

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**YAPAY OLARAK OLUŞTURULMUŞ İÇ KÖK REZORPSİYON
KAVİTELİ DİŞLERDE FARKLI BİYOSERAMİK ESASLI
MATERYALLER İLE YAPILAN KÖK KANAL DOLGU
KALİTESİNİN μ BT GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Vildan TEK

ZONGULDAK
2019

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ENDODONTİ ANABİLİM DALI

**YAPAY OLARAK OLUŞTURULMUŞ İÇ KÖK REZORPSİYON
KAVİTELİ DİŞLERDE FARKLI BİYOSERAMİK ESASLI
MATERYALLER İLE YAPILAN KÖK KANAL DOLGU
KALİTESİNİN μ BT GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Vildan TEK

UZMANLIK TEZİ

Danışmanı
Doç. Dr. Sevinç AKTEMUR TÜRKER

ZONGULDAK

2019

KABUL ve ONAY:

'Yapay Olarak Oluşturulmuş İç Kök Rezorpsiyon Kaviteli Dişlerde Farklı Biyoseramik Esaslı Materyaller İle Yapılan Kök Kanal Dolgu Kalitesinin µbt Görüntüleme Yöntemi İle Değerlendirilmesi' başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Endodonti Anabilim Dalı uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

15.01.2019

Başkan: Prof.Dr.Emre BODRUMLU



Üye: Dr.Öğr.Üyesi Derya DENİZ SUNGUR



Üye: Doç.Dr. Sevinç AKTEMUR TÜRKER



Üye: Doç.Dr. Sibel KOÇAK



Üye: Doç.Dr. M. Murat KOÇAK



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

TARİH: 15/01/2019


Prof. Dr. Emre BODRUMLU

DEKAN V.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, tez danışmanım, Sayın Doç. Dr. Sevinç AKTEMUR TÜRKER başta olmak üzere,

Bölümdeki diğer hocalarım Sayın Doç. Dr. Sibel KOÇAK, Sayın Doç. Dr. M. Murat KOÇAK, Sayın Doç. Dr. Baran Can SAĞLAM, Sayın Prof. Dr. Emre BODRURLU'ya,

Mikro BT görüntüleme ve analiz işlemlerinin gerçekleştirildiği ODTÜ Biomaten'de her türlü konuda yardımcı olan Arda BÜYÜKSUNGUR'a

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan keyif aldığım başta sevgili Zeynep Deniz ALAGÖZ olmak üzere tüm bölüm arkadaşlarıma,

Lise yıllarımdan beri arkadaşlık bağımızın hiç kopmadığı, aksine güçlendiği değerli dostlarım sevgili Hatice Kübra ERZAN, Seda YERLİ, Hazal SALTİK, Merve ŞATIR TÜRK, Yasemin TURALI, Hilal KAYA'ya

Üzüntümü ve sevincimi paylaştığım, uzakta olsa da desteğini her zaman hissettiğim sevgili Nuray AKBIYIK'a

Üniversite yıllarımdan bu yana derdimi, kederimi, mutluluğumu paylaştığım arkadaşlarım İfakat Zeynep YETKİN, Süheyla KARADENİZ, Ezgi TAŞKAYA ÖZGÜR, Şeyma TOKATLI, Afife Candan ÖZPINAR'a

Kısa bir süre birlikte çalışma fırsatı bulduğum ama ömür boyu hayatımda olmasını istediğim, her daim manevi desteğini hissettiğim hocam, abim ve meslektaşım Sayın Ersan ÇİÇEK'e

Bugünlere gelebilmem için maddi manevi her türlü desteği gösteren, sınırsız sevgileri ile karşılaştığım sıkıntıları atlatabilmemi sağlayan canım annem Makbule TEK ve canım babam Nevzat TEK başta olmak üzere çok değerli aileme

Sevgi, saygı ve tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Vildan TEK
Ocak, 2019

ÖZET

Vildan TEK, Yapay Olarak Oluşturulmuş İç Kök Rezorpsiyon Kaviteli Dişlerde Farklı Biyoseramik Esaslı Materyaller ile Yapılan Kök Kanal dolgu Kalitesinin μ BT Görüntüleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Zonguldak, 2019.

Amaç: Bu *in vitro* çalışmanın amacı yapay olarak oluşturulan iç kök rezorpsiyon (İKR) kaviteli dişlerin MTA, Biodentine, Total Fill BC kök kanal patı ve sıcak güta perka tekniği kullanarak yapılan kök kanal dolgusunun kalitesinin mikrobilgisayarlı tomografi (μ BT) cihazı kullanarak değerlendirmektir.

Yöntem: Çalışmada 40 adet üst çene daimi 1. keser diş kullanıldı. Kök kanalları ProTaper Next döner eğe sistemi ile şekillendirildikten sonra kökler meziodistal yönde ortadan ikiye ayrıldı, köklerin iç yüzeylerinde, apikalden 5 mm yukarıda olacak şekilde elmas rond frezle İKR kaviteyi oluşturuldu. Kökler tekrar birleştirildikten sonra örnekler rezorpsiyon kaviteyi doldurulacağı materyale göre rastgele 4 gruba ayrıldı: MTA, Biodentine, Total Fill BC kök kanal patı (bulk-fill) ve sıcak güta perka+ Total Fill BC kök kanal patı. Obturasyon kalitesinin değerlendirilmesi için rezorpsiyon kavitesi duvarları ile materyal arasındaki boşluk (dış boşluk) ve materyalin kendi içerisindeki boşluk (iç boşluk) yüzdeleri μ BT cihazında yapılan tarama ile hesaplandı.

Bulgular: Dış boşluk ve iç boşluk yüzdeleri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görüldü ($p<0,05$). Total Fill BC grubunda ortalama dış boşluk ve iç boşluk yüzdesi diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$). Biodentine grubunda dış boşluk yüzdesi diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,05$). İç boşluk yüzdesi açısından MTA ve sıcak güta perka + Total Fill BC arasında anlamlı bir fark bulunurken ($p<0,05$), Biodentine ve sıcak güta perka+ Total Fill BC grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$).

Sonuç: Hiçbir dolun materyali rezorpsiyon kavitesinde boşluksuz tam bir tıkaıa sağlamadı. Rezorpsiyon kavitesindeki obturasyon kalitesinin değerlendirilmesinde farklı biyoseramik esaslı materyallerin ve farklı obturasyon yöntemlerinin kullanıldığı ilave çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: İç kök rezorpsiyonu, μ BT, MTA, Biodentine, Biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patı, sıcak güta perka



ABSTRACT

Vildan TEK, Evaluation of the quality of root fillings in teeth with simulated internal root resorption cavities obturated with different bioceramic materials by using μ CT. Bülent Ecevit University, Faculty of Dentistry, Department of Endodontics , Master's Thesis, Zonguldak, 2019.

Aim: The aim of this *in vitro* study was to evaluate the quality of root fillings in teeth with simulated internal resorptive cavities filled with MTA, Biodentine, Total Fill BC root canal sealer and warm gutta percha techniques by using micro-computed tomography (μ CT).

Methodology: Forty extracted maxillary central incisor teeth were used in this study. After root canal instrumentation using ProTaper Next file system, teeth were sectioned mesiodistally and simulated internal resorption cavities were created 5 mm distance from the apex. After roots were reassembled, specimens were randomly divided into 4 groups according to material used for filling resorption cavities as follows: MTA, Biodentine, Total Fill BC root canal sealer and warm gutta-percha+ Total Fill BC sealer. To evaluate the obturation quality, percentage of voids between resorption cavity walls and obturation material (external voids) and within obturation materials (internal voids) were calculated by using μ CT.

Results: There was a significant difference between experimental groups in terms of percentage of external and internal voids ($p < 0.05$). Internal and external void percentages were significantly higher in Total Fill BC group when compared to all other groups ($p < 0.05$). Percentage of external void was significantly lower in Biodentine group when compared to other groups ($p < 0.05$). There was a significant difference between MTA and warm gutta percha+ Total Fill BC sealer ($p < 0.05$). However no significant difference was found between Biodentine ve warm gutta percha+ Total Fill BC sealer in terms of internal voids. ($p > 0.05$)

Conclusion: None of the obturation materials were created a void-free obturation in resorption cavities. Further investigations are required evaluating the quality of the root canal fillings in resorption cavities obturated with different bioceramic materials and obturation techniques.

