin tutunması için postları belli bir boyuta getiren trepan frezlerini kullanır. Mandrell, saat yönünün tersi yönde çalıştığından hem aktif hem de pasif postların sökümü için kullanılabilir (1).

JS Post Sökücü, Gonon ve Ruddle sistemine benzerdir fakat boyutunun küçük olması nedeniyle girişin zor olduğu bölgelerde rahatça kullanılabilir (1).

En yaygın kullanılan yöntemlerden biri de post ile kök arasındaki simanın ayrılması için bir çözücünün kullanımındır. Hedström eğeleri de bu amaçla kullanılabilir (94).

Bu sistemlerin avantajı pratik olmaları ve ultrasonik aletlere göre post sökümünün daha kısa sürmesidir (100).

4.8.5. Fiber Postların Sökülmesi

Çoğu diş hekimi diş yapısına çok az zarar verdiği için ultrasonik aletlerle post sökümünü tavsiye eder (6, 101). Ultrasonik aletler ile post sökümünde postla diş arasındaki simanın bağlantısının bozularak postun sökülmesi amaçlanır (3).

Fiber postlar prefabrike postlardan farklı olarak kök kanalına pasif olarak tutunur ve tutuculuk bağlayıcı ajanlara ve bunların başarısına bağlıdır (8). Adeziv bağlanma nedeniyle bütün halinde çıkarılamazlar. Bu vakalarda ultrasonik aletlerin kullanımı sınırlıdır. Çıkartılma işlemi postun fiber demetler boyunca özel ya da standart döner aletler yardımıyla birkaç saniye içerisinde güvenli bir şekilde aşındırılması ile sağlanabilir (89). Bu nedenle üretici firmalar tarafından fiber postlara özel üretilen aletlerle söküm işleminin metal postlardan daha kolay ve basit olduğuna inanılır (102). Çoğu fiber post söküm sistemi başlangıç olarak kullanılan pilot dril ve postu tamamen söken bir drilden oluşur. Bunlar postların iç bütünlüğünü bozar fakat çevresel kısım kök kanalına yapışık kalır (93). Rezin matriks içerisindeki paralel lifler drillerin post sınırları içerisinde kalması için rehber oluşturur, böylece post boyunca düz bir giriş sağlanır ve kök perforasyonu riski de azalır (86).

Diş hekimi esnek drilleri hafif basınçla kendi yolunda ilerlemesine izin verecek şekilde 15.000 devir/dk'lık hızda kullanılmalıdır. Çünkü post sökümü ısı üretir ve su spreyi kullanımı şiddetle tavsiye edilir. Post uzunluğu radyografik olarak belirlenmeli ve uzunluk göstergesi dril üzerine yerleştirilmelidir. Driller inhalasyon tehlikesi yaratan tozlar oluşturur, bu nedenle rubber dam kullanımı zorunludur. Karbon fiberler ve diğer mineral fiberler sert materyaller oldukları için driller çabuk aşınır, ayrıca kırılan drillerin çıkarılması zordur ve zaman alır. Bu nedenle drillerin ve reamerların tek seferlik kullanımı önerilir (86).

Bu sistemlerin dezavantajı ise çoğu zaman post sökümü gerektiğinde diş hekimi fiber postun çeşidini bilemeyeceğinden imalatçılar tarafından posta özel yapılan söküm kitleri etkisiz kalabilir (93).

4.9. Mikro-Bilgisayarlı Tomografi

Geleneksel radyografi tekniğinde üç boyutlu bir cisimden iki boyutlu görüntü oluşturulması sırasında mevcut bilgilerin büyük bir kısmı kaybolur. Herhangi bir iç yapının bu yöntemlerle görüntülenebilmesi için bu bölgenin önünde ve arkasında fark olmaması gerekir (103, 104).

X ışınlı bilgisayarlı tomografi, 1970'lerin başlarında üretilmiştir ve teşhis amacıyla tıp alanında kullanılmaya başlanmıştır (103).

Mikro-bilgisayarlı tomografi (Mikro-BT); X-Ray ışın kaynaklı ve yüksek çözünürlüklü detektörleri kullanarak, birden fazla yönde dönen projeksiyonlarla örneklerin üç boyutlu görüntülerini üretir. Görüntüler, X-ışını kaynağının enerjisi ve malzeme örneğinin atom bileşimi tarafından belirlenen dağılım haritalarını temsil eder (9).

Sistemin avantajları,

- Işınlanan kenar bir dizi dilime bölünür ve dilim içindeki bilgiler cismin her iki tarafındaki farklılıklardan etkilenmez (103).
- Görüntüleme işlemi zararsız olduğundan tekrar edilebilir ve numune ek biyolojik ve mekanik testler için sağlam kalır (9, 10).
- Görüntüler 360° döndürülebilir ve ilgilenilen bölgeler büyütülebilir (11, 105).
- Örneklerin tüm eksenleri etrafındaki hareketini gösteren bir animasyon elde etmek mümkündür (105).

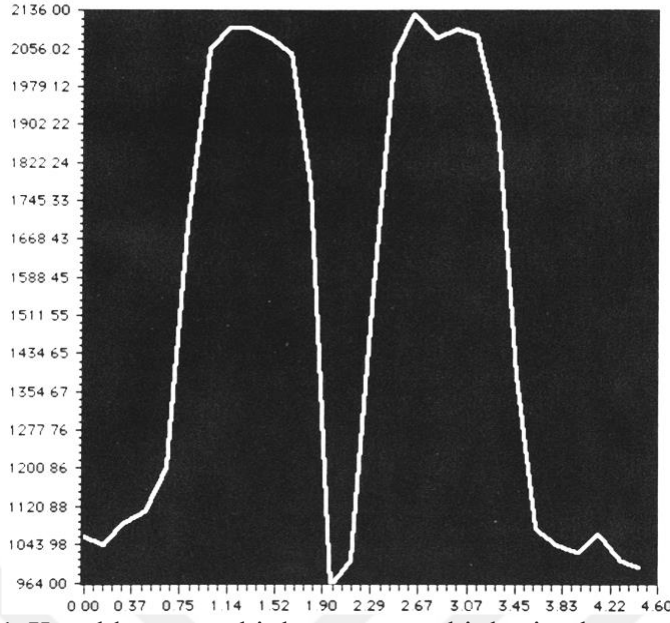
Sistemin dezavantajları,

- Görüntünün taraması için ve yeniden yapılandırma için güncel görüntüleme süreleri uzundur (105).
- Ekipman pahalıdır ve 3 boyutlu yeniden yapılandırma yüksek düzeyde bir bilgisayar uzmanlığı gerektirir (105).
- Mikro-BT tekniğinin *in vivo* uygulamalara göre sınırlamaları vardır ve sınırlı boyuttaki örneklerin incelenmesi yapılmaktadır (106).

4.10. Mikro-Bilgisayarlı Tomografinin Çalışma Prensibi

Mikro-BT, geleneksel teknikler üzerinde belirgin şekilde geliştirilmiş çözünürlük sağlar. Bu çözünürlük düzeyinde bir dizide depolanan veriler çok detaylı bilgisayarlı analiz ve manipülasyona izin verir (107).

1. Örneğin doğru yönlendirilip konumlandırılmasının ardından, belirlenen ayarlarda taramalar yapılır.
2. Taranan dokular ve çevresindeki yapılar farklı Mikro-BT numaralarıyla bölümlere ayrılır.
3. Normal dentin ile güta-perka arasındaki Mikro-BT numarası farkı büyüktür. Bu da geniş bir eşik değeri aralığında birkaç noktanın yer alması anlamına gelir (Şekil 1).
4. Dentin ve pulpa dokusu için de farklı Mikro-BT numaraları üretilir. Kanal boşluğu nedeniyle derin dalgalanmalar oluşur ve sement, dentin, kanal boşluğu arasındaki temel değişiklikleri gösterir; ancak düzenli dentin, düzensiz dentin ve pulpa yumuşak dokusundaki ince farklılıkları göstermemektedir (107).
5. İlgilenilen iki bölge arası sığ bir eğim mevcut olduğunda ise orta nokta seçilmiştir. Böylece ilgi alanının altında ve üstünde eşit sayıda noktanın hizalanmasını sağlar (107).
6. Bu dizilerden yalnızca istenilen yapıların yüzeyini temsil eden işaret listeleri oluşturulur. Bu da gereksiz verileri kaldırır, görüntü depolama gereksinimlerini azaltır ve manipülasyonu kolaylaştırır (107).
7. Bu nokta listelerinde yer alan bilgiler, yüzey alanı ölçümlerinin değerlendirilmesi ve nesnenin 3 boyutlu görüntüsünü oluşturmak için her noktaya ait bir vektör içerir (108).
8. Bu vektörlerin bilgisayar üzerindeki bir algoritmaya dayalı hesaplamasıyla, iç ve dış morfolojik ilişkiler kolaylıkla gösterilmektedir (108).
9. Buna ek olarak, yüzey verileri bir kere saklandığında, gelecekteki değerlendirmeler için kullanılabilir (107).



Şekil 1. Kanaldan geçen bir hatta uzanan bir kesitte her veri noktası için eşik değer grafiği (Nielsen ve ark.'dan ,11)

4.11. Diş Hekimliğinde Mikro-Bilgisayarlı Tomografinin Kullanım Alanları

Mikro-bilgisayarlı tomografi tekniği yararlı bir eğitim aracı olmasının yanında klinik diş hekimliği için önemli etkilere sahiptir. Bu teknik ile *in vitro* tedaviden önce, sırasında ve sonrasında diş dokularını optimum ayrıntıyla görüntülemeye önemli gelişmeler sağlanmıştır (11, 107).

1. Bir dişin mikro bilgisayarlı tomografiyle taranmasından sonra, mine-dentin ve pulpa görüntülenebilir ve mineral yoğunluklarına veya grilik seviyelerine bağlı olarak ayrılabilir. Kemiklerin ve dişlerin mineral konsantrasyonu %1'lik doğruluk ve 5-30 μm arasında bir çözünürlük ile nicel olarak ölçülebilir (9).
2. Bir iç yapıyı, dilimler halinde veya herhangi bir doğrultuda görüntüleme kabiliyeti kök kanal sistemlerinin morfolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Ayrıca kök kanal tedavisi başarısızlıklarının daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilir ve apikal kanal sisteminin karmaşıklığı kolayca görüntülenebilir (104).
3. Üst molar dişlerin MB₂ kanalları gibi ekstra kanallar kolayca belirlenebilir (104). Ayrıca mesial kanalları birbirine bağlayan istmusların varlığı görüntülenebilir. Yapılan bir çalışmada kök kanal şekillendirmesinden sonra bu bölgelerin yeterince

temizlenemediği ve buralarda debris varlığı belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında kanal tedavisinin başarı sı için yeni yöntemler belirlenebilir (109).

4. Distrofik kalsifikasyonlar, tersiyer dentin birikim alanları ve kanal kurvatürleri belirlenebilir (110).
5. Kök kanal şekillendirmesi sonrası kanal morfolojisi, dentin hacmindeki değişiklikler ve transportasyon alanları gözlenebilir (110).
6. Kavite hazırlama ve restorasyon sonrasında kullanılan farklı malzemelerin sınırları belirlenebilir (9). Mevcut çalışmalar güta-perka, siman ve boşlukların mikro-BT yöntemiyle ayırt edilebilirliğini göstermektedir (107). Karşılık gelen histolojik ve mikro-BT kesitlerinin görüntü çiftleri mikro-BT görüntülerinin yardımcı güta-perka konilerini daha ayrıntılı bir şekilde ayıştırdığını göstermiştir (106).
7. Yeni nesil mikro-BT sistemleri *in vivo* görüntüleme ve veri toplanmasına izin verir. Trabeküler kemik morfolojisi, trabeküler kalınlık, boşluk ve yoğunluk ölçülebilir (111).
8. Kortikal kemik yapısının üç boyutlu analiziyle, kemik-implant arayüzünün yüksek kalitede tomografik seri kesitleri alınabilir (112).

Bu çalışmanın amacı; fiber post sökümünde, ultrasonik cihazlar ve söküm kitleri etkinliğinin ve de diş dokusu üzerinde meydana gelen değişimlerin mikro-bilgisayarlı tomografi yöntemi kullanılarak kıyaslanmasıdır.

5. GEREÇ VE YÖNTEM

20/07/2016 tarihli ve KU GOKAEK 2016/211 numaralı Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanan *in vitro* çalışmamız Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Kliniği ve Sabancı Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Çalışma projesi "Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Proje Birimi" tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2017-016).

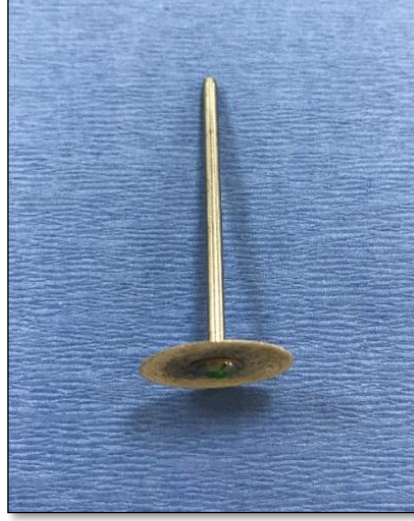
5.1. Çalışmaya Dahil Edilecek Dişlerin Seçimi

Çalışmamızda kullanılmak üzere Kocaeli Üniversitesi Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı'nda çeşitli nedenlerle çekilen dişlerden toplam 30 adet alt küçükazı dişi seçildi.

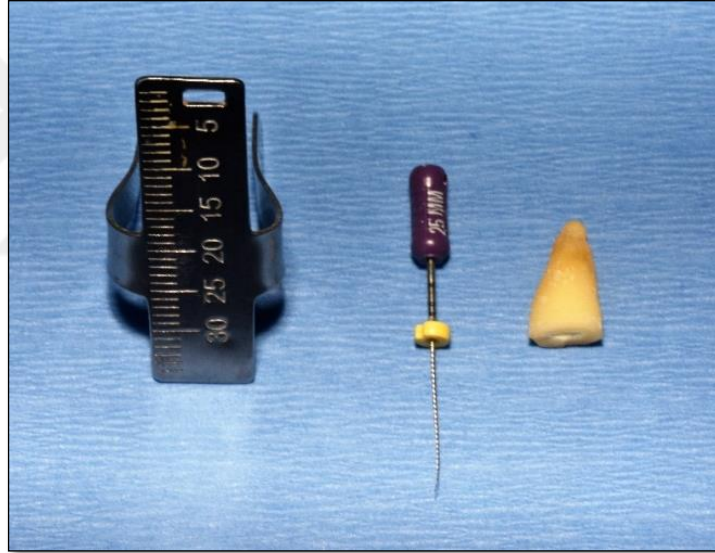
- Daha önce endodontik tedavi görmeyen, kırıksız, kanal eğimi az, kök yüzeyinde eksternal rezorbsiyon içermeyen ve kök ucu kapanmış dişler çalışmaya dahil edildi.
- Alınan bukko-lingual ve mesio-distal radyografilerde iki kanal içeren ve internal rezorbsiyon gözlenen dişler çalışmadan çıkarıldı.
- Diş seçiminde kök boyutlarının ve kök kanal genişliklerinin birbirine yakın olmasına dikkat edildi.
- Dişler, deney aşamasına kadar oda sıcaklığında %0,12'lik Kloramin T solüsyonunda bekletildi.