Keywords: Internal root resorption, μ CT, MTA, Biodentine, Bioceramic based root canal sealer, warm gutta percha



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Rezorpsiyonları.....	3
2.1.1. Fizyolojik Kök Rezorpsiyonları	3
2.1.2. Dış Kök Rezorpsiyonları	4
2.1.3. Servikal Dış Kök Rezorpsiyonu	10
2.1.4. İç kök rezorpsiyonları	13
2.2. Kök Kanal Dolgu Yöntemleri	25
2.2.1. Soğuk lateral kondenzasyon	26
2.2.2. Sıcak güta perkanın lateral kondensasyonu	26
2.2.3. Açılı tek kon yöntemi	27
2.2.4. Güta perkanın termomekanik kondensasyonu	27
2.2.5. Isıtılmış güta perka taşıyıcıları.....	27
2.2.6. Sıcak güta perkanın vertikal kondensasyonu.....	28
2.2.7. Termoplastik enjeksiyon yöntemleri	29
2.2.8. Devamlı ısıyla obturasyon yöntemi	30
2.2.9. Kimyasal yolla yumuşatılmış güta perka yöntemi.....	30
2.3. Biyoseramikler	31
2.3.1. Mineral trioksit agregat.....	31
2.3.2. Biodentine	33
2.3.3. Total Fill BC kök kanal dolgu patı	34
2.4. Kök Kanal Dolgu Kalitesinin Değerlendirilmesi	35

2.4.1. Kök Kanal Dolgu Kalitesinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM	39
3.1. Etik Kurul Onayı	39
3.2. Örneklerin Seçilmesi	39
3.3. İç kök rezorpsiyon kavitelerinin hazırlanması	41
3.4. Çalışma Gruplarının Oluşturulması.....	43
3.5. Örneklerin μ BT ile Görüntülenmesi ve Analizi	49
3.6. İstatistiksel Analiz	53
4. BULGULAR.....	54
5.TARTIŞMA	57
6. SONUÇLAR	64
7. KAYNAKLAR	65
8. EKLER.....	86
Ek 1 Etik Kurul Onayı.....	86
Ek 2. İntihal Beyan Formu	87
Ek 3. İntihal Tespit Program Çıktısı.....	88
Ek 4. Tez Yazım Değerlendirme Formu	89
ÖZGEÇMİŞ	90

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	santigrat derece
µa	mikroamper
µBT	mikro bilgisayarlı tomografi
µm	mikrometre
BT	bilgisayarlı tomografi
CCD	charged coupled device
CTAn	CT Analyser (Bilgisayarlı Tomografi Analiz yazılımı)
CTAVox	Bilgisayarlı Tomografi Analiz yazılımı
DKR	dış kök rezorpsiyonu
EDTA	etilen diamin tetra asetik asit
FDA	Amerikan Federal İlaç İdaresi
G	gauge
ISO	international standards organization(Uluslararası Standartlar Organizasyonu)
İKR	iç kök rezorpsiyonu
KIDBT	konik ışın demetli bilgisayarlı tomografiyi
mRNA	mesajcı ribonükleik asit
MTA	mineral trioksit agregat
OPG	osteoprogerin
Ort	ortalama
PDL	periodontal ligament
pH	asitlik birimi
PSP	fotostümülan fosfor plak
PTH	paratiroid hormonu
PTHrP	paratiroid ile ilişkili protein
RANK	reseptör aktivatör nükleer kappa B
RANKL	reseptör aktivatör nükleer kappa B ligand
RGD	arjinin-glisin-aspartik asit

ROI	region of interest (ilgili alan)
SDKR	servikal dış kök rezorpsiyonu
SEM	taramalı elektron mikroskobu
SLOB	same lingual opposite buccal
SS	standart sapma



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1: µBT şematik diagramı (208).....	38
2. Eppendorf tüpüne yerleştirilmiş diş örneği	40
3. X-Smart Endomotor, Protaper Next döner eğe sistemi ve Protaper Next güta perka	41
4. İkiye bölünmüş dişte hazırlanan İKR kavitesi	42
5. Rezorpsiyon kavitesinin apikalinde kalan kök kanalın doldurulmuş hali.....	43
6. Hassas tartı, MTA tabancası ve Angelus MTA	44
7. El pluggeri.....	44
8. MTA ile doldurulmuş rezorpsiyon kavitesinin radyografı.....	44
9. Biodentine; spatülü, likiti ve kapsülü.....	45
10. Amalgamatör.....	45
11. Biodentine ile doldurulmuş rezorpsiyon kavitesinin radyografı	46
12. Total Fill BC kök kanal patı.....	46
13. Total Fill BC kök kanal patı ile yapılan dolunun radyografı	47
14. DiaGun kablosuz obturasyon cihazı, güta perkası ve enjeksiyon uçları.....	48
15. Sıcak güta perka ve Total Fill BC yöntemi ile doldurulan rezorpsiyon kavitesinin radyografı	48
16. SkyScan 1172 µBT cihazı.....	49
17. Görüntümeden önce örneğin döner platforma sabitlenmiş hali	50
18. Bir dişe ait örnek ham görüntüler.....	50
19. Kesitlerin CTAn programına aktarılması.....	51
20. ROI'nin belirlenmesi.....	52
21. Eşik değer belirlenmesi.....	52
22. Gruplara ait dış boşluk değerlerinin kutu grafiği	56
23. Gruplara ait iç boşluk değerlerinin kutu grafiği	56

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo

Sayfa

Tablo 1. Deney gruplarındaki dış ve iç boşlukların ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerleri (%).....	55
---	----



1. GİRİŞ

Diş rezorpsiyonu klastik hücre aktivitesi sonucu gelişen dişin sert dokularının kaybıdır (1). Fizyolojik veya patolojik nedenlerle meydana gelebilmektedir. Süt dişlerinde görülen rezorpsiyonlar olması gereken zamandan erken görülmediği sürece fizyolojik rezorpsiyon olarak kabul edilmektedir (2).

Patolojik diş rezorpsiyonlarından biri olan iç kök rezorpsiyonu (İKR), pulpada inflamatuvar bir süreç sonucunda meydana gelen granülasyon dokusunun diş sert dokularında meydana getirdiği yıkım sonucu oluşur. İKR'de diş sert dokularının yıkım süreci odontoklastik hücrelerin aktivasyonu ile gerçekleşir. Klinik olarak İKR vakaları genellikle asemptomatiktir ve rutin radyografiler ile rastlantısal olarak saptanır; ancak rezorpsiyon alanı koronal üçlüde ve harabiyet ileri düzeyde ise, granülasyon dokusundan kaynaklı pembe renkteki yansıma teşhisi kolaylaştırır (3).

İKR gözlenen dişlerde meydana gelen defekt zamanla ilerleyerek perforasyona neden olabilir ve pulpanın canlılığını kaybetmesi sonucunda da kök kanal sisteminde enfeksiyon ortaya çıkabilir. Bu olgularda tedavi seçenekleri kök kanal tedavisi, kalsiyum hidroksitle kalsifikasyon, endodontik cerrahi ve kasti replantasyon şeklinde sıralanabilir (4). Kök kanal sistemindeki karmaşık düzensizlikler, özellikle İKR vakalarında oluşan yıkım alanlarında, kök kanal temizliği ve dolumu için teknik zorluklar oluşturmaktadır. Bu düzensizliklerin iyi temizlenip doldurulmaması endodontik tedavinin uzun dönem başarısını etkileyebilmektedir. Bu nedenle kök kanal boşluğunun, temizlenip şekillendirme işlemi sonrası sıvı sızdırmaz bir şekilde doldurulması İKR vakalarında dişin prognozu açısından büyük önem taşımaktadır.

Literatür incelendiğinde İKR'li dişlerin kanal tedavisi sırasında düzensiz rezorpsiyon alanını doldurmak için ısıtılmış gutta perkanın vertikal kondenzasyonu, taşıyıcılı gutta perka sistemleri gibi çeşitli tekniklerin kullanıldığı görülmektedir (5-8).