5.2. Dişlerin Hazırlanması

Dişlerin üzerindeki eklentiler ve yumuşak doku artıkları periodontal küret yardımıyla temizlendi. Kuronlar, mine-sement sınırından elmas separe (Resim 1) ve piyasemen kullanılarak kök boyları yaklaşık 14 mm olacak şekilde kesildi (Resim 2).



Resim 1. Elmas Separe



Resim 2. Örneklerin kesilmesi

5.3. Kök Kanallarının Şekillendirilmesi

Çalışma boyu, 2.5x büyütme (Heine USA Ltd, Dover, NH, Amerika Birleşik Devletleri) altında 10 numaralı K tipi kanal eğesinin (Mani Inc., Tochigi-Ken, Japonya) apikal foramene ulaştığı noktadan 0,5 mm kısa olacak şekilde belirlendi. Kök kanalları K tipi ve H tipi eğelerle (Mani Inc., Tochigi-Ken, Japonya) çevresel eğeleme yapılarak ve master apikal eğe #35 olacak şekilde step-back yöntemiyle şekillendirildi. Her eğeleme

işlemi sonrası irrigasyon solüsyonu olarak 2 ml %2.5 NaOCl solüsyonu kullanıldı. Kök kanalları daha sonra kağıt konlarla (Diadent, ChoongchongBuk Do, Kore) kurulandı.

5.4. Kök Kanallarının Doldurulması

Kanallar, AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya) kanal dolgu patı ve guta-perka (Dentsply-DeTrey, Konstanz, Almanya) ile soğuk lateral kondensasyon yöntemi kullanılarak dolduruldu. Kök kanallarının doldurulması işlemi takiben koronadaki guta-perka ısıtılmış bir el aleti yardımıyla giriş kavitesinin 2 mm apikalinden kesilerek uzaklaştırıldı. Bu boşluk geçici dolgu materyali (Cavit, ESPE, Seefeld, Almanya) ile kapatıldı ve örnekler kanal dolgusunun tam olarak sertleşmesi için %100 nemli ortamda 37°C de 1 hafta süreyle bekletildi.

5.5. Post Boşluklarının Hazırlanması

Kök kanal dolgusu tamamlanan dişlerin koronal kısmındaki geçici dolgu maddesi çıkarıldıktan sonra, post boşluğu hazırlanması aşamasına geçildi. Kanal dolgusunun çıkarılması için dişlerde öncelikle *Gates Glidden* setindeki #1 ve #2 nolu frezler kullanıldı. Ardından, daha sonra kullanılacak RelyX (3M ESPE, St. Paul, Minn., Amerika Birleşik Devletleri) cam fiber postun kendine özgü drilleri kullanılarak post boşlukları hazırlandı (Resim 3). Bütün gruplardaki preparasyonların standardizasyonunun sağlanması için post boşluğunun uzunluğu bir stopper yardımı ile dril üzerine işaretlendi. Post boşlukları 9 mm olacak şekilde ve apikalde 5 mm kanal dolgusu kalacak şekilde açıldı.

Post boşluklarının hazırlanmasının ardından kök kanalları 5 ml distile su ile yıkandı ve kağıt konlar (Diadent, ChoongchongBuk Do, Kore) ile kurulandı.



Resim 3. RelyX post drilleri

5.6. Post Boşluklarının Hazırlanmasından Sonra Yapılan Mikro-BT Taramaları

Tüm hazırlanan örneklere post boşluklarının hazırlanmasının ardından Mikro-BT taramaları yapıldı.

Örneklerin 3 boyutlu görüntülenmesi için SkyScan1172 Mikro-BT (Bruker, Kontich, Belçika) cihazı kullanıldı (Resim 7).



Resim 4. SkyScan 1172 Mikro-BT Cihazı

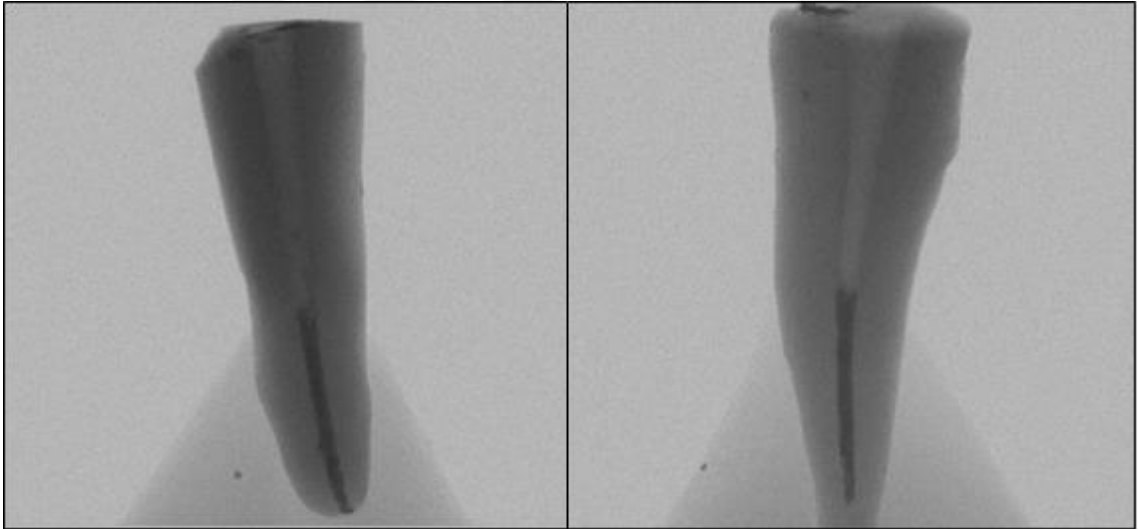
SkyScan 1172 Mikro-BT cihazıyla her dilimde 8000x8000 piksele ve 0,5 µm'ye kadar detaylı görüntüler üretilebilmektedir. Her bölüm veya dilim, 3 boyutlu (3D) konumlar kullanılarak adreslenebilen 12 bitlik Mikro-BT numaraları olarak depolanır.

Tarama sırasındaki rotasyon nedeniyle örneklerin hareketini önlemek için bütün örnekler tarayıcının numune tutucusuna ortodontik wax yardımıyla sabitlendi. Vertikal olarak örneğin tamamı görüntü içinde olacak şekilde yükseklik ayarlaması yapıldı.

Bütün örneklerin taramaları sabit ayarda yapıldı.

- X- ışını tüpü 0.5 mm Al+Cu filtre ile 76 kV ve 131 mA'de çalıştırıldı.
- Görüntülerin piksel boyutu 22,3 µm olacak şekilde ayarlandı.
- Örnekler 0,7° rotasyon adımıyla 360° rotasyonda ve projeksiyon başına ortalama 5 çerçeve olacak şekilde yaklaşık 28 dakika süreyle tarandı.

Bu prosedür örneklerin vertikal ekseninde 360° dönüşü sırasında örneğin 2 boyutlu yanal projeksiyonlarının oluşturulmasını sağlar. Bu ham görüntüler daha sonra kullanılmak üzere TIFF formatında kaydedildi (Şekil 2).



Şekil 2. Tarama sonrası oluşan TIFF formatındaki 2 boyutlu görüntüler

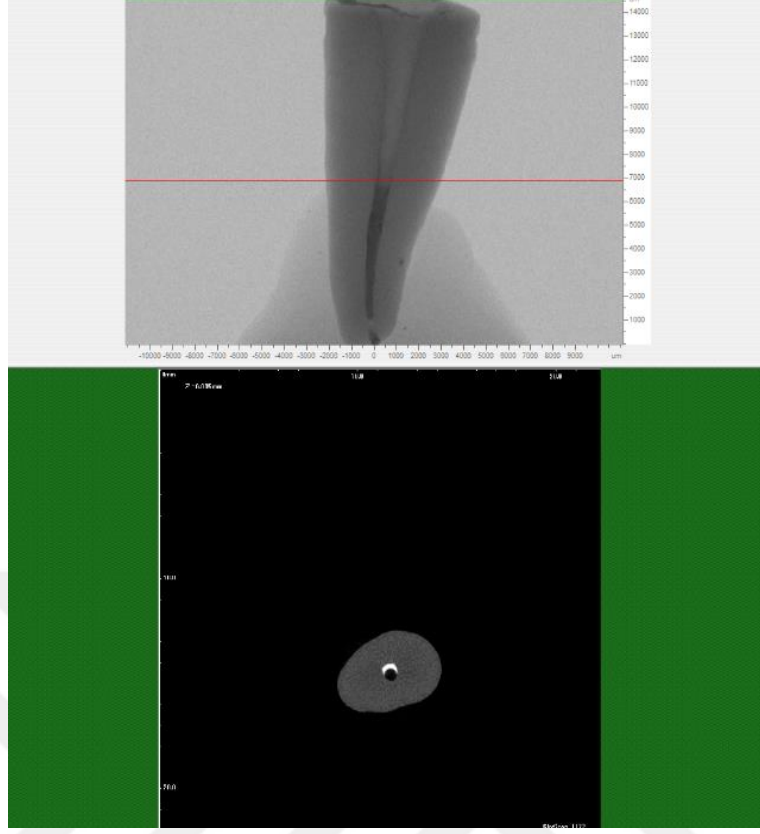
Ortaya çıkan 16-bit TIFF formatındaki iki boyutlu ham radyolojik verilerdeki görüntüler NRecon® (Bruker, Kontich, Belçika) programı kullanılarak,

- Beam hardening %38,
- Ring artefacts 6,
- Smoothing 0,

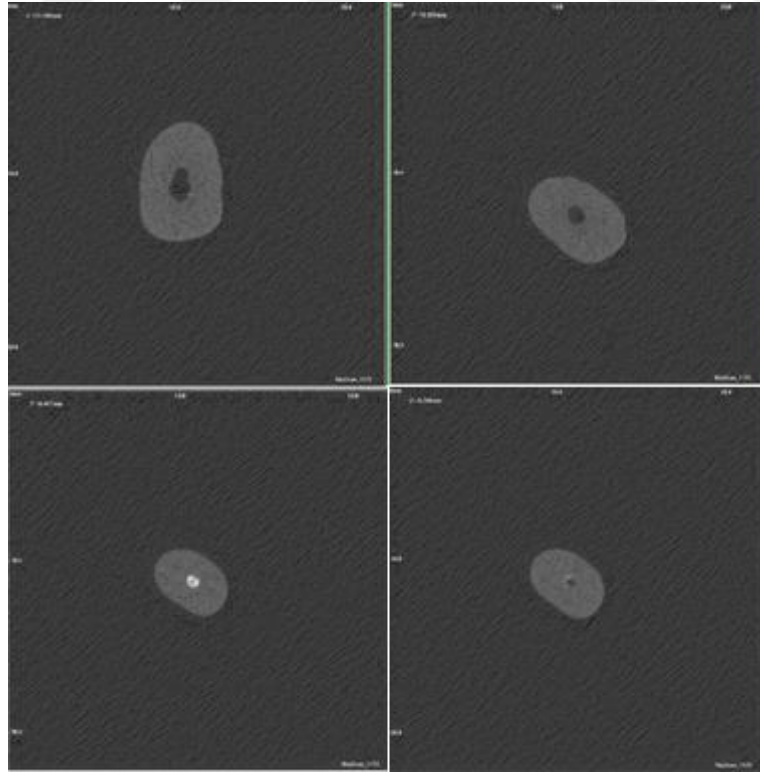
- Sabit Attenuation ve co-efficient range ayarlarında yeniden yapılandırıldı, görüntü kirlilikleri ve radyografik artefaktlar elimine edildi ve matematiksel analiz için hazır hale getirildi.
- Bu işlemle her örnek için toplamda 600-700 adet transversal kesit görüntüsü elde edildi (Şekil 3 ve 4) ve .BMP formatında kaydedildi.

Oluşan transversal görüntülerden 3 boyutlu modellerin elde edilmesi için CTAn sürüm 1.12 yazılım (Bruker-microCT) kullanıldı (Şekil 5 ve 6).