Endodonti pratiğinde yaygın kullanım alanına sahip trikalsiyum silikat esaslı materyallerin rezorpsiyon, perforasyon gibi dişin prognozunu zayıflatan zor vakalarda kullanıldığı literatürdeki vaka raporlarında görülmektedir. Günümüzde bu

materyaller arasında en çok tercih edilenlerin başında mineral trioksit agregat (MTA) gelmektedir. MTA pulpa kuafajı, pulpotomi, amputasyon uygulamaları gibi vital pulpa tedavilerinde, endodontik cerrahi işlemlerde retrograt dolgu olarak, açık apeksli dişlerin tedavisinde ve perforasyon tamiri uygulamalarında başarıyla kullanılabilir (9). Ancak bu materyalin sertleşme reaksiyonunun uzun sürmesi (3-4 saat), manipülasyon zorluğu ve dişlerde renklenmeye neden olması gibi dezavantajları yeni biyoseramik materyallerin geliştirilmesine neden olmuştur. Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France) bu amaçla üretilmiş MTA'nın birçok olumsuz özelliğinin elimine edildiği trikalsiyum silikat esaslı biyoseramik bir materyaldir (10). Son yıllarda biyoseramik esaslı bu materyallerin üstün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinden yararlanmak amacıyla benzer kimyasal içeriğe sahip kök kanal dolgu maddeleri üretilmiştir. Literatürde kanal dolgu maddeleri sınıflandırmasında biyoseramik esaslı kök kanal dolgu maddeleri olarak yerini almıştır. Bu sınıflandırmadaki ticari preparatlardan biri olan Total Fill BC kanal patı (FKG, La Chaux-de-Fonds, Switzerland), kullanımı hazır, enjekte edilebilir biyoaktif kalsiyum silikat kökenli bir kök kanal dolgu patıdır.

MTA gibi kullanım zorluğu, karıştırma sırasındaki katı kıvamı, kök kanalına taşıma ve yerleştirme zorluğu biyoseramik esaslı materyallerin İKR vakalarında düzensiz alana ne kadar adapte olup sızdırmaz bir dolum sağladığı sorusunu akıllara getirmektedir. Literatürde yapay olarak hazırlanmış İKR'li dişlerin biyoseramik esaslı materyallerle ve biyoseramik esaslı kanal dolgu patının bulfill tekniği ile doldurulduktan sonra oluşan kanal dolgusunun kalitesini değerlendiren mevcut bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tezin amacı iç kök rezorpsiyonlu dişlerin farklı biyoseramik esaslı materyaller kullanarak yapılan kök kanal dolgusunun kalitesinin mikro bilgisayarlı tomografi (μ BT) kullanılarak değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Rezorpsiyonları

Rezorpsiyon kelimesi, 'emme' anlamına gelen Latince 'resorbere' kelimesinden türemiştir. Amerikan Endodonti Birliği'nin terimler sözlüğünde rezorpsiyon; dentin, sement ve alveol kemiğinin fizyolojik veya patolojik yollarla kaybı ile karakterize bir durumdur (11).

Diş hekimliğinde kök rezorpsiyonları patolojik veya fizyolojik nedenlerle oluşabilmektedir. Fizyolojik kök rezorpsiyonları süt dişlerinde, patolojik kök rezorpsiyonları ise daha çok daimi dişlerde görülmektedir. Patolojik kök rezorpsiyonları genellikle travmatik yaralanmalar, ortodontik diş hareketi veya pulpal ya da periodontal dokular kaynaklı gelişen kronik enfeksiyonlardan sonra görülmektedir (12). Tedavi edilmeden bırakılırsa etkilenen dişin erken kaybı ile sonuçlanabilmektedir (13). Patolojik kök rezorpsiyonları; diş kök rezorpsiyonları (DKR) ve İKR olarak karşımıza çıkmaktadır (12).

2.1.1. Fizyolojik Kök Rezorpsiyonları

Rezorpsiyon insan vücudunda fizyolojik ve patolojik süreçlerin katkısıyla meydana gelmektedir. Rezorpsiyon diş ve kemik gibi sert dokuları etkileyebileceği gibi (14), nekrotik pulpa dokusu, vital pulpa tedavilerinde kullanılan materyalleri veya kök kanal tedavisi sırasında apikal foramenden taşan kanal dolgusu gibi yumuşak doku ve yabancı materyalleri de içerebilir (15-17). İyi bilinen fizyolojik sert doku rezorpsiyonu, osteoklastların yaptığı kemik rezorpsiyonu, yani kemik turnover'dır. Paratiroid bezlerinden salgılanan paratiroid hormonu (PTH) kemikteki kalsiyumun kana geçişini sağlayarak kandaki kalsiyum seviyesini yükseltir (18). PTH 'nin fazla salgılanması kemik yapım ve yıkımında dengesizlik yaratarak çene kemiklerinde radyolüsent hiperparatiroidizm lezyonlarının gelişmesine neden olabilir (19). PTH ve PTH ile ilişkili protein (PTHrP) osteoklast formasyonunu uyarır ve dişin sürmesi için gereklidir (20).

Bir diğer fizyolojik rezorpsiyon örneği de süt dişi rezorpsiyonudur (21). Daimi dişlerin sürme basıncı süt dişlerinin köklerinin rezorpsiyonu için itici güçtür. Birçok aktivatör ve inhibitör sitokini içeren hücresele düzeyde karmaşık olaylar zinciriyle gelişen daimi diş rezorpsiyondan korunurken, süt dişi köklerinin de rezorpsiyonu gerçekleşir.

2.1.2. Dış Kök Rezorpsiyonları

DKR kökün dış yüzeyini etkiler ve lüksasyon ve avülsiyon yaralanmalarından sonra kökte sekel olarak kalır (22). Ayrıca kronik apikal periodontitisli dişlerin köklerinde de görülebilir (23). DKR ani başlayan ve hızlı ilerleyebilen bir durumdur, tedavi edilmezse birkaç ay içinde tüm kökün rezorbe olmasıyla sonuçlanabilmektedir (22).

DKR'nin lüksasyon yaralanmalarından sonra görülme sıklığı %5-%18 (24, 25) arasında olduğu bildirilmiştir. Avülsiyon yaralanmalarından sonra replante edilen dişlerde %30 oranında DKR görülmüştür (26).

DKR'nin tedavisi, rezorpsiyona neden olan nekrotik pulpa dokusunun kök kanal siteminden uzaklaştırılmasıdır (27). Rezorpsiyon saptandığı an tedaviye başlanmalıdır. Ne kadar erken tanı ve tedavi uygulanırsa, etkilenen dişin prognozu o derece parlak olacaktır (28).

DKR'nin tanısı temel olarak radyografiye dayanmaktadır (29). Bazı vakalarda DKR'nin radyolojik bulguları replantasyonu takip eden iki hafta sonrasında saptanabilir (22). Buna rağmen diş hekimliğinde kullanılan geleneksel radyografilerle DKR saptamak her zaman mümkün olmamaktadır (30).

DKR lüksasyon yaralanmasıyla ilişkili olarak meydana gelmişse, rezorpsiyonun tipi lüksasyon yaralanmasının şiddetiyle bağlantılıdır. Andreasen ve Vestergaard Pedersen (24) lüksasyon geçirmiş 400 hastadaki 637 daimi dişi ileriye dönük 10 yıl boyunca takip etmiştir. Bu takip sürecinde konküzyon geçirmiş hiçbir dişte DKR görülmemiş ve sublüksasyondan sonra sadece bir vakada, sublüksasyona uğramış toplam diş sayısının %0.5'ine denk gelecek şekilde bir DKR meydana gelmiştir. Ekstrüziv lüksasyonlu dişlerin %6'sı ve lateral lüksasyonlu dişlerin

%3'ünde DKR gelişmiştir. İntrüziv lüksasyona uğramış dişlerin ise %38'inde iyileşme komplikasyonu olarak DKR görülmüştür. Crona-Larsson ve ark. (25) şiddetli lüksasyon yaralanmalarında, ekstrüze olmuş dişlerin %60'ında ve intrüze dişlerin %22'sinde DKR geliştiğini; laterale lükse olmuş dişlerde DKR gelişme oranını da %16,7'den, sublüksasyon geçirmiş dişlerin de %3,8'inden fazla olduğunu bildirmişlerdir.

2.1.2.1. Etiyolojisi ve patolojisi

DKR'nin başlaması ve ilerlemesi için birtakım şartlar gerekmektedir. Normal şartlarda daimi dişler kök rezorpsiyonuna dirençlidir (31). Dişleri kök rezorpsiyonundan koruyan mekanizma tam olarak anlaşılammış olmasına rağmen, odontoklastların kökün dış yüzeyini (presement) ve kök kanalın iç yüzeyini kaplayan mineralize olmayan tabakaya (prementin) bağlanamadığı kabul edilmektedir (31).

İntrüzyon, lateral lüksasyon, avülsiyon gibi travmatik yaralanmalar ve ardından uygulanan replantasyon periodontal ligamentte (PDL) kontüzyon yaralanmalarına neden olmaktadır (32). Bütünlüğünün bozulmasıyla sonuçlanan presement yaralanması DKR'nin gelişmesinde hızlandırıcı faktör olarak rol oynamaktadır (32). PDL'deki yara iyileşmesi sürecinde, nekrotik PDL doku artıkları makrofaj ve osteoklastlar tarafından temizlenmektedir (33). Travmayla birlikte presement tabakasının zarar görmesi ve altındaki mineralize sement ve dentinin açığa çıkması, odontoklast ve osteoklastların bağlanabilmesine zemin hazırlayarak DKR gelişmesine neden olabilmektedir (33). DKR'nin tam olarak derecesi, etkilenen dişin travmasının şiddetine, kök gelişiminin seviyesine ve pulpal durumuna bağlıdır (32).

DKR'nin patogenezi şu şekilde açıklanabilir: Periodontal dokuları içeren travmatik dental yaralanmalardan sonra, PDL'nin kontüzyon yaralanmasını takiben başlayan yara iyileşmesi ve ilgili bölgedeki hasarı temizlemek için makrofaj ve osteoklastların gelmesiyle rezorpsiyon sürecine girilmektedir. Travmanın ilk hasarı koruyucu presementum tabakasının bütünlüğünün bozulmasıdır. Bu durum mineralize olan sement ve dentine osteoklastların bağlanıp rezorpsiyon yapmaları için imkan sağlamaktadır (32). Nekrotik pulpadan gelen mikrobiyal etkenlerin işin içine girmesiyle rezorpsiyon tablosunun şiddeti artmaktadır (34). Bu nedenle

pulpanın vitalitesinin yok olma ihtimalinin arttığı orta ve şiddetli lüksasyon yaralanmalarında ve avülsüyonlarda DKR'nin şiddeti artmaktadır (24). Eğer başlangıçtaki osteoklast atağı, sementin altındaki açık dentin tübüllerine ulaşmaya kadar devam ederse, pulpa boşluğuyla dış kök yüzeyi ve perodontal dokular arasında bir bağlantı oluşur (34). Kök kanalı ve dentin tübüllerine yerleşen bakteriler ve onların toksinleri (lipopolisakkarit, muramil peptit ve lipoteikoik asit) rezorpsiyon yapan osteoklastları direkt olarak aktive ederler (28). Bu şekilde rezorpsiyonun şiddeti artarak devam eder (34). Rezorbe olan mineralize doku yerini granülasyon dokusuna bırakır (28).

Ortodontik hareketler (35), gömülü diş (36), kist (37) ve tümör (38) nedeniyle kök yüzeyinin maruz kaldığı basınçlar da DKR'nin başlamasına neden olabilmektedir.

2.1.2.2. Sınıflandırılması

DKR; yüzeysel, iltihabi, servikal ve yer değiştirme olarak dört sınıfta incelenmekteyken (39); bu sınıflamada DKR olarak sınıflanan servikal DKR, yeni bir sınıflamayla, DKR'den ayrılarak kendi başına bir kategori olarak kabul edilmiştir (40). Patolojik olarak diğer rezorptif durumlardan ayrı olduğu gösterilmiştir (41).

Yüzeysel DKR, kök yüzeyinin veya onu çevreleyen dokunun lokalize ve sınırlı yaralanmasının sonucu oluşmaktadır (42). Bu rezorpsiyonda kendi kendini sınırlayan iki ya da üç haftalık osteoklastik aktiviteyi takiben sementin iyileşmesi ve PDL liflerinin tekrar kök yüzeyine bağlanması görülür.

Yüzeysel DKR'nin oluşumuna neden olan uyarı devam ederse bölgede iltihabi DKR gelişir (43). Andreasen bu durumun oluşması için gerekli koşulları şu şekilde sıralamıştır: İlk olarak kök yüzeyine bir travma gelmesi gereklidir; tipik olarak replantasyon sonrası zarar görmüş PDL bulunmaktadır. Nekrotik veya enfekte pulpayla ilişkili dentin tübüllerinin rezorpsiyon kavitesine açılmış olması, klastik hücrelere doğrudan uyarı sağlaması bakımından gereklidir. Bu şekilde rezorpsiyon ilerlemektedir.

Yer değiştirme DKR ankiloz olarak da bilinir. Etiyolojisi tam olarak anlaşılamamıştır (44). Kemik ve kökün birleştiği, kemik remodelasyonunun homeostatik süreci olarak düşünülebilir (45). PDL boşluğunda kemik trabekülleri oluşmaya başlar ve kök yüzeyiyle kaynaşır (46). Yapışık bağ dokusunun iyileşme kapasitesine ve PDL'deki hasarın miktarına göre kök yüzeyinde kk alanlar şeklinde gelişir (47). PDL'nin tamamının hasara uğradığı ilerleyen durumlarda tüm kök yok olana kadar rezorpsiyon devam edebilmektedir. Yer değiştirme DKR'nin hızı yaşa ve hastaya göre değişiklik gösterebilmektedir (48). 7 ve 16 yaş arasındaki hastalarda 3-7 yıl içerisinde diş tamamen rezorbe olurken, yetişkin hastalarda diş 20 yıl varlığını devam ettirebilmektedir (48).

2.1.2.3. Histolojisi

DKR'nin histolojik görünümü sement ve dentinde yuvarlak şekilde rezorpsiyon alanlarıyla karakterizedir ve yapışık periodontal membranda inflamasyon eşlik etmektedir. Howship lakünaları rezorpsiyon alanlarının ortak özelliği olup, bu laknaların histolojik kesiti alındığında, laknalarda osteoklastların yer aldığı görülmüştür. Periodontal membrandaki inflamatuvar reaksiyon şiddetlidir ve plazma hücreleri, lenfosit, çok çekirdekli lökositler gibi karışık hücre infiltrasyonları içermektedir. Kk kan damarları inflamasyon bölgesinde artmıştır (49). DKR kök yüzeyinde histolojik olarak, replantasyondan sonraki 1. haftada görülebilmektedir (50).

2.1.2.4. Klinik zellikler

Söz konusu diş normal görünebilir ancak vitalite testine pozitif yanıt vermemektedir. İlerlemiş vakalarda pulpal veya periapikal belirtiler (dişte renk değişikliği, sinüs yolu, perküsyon ve/veya palpasyon duyarlılığı) grlebilir.

2.1.2.5. Radyolojik zellikler

Daha önce bahsedildiği gibi DKR'nin tanısı temel olarak radyografiye dayanmaktadır (29). DKR radyolojik olarak radyolüsent, sınırları düzensiz konkav ve kök yüzeyinde güve yeniği şeklinde grlebilir. Rezorpsiyon bölgesinde lamina

duranın tamamı kaybolmuştur (49). Başlangıç radyografik belirtiler, travmatik yaralanmadan 3-4 hafta sonra görülmeye başlar (49).

DKR ani bir başlangıca sahiptir ve tüm kökü 3 ay içerisinde rezorbe edebilecek kadar hızlı ilerleyebilir. DKR'nin daha erken tanımlanabilmesi için diagnostik potansiyeli olan bir dizi radyografik görüntüleme sistemi incelenmiştir.