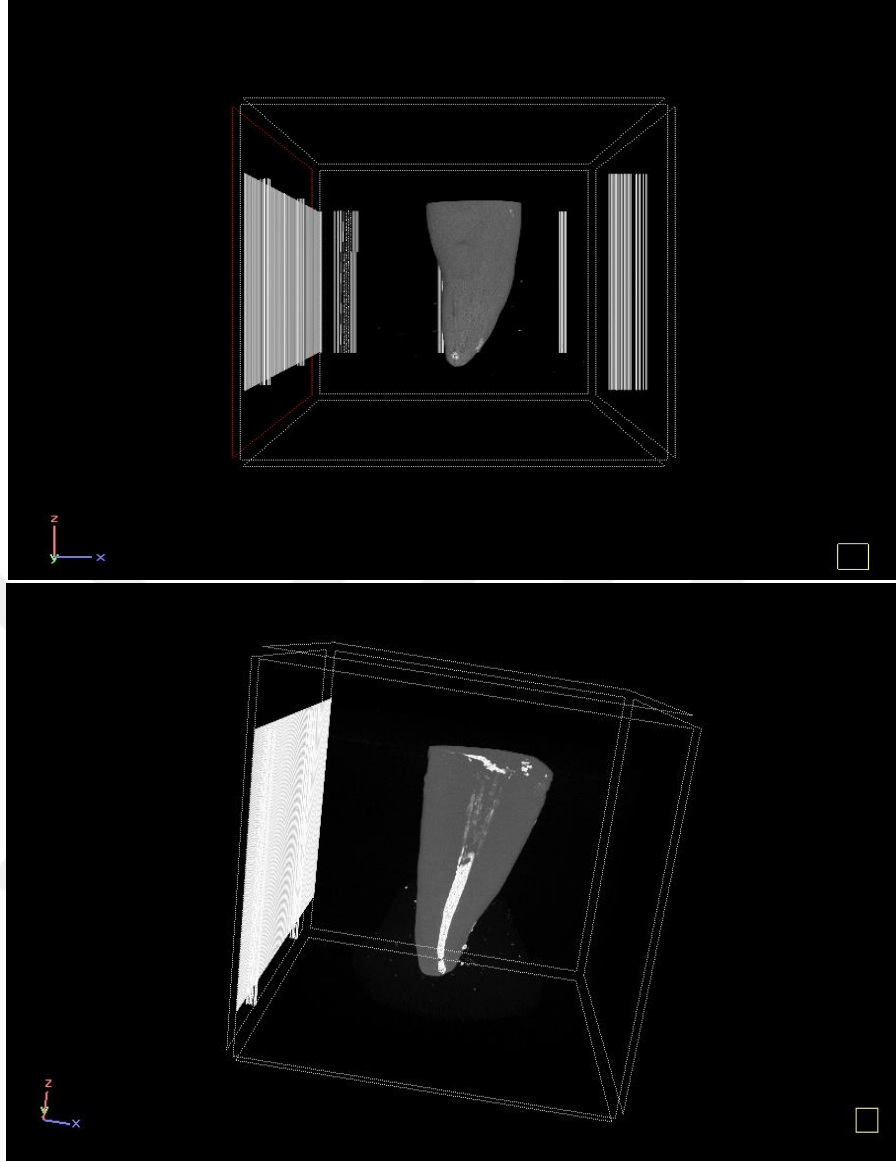




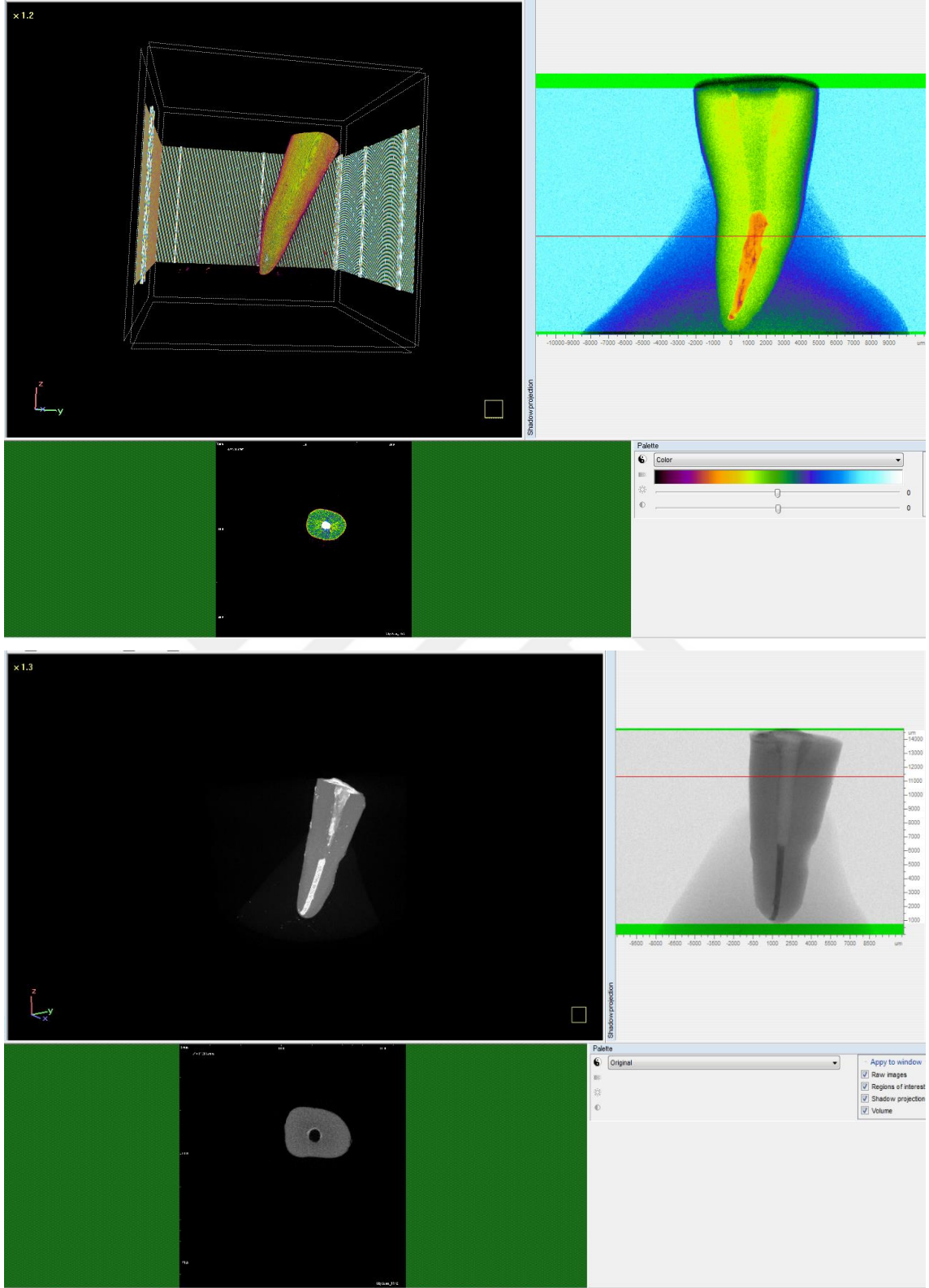
Şekil 3. Belirli bir noktadaki transversal kesit görüntüsü



Şekil 4. Transversal kesit görüntülerine örnekler



Şekil 5. Rekonstrüksiyon sonrası örneğin 3 boyutlu görüntüsü



Şekil 6. Örneğin NRecon programında 3 boyutlu rekonstrüksiyonu

Örnekler, postlar yerleştirilmesine kadar nemli ortamda saklandı.

5.7. Postların Simantasyonu

Postlar üretici firmanın da tavsiyesi üzerine alkol ile temizlendi. Post yuvalarına RelyX UNICEM (3M ESPE, St. Paul, Minn., Amerika Birleşik Devletleri) self-adeziv rezin siman enjekte edildi (Resim 5). Postlar parmak basıncı ile kanala yerleştirildi ve 40 sn LED ışık kaynağıyla polimerize edildi (Resim 6 ve 7)



Resim 5. RelyX UNICEM self-adeziv rezin siman



Resim 6. 1,3 mm çaplı RelyX postlar



Resim 7. RelyX postların simantasyonu

5.8. Postların Sökülmesi

Örnekler her grupta 15 adet diş olacak şekilde rastgele 2 gruba ayrıldı.

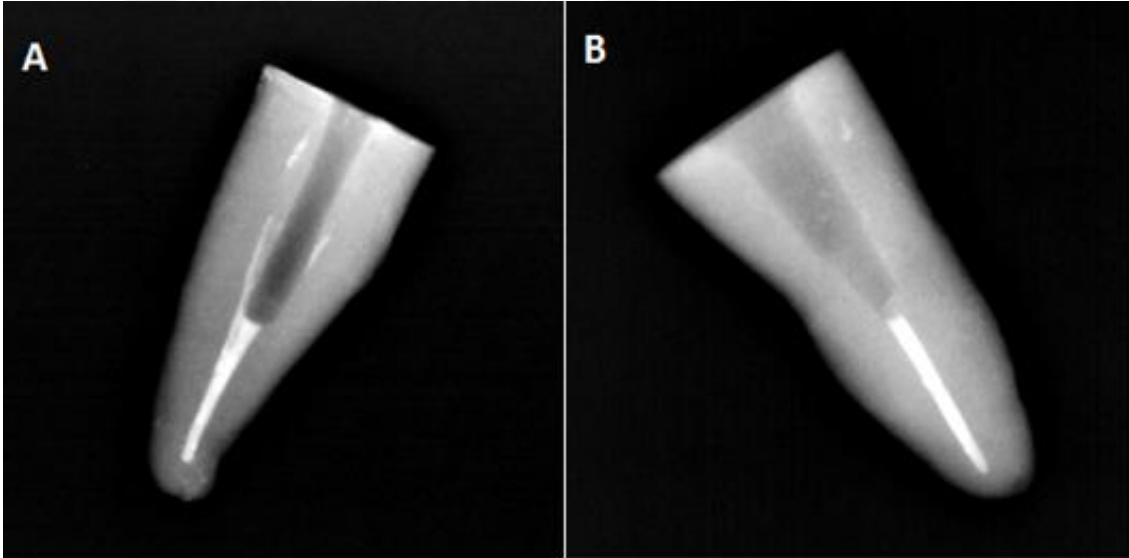
- 1) D.T. Light-Post Söküm Kiti (BISCO Dental Products, Illinois, Amerika Birleşik Devletleri)
- 2) Ultrasonik Cihaza (EMS SA, Nyon, İsviçre) bağlı RT2 (EMS SA, Nyon, İsviçre) elmas kaplı endodontik uç kullanıldı.

Grup 1: Bu gruptaki postlar, D.T. Light-Post Söküm Kiti ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda söküldü (Resim 7).

- Öncelikle fiber postun koronal ucu tungsten karbid frezlerle açığa çıkarıldı.
- İlk olarak pilot driller ile postun merkezinde bir delik açıldı.
- Pilot driller, Tungsten karbid söküm drillerinin ortalanmasına ve yönlendirilmesine yardımcı olması için tüm uzunluğunca kullanıldı.
- Kanalların tıkanmasını önlemek, metali zayıflatabilecek veya drilin kırılmasına neden olabilecek aşırı ısınmayı önlemek için su soğutması altında çalışıldı.
- Fiber postun uzun aksının takip edilmesine dikkat edildi.
- Söküm işlemi aralıklarla periapikal radyograflar çekilerek kontrol edildi (Şekil 7).



Resim 8. D.T Light Post Söküm Kiti



Şekil 7. Söküm işleminin kontrolü için alınan periapikal röntgenler
(A- D.T. Light-Post söküm kiti grubu, B- Ultrasonik grubu)

Grup 2: Bu gruptaki örnekler üretici firmanın önerisi doğrultusunda ultrasonik cihaza (MiniMaster Piezon LED; EMS, Nyon, İsviçre) bağlı RT2 (EMS SA, Nyon, İsviçre) elmas kaplı uçla söküldü (Resim 9 ve 10).



Resim 9. EMS MiniMaster Piezon LED Ultrasonik Cihaz

- Öncelikle fiber postun koronalinde elmas rond frezle merkezi bir delik açıldı.
- Daha sonra ultrasonik uç postun merkezini takip ederek kök-kanal doğrultusunda hafif basınçla ve su soğutması altında fiber postun tüm uzunluğunca kullanıldı.
- Aralıklarla periapikal röntgen çekildi ve söküm işlemi kontrol edildi.
- Her iki grup için de fiber postların sökümü sırasında geçen süre kronometre ile ölçüldü ve kaydedildi.



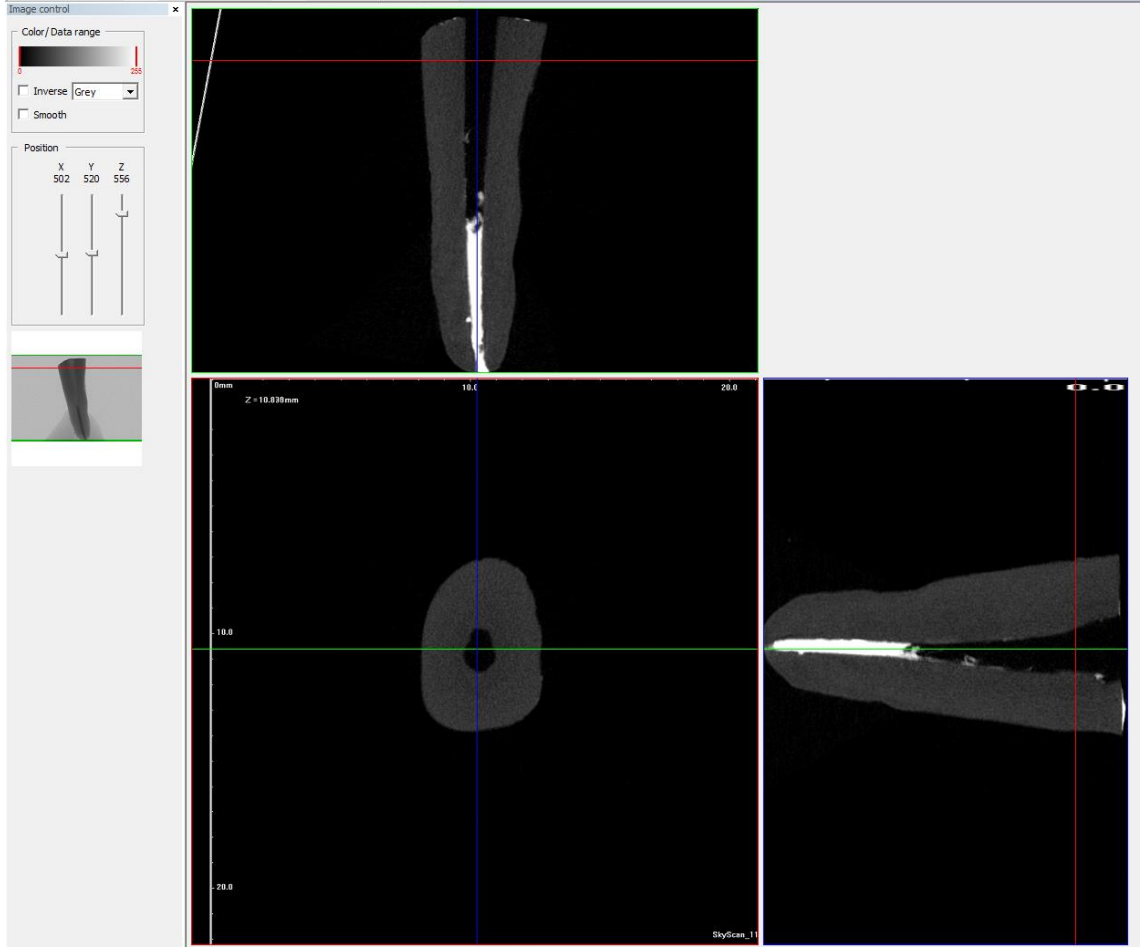
Resim 10. RT2 elmas kaplı ultrasonik uç

5.9. Post Sökümlerinin Ardından Yapılan Mikro-BT Taramaları

Post söküm işleminin ardından dişler ilk taramadaki Mikro-BT ayarları ile tekrar tarandı.

5.10. Mikro-BT Çekimlerinin Analizlerinin Yapılması

Post boşluğu açıldıktan sonra ve postlar söküldükten sonra alınan Mikro-BT taramalarının rekonstrüksiyonu yapılmış 3 boyutlu .BMP görüntülerinin, vertikal olarak mümkün olduğunca dikliğinin sağlanması için SkyScan Data Viewer 1.5.0 64 bit (SkyScan, Kontich, Belçika) programı kullanılarak koronal, sagittal ve aksiyal eksen görüntülerinde ayarlamalar yapıldı ve oluşan görüntüler kaydedildi (Şekil 8).