Günümüzde lüksasyon ve avülsiyon yaralanmalarından sonra DKR'nin tespiti için kullanılan klinik standart görüntüleme yöntemleri dijital ya da film bazlı konvansiyonel radyografik görüntüleme sistemleridir (51). Buna rağmen DKR'lerin, özellikle de erken dönem rezorpsiyonların saptanmasında yetersiz kaldıkları kanıtlanmıştır (29). Klinik çalışmalarda konvansiyonel görüntüleme yöntemlerinin DKR'lerin gerçek boyutunu olduklarından daha küçük olarak gösterdikleri bildirilmiştir (52). Goldberg ve ark. (53) rezorpsiyon defektlerinin erken ve kesin tanısı için geleneksel radyolojinin ideal bir yöntem olmadığı kanısına varmışlardır. Borg ve ark. (54) charged coupled device (CCD) ve fotostimulan fosfor plak (PSP) dijital görüntüleme sistemlerinin yapay olarak oluşturulmuş DKR'yi saptamada film bazlı radyografiler kadar başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada Kanburoğlu ve ark. (55) CCD'nin konvansiyonel filmler kadar iyi performans gösterdiği halde, PSP'ın yapay kaviteyi çok daha az saptayabildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada Andreasen ve ark. (29) ve Goldberg ve ark. (53) ile ortak sonuç olarak proksimal yüzlerde oluşturulmuş rezorpsiyon kaviteyi, bukkal/lingual yüzeylerde olanlara kıyasla çok daha kolay saptandığı ve en iyi sonucun farklı açılardan görüntü alındığında ortaya çıktığı bildirilmiştir (55).

İntraoral radyograflarla konik ışın demetli bilgisayarlı tomografiyi (KIDBT) rezorpsiyonları saptaması açısından karşılaştıran çalışmalar sınırlıdır. Bir klinik çalışmada kök yüzeyindeki inflamatuvar rezorpsiyonların genişliğini saptamada KIDBT, konvansiyonel görüntüleme yöntemlerine göre daha üstün bulunmuştur (52). D'Addazio ve ark. (56) bir çalışmada KIDBT ile periapikal radyografinin, yapay olarak oluşturulmuş DKR'li dişlerdeki kaviteyi belirleyebilme yeterliliklerini karşılaştırmışlardır. İki görüntüleme yöntemi de %100 oranda rezorpsiyon defektlerini saptamıştır fakat defektin yerini ve genişliğini ve kök kanalıyla olan ilişkisini sadece KIDBT belirleyebilmiştir.

King's Collage London tarafından yapılan güncel bir çalışmada yapay olarak oluşturulmuş DKR'nin saptanmasında KIDBT'nin geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğu, konvansiyonel intraoral radyografilere kıyasla çok daha iyi performans gösterdiği bildirilmiştir (57).

2.1.2.6.Tedavi Protokolü

DKR'nin klinik tedavisi etken olan kök kanalındaki enfekte nekrotik pulpa dokusunun uzaklaştırılmasıdır. Böylece rezorpsiyon süreci durur ve zarar görmüş kök yüzeyinde sert doku tamiri için uygun ortam oluşur (27). Bu yüzden radyografda DKR belirtileri saptandığı an kök kanal tedavisine başlanmalıdır. Ancak replante edilen apeksi kapalı dişlerde DKR belirtileri görülme bile replantasyonu takip eden 7-10 gün içerisinde kök kanal tedavisine başlanmalıdır (58). DKR ne kadar erken tanı konulup tedavi edilirse, dişin prognozu da o kadar iyi olmaktadır. Tanı ve tedavideki hatalar dişin kaybı ile sonuçlanabilmektedir.

Kök kanal boşluğunun etkin kemomekanik debridmanı kök kanal tedavisinin ve DKR'nin durdurulması için temel oluşturur (27). Kök kanalı içerisinde kalsiyum hidroksitin uzun dönem bekletilmesi DKR'nin tedavisinde faydalı olabilir ancak bu durumun kök kırıklarına neden olabileceği bildirilmiştir (59).

Rezorpsiyonun fazla olduğu DKR vakalarının çoğunda diş kurtarılamamakta ve dişin çekimi gerekmektedir.

2.1.2.7. DKR'nin Takibi ve Prognozu

DKR'nin iyileşmesi; rezorpsiyonun durması, periapikal bölgedeki radyolüensinin yok olması ve PDL'nin tekrar oluşması ile karakterizedir (22). DKR tedavi edilmezse rezorpsiyon çok hızlı ilerleyebilir ve tüm kök yüzeyi 3 ayda tamamen yok olabilir (60). Prognoz özellikle tedavi edilmemiş açık apeksli dişlerde çok zayıftır (22).

2.1.3. Servikal Dış Kök Rezorpsiyonu

Servikal dış kök rezorpsiyonu (SDKR) dış kök yüzeyinden başlayan herhangi bir doğrultuda dentine doğru ilerleyen rezorpsiyonlardır. SDKR genellikle epitelyal ataçmanın apikaline doğru ilerler. Normal periodontal ataçmanlı sağlıklı bir dişte bu rezorpsiyon adını da aldığı üzere servikal bölgede oluşur. Ancak dişeti çekilmesi olmuş, periodontal desteğini kaybetmiş veya uzun epitelyal ataçmanı olan dişlerde kökün daha apikalinde konumlanabilmektedir (61).

2.1.3.1. Etiyolojisi ve patolojisi

SDKR'nin tam olarak etyolojisi aydınlatılamamıştır. DKR'nin etyolojisiyle benzer olduğu kabul edilmektedir. Koruyucu mineralize olmayan tabakanın bütünlüğün bozulması, klastik hücrelere alttaki mineralize dentin tabakasına bağlanabilmeleri için imkan sağlamakta ve aynı hücrelerin uyarılması rezorpsiyon sürecini devam ettirmektedir.

Sement-mine birleşiminin anatomik profili çeşitli varyasyonlara sahiptir, sementin bitip minenin başladığı nokta tüm dişlerde devamlılık göstermemektedir. Bu durum bazı dişlerin servikal bölgesinde açıkta kalan korunmasız dentin yüzeyini rezorpsiyon için uygun hale getirmektedir (61).

Heithersay'ın (62) SDKR'ye neden olabilecek faktörleri saptamak için incelediği 257 vaka ve toplam 222 hastayı içeren bir çalışmada; ortodontik tedavi, travma, dişe uygulanan cerrahi ve periodontal tedavi, brüksizm, kron içi restorasyon, gecikmiş sürme, mine çatlağı ve dişsel gelişim defektlerinin tek başlarına veya kombine halde potansiyel predispozan faktörler olduğu bildirilmiştir. Ortodontik tedavi, hastaların %21'i ve dişlerin %24'ünü kapsayarak SDKR'ye neden olan en yaygın faktör olarak bulunmuştur. İncelenen dişlerin %14'ünde travma kaynaklı SDKR geliştiği görülmüştür. Oral cerrahi işlemleri vakaların %6'sında etiyolojik faktör olarak bildirilmiştir. İncelenen dişlerin %4.3'ünde ortodontik tedaviyle birlikte travma ve kron içi ağartma işlemleri uygulanmıştır. Hastaların %7.7'sinde travmayla birlikte kron içi ağartma uygulandığı görülmüştür. Bu çalışmadan sağlanan bilgilerin, SDKR'nin gelişmesine neden olabilecek faktörlerle ilgili çok değerli ve tartışmasız

en kapsamlı bilgiler olmasına rağmen, kesin olarak sebep sonuç ilişkisi bilinmemektedir. Predispozan faktörlerin kombinasyonunu içeren vakalarda, hangi faktörün SDKR gelişmesinde ana etken olduğu veya ne kadar katkıda bulunduğu saptamak mümkün olmamaktadır.

SDKR'de klastik hücreler bir kez kök dentinine bağlandığında hangi mekanizma ile rezorpsiyonun sürdürüldüğüyle ilgili zıt görüşler mevcuttur. Bir görüş, dişeti oluşunda bulunan mikroorganizmaların rezorpsiyonun devamı için uyarı sağladığını savunmaktadır (63). Heithersay'a (40) ait olan karşıt görüş ise SDKR'nin, mikroorganizmaların aktif rol oynamadığı ve rezorpsiyon bölgesinde bulunmadığı veya sürece sonradan katıldıkları, benign proliferatif fibrovasküler veya fibro-osseös bozukluk olduğu hipotezidir.