Şekil 8. SkyScan Data Viewer programında örneklerin boyutlandırılması

Görüntülerin analizi için CTAn sürüm 1.12 yazılım (Bruker-microCT) programı kullanıldı.

- İlk olarak analiz edilecek bölgenin üst ve alt sınırı belirlendi.
- Bütün örneklerde standardizasyonu sağlamak amacıyla analizi ve hacim hesaplaması yapılacak bölge olarak en üst kanalın başladığı nokta ve en alt bu noktadan itibaren 9 mm aşağısı olacak şekilde belirlendi.
- Daha sonra istenen hacimlerin doğru analizi için ilgili bölge (ROI) seçildi ve seçilen kesitsel alanların ilgi hacmi (VOI) oluşturuldu.
- Ardından 'Binary images' sayfasında kök dentini, gütta-perka, siman+post artıkları ve boşlukların ayrılması için orijinal gri tonlamalı görüntülerde eşik değeri belirlendi.

- Eşik değerler tüm örnekler için sabit tutuldu ve tüm örnekler aynı ayarlarla tarandı.
- Siman+post artıkları ve dentin hacimleri eşik değerine dayalı bölümlendirme (segmentasyon) kullanılarak hesaplandı, mm³ olarak kaydedildi.

5.11. Post Söküm Tekniklerinin Mikro Çatlak Oluşturması Açısından Değerlendirilmesi

Post boşlukları açıldıktan ve postlar söküldükten sonra yapılan Mikro-BT taramaları sonrası elde edilen 600 transversal kesit incelendi. İncelenen kesitlerden kaçında mikro çatlak bulunduğu ve bu kesitlerde kaçar mikro çatlak görüldüğü sayıldı.

5.12. İstatistiksel Analiz

- İstatistiksel analizler için NCSS 2007 (Number Cruncher Statistical System) (Kaysville, Utah, Amerika Birleşik Devletleri) programı kullanıldı.
- Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma, medyan, minimum, maksimum) yanı sıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında ve normal dağılım göstermeyen değişkenlerin iki grup karşılaştırmalarında Mann Whitney U testi kullanıldı.
- Normal dağılım göstermeyen parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon Signed Ranks test kullanıldı. Anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

6. BULGULAR

6.1. Post Söküm Tekniklerinin Dentinde Meydana Getirdiği Hacim Değişikliği Açısından Değerlendirilmesi

Post boşluklarının açılmasının ardından örnekler Mikro-BT ile tarandı, görüntüler kaydedildi ve dentin hacimleri mm³ cinsinden hesaplandı. Fiber postların sökümünden sonra aynı değerlerde Mikro-BT taramaları tekrar yapıldı ve dentin hacimleri ölçüldü. Elde edilen veriler Tablo 3'te gösterilmiştir. Gruplara göre dentin hacimlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Gruplara Göre Dentin Hacim Değerleri

DENTİN HACMİ (mm ³)		
	POST BOŞLUĞU AÇILDIKTAN SONRA	POST SÖKÜMÜ SONRASI
FİBER POST SÖKÜM KİTİ GRUBU		
1	159,282	151,312
2	201,461	194,099
3	177,807	170,353
4	179,313	176,072
5	141,785	137,407
6	213,609	212,407
7	163,897	159,285
8	166,208	165,359
9	206,428	204,576
10	143,724	142,519
11	140,195	140,364
12	147,391	144,424
13	162,293	160,411
14	181,381	175,618
15	141,899	141,511
ULTRASONİK GRUBU		
1	164,986	154,145
2	136,505	135,434
3	183,58	172,962

4	158,099	128,761
5	141,136	136,336
6	144,716	137,917
7	168,044	113,622
8	146,576	144,429
9	195,876	162,081
10	156,356	181,856
11	144,439	133,221
12	162,316	158,534
13	132,454	130,979
14	155,787	142,263
15	129,832	112,319

Tablo 4. Gruplara Göre Dentin Hacimlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Dentin Hacmi (mm ³)		Gruplar			^a p
		Toplam	Fiber post söküm kiti grubu (n=15)	Ultrasonik grubu (n=15)	
Post boşluğu açıldıktan sonra	Min-Mak	129,83-213,61	140,20-213,61	129,83-195,88	0,130
	(Medyan)	(158,69)	(163,90)	(155,79)	
	Ort±Ss	161,579±22,408	168,445±24,438 ^A	154,713±18,490 ^A	
Post sökümü sonrası	Min-Mak	112,32-212,41	137,41-212,41	112,32-181,86	0,011*
	(Medyan)	(147,87)	(160,41)	(137,92)	
	Ort±Ss	154,019±24,338	165,048±23,926 ^B	142,991±19,847 ^C	
^b p		0,001**	0,001**	0,006**	
Fark (Post boşluğu açıldıktan sonra -Post sökümü sonrası)					
Min-Mak		25,50-54,42	0,17 -7,97	25,50 -54,42	0,024*
(Medyan)		(4,49)	(2,97)	(10,62)	
Ort±Ss		7,560±13,280	3,397±2,724	11,723±17,910	

^aMann Whitney U Test

^bWilcoxon Signed Ranks Test

**p*<0,05

***p*<0,01

Farklı üst birimler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir (*p*<0,05).

Post boşluğu açıldıktan sonraki dentin hacmi, fiber post söküm kiti grubunda ortalama 168,445±24,438 mm³; Ultrasonik grubunda ortalama 154,713±18,490 mm³'tür.

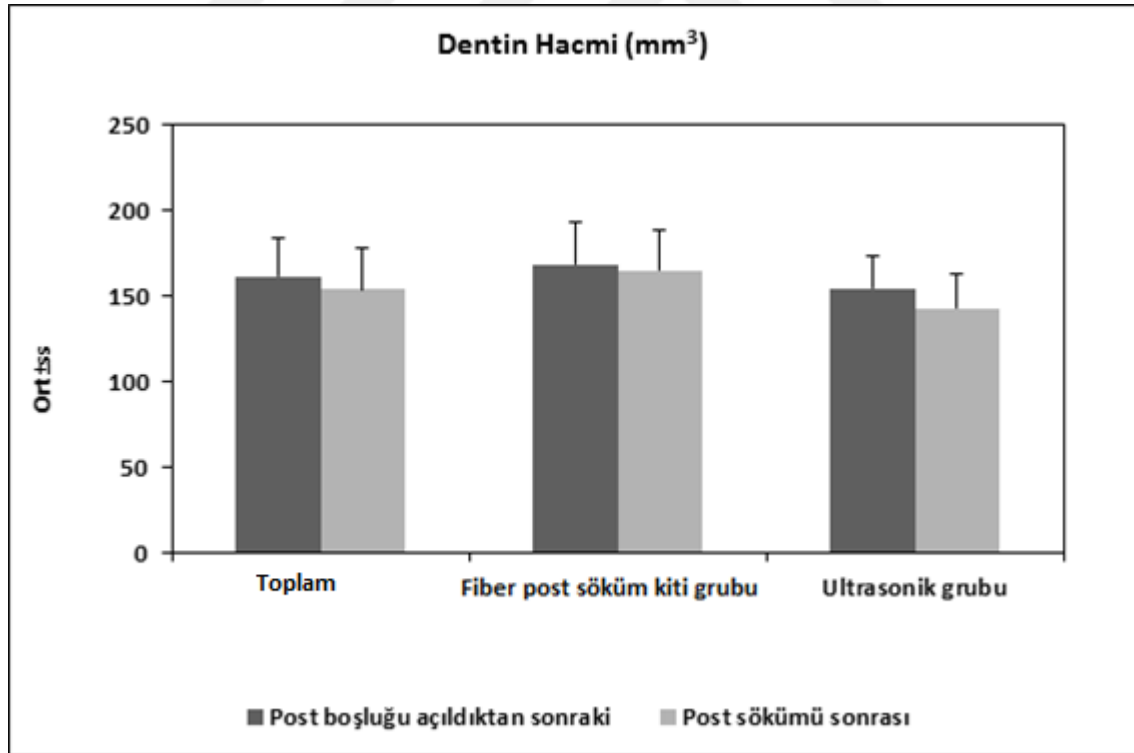
Gruplara göre post boşluğu açıldıktan sonraki dentin hacimleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Post sökümü sonrası dentin hacmi, fiber post söküm kiti grubunda ortalama $165,048\pm 23,926 \text{ mm}^3$; Ultrasonik grubunda ortalama $142,991\pm 19,847 \text{ mm}^3$ 'tür. Fiber post söküm kiti grubunda post sökümü sonrası dentin hacmi, ultrasonik grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek saptanmıştır ($p=0,011$; $p<0,05$).

Tüm dişlerde: Post boşluğu açıldıktan sonraki dentin hacmine göre, post sökümü sonrası dentin hacimlerindeki ortalama $7,560\pm 13,280 \text{ mm}^3$ 'lük düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Fiber post söküm kiti grubunda: Post boşluğu açıldıktan sonraki dentin hacmine göre, post sökümü sonrası dentin hacimlerindeki ortalama $3,397\pm 2,724 \text{ mm}^3$ 'lük düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).

Ultrasonik grubunda: Post boşluğu açıldıktan sonraki dentin hacmine göre, post sökümü sonrası dentin hacimlerindeki ortalama $11,723\pm 17,910 \text{ mm}^3$ 'lük düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,006$; $p<0,01$).



Şekil 9. Dentin Hacimlerinin Gruplara Göre Dağılımları

Post boşluğu açıldıktan sonraki dentin hacmi ile post sökümü sonrası dentin hacmi arasındaki farkların; ultrasonik grubunda, fiber post söküm kiti grubuna göre yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,024$; $p<0,05$).

6.2. Post Söküm Tekniklerinin Kök Kanalında Bıraktığı Artık Madde Açısından Değerlendirilmesi

Post boşluğu açılmasının ardından örnekler Mikro-BT ile tarandı, görüntüler kaydedildi ve kanal hacmi mm³ cinsinden hesaplandı. Postların sökülerinin ardından aynı değerlerde Mikro-BT taramaları tekrar yapıldı ve kanallarda kalan artık madde miktarı (fiber post+ siman) mm³ cinsinden hesaplandı. Elde edilen veriler Tablo 5 ve 6'da gösterilmiştir. Gruplara göre artık madde miktarlarının ve oranlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 5. Fiber Postların Sökülmesinin Ardından Kök Kanalında Kalan Artık Madde Miktarları

ARTIK MADDE MİKTARI		
(mm³)		
	FİBER POST SÖKÜM KİTİ GRUBU	ULTRASONİK GRUBU
ÖRNEK		
1	0,859	1,164
2	0,996	1,21
3	1,515	0,362
4	2,117	2,091
5	0,955	0,667
6	0,876	1,592
7	1,96	1,098
8	1,233	1,005
9	1,109	1,377
10	1,468	0,844
11	1,401	1,894
12	1,478	2,953
13	2,231	2,734

14	0,303	0,63
15	1,356	0,466

Tablo 6. Fiber Postların Sökülmesinin Ardından Kök Kanalında Kalan Artık Madde Miktarlarının % Oranları

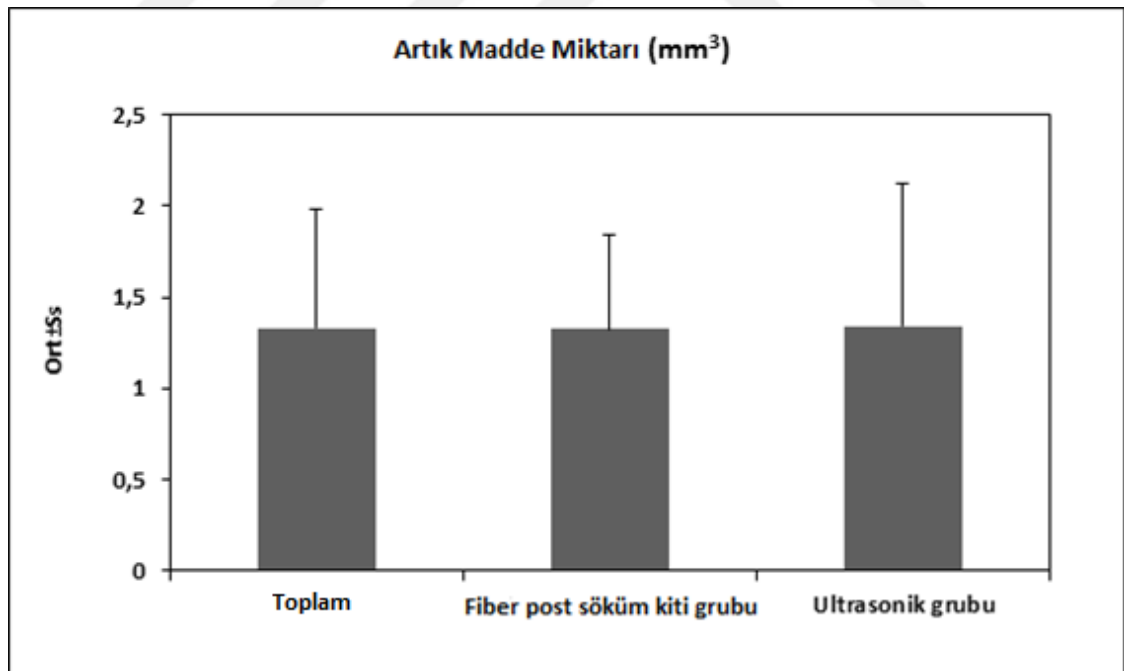
ARTIK MADDE ORANI (artık madde hacmi/kanal hacmi×100)		
	FİBER POST SÖKÜM KİTİ GRUBU (%)	ULTRASONİK GRUBU (%)
ÖRNEK		
1	6,760	13,424
2	7,123	16,413
3	17,931	4,960
4	21,167	23,210
5	9,667	6,707
6	12,642	19,664
7	12,924	12,581
8	15,110	9,808
9	4,766	12,316
10	11,451	8,246
11	20,485	15,746
12	17,717	29,310
13	27,529	20,293
14	1,848	7,001
15	12,609	5,793

Tablo 7. Gruplara Göre Artık Madde Miktarı ve % Oranlarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