2.1.3.2. Histolojisi

SDKR'nin histolojik profili diğer rezorpsiyonlardakine benzerdir. SDKR'nin erken evrelerinde rezorpsiyon kavitesinde granülasyon (fibrovasküler) dokusu vardır ve lakünalarda odontoklastlar bulunmaktadır (62). Erken evrelerde akut inflamasyon hücreleri bulunmamaktadır ancak ilerleyen süreçlerde rezorpsiyona komşu bölgede bakteriyel kolonizasyon gelişebilmektedir (40).

Rezorpsiyon kavitesi dentine yayılarak ilerler ancak preentinin koruyucu özelliğinden dolayı kök kanalıyla hemen bağlantı kuramaz (64), kök kanalının altından tipik olarak hem apiko-koronal hem de çevresel yönde kök dentininde ilerler. Rezorpsiyonun dar kanalları dentin boyunca ilerleyerek PDL ile bağlantı kurabilirler. Rezorpsiyonun geç evrelerinde kök kanal boşluğuna da açılabilir. Sonuç olarak rezorpsiyon kavitesine komşu pulpa dokusu son aşamalara kadar normal histolojik özellik göstermektedir (62).

2.1.3.3. Klinik Özellikler

SDKR'nin klinik özellikleri değişiklik gösterebilmektedir. Süreç genellikle, özellikle de erken evrelerde asemptomatik ilerler ve klinik işaretler ve semptomlar bulunmaz, tanı genellikle radyografik kontrollerde ortaya çıkar. Kronun servikal

bölgesinde pembe veya kırmızımsı renk değişikliği ortaya çıkabilir; bu durum hastayı ve hekimi bir problem varlığı konusunda uyarır. Renk değişikliği fibrovasküler granülasyon dokusunun rezorpsiyon defektini doldurmasından ve defektin çevresindeki incelen mine ve dentinin altındaki bu dokuyu yansıtmamasından kaynaklanmaktadır (1).

Rezorpsiyon bölgesinde periodontal ataçman kaybı meydana gelebilir ve rezorpsiyon defektini veya periodantal cebi sondlamak granülasyon dokusu kaynaklı kanamaya neden olabilir (65).

Süreç ilerlediğinde kök kanalının duvarı perfore olup, bakteriyel kontaminasyon gerçekleşebilmektedir. Etkilenen dişte pulpa iltihabı ve sonrasında pulpa nekrozu ve kronik periapikal periodontitis gelişebilmektedir. Klinik belirtiler ve semptomlar; kromda renk değişimi, spontan lokalize diş ağrısı, çiğneme sırasında perküsyon/palpasyona hassasiyet, sinüs yolu ve/veya bukkal sulkusta ödem olabilmektedir (61).

2.1.3.4. Radyolojik özellikler

SDKR'nin radyolojik görünümü defektin yerine, invazyon miktarına, rezorpsiyon defektini dolduran fibroosseöz ve fibrovasküler doku oranına göre değişmektedir. Tüm SDKR vakaları radyografta genellikle servikal bölgede farklı derecede radyodensite göstermektedir. Defekte granülasyon dokusunun büyük kısmı fibrovasküler ağırlıkta olduğu zaman radyolüsent görüntü verir. Ancak fibroosseöz ağırlığı fazla olduğunda (genellikle uzun süredir var olan durumlarda), radyolüseni daha bulanık görünebilmektedir. İlerlemiş vakalarda doku yıkımının fibroosseöz doku ile onarımı radyografik olarak radyolüsent/radyopak karışık görüntü verebilmektedir. Lezyonun sınırları genellikle düzensiz olup, bazı vakalarda iyi sınırlı görüntü verebilmektedir.

2.1.3.5. Tedavi protokolü

SDKR'nin tedavisi lezyonun yerine ve genişliğine göre değişiklik gösterebilmektedir. Rezorpsiyonun yerleşim yeri klinik ve radyolojik olarak tespit

edilir. Servikal bölgeye yakın ise cerrahi olarak tam kalınlıklı flep kaldırılıp, kemik ve defektin içindeki granülasyon dokusu temizlenir. Kanama kontrolü sağlandıktan sonra biyouyumlu dolgu materyali ile rezorpsiyon kavitesi doldurulur. Rezorpsiyon bölgesindeki granülasyon dokusu tamamen uzaklaştırılmazsa, rezorpsiyon devam eder (66).

Apeksle doğru ilerlemiş geniş rezorpsiyon varlığında cerrahi girişim sırasında pulpa açığa çıkabilir. Bu durumda kök kanal tedavisi yapılır ve iki farklı tedavi seçeneği uygulanabilir (67). Bunlardan ilki cerrahi olarak flep kaldırılarak temizlenen rezorpsiyon bölgesi kemik grefti ile doldurulur ve membran veya dolgu maddeleriyle üzeri örtülür (68). Diğer tedavi yöntemi ise dişin cerrahi veya ortodontik olarak ekstrüze edildikten sonra temizlenip restore edilmesidir (69).

2.1.4. İç kök rezorpsiyonları

İKR pulpal boşluktan başlayıp, dentin ve sementi etkileyerek periodontal aralığa doğru ilerleyen, nadir görülen ve belirti vermeden ilerleyen patolojik bir rezorpsiyondur (70). Tanısı ve tedavisi diş hekimleri için zorlayıcı olabilmektedir. Belirti vermeden sinsi ilerlediğinden, tanı koyulana kadar büyük boyutlara ulaşabilir.

İKR ilk olarak 1830 yılında Bell tarafından tanımlanmıştır. 1920 yılında anatomist Mummery tarafından kronadaki pembe renk değişimi, Mummery'nin pembe dişi olarak kayıtlara geçmiştir (71).

2.1.4.1. Görülme sıklığı

İKR kanal içerisinde dentin tübülleri boyunca ilerleyen yıkıcı inflamatuvar bir durumdur. Rezorpsiyon boşluklarında granülasyon dokusu veya kemik/semant benzeri mineralize doku bulunabilmektedir (72). Erkeklerde kadınlara kıyasla daha sık görülmektedir (73, 74).

Klinik olarak travmatik yaralanmalardan sonra görüldüğü gibi ototransplantasyon gibi özel tedavi işlemlerinden sonra da görülebildiği bildirilmiştir (75). Cabrini ve ark. (20) 28 dişin koronal pulpasını çıkarmış ve kalan kök pulpasına,

distile su ile karıştırılmış kalsiyum hidroksit yerleştirmiştir. İşlemden sonra 49 ila 320 günler arasında 28 dişin 8'i çekilmiş ve bu dişlerde histolojik olarak İKR görülmüştür (76). Çalışkan ve Türkün (73) perfore olmuş ve olmamış İKR'li 25 adet dişin endodontik tedavisinin prognozunu değerlendirmişler ve İKR'nin en çok maksiller keser dişlerde görüldüğünü bildirmişlerdir. İKR'nun önceki araştırmaları 3 boyutlu tamamlayıcı görüntüleme yöntemleriyle desteklenmeden, 2 boyutlu radyografilerle histolojik destek olmaksızın yapılmıştır. İKR'nin klinik tablosunu daha net bir şekilde ortaya koyabilmek için daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir.

2.1.4.2. Etiyolojisi ve Patolojisi

Görülme sıklığı, etiolojisi ve doğal seyri tam olarak bilinmemektedir (77). Pulpanın en dış kısmında bulunan odontoblast tabakası ve preentin rezorpsiyona karşı koruyucu bir bariyer olarak görev yapmaktadır. Yapılmış birçok çalışma, osteoklastik hücreler gibi odontoklastik hücrelerin de mineralize olmayan matriksi rezorbe edemediğini göstermiştir (78). Wedenburg ve Lindskog (78), odontoblast tabakası ve preentinin zarar görmesiyle, alttaki mineralize dentin tabakasının açığa çıktığını ve odontoklastların rezorpsiyonuna açık hale geldiğini bildirmişlerdir.

Literatür incelendiğinde sistemik viral, herpes zoster enfeksiyonlarıyla ilişkili İKR olguları da bildirilmiştir (79).

Genetik faktörlerin de İKR gelişimiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Monozigot ikizlerde yapılan bir çalışmada interlökin-1 gen polimorfizmi ile rezorpsiyon arasında bağlantı olduğu bildirilmiştir (80).

Osteoklastlar kemik rezorpsiyonundan sorumlu, hareketli çok çekirdekli büyük hücrelerdir. Monosit/makrofaj kökenli, kemik iliği ve dalakta üretilen mononükleer prekürsör hücrelerin birleşmesiyle oluşurlar (81). Hasar gören bölgeye birçok proinflamatuvar sitokin salınmasıyla toplanırlar. İşlevsel olabilmeleri için kendilerini kemik yüzeyine yapıştırmaları gerekmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar osteoklastların polaritelerini aktin sitoiskeletleriyle düzenlediklerini göstermiştir (82, 83). Mineralize ekstrasellüler matriks ile temas ettiğinde, aktif

rezorpsiyon yapan osteoklastın aktin sitoiskeleti yeniden organize olarak sert doku yüzeyiyle sıkı temas oluşturabilmesi için hücre mebranı ile ilişkili organelsiz bir bölge oluşturur (84). Bu organelsiz bölge dalgalı sınır olarak bilinen parmaklı çıkıntılarla hücre membranını sarar. Rezorpsiyon bu dalgalı sınırın altında oluşur. Organelsiz alan içindeki rezorpsiyon bölgesi ekstrasellüler alandan asidik mikroçevre oluşturup sert doku rezorpsiyonunun gerçekleşmesini sağlar (85).

Odontoklastlar da osteoklastlara benzer özellik gösteren dişin sert dokularını rezorbe eden hücrelerdir (86). Odontoklastlar daha küçük boyutta olmaları ve daha az çekirdeğe sahip olmalarıyla osteoklastlardan ayrılırlar (87). Her iki hücre de hedef dokularını benzer şekilde rezorbe ederler (84). Her iki hücre de benzer enzimatik özelliklere sahiptir (88) ve her ikisi de mineralize dokunun yüzeyinde Howship lakünaları denilen rezorpsiyon çöküntülerini oluştururlar (84). Tek çekirdekli dentritik hücreler çok çekirdekli osteoklast hücrelerle ortak köken paylaşımlarına rağmen, bu hücreler önceden sadece bağışıklık sistemindeki savunma hücreleri olarak kabul ediliyordu. Ancak yapılan son çalışmalarda olgunlaşmamış dentritik hücrelerin gerekli durumlarda osteoklastlara dönüşme potansiyeli olabilen öncül hücreler olarak da fonksiyon görebilecekleri ortaya çıkarılmıştır (89, 90). Dentritik hücrelerin pulpada bulunmasından dolayı, odontoklastların öncül hücreleri olarak fonksiyon görebilmeleri mümkündür (13).

Moleküler sinyalizasyon açısından rezorpsiyon sürecine bakılacak olursa, kemik remodelasyonu sırasında klastik aktiviteyi kontrol eden OPG/RANKL/RANK transkripsiyon faktörleri kök rezorpsiyonlarında da tespit edilmiştir (91). Sistem klastik hücrelerin öncüllerinden karmaşık hücreler etkileşimlerle dönüşümünü sağlamaktadır. PDL hücrelerinin DKR ile ilişkisine benzer olarak (92), diş pulpasının da osteoprogenin (OPG) ve reseptör aktivatör nükleer kappa B ligand mRNA ürettiği görülmüştür (93). Tümör nekroz faktör üst aile üyesinden biri olan OPG, RANKL'ı bağlayan sahte reseptör olarak görev yaparak ve klastik hücrelerin yüzeyindeki RANK reseptörlerine afinitiyi azaltarak klastik faaliyetleri inhibe edebilmektedir. Bu da klastik hücre dönüşümünü düzenleyen mekanizmanın inhibisyonu ile sonuçlanmaktadır. Bundan dolayı OPG/RANKL/RANK sisteminin İKR süresince odontoklastik dönüşüm mekanizmasından sorumlu olabileceği düşünülmektedir (13).

Osteoklastlar mineralize olmayan kollajen matrikse bağlanamazlar (94). Osteoklastlara benzer olarak odontoklastların da RGD (arjinin-glisin-aspartik asit) amino asit dizilimine sahip ekstrasellüler matriks proteinlerine bağlandığı düşünülmektedir (95). Yüzeyinde mineralize doku bulunduran RGD peptit dizilimini içeren ekstrasellüler matriks proteinleri; özellikle osteopontin, klastik hücrelerin bağlandığı kısımlar olarak görev yapar (96). Farklı parçalar içeren osteopontin molekülü bir parçasıyla dentin apatitlerine bağlanırken bir parçasıyla da klastik hücrelerin plazma membranında bulunan integrin reseptörlerine bağlanır. Böylece osteopontin klastik hücrelerle mineralize doku arasındaki bağlantıyı güçlendiren bağlayıcı molekül olarak görev yaparken, aktin hücre iskeletinin yeniden yapılanmasını düzenler (97). Pre dentinde RGD peptidinin olmaması klastik hücrelerin bağlanarak İKR oluşturmasını engelleyen direnç mekanizmasını oluşturduğu ileri sürülmektedir (13).

İKR'nin oluşabilmesi için, kanal duvarındaki odontoblast tabakası ve pre dentinin en dıştaki koruyucu olan kısmının bozularak mineralize dentinin odontoklastlara açık hale gelmesi gerekmektedir (94, 98). Bu açılmaya neden olabilecek etkenler kesin olarak aydınlatılamamakla birlikte, pre dentinin kaybına neden olabilecek travma, çürük ve periodontal hastalıklar, vital diş üzerinde aşırı ısı oluşturabilecek restoratif işlemler, kalsiyum hidroksit işlemleri, vital kök rezeksiyonları, anakorezis, ortodontik hareketler, çatlak diş veya pulpanın içinde idiyopatik distrofik değişikliklere neden olabilecek çeşitli etiyolojik faktörlerin olabileceği düşünülmektedir (39, 99). 27 hastayı içeren bir çalışma, İKR vakalarının %43'ünün travmayla, %25'inin çürükle ilişkili inflamasyon kaynaklı olduğu, %14'nün periodontal lezyonlarla ilişkili olduğu bildirmiştir. Geri kalan dişlerdeki İKR nedeni bilinmemektedir (73). Literatürde bildirilen diğer vakalar da travma (78, 100) ve pulpal inflamasyon/enfeksiyonun (100) İKR gelişimine en çok neden olan etkenler olduğunu desteklemektedir.

İKR'nin gelişebilmesi için, klastik hücrelere besin kaynağı oluşturan, apikalden rezorpsiyon bölgesine kadar olan pulpa dokusunun canlı olması gerekmektedir. Rezorpsiyon alanının koronalindeki pulpanın ise klastik hücrelere uyarı sağlayabilmesi için nekrotik veya enfekte olması gerekmektedir (101). Bakteri

pulpaya dentin tübülleri, çürük kavitesi, çatlaklar veya lateral kanallar vasıtasıyla girebilir. Bakteriyel uyarı olmadan rezorpsiyon yüzeyel kalır, klinik ve radyografik olarak saptanabilecek kadar ilerlemez. Bu nedenle rezorpsiyonun ilerleyebilmesi için apikalden rezorpsiyon alanına kadar olan pulpa dokusunun canlı olması gerekmektedir. Bu durum İKR'nin görülme sıklığının az olmasıyla ilişkilendirilebilir (102). Tedavi edilmeden bırakılırsa pulpa tamamen nekroz olur ve tüm kanal boşluğu bakteriler tarafından enfekte edilip apikal periodontitis gelişebilir (103).