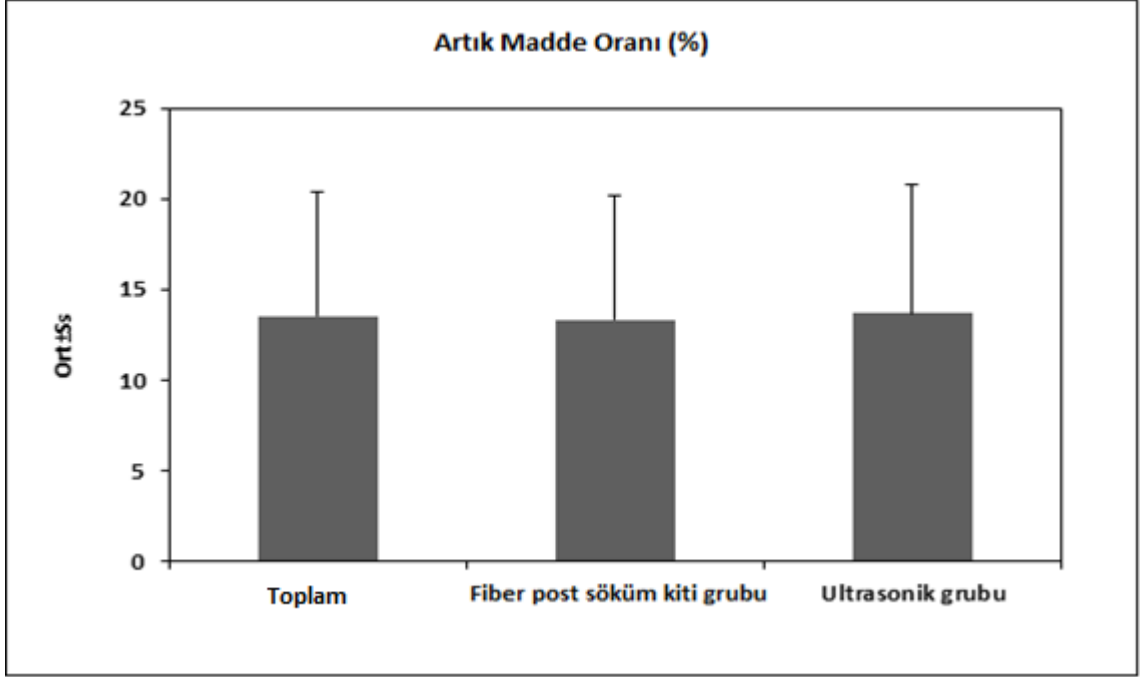
		Gruplar			^a p
		Toplam	Fiber post söküm kiti grubu (n=15)	Ultrasonik grubu (n=15)	
Artık madde miktarı (mm ³)	Min-Mak	0,30-2,95	0,30-2,23	0,36-2,95	0,663
	(Medyan)	(1,22)	(1,36)	(1,16)	
	Ort±Ss	1,331±0,652	1,324±0,514	1,339±0,785	
Artık madde oranı (%)	Min-Mak	1,85-29,31	1,85-27,53	4,96-29,31	0,983
	(Medyan)	(12,63)	(12,64)	(12,58)	
	Ort±Ss	13,507±6,872	13,316±6,880	13,699±7,099	

^aMann Whitney U Test

Artık madde miktarı, fiber post söküm kiti grubunda ortalama $1,324 \pm 0,514$ mm³; Ultrasonik grubunda ortalama $1,339 \pm 0,785$ mm³'tür. Gruplara göre artık madde miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).



Şekil 10: Artık Madde Miktarlarının Gruplara Göre Dağılımları



Şekil 11: Artık Madde Oranlarının Gruplara Göre Dağılımları

Artık madde oranı, fiber post söküm kiti grubunda ortalama %13,316±6,880; ultrasonik grubunda ise ortalama %13,699±7,099'dur. Gruplara göre artık madde oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

6.3. Post Sökümünde Geçen Sürelerin Değerlendirilmesi

Fiber postların sökümü sırasında geçen süreler kronometre ile hesaplandı ve kaydedildi. Elde edilen veriler Tablo 8'de gösterilmiştir. Gruplara göre zaman ölçümlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. Gruplara Göre Fiber Post Sökümü Sırasında Geçen Süreler

SÜRE	FİBER POST SÖKÜM KİTİ GRUBU	ULTRASONİK GRUBU
1	1 dak 11 sn	5 dak 27 sn
2	1 dak 22 sn	3 dak 24 sn
3	1 dak 31 sn	1 dak 49 sn
4	1 dak 24 sn	2 dak 30 sn
5	1 dak 40 sn	4 dak 24 sn
6	1 dak 36 sn	5 dak 42 sn
7	1 dak 39 sn	5 dak 30 sn
8	1 dak 27 sn	5 dak 02 sn
9	1 dak 42 sn	3 dak 38 sn
10	1 dak38 sn	5 dak 22 sn
11	1 dak 39 sn	6 dak 01 sn
12	1 dak 46 sn	5 dak 45 sn
13	1dak 31 sn	6 dak 10 sn
14	1 dak 28 sn	5 dak 27 sn
15	1 dak 18 sn	4 dak 18 sn

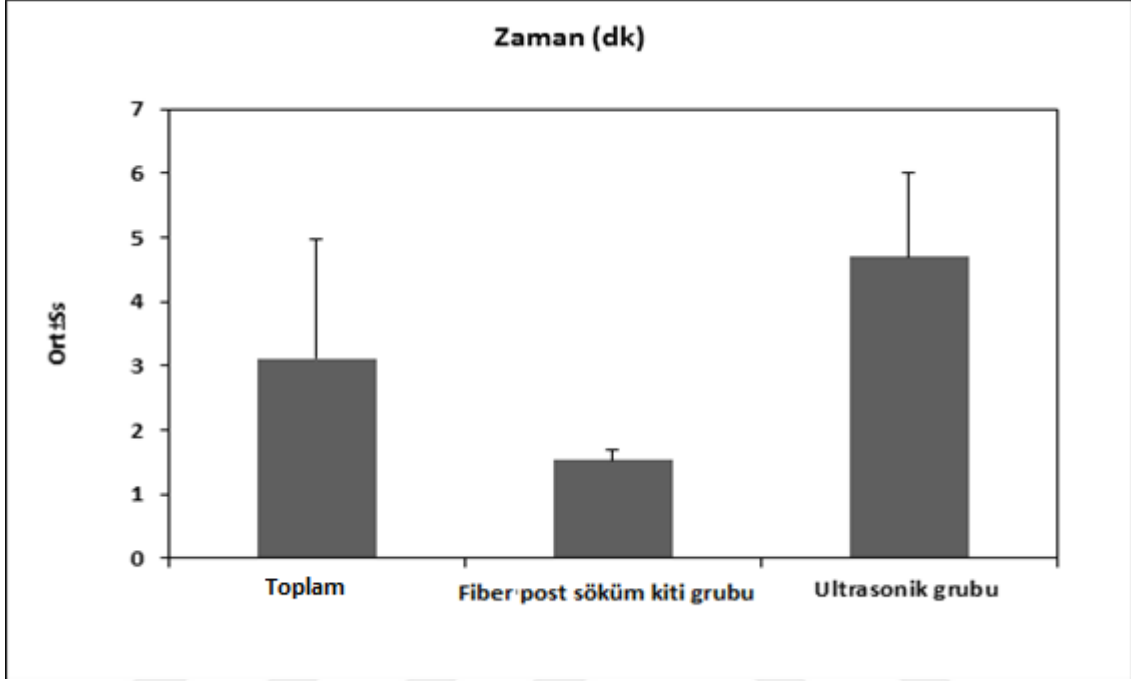
Tablo 9: Gruplara Göre Zaman Ölçümlerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

		Toplam	Gruplar		^a p
			Fiber post söküm kiti grubu (n=15)	Ultrasonik grubu (n=15)	
Zaman (108)	Min-Mak	1,18-6,17	1,18-1,77	1,82-6,17	0,001**
	(Medyan)	(1,80)	(1,52)	(5,37)	
	Ort±Ss	3,112±1,861	1,525±0,164	4,699±1,324	

^aMann Whitney U Test

**p<0,01

İşlem süreleri, fiber post söküm kiti grubunda ortalama $1,525 \pm 0,164$ dakika; Ultrasonik grubunda ortalama $4,699 \pm 1,324$ dakikadır. Fiber post söküm kiti grubu işlem sürelerinin ultrasonik grubundan düşük olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,001$; $p<0,01$).



Şekil 12. Fiber Post Sökümü Sırasında Geçen Sürelerin Gruplara Göre Dağılımları

6.4. Post Söküm Tekniklerinin Mikro Çatlak Oluşturması Açısından Değerlendirilmesi

Post boşlukları açıldıktan ve postlar söküldükten sonra yapılan Mikro-BT taramaları sonrası elde edilen 600 transversal kesit incelendi. İncelenen kesitlerden kaçında mikro çatlak bulunduğu ve bu kesitlerde kaçar mikro çatlak görüldüğü sayıldı. Elde edilen veriler Tablo 10 ve 11’de gösterilmiştir. Gruplara göre mikro çatlak sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 10. Gruplara Göre Post Söküm Tekniklerinin Oluşturdukları Mikro Çatlakların Tespit Edildikleri Kesit Sayıları

MİKRO ÇATLAK OLUŞUMU		
	POST BOŞLUĞU AÇILDIKTAN SONRA	POST SÖKÜMÜ SONRASI
FİBER POST SÖKÜM KİTİ GRUBU		
1	280	288
2	322	342
3	315	313
4	311	361
5	264	295
6	232	263
7	220	251
8	121	131
9	322	343
10	298	300
11	110	154
12	218	299
13	318	353
14	284	322
15	359	434
	3974	4449
ULTRASONİK GRUBU		
1	206	260
2	197	199
3	453	490
4	295	367
5	248	251
6	205	248
7	237	239
8	182	270
9	288	319
10	276	276
11	328	343
12	456	487

13	280	305
14	195	195
15	194	222
	4040	4471

Her grup için incelenen 9000'er kesitten; post boşluğu hazırlandıktan sonra, fiber post söküm kiti grubunda 3974 kesitte, ultrasonik grubunda ise 4040 kesitte çatlak görülmüştür.

Her grup için incelenen 9000'er kesitten; postların sökümünden sonra, fiber post söküm kiti grubunda 4449 kesitte, ultrasonik grubunda ise 4471 kesitte çatlak görülmüştür.

Post boşluğu hazırlandıktan sonra; söküm kiti grubunda %44,15 olan mikro çatlak kesit sayısı oranı, post sökümünden sonra %49,43'e çıkmıştır.

Post boşluğu hazırlandıktan sonra; ultrasonik grubunda %44,88 olan mikro çatlak kesit sayısı oranı, post sökümünden sonra %49,67'e çıkmıştır.

Tablo 11. Gruplara Göre İncelenen Kesitlerde Tespit Edilen Mikro Çatlak Sayıları

MİKRO ÇATLAK OLUŞUMU	POST BOŞLUĞU AÇILDIKTAN SONRA	
	POST SÖKÜMÜ SONRASI	
FİBER POST SÖKÜM KİTİ GRUBU		
1	905	920
2	886	995
3	480	482
4	746	855
5	693	740
6	673	786
7	776	823
8	720	734
9	1073	1259
10	1043	1046
11	877	948
12	700	786
13	918	980
14	722	796
15	924	1363

ULTRASONİK GRUBU		
1	557	641
2	618	627
3	1117	1273
4	825	964
5	932	982
6	676	887
7	865	872
8	744	1043
9	1062	1113
10	752	767
11	873	892
12	1226	1341
13	865	932
14	740	745
15	684	830

Tablo 12. Gruplara Göre İncelenen Kesitlerde Tespit Edilen Mikro Çatlak Sayılarının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Mikro çatlak Sayısı		Toplam	Gruplar		^a p
			Fiber söküm grubu (n=15)	post kiti Ultrasonik grubu (n=15)	
Post boşluğu açıldıktan sonra	<i>Min-Mak</i>	480-1226	480-1073 (776)	557-1226 (825)	0,983
	<i>(Medyan)</i>	(800,50)			
	<i>Ort±Ss</i>	823,14±170,75	810,54±157,53	835,74±187,71	
Post sökümü sonrası	<i>Min-Mak</i>	482-1341	482-1311 (855)	627-1341 (892)	0,663
	<i>(Medyan)</i>	(889,50)			
	<i>Ort±Ss</i>	912,34±203,91	897,40±208,70	927,26±205,17	
		^b p 0,001**	0,001**	0,001**	
Fark (Post boşluğu açıldıktan sonra -Post sökümü sonrası)					
	<i>Min-Mak</i>				0,709
	<i>(Medyan)</i>	2-365 (69,0)	2-365 (71,0)	5-299 (67,0)	
	<i>Ort±Ss</i>	89,20±87,44	86,86±91,71	91,54±86,11	

^aMann Whitney U Test

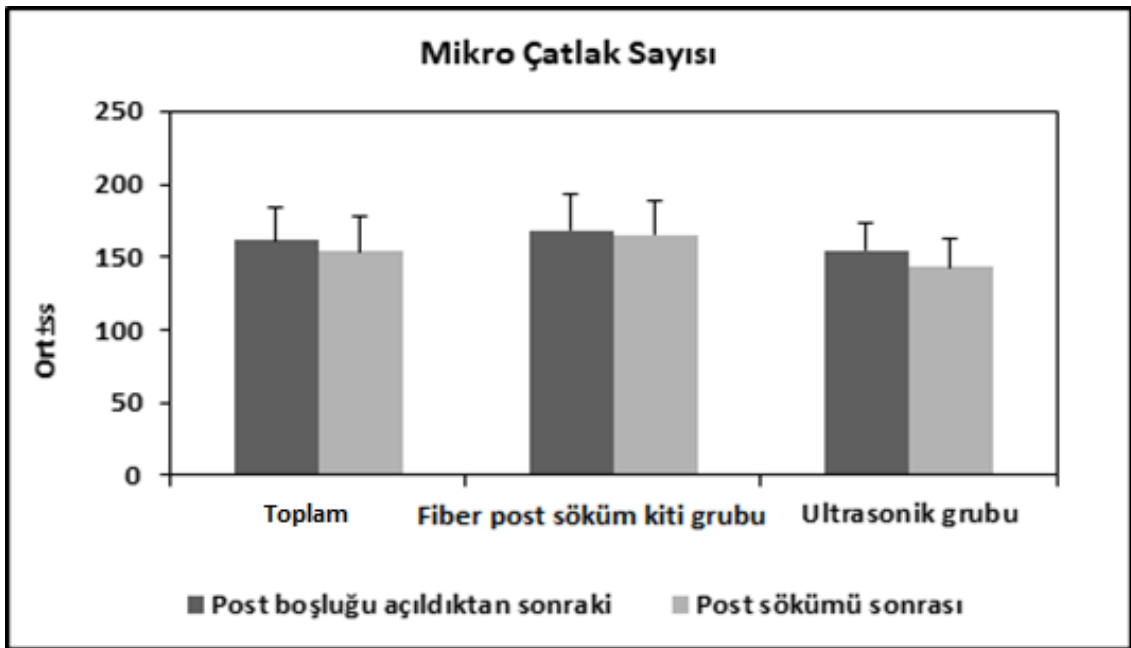
^bWilcoxon Signed Ranks Test

*p<0,05

**p<0,01

Her diş için incelenen 600 kesitte; post boşluğu açıldıktan sonra tespit edilen mikro çatlak sayısı, fiber post söküm kiti grubunda ortalama $810,54 \pm 157,53$; ultrasonik grubunda ortalama $835,74 \pm 187,71$ 'dür. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$).

Her diş için incelenen 600 kesitte; post sökümü sonrası tespit edilen mikro çatlak sayısı, fiber post söküm kiti grubunda ortalama $897,40 \pm 208,70$; ultrasonik grubunda ortalama $927,26 \pm 205,17$ 'tür. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$).



Şekil 13. İncelenen Kesitlerde Tespit Edilen Mikro Çatlak Sayılarının Gruplara Göre Dağılımları

Tüm dişlerde: Her diş için incelenen 600 kesitte; post boşluğu açıldıktan sonraki mikro çatlak sayısına göre, post sökümü sonrası mikro çatlak sayısındaki ortalama $89,20 \pm 87,44$ 'lük artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Fiber post söküm kiti grubunda: Her diş için incelenen 600 kesitte; post boşluğu açıldıktan sonraki mikro çatlak sayısına göre, post sökümü sonrası mikro çatlak sayısındaki ortalama $86,86 \pm 91,71$ 'lük artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Ultrasonik grubunda: Her diş için incelenen 600 kesitte; post boşluğu açıldıktan sonraki mikro çatlak sayısına göre, post sökümü sonrası mikro çatlak sayısındaki ortalama $91,54 \pm 86,11$ 'lük artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Her diş için incelenen 600 kesitte; post boşluğu açıldıktan sonra görülen mikro çatlak sayısı ile post sökümü sonrası görülen mikro çatlak sayısı arasındaki farkın; ultrasonik grubunda, fiber post söküm kiti grubuna göre yüksek olması istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$).



7. TARTIŞMA

Modern endodontik, protetik ve periodontal tedaviler uzun yıllar boyunca aşırı madde kaybına uğramış dişlerin korunmasını sağlamasına rağmen, bu dişlerin tedavisi halen büyük bir sorun oluşturmaktadır. Post-kor sistemleri, bu dişlerin tedavisinde sık kullanılan yöntemlerden biridir (113). Protezin alt yapısı için kullanılan post-kor malzemelerin estetik yapıları, özellikle anterior bölgede tam seramik kuronların artan kullanımını ile önemli bir endişe oluşturmaktadır. Bu nedenle diş rengine yakın ve translusent materyaller tercih edilmektedir (114). Bunlar karbon fiber takviyeli epoksi rezin postlar, cam fiber takviyeli epoksi rezin postlar, polietilen fiber takviyeli postlar ve zirkon postlar gibi metalik olmayan prefabrike postları içermektedir (113).

Fiber postların, dentine benzer elastik modülleri nedeniyle dişe gelen kuvvetleri dağıtarak kök kırıklarını azalttığı iddia edilmiştir (25). Biyouyumlu olmaları (63), estetik olmaları (76), dentin duvarlarına bağlanmaları (26) gibi olumlu özelliklerinden söz edilir.

Ayrıca fiber postların kullanımında uzun dönemli yüksek klinik başarı oranı bildirilmiştir. Ayna ve ark. nın (115) yaptıkları bir çalışmada 3 yıllık takipte %83 başarı oranı tespit edilmiş ve dişlerde herhangi bir renk değişikliği, marjinal düzensizlik, yüzey dokusunda yıpranma, dişlerde kırık veya tutuculuk kaybı gözlenmemiştir. Nauman ve ark. nın (116) yaptığı bir çalışmada ise cam fiber postların 10 yıllık klinik takibinde yaklaşık %95 başarı oranı tespit edilmiştir.

Prefabrike olarak üretilen farklı tiplerde fiber post sistemleri (karbon fiber post, quartz fiber post ve cam fiber post) mevcuttur (113). Bunlar arasında en son üretilen postlar olan cam fiber destekli kompozit postlar giderek artan kullanıma sahiptir (117). Bu çalışmada kullanılan RelyX™ fiber post da, kompozit rezin matriks içine gömülü cam fiberlerden yapılmıştır. Üretici firmanın iddiasına göre, mekanik özelliklerini arttırmak için cam fiberler paralel doğrultuya sahiptir, yüzey alanı üzerine eşit olarak dağıtılır ve post stabilitesini arttırmak için cam fiberler önceden gerilmiş haldedir (118). Homojen olmayan fiberlere sahip postlar düşük bükülme dayanımı göstermektedir (36). Ayrıca önceden gerilmiş fiberler rezin ile ıslanır ve polimerizasyon sonrası serbest kalır. Bu işlem, bükülme kuvvetlerine maruz kalan cam fiberlerin gerilme streslerini absorbe etmesine neden olur (36). Yapılan bir *in vitro* çalışmada, RelyX™ fiber postların SEM görüntülemesinde boşluk, kabarcık ve fiber-matriks arayüzeyinde düzensizlik görülmemiştir; bu da yüksek dayanıklılık nedenlerinden kabul edilir (119). Bütün bu

olumlu özelliklerinin yanı sıra mineden yüksek düzeydeki radyoopasitesi nedeniyle daha iyi radyografik görüntüleme için önerilir. Uygun radyoopasite tanı kararını güçlendirir ve modern 3 boyutlu görüntüleme yöntemleri için avantaj sağlar (43). Mikro-bilgisayarlı tomografi analizinde post-dentin ayrımının kolay bir şekilde sağlanabilmesi için bu çalışmada RelyX™ fiber post tercih edilmiştir.

Orijinal diş yapısını taklit etmek için adeziv bağlanan post sistemlerinde; post, yapıştırıcı siman, kök kanalı ve kor materyali arasında birlik oluşması amaçlanır. Klinik olarak gelen streslere dayanıklılık için bu birimin her yapısı kuvvetli olmalıdır. Bu nedenle yapıştırma ajanı ile post ve dentin arasındaki bağlanma önemlidir (120).

Fiber postların dentine bağlanması için çeşitli yapıştırma ajanları ve adeziv sistemler önerilir. Bu materyaller, self-etch adeziv veya etch-and-rinse sistemleri olarak sınıflandırılabilir (121). Son yıllarda bu sistemlere ek olarak, self-adeziv, dual-cure rezin simanlar geliştirilmeye başlanmıştır (126). Üretici firmaya göre, bu simanlarda asitleme, primer ve bond kullanımı gibi işlemlere gerek kalmadan post ve dentin bağlanması sağlanabilmektedir. Organik matriks multifonksiyonel fosforik asit metakrilatları içerir ve diş sert dokusundaki hidroksiapatit ile reaksiyona girmektedir (122-124). Self-adeziv rezin simanın dentine ve farklı restoratif materyallere bağlanmaları, çok aşamalı rezin simanların davranışından farklı olmamalıdır (125-127). Goracci ve ark. (8), asidik monomerin, eş zamanlı dentin demineralizasyonunu ve infiltrasyonunu sağlaması nedeniyle etch and rinse sistemlerine göre daha düşük bağlanma gösterdiğini bildirmektedir. Abo-Hamar ve ark. na (128) göreyse, bu simanlar geleneksel rezin simanlara alternatif olarak kullanılabilir ve benzer bağlanma kuvveti gösterirler. Bitter ve ark. nın (121) yaptıkları bir çalışmaya göre ise, bu simanların RelyX post ile beraber kullanımında kök kanalında yüksek bağlanma kuvveti gözlenmiştir. Bu durum, RelyX Unicem self-adeziv simandaki, fosforik asit metakrilat, basit doldurucular ve hidroksi apatitin nötrleştirme reaksiyonu sırasında su oluşması nedeniyle neme tolerans göstermesi tezine bağlanmaktadır. Çünkü; kök kanalına doğrudan görüş eksikliği ve durulama sonrası kök kanalları dikkatli bir şekilde kurutulsa bile kök kanallarındaki nem kontrolünün zorluğu bağlanmayı olumsuz etkilemektedir.

Çalışmamızda kullandığımız RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, Minn., Amerika Birleşik Devletleri) self-adeziv rezin simandır. RelyX Unicem siman ile RelyX fiber post molekülleri arasında gelişen kovalent olmayan hidrojen bağlarıyla ilave adezyon

sağlanmaktadır (118). RelyX cam fiber postların mikroporözlü bir yapıda üretilmesi simanın buralara tutunmasını sağlar. Mekanik kenetlenme, post ile siman arasındaki adeziv kuvveti artırır. Biz de çalışmamızda cam fiber post-siman adezyonu için tavsiye edildiği üzere bu simanı kullandık.

Estetik ve mekanik gereksinimler nedeniyle yeni bir restorasyon gerektiğinde veya endodontik tedavi başarısız olduğunda cerrahi olmayan retreatment tedavilerine izin vermek için postların çıkarılması gerekir (129). Postlar, genellikle koronal dentin yapısı az olan zayıf dişlerde kullanıldığından post söküm teknikleri özen ve dikkatli çalışma gerektirir (130). Bu teknikler etkili olmakla birlikte kök kırıklarına, perforasyonlara ve dentin yapısında çok fazla kayba neden olabilir (130). Çoğu diş hekimi bu yöntemlerin rutin olarak kullanılamayacağını, tehlikeli olduklarını savunur (94) ve başarısız vakalarda postun çıkarılıp kök kanalının yeniden tedavi edilmesine karşı periapikal cerrahiye tercih eder (131). Bununla birlikte, cihazlar ve teknik uygun olarak seçildiğinde güvenli bir şekilde postların sökümü mümkündür (131). Son yıllarda fiber postlar giderek artan popülariteleriyle en sık kullanılan postlar olmuştur (132). Fiber postların yaygın kullanımı, cerrahi olmayan retreatment tedavileri için sökülmelerinin zorluğunu ve belirli bir post tipinin veya söküm yönteminin uygun koşullar sağlayıp sağlamadığının değerlendirilmesini gerektirmektedir (102).

Fiber postlar, oluşturdukları monoblok yapıyla dentine kimyasal olarak bağlanırlar ve söküm yöntemlerinin ana prensibi olan siman bağlanmasının bozulması ve postun gevşetilerek tutulup çekilmesi bu postlar için mümkün olmayabilir (26). Çıkartılma işlemi, postun fiber demetler boyunca aşındırılarak uzaklaştırılması şeklinde sağlanır (89). Bu nedenle üretici firmalar fiber postların sökümü için postlara özel söküm kitleri üretmişlerdir. Bu kitlerle fiber postlar, birkaç dakika içinde basitçe sökülebilir, bu da tedavi seçeneği olarak fiber postların kullanılma nedenlerinden biridir (86, 114). Bu sistemler genellikle bir pilot dril, bir söküm drili ve Peeso frezlerini içerir. Fiber postun merkezinden bir pilot delik açılarak sonrasında postun tam uzunluğuna kadar bir kanal oluşturup ardından post tamamen kaldırılana kadar daha büyük çaplı drillerle postun çıkarılması amaçlanır (86, 129). Anderson ve ark. (129) yaptıkları bir çalışmada, dişlere cam fiber ve quartz fiber postlar yerleştirdikten sonra, bu postları kendi söküm kitleriyle ve farklı söküm kitleri kullanarak uzaklaştırmışlardır. Bütün postlar kendine özgü söküm kiti dışındaki kitlerle de etkili bir şekilde sökülebilmıştır. Buna göre; post tipi ve söküm

kitinin çeşidi arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bütün dişler vertikal olarak ikiye ayrılıp operasyon mikroskobunda incelenerek söküm yöntemlerinin etkinliği kıyaslandığında; D.T. Light-Post söküm kiti, diğer kitlere göre üstün bulunmuştur ve D.T. Light-Post söküm kitiyle firmanın kendine özgü ürettiği kuartz fiber post dışındaki cam fiber postun da sökülebildiği gözlenmiştir. Biz de bundan yola çıkarak RelyX cam fiber postların, kendilerine özgü söküm kitlerinin mevcut olmayışı nedeniyle D.T. Light-Post söküm kitini tercih ettik.

Bazı araştırmacılar, söküm kitlerinin kendi post tipine özel üretildiğini, fakat çoğu zaman klinikte sökülecek postun çeşidi bilinemeyeceğinden bu kitlerin etkisiz olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca çoğu post söküm kitinin postun merkezi bütünlüğünü bozarak fiber postları söktüğünü, dentin duvarlarında siman ve/veya fiber post artıkları bıraktığını ve söküm etkinliklerinin diğer yöntemlere göre daha kötü olduğunu bildirmektedirler (93, 129). Bu nedenle fiber postların sökümünde ultrasonik aletleri ve frezleri kullanmayı tercih etmişlerdir. Fakat, ultrasonik cihazların genellikle metalik postların sökümünde kullanıldığı ve adeziv yapıştırılan postların sökümünde etkisiz olduğu savunulmaktadır (89, 133). Bununla birlikte, fiber postların yapıştırılmasında kullanılan rezin simanlar, dentine bağlanmayı arttıran, daha dirençli ve ultrasonik enerjii geleneksel simanlardan daha iyi absorbe eden bileşenlere sahiptir. Bu nedenle, fiber postların çıkarılması için kullanılan ultrasonik titreşim tekniği, metal postları çıkarmak için kullanılabileceğine göre değiştirilmelidir (28, 134). Aydemir ve ark. (135) kuartz postların sökümünde, D. T. Light-post söküm kiti ve paslanmaz çelik ultrasonik uçun etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, ultrasonik uçla postun uzaklaştırılmasının kit grubuna göre anlamlı derecede daha uzun sürdüğünü bulmuşlardır. Scotti ve ark. (136) cam fiber ve kuartz fiber postları paslanmaz çelik ultrasonik uçlar ve Profile eğeleri/Largo drilllerle sökmüşlerdir ve ultrasonik uçların daha uzun sürede postları söktüklerini göstermişlerdir. Biz de çalışmamızda fiber postların elmas kaplı bir ultrasonik uçla daha kolay sökülebileceğini düşündüğümüzden RT2 (EMS SA, Nyon, İsviçre) ultrasonik ucu kullanmayı tercih ettik.

Çalışmamızda kullandığımız mikro-BT yöntemi endodonti alanında giderek artan popüleriteye sahiptir. Örneklerin üç boyutlu görüntülerinin alınabilmesi ve daha sonraki testler için bozulmadan kalması, ayrıca bu görüntüler üzerinde çeşitli bilgisayar programlarıyla istenen analiz ve ölçümlerin yapılabilmesi gibi avantajlara sahiptir (107).

Hassaslık, tarayıcının çözünürlüğü ile sınırlıdır ancak aynı makineden çıkan görüntüler karşılaştırıldığında bu hata önemli bir rol oynamaz (3). Bu yöntem sayesinde çalışmamızda post boşluğu açıldıktan sonra ve post söküldükten sonra olmak üzere aynı dişler üzerinde iki defa tarama yaparak oluşan farklılıklar ve söküm aletlerinin etkinliği kıyaslanabilmiştir.

Kırıklara karşı yeterli kök direnci ve dişin uzun yıllar ağızda kalmasını sağlamak için kök yapısının korunması önemlidir. Vertikal kök kırığı çoğu endodontik tedavili dişte başarısızlığa neden olmaktadır (137). Geriye kalan sağlam diş yapısı endodontik tedavisi başarısız olmuş bir dişte retreatment veya çekim kararını etkiler. Kim ve ark. (3) paslanmaz çelik postlar ve cam fiber postları, cam iyonomer siman ve rezin simanlarla yapıştırdıktan sonra ultrasonik aletlerle sökmüş ve mikro-BT aracılığıyla post sökümü öncesi ve sonrası post boşluğunun volümetrik değişimlerini değerlendirmiştir. Cam fiber postların bir ultrasonik cihazla sökülmesiyle az miktarda dentin kaldırıldığını ve rezin simanla yapıştırılan postların bulunduğu dişlerdeki madde kaybının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca paralel postların yerleştirildiği dişlerde diğer gruplara göre önemli ölçüde fazla kayıp gözlenmiştir. Bu sonuçlar paralel postların tutuculuğunun daha fazla olmasına ve rezin simanlarla artan tutuculuğa bağlanabilir. Scotti ve ark. nın (136) cam fiber postlar ve kuartz fiber postları kullanarak yaptıkları bir çalışmada, dişler post boşluğu açıldıktan sonra ve postlar ultrasonikler ve Peeso Reamer'larla söküldükten sonra tartışılmıştır. Gruplar arasında dentin kaybında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ayrıca operatörlerin uzmanlık düzeyinin post sökümünde sonuçları önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise, cam, karbon ve kuartz fiber postların sökümünde D. T. Light-söküm kiti, frez ve sonik aletlerin kıyaslanmasında frezlerin dentinden daha fazla madde kaldırdığı ve en az kaybın kuartz fiber postlarla söküm kitlerinin beraber kullanımında olduğu bildirilmiştir (138). Abe ve ark. nın (28) yaptığı bir çalışmada ise, cam fiber postların ultrasonik aletler ve elmas frezlerle sökümünde, ultrasonik aletlerin dentin yapısında daha fazla kayba neden olduğu bulunmuştur. Biz de çalışmamızda post boşluğu açıldıktan ve post söküldükten sonra kalan dentin hacimlerini ölçtük ve gruplar arasında söküm yöntemlerinin dentin hacminde meydana getirdiği değişiklikleri kıyasladık. Sonuçlara göre ultrasonik grubundaki dentin kaybı söküm kiti grubuna göre daha fazladır ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

Endodontik tedavinin yenilenmesi için postların etkili bir şekilde sökülebilmesi ve kök kanalında artık maddenin kalmaması gerekmektedir. Bu nedenle post sökümünde kullanılan aletlerin etkinliği önemlidir. Haupt ve ark. nın (138) yaptıkları bir çalışmaya göre, fiber post çeşidine bakılmaksızın söküm kitleri, sonik aletler ve frezlere göre kök kanalında daha çok artık materyal bırakır. Lindemann ve ark. (93) yaptıkları bir *in vitro* çalışmada üretici firmanın tavsiye ettiği söküm sistemleri ve ultrasonik uçlarla fiber post sökümünü kıyaslamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre söküm etkinliği ultrasonik aletlerin kullanımında daha fazladır. Anderson ve ark. na (129) göreyse, elmas frez/ Peeso reamerların beraber kullanımı, söküm kitlerinden daha etkili bir şekilde fiber postları sökmektedir. Başka bir çalışmada ise, elmas frezler, ultrasonik aletler ve karbid frez/ultrasonik aletlerin birlikte kullanılarak cam fiber postlarda söküm etkinliğinin kıyaslanmasında ultrasonik alet ve karbid frezlerin birlikte kullanılmasının dentin duvarlarında daha az artık madde bıraktığı bulunmuştur (28). Bizim çalışmamızın sonuçlarına göreyse, hem ultrasonik hem de söküm kiti gruplarının ikisinde de dentin duvarlarının tam anlamıyla etkin bir şekilde temizlenemediği, fakat artık madde miktarı (fiber post söküm kiti grubunda ortalama %13,316; ultrasonik grubunda ortalama %13,699) açısından iki grup arasında anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki farklar kullanılan post tipine, kullanılan söküm kitine ve ultrasonik uç çeşidine bağlı olabilir.

Fiber postların kök kanalından etkili bir şekilde temizlenmesinin yanı sıra, söküm işlemi sırasında geçen süre de cevaplanması gereken bir konudur. Gesi ve ark. (102) yaptıkları bir çalışmada üretici firmanın söküm kitleriyle elmas frezlerin etkinliğini kıyaslamışlardır ve elmas frezlerin söküm kitine göre daha kısa sürede karbon fiber, cam fiber ve quartz fiber postları söktüklerini bildirmişlerdir. Fakat klinik açıdan bakıldığında, fiber postun çıkarılması için gereken ortalama süre, türüne ve kullanılan kite bakılmaksızın tatmin edici derecede kısadır. Başka bir *in vitro* çalışmada ise, quartz fiber postların üretici firmanın tavsiye ettiği söküm kiti ve ultrasonik aletle sökülmesinde geçen süre kaydedilmiştir ve elde edilen veriler söküm kitlerinin anlamlı derecede hızlı olduğunu göstermiştir (135). Elmas frezler, ultrasonik aletler ve ultrasonik alet/karbid frezlerin kıyaslandığı başka bir çalışmada ise, söküm hızının ultrasonik aletlerle karbid frezlerin beraber kullanımında daha hızlı olduğu bulunmuştur (28). Bu çalışmamızın

sonuçlarına göre, söküm işlemi kit kullanımında ultrasonik alete göre istatistiksel olarak anlamlı oranda kısa bulunmuştur.

Kök kırığı, oklüzal kuvvetler tarafından tekrarlanan stres uygulaması ile yayılım gösteren bir mikro çatlak veya çatlak hattı sonucu oluşabilir (139). Kök kanallarının şekillendirilmesi, post boşluğu hazırlanması, post yerleştirilmesi ve post sökümü işlemleri sırasında dişlerde çatlak veya kırık oluşumunun engellenmesi tedavide kullanılacak yöntemin seçiminde önemli bir kriterdir (140). Altshul ve ark. nın (100) kadavralarda yaptıkları bir çalışmada, mekanik aletler ve ultrasoniklerle metal postların sökümünün ardından, dişler mikroskop altında incelenmiş ve ultrasonik aletlerle yapılan post sökümü sonrası görülen mikro çatlak sayısı mekanik aletlerle yapılan gruba göre daha fazla bulunmuştur. Capar ve ark. (140) na göre, drillerle post boşluğu açılmasının apikal çatlak yayılımı üzerine belirgin etkisi vardır ve bunun nedeni dentindeki madde kaybının fazla olması ve bu drillerin neden olduğu aşırı kuvvetlerdir. Bununla birlikte, fiber post sistemlerinin drillerle sökümünün apikal mikro çatlak oluşumu ve yayılımı üzerine bir etkisi olmadığını rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada, mikro çatlakların incelenmesi için mikro bilgisayarlı tomografi yöntemiyle sağlanan görüntüler üzerinde incelemeler yapıldı. Bu teknoloji, varolan dentin defektlerinin görselleştirilmesinin yanı sıra kök boyunca kesin konumu da göstermektedir ve bu yöntemde diş başına yüzlerce kesitin değerlendirilmesi yapılabilir (141). Bu yüzden, örneklerimiz zarar görmeden post boşluğu hazırlandıktan sonra ve post sökümü sonrasındaki değişikliklerin tespitini sağlayabildik. Çalışmamızın sonuçlarına göre ultrasonik grubunda, fiber post söküm kiti grubuna göre çatlak oluşumunda daha fazla oranda artış gözlenmiştir, fakat istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

8. SONUÇLAR

Bu *in vitro* çalışmanın sahip olduğu sınırlamalar dahilinde elde edilen sonuçlar şunlardır:

1. Post söküm yöntemleri dentin yapısında kayıplara neden oldu.
2. D.T. Light-Post söküm kitiyle ve ultrasonik aletlerle cam fiber postlar etkili bir şekilde söküldü.
3. İki söküm sistemi sonrası dentin duvarlarında kalan siman + post miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0,05$).
4. Ultrasonik aletler ve söküm kiti, post sökümü sırasında dentinde hacim değişikliğine neden oldu. İki grup için de, post sökümü sonrası dentin hacmi, post boşluğu açıldıktan sonrakine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,01$).
5. Ultrasonik aletler, söküm kitiyle göre istatistiksel olarak anlamlı miktarda daha fazla madde kaybına neden oldu ($p<0,05$).
6. Fiber postlar, ultrasonik aletlere göre söküm kitiyle daha kısa sürede söküldü. Post söküm zamanları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,01$).
7. İki teknikle de fiber post söküm işlemleri sonrası, dişlerde mikro çatlak oluşumu gözlemlendi.
8. Her diş için incelenen 600 kesitte, post boşluğu açıldıktan sonra tespit edilen toplam mikro çatlak sayısı ile post sökümü sonrası tespit edilen toplam mikro çatlak sayısı arasındaki fark, ultrasonik ve fiber post söküm kiti grupları arasında istatistiksel olarak anlamlılık göstermedi ($p>0,05$).
9. Farklı fiber post söküm kiti ve ultrasonik uçların etkinliklerinin değerlendirildiği ve söküm yöntemlerinin dentinde meydana getirdikleri hacim değişiklikleri üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

9.KAYNAKÇA

1. Cohen S, Burns RC, Walton R, Torabenijad M. Pathways of the Pulp 10th ed. Learning. 1998;30:10.
2. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth: post, core and the final restoration. The Journal of the American Dental Association. 2005;136(5):611-619.
3. Kim JJ, Alapati S, Knoernschild KL, Jeong YH, Kim DG, Lee DJ. Micro-Computed Tomography of Tooth Volume Changes Following Post Removal. Journal of Prosthodontics. 2016.
4. Johnson WT, Leary JM, Boyer DB. Effect of ultrasonic vibration on post removal in extracted human premolar teeth. Journal of endodontics. 1996;22(9):487-488.
5. Buoncristiani J, Seto BG, Caputo AA. Evaluation of ultrasonic and sonic instruments for intraradicular post removal. Journal of endodontics. 1994;20(10):486-489.
6. Gaffney JL, Lehman JW, Miles MJ. Expanded use of the ultrasonic scaler. Journal of endodontics. 1981;7(5):228-229.
7. Christensen GJ. Posts and cores: state of the art. Journal of the American Dental Association (1939). 1998;129(1):96-97.
8. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. Journal of dentistry. 2007;35(11):827-835.
9. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. International journal of oral science. 2009;1(4):177-188.
10. Bjørndal L, Carlsen O, Thuesen G, Darvann T, Kreiborg S. External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. International Endodontic Journal. 1999;32(1):3-9.
11. Rhodes J, Ford T, Lynch J, Liepins P, Curtis R. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. International Endodontic Journal. 1999;32(3):165-170.
12. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. The Journal of prosthetic dentistry. 1994;71(6):565-567.
13. Baraban DJ. The restoration of pulpless teeth. Dental Clinics of North America. 1988:553-558.
14. Christensen GJ. Posts: necessary or unnecessary? The Journal of the American Dental Association. 1996;127(10):1522-1526.
15. Sorensen JA, Martinoff JT. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: a study of endodontically treated teeth. The Journal of prosthetic dentistry. 1984;51(6):780-784.
16. Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. Dental Traumatology. 1985;1(3):108-111.
17. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. The Journal of prosthetic dentistry. 1979;42(1):39-44.
18. Zicari F, Van Meerbeek B, Scotti R, Naert I. Effect of ferrule and post placement on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. Journal of dentistry. 2013;41(3):207-215.

19. Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *International Journal of Prosthodontics*. 2004;17(4):476-482.
20. Dahlkemper PE, Ang DB, Goldberg RA, Rubin RL, Schultz GB, Sheridan BA, et al. *Guide to Clinical Endodontics* 2013.
21. Perel ML, Muroff FI. Clinical criteria for posts and cores. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1972;28(4):405-411.
22. Kıvanç B. Application of posts in endodontically treated teeth. *J Dent Fac Atatürk Uni*. 2006:18-23.
23. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, Lang SC. *Contemporary fixed prosthodontics* 2001.
24. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1993;70(1):11-6.
25. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent*. 2000;13(Spec No):15B-8B.
26. Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003;89(4):360-7.
27. Boksman L, Hepburn AB, Kogan E, Friedman M, de Rijk W. Fiber post techniques for anatomical root variations. *Dent Today*. 2011;30(5):104-111.
28. Abe FC, da Silveira Bueno CE, De Martin AS, Davini F, Cunha RS. Efficiency and effectiveness evaluation of three glass fiber post removal techniques using dental structure wear assessment method. *Indian Journal of Dental Research*. 2014;25(5):576.
29. Meyenberg KH, LÜTHY H, SCHÄRER P. Zirconia Posts: A New All-Ceramic Concept for Nonvital Abutment Teeth. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1995;7(2):73-80.
30. Kwiatkowski SJ, Geller W. A preliminary consideration of the glass-ceramic dowel post and core. *International Journal of Prosthodontics*. 1989;2(1).
31. Al-harbi F, Nathanson D. In vitro assessment of retention of four esthetic dowels to resin core foundation and teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2003;90(6):547-55.
32. Qualtrough AJ, Chandler NP, Purton DG. A comparison of the retention of tooth-colored posts. *Quintessence International-English Edition*. 2003;34(3):199-202.
33. Özkurt Z, Iseri U, Kazazoglu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dental materials journal*. 2010;29(3):233-245.
34. Mannocci F, 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(2):153-158.
35. Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*. 1999;20(1):1-25.
36. Seefeld F, Wenz H-J, Ludwig K, Kern M. Resistance to fracture and structural characteristics of different fiber reinforced post systems. *Dental Materials*. 2007;23(3):265-271.
37. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dental Materials*. 2005;21(2):75-82.
38. Duret B, Reynaud M, Duret F. A new concept of corono-radicular reconstruction, the Composipost (2). *Le Chirurgien-dentiste de France*. 1990;60(542):69-77.

39. Fredriksson M, Astbäck J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998;80(2):151-7.
40. Purton D, Payne J. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal posts. *Quintessence International*. 1996;27(2):93-97.
41. Bateman G, Ricketts D, Saunders W. Fibre-based post systems: a review. *British dental journal*. 2003;195(1):43-48.
42. Preethi G, Kala M. Clinical evaluation of carbon fiber reinforced carbon endodontic post, glass fiber reinforced post with cast post and core: A one year comparative clinical study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2008;11(4):162-167.
43. Furtos G, Baldea B, Silaghi-Dumitrescu L. Development of new radiopaque glass fiber posts. *Materials Science and Engineering: C*. 2016;59:855-862.
44. Lanza A, Aversa R, Rengo S, Apicella D, Apicella A. 3D FEA of cemented steel, glass and carbon posts in a maxillary incisor. *Dental Materials*. 2005;21(8):709-715.
45. Cheleux N, Sharrock PJ. Mechanical properties of glass fiber-reinforced endodontic posts. *Acta biomaterialia*. 2009;5(8):3224-3230.
46. Alonso de la Peña V, Darriba IL, Caserío Valea M, Guitián Rivera F. Mechanical properties related to the microstructure of seven different fiber reinforced composite posts. *The journal of advanced prosthodontics*. 2016;8(6):433-438.
47. Uzun G, Hersek N, Tincer T. Effect of five woven fiber reinforcements on the impact and transverse strength of a denture base resin. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1999;81(5):616-620.
48. Uzun G, Keyf F. Geleneksel post-core sistemlerine bir alternatif: polietilen fiber post. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*. 2007;31:43-48.
49. Miller T. A new material for periodontal splinting and orthodontic retention. *Compendium (Newtown, Pa)*. 1993;14(6):800, 2.
50. Aşçı SK. ENDODONTİ. 2014.
51. Assif D, Oren E, Marshak BL, Aviv I. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1989;61(5):535-543.
52. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *Journal of endodontics*. 1990;16(11):543-549.
53. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-Part 1. Composition and micro-and macrostructure alterations. *Quintessence International*. 2007;38(9):733-743.
54. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre J, Peille C. Mechanical properties and short-term in vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 1989;23(1):45-61.
55. Toparli M. Stress analysis in a post-restored tooth utilizing the finite element method. *Journal of oral rehabilitation*. 2003;30(5):470-476.
56. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. *Biomaterials*. 2002;23(13):2667-2682.
57. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations—a 3D finite element analysis. *Dental Materials*. 2002;18(4):295-303.
58. Holmes DC, Diaz-Arnold AM, Leary JM. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1996;75(2):140-147.

59. Campagni WV, Majchrowicz M. An accelerated technique for casting post and core restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1991;66(2):155-156.
60. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1990;64(4):419-424.
61. King P, Setchell D. An in vitro evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1990;17(6):599-609.
62. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(4):431-437.
63. Torbjörner A, Karlsson S, Syverud M, Hensten-Pettersen A. Carbon fiber reinforced root canal posts Mechanical and cytotoxic properties. *European Journal of Oral Sciences*. 1996;104(5-6):605-611.
64. Standlee J, Caputo A, Hanson E. Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1978;39(4):401-405.
65. Standlee J, Caputo A, Holcomb J. The Dentatus screw: comparative stress analysis with other endodontic dowel designs. *Journal of oral rehabilitation*. 1982;9(1):23-33.
66. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence International*. 2008;39(2).
67. Goldman M, DeVitre R, Pier M. Effect of the dentin smeared layer on tensile strength of cemented posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1984;52(4):485-488.
68. Ravanshad S, Ghoreeshi N. An In Vitro Study Of Coronal Microleakage In Endodontically-Treated Teeth Restored With Posts. *Australian Endodontic Journal*. 2003;29(3):128-133.
69. Jung S-H, Min K-S, Chang H-S, Park S-D, Kwon S-N, Bae J-M. Microleakage and fracture patterns of teeth restored with different posts under dynamic loading. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2007;98(4):270-276.
70. Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *Journal of Endodontics*. 1998;24(11):703-708.
71. Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2001;85(3):284-291.
72. Wong JG, Caputo AA, Li P, White SN. Microleakage of adhesive resinous materials in root canals. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2013;16(3):213.
73. Yang H-S, Lang LA, Guckes AD, Felton DA. The effect of thermal change on various dowel-and-core restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2001;86(1):74-80.
74. Hicks MN. Esthetic fiber reinforced composite posts. *Operative Dentistry*. 2008;43-48.
75. Jockisch K, Brown S, Bauer T, Merritt K. Biological response to chopped-carbon-fiber-reinforced peek. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*. 1992;26(2):133-146.
76. Freedman GA. Esthetic post-and-core treatment. *Dental Clinics of North America*. 2001;45(1):103-116.

77. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *Journal of endodontics*. 1992;18(9):427-430.
78. Molander A, Reit C, Dahlen G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *International endodontic journal*. 1998;31(1):1-7.
79. Rotstein I, Simon JH. Diagnosis, prognosis and decision-making in the treatment of combined periodontal-endodontic lesions. *Periodontology 2000*. 2004;34(1):165-203.
80. Byström A, Happonen RP, Sjögren U, Sundqvist G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Dental traumatology*. 1987;3(2):58-63.
81. Nair PR, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *Journal of Endodontics*. 1990;16(12):589-595.
82. Nair P, Sjögren U, Schumacher E, Sundqvist G. Radicular cyst affecting a root-filled human tooth: a long-term post-treatment follow-up. *International Endodontic Journal*. 1993;26(4):225-233.
83. Chugal NM, Clive JM, Spangberg LS. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2003;96(1):81-90.
84. Torabinejad M, Walton RE, Fouad A. *Endodontics: principles and practice*: Elsevier Health Sciences; 2014.
85. Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. *Journal of Endodontics*. 2004;30(12):827-845.
86. De Rijk W. Removal of fiber posts from endodontically treated teeth. *Am J Dent*. 2000;13(13):19-21.
87. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment—case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *Journal of endodontics*. 1988;14(12):607-614.
88. Adarsha M, Lata D. Influence of ultrasound, with and without water spray cooling, on removal of posts cemented with resin or glass ionomer cements: An in-vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2010;13(3):119.
89. Micheal Hülsmann ES, editor. *Endodontide Problemler-Etiyoloji, Tanı ve Tedavi* 2014.
90. Dominici JT, Clark S, Scheetz J, Eleazer PD. Analysis of heat generation using ultrasonic vibration for post removal. *Journal of endodontics*. 2005;31(4):301-303.
91. Nicoll BK, Peters RJ. Heat generation during ultrasonic instrumentation of dentin as affected by different irrigation methods. *Journal of periodontology*. 1998;69(8):884-888.
92. Yoshida T, Gomyo S, Itoh T, Shibata T, Sekine I. An experimental study of the removal of cemented dowel-retained cast cores by ultrasonic vibration. *Journal of endodontics*. 1997;23(4):239-241.
93. Lindemann M, Yaman P, Dennison JB, Herrero AA. Comparison of the efficiency and effectiveness of various techniques for removal of fiber posts. *Journal of endodontics*. 2005;31(7):520-522.
94. Stamos DE, Gutmann JL. Survey of endodontic retreatment methods used to remove intraradicular posts. *Journal of endodontics*. 1993;19(7):366-369.
95. Machtou P, Sarfati P, Cohen AG. Post removal prior to retreatment. *Journal of endodontics*. 1989;15(11):552-554.
96. Masserann J. The extraction of posts broken deeply in the roots. *Actualites odonto-stomatologiques*. 1966;75:329-342.

97. Williams V, Bjorndal A. The Masserann technique for the removal of fractured posts in endodontically treated teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1983;49(1):46-48.
98. Thirumalai AK, Sekar M, Mylswamy S. Retrieval of a separated instrument using Masserann technique. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2008;11(1):42.
99. Warren SR, Gutmann JL. Simplified method for removing intraradicular posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1979;42(3):353-356.
100. Altshul JH, Marshall G, Morgan LA, Baumgartner JC. Comparison of dentinal crack incidence and of post removal time resulting from post removal by ultrasonic or mechanical force. *Journal of Endodontics*. 1997;23(11):683-686.
101. Dixon EB, Kaczkowski PJ, Nicholls JI, Harrington GW. Comparison of two ultrasonic instruments for post removal. *Journal of endodontics*. 2002;28(2):111-115.
102. Gesi A, Magnolfi S, Goracci C, Ferrari M. Comparison of two techniques for removing fiber posts. *Journal of endodontics*. 2003;29(9):580-582.
103. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *The British journal of radiology*. 1973;46(552):1016-1022.
104. Dowker SE, Davis GR, Elliott JC. X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1997;83(4):510-516.
105. Plotino G, Grande NM, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. *The Journal of the American Dental Association*. 2006;137(11):1555-1561.
106. Jung M, Lommel D, Klimek J. The imaging of root canal obturation using micro-CT. *International Endodontic Journal*. 2005;38(9):617-626.
107. Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. *Journal of endodontics*. 1995;21(11):561-568.
108. Feldkamp LA, Goldstein SA, Parfitt MA, Jesion G, Kleerekoper M. The direct examination of three-dimensional bone architecture in vitro by computed tomography. *Journal of bone and mineral research*. 1989;4(1):3-11.
109. Endal U, Shen Y, Knut A, Gao Y, Haapasalo M. A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. *Journal of endodontics*. 2011;37(2):223-227.
110. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *International Endodontic Journal*. 2001;34(5):390-398.
111. Guldberg RE, Ballock RT, Boyan BD, Duvall CL, Lin AS, Nagaraja S, et al. Analyzing bone, blood vessels, and biomaterials with microcomputed tomography. *IEEE engineering in medicine and biology magazine*. 2003;22(5):77-83.
112. Sennerby L, Wennerberg A, Pasop F. A new microtomographic technique for non-invasive evaluation of the bone structure around implants. *Clinical Oral Implants Research*. 2001;12(1):91-94.
113. Baba NZ, Golden G, Goodacre CJ. Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results. *Journal of Prosthodontics*. 2009;18(6):527-536.

114. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *Journal of Prosthodontics*. 2001;10(1):26-36.
115. Ayna B, Celenk S, Atakul F, Uysal E. Three-year clinical evaluation of endodontically treated anterior teeth restored with a polyethylene fibre-reinforced composite. *Australian dental journal*. 2009;54(2):136-140.
116. Naumann M, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. *Journal of endodontics*. 2012;38(4):432-435.
117. Naumann M, Blankenstein F, Kießling S, Dietrich T. Risk factors for failure of glass fiber-reinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. *European Journal of Oral Sciences*. 2005;113(6):519-524.
118. PRODUCTS MED. RelyX Fiber Post Technical Profile. In: <https://multimedia.3m.com/mws/media/3994380/relyx-fiber-post-technical-profile.pdf>, editor.2016.
119. Novais VR, Rodrigues RB, Simamoto Júnior PC, Lourenço C-S, Soares CJ. Correlation between the mechanical properties and structural characteristics of different fiber posts systems. *Brazilian dental journal*. 2016;27(1):46-51.
120. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *American Journal of Dentistry*. 2007;20(6):353.
121. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil J, Neumann K, Kielbassa A. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *International Endodontic Journal*. 2006;39(10):809-818.
122. Fu B, Sun X, Qian W, Shen Y, Chen R, Hannig M. Evidence of chemical bonding to hydroxyapatite by phosphoric acid esters. *Biomaterials*. 2005;26(25):5104-5110.
123. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dental Materials*. 2007;23(1):71-80.
124. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. *Dental Materials*. 2005;21(10):895-910.
125. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. *Journal of dental research*. 2008;87(10):974-979.
126. Piwowarczyk A, Lauer H-C, Sorensen JA. In vitro shear bond strength of cementing agents to fixed prosthodontic restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2004;92(3):265-273.
127. Fabianelli A, Goracci C, Bertelli E, Monticelli F, Grandini S, Ferrari M. In vitro evaluation of wall-to-wall adaptation of a self-adhesive resin cement used for luting gold and ceramic inlays. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2005;7(1).
128. Abo-Hamar SE, Hiller K-A, Jung H, Federlin M, Friedl K-H, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clinical Oral Investigations*. 2005;9(3):161-167.
129. Anderson GC, Perdigao J, Hodges JS, Bowles WR. Efficiency and effectiveness of fiber post removal using 3 techniques. *Quintessence International*. 2007;38(8).
130. Braga NMA, Alfredo E, Vansan LP, Fonseca TS, Ferraz JAB, Sousa-Neto MD. Efficacy of ultrasound in removal of intraradicular posts using different techniques. *Journal of oral Science*. 2005;47(3):117-121.

131. Abbott P. Incidence of root fractures and methods used for post removal. *International Endodontic Journal*. 2002;35(1):63-67.
132. Ahmed SN, Donovan TE, Ghuman T. Survey of dentists to determine contemporary use of endodontic posts. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2017;117(5):642-645.
133. Soares JA, Brito-Júnior M, Fonseca DR, Melo AF, Santos SMC, Sotomayor NDCS, et al. Influence of luting agents on time required for cast post removal by ultrasound: an in vitro study. *Journal of Applied Oral Science*. 2009;17(3):145-149.
134. Gomes A, Kubo C, Santos R, Santos D, Padilha R. The influence of ultrasound on the retention of cast posts cemented with different agents. *International Endodontic Journal*. 2001;34(2):93-99.
135. Aydemir S, Arukaslan G, Sarıdağ S, Kaya-Büyükbayram I, Ylıdıran Y. Comparing Fracture Resistance and the Time Required for Two Different Fiber Post Removal Systems. *Journal of Prosthodontics*. 2017.
136. Scotti N, Bergantin E, Alovisi M, Pasqualini D, Berutti E. Evaluation of a simplified fiber post removal system. *Journal of endodontics*. 2013;39(11):1431-1434.
137. Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *Journal of endodontics*. 1997;23(8):533-534.
138. Haupt F, Pfitzner J, Hülsmann M. A comparative in vitro study of different techniques for removal of fibre posts from root canals. *Australian Endodontic Journal*. 2017.
139. Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. *Journal of endodontics*. 2012;38(2):232-235.
140. Capar ID, Uysal B, Ok E, Arslan H. Effect of the size of the apical enlargement with rotary instruments, single-cone filling, post space preparation with drills, fiber post removal, and root canal filling removal on apical crack initiation and propagation. *Journal of endodontics*. 2015;41(2):253-256.
141. De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM, Silva EJNL, de Almeida Neves A, Alves H, et al. Micro-computed tomographic assessment on the effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems on dentinal cracks. *Journal of endodontics*. 2015;41(7):1116-1119.

10. ETİK KURUL ONAYI



11. ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Mersin’de doğdu.

İlköğrenimini ve ortaöğretimini Dr. İ. Kamil Tarhan İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini İçel Anadolu Lisesi’nde 2008 yılında tamamladı.

2014 yılında Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nden mezun oldu.

2015 yılı Haziran ayında Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimine başladı.

2015 yılından bu yana, Araştırma Görevlisi ve uzmanlık öğrencisi olarak Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi’nde klinik ve akademik faaliyetlerde bulunmaktadır.

Yabancı Dili İngilizcedir.