2.1.4.3. Sınıflandırılması

Sınıflandırmanın yapılması klinisyenin tanı ve tedavi planlaması için önemli bir rol oynamaktadır. Andreasen 40 yıl önce diş travmasını takiben gelişen kök rezorpsiyonlarını daha iyi anlayabilmek için yapmış olduğu rezorpsiyon sınıflandırması en yaygın kabul gören sınıflama olmuştur (39). İKR'yi iltihabi İKR ve yer değiştirme İKR olarak iki gruba ayırmıştır. Ancak Andreasen'in sınıflaması geçen son 20 yılda bildirilen rezorpsiyon süreçlerini tam olarak kapsamadığı için yüzeyel İKR bu sınıflamaya dahil edilerek İKR, yüzeyel, iltihabi ve yer değiştirme olarak üç sınıfa ayrılmıştır (12, 40).

Yüzeyel İKR; travma kaynaklı, enfekte olmamış, kendini sınırlayan, lüksasyon yaralanmalarını takiben kök kanalının apikal kısmında veya kök kırıklarında kırık hattında gelişebilen kök rezorpsiyonlarıdır (3). Yüzeyel İKR revaskülarizasyonun olduğu vakalarda görülebilmektedir. Klinik olarak genellikle belirti vermemektedir. Radyografik olarak kök kanalında hafif bir genişleme olarak kendini göstermektedir (104). Histolojik olarak granülasyon dokusu ve osteoklastik aktivite görülmektedir. Pulpanın iyileşmekte olduğu varsayılmaktadır. Belirli aralıklarla radyografik kontroller yapılmalı ve pulpanın canlılığı vitalometrik testler ile ölçülmelidir (105).

İltihabi İKR; genellikle predentinin ve odontoblast tabakasının devamlılığının bakteriyel enfeksiyon veya travma sonucu bozulması ile meydana gelir (101). Kökün herhangi bir kısmında meydana gelebilir. Radyolojik olarak karakterize düzgün kenarlı, oval şekilli bir görüntü verir. Genellikle asemptomatiktir. Kökte perforasyon veya akut ya da kronik apikal periodontitis meydana getirene kadar belirti vermeden

ilerleyebilir (106). İltihabi İKR'de pulpa rezorpsiyon bölgesinde granülasyon dokusuna dönüşmektedir (105). Pulpada gelişen aktif hiperemi oksijen basıncını yükselterek, pH düşmesine neden olur ve klastik aktivitenin gelişmesini uyarır (107). Pulpa canlı veya cansız olabilir. İKR'nin ilerlemeden kök sınırları içinde kaldığı perforasyonun gelişmediği durumlarda, kemik ve periodontal radyolüseni görülmez ancak enfeksiyonunun ilerleyerek apikalden ve yan kanallardan çevre dokuya yayılmasıyla radyografide radyolüsent bölgeler görülebilmektedir (108).

Yer değiştirme İKR ise odontoblast tabakasının veya predentinin fiziksel, kimyasal veya bakteriyel etkenlerle devamlılığının bozulması sonucu pulpanın metaplazik bir dokuya dönüşmesiyle oluşur (12). Yer değiştirme İKR'de, rezorpsiyon sürecini takiben metaplazik mineralize doku birikimi meydana gelir. Bu metaplazik doku kemik ve sement benzeri mineralize bir dokudur (12). Reichart ve ark. (109) bu mineralize dokuyu; tamir sementi veya osteodentin benzeri madde olarak isimlendirmişlerdir. Klinik olarak belirti vermemekle birlikte, termal ve elektrikli pulpa testlerine normal sınırlarda cevap verebilir (110).

2.1.4.4. Histolojisi

İKR'nin histolojisiyle ilgili çoğu bilgiye Wedenberg ve Zetterqvist'in yaptığı çalışma sonucunda ulaşılmıştır (100). Bu çalışmada ilerlemiş İKR nedeniyle çekilmiş 6 adet süt, 7 adet de daimi diş ışık mikroskobu, SEM (taramalı elektron mikroskobu) ve enzim histokimyası ile incelenmiş, histolojik görünüm ve histokimyasal profilleri saptanmıştır. Süt dişlerinde İKR'nin daimi dişlere göre çok hızlı ilerlediği görülmüştür. Bütün dişlerin pulpasının değişen derecede inflamasyonlu olduğu, makrofaj/lenfosit ağırlıklı ve az miktar da nötrofil içerdiği görülmüştür. İnflamasyon genişlemiş kan damarlarıyla ilişkili olup, 11 dişte nekrotik pulpa veya dentin tübüllerinde bakteriyel enfeksiyon olduğu gösterilmiştir. Pulpa boşluğundaki granülasyon dokusu normal pulpa dokusuna göre daha fazla kan damarı ve daha fazla hücre ve fibril içeren periodontal bağ dokusuna benzer bir dokuya sahiptir. Tüm lezyonların ayırt edici özelliği rezorpsiyon lakünasının duvarında çok çekirdekli dev odontoklast hücrelerinin bulunmasıdır. Odontoklastlar aktif rezorpsiyonun göstergesi olup, yapışık bağ dokusundaki mononükleer inflamatuvar hücrelerin eşliğinde geldiği

düşünülmektedir. Her iki hücre de tartar-rezistans asit fosfataz aktivitesi göstermektedir. Dentin duvarında odontoblast tabakası ve preentin bulunmamaktadır.

İlginç olan sement ve kemik benzeri metaplazik mineralize doku bulunmasıdır. Tüm dişlerde pulpa boşluğu içerisinde kısım kısım metaplastik mineralize doku varlığı ve 3 dişin pulpasında kalsifiye doku adacıkları tespit edilmiştir. Benzer metaplazik doku varlığı başka çalışmalarda gösterilmiştir (111). Bu benzer sonuçlara göre İKR'nin iltihabi ve yer değiştirme olarak iki farklı histolojik karakteristiği bulunmaktadır (12, 112).

2.1.4.4.1.İltihabi İKR

İltihabi İKR kökün herhangi bir kısmında oluşabilir. Radyografik olarak pulpa odasının oval şekilli genişlemiş görüntüsüyle karakterizedir. Belirti vermeden kökü perfore edecek kadar ciddi şekilde ilerleyebilir; tüm pulpa boşluğu enfekte olup nekrozun gerçekleşmesiyle akut veya kronik periodontisise neden olduğunda belirti vermeye başlar (106). Rezorpsiyon koronal kısımda oluşursa, diş pembe renkte görülebilir (71).

İltihabi İKR, rezorpsiyon bölgesinde beraberinde sert doku depozisyonu olmadan ilerleyici dentin kaybını içeren inflamatuvar bir süreçtir. Genellikle kronik pulpal inflamasyonla ilişkilidir ve granülasyon dokusunda bakteri varlığı lezyon radyografda görülebilir olacak kadar ilerlediğinde saptanmıştır (98). Kronik inflamasyon sıklıkla pulpal enfeksiyonlarda var olduğundan, tek başına inflamatuvar İKR gelişmesi için yeterli değildir. Rezorpsiyonu yapan pulpadaki odontoklast öncülü hücrelerin aktifleşip ilgili kısımda toplanması ve odontoklastların kökün içindeki mineralize dentine bağlanabilmesi için odontoblast tabakası ve preentinin zarar görmesi gerekmektedir (113). Bu durumun İKR'nin dış kök rezorpsiyonuna göre daha az görüldüğünün nedeni olabileceği düşünülmektedir (102). Pulpanın koronal parçası genellikle nekrotik iken, apikal parçası rezorpsiyonun devam etmesi ve genişlemesi için vital kalmalıdır. Bir hipoteze göre enfekte pulpanın nekrotik koronal kısmı apikal parçadaki inflamasyonun devam etmesi için gerekli uyarı sağlamaktadır (3). Başka bir hipotez ise osteositlerin kemik homeostazisini

osteoklastları inhibe ederek sağladığını savunmaktadır (114). Osteositler, osteoklastların rezorpsiyon yapabilmelerini sağlayan aktin halkası üretimini baskılayarak rezorpsiyonu engellemektedirler. Buna zıt olarak osteositlerin apoptozisi ise osteoklastojenik sitokinlerin salınımını uyararak kemik rezorpsiyonunu başlatabilmektedir (115). Osteositlere benzer olarak pulpa hücreleri ve odontoblastlar da belirli yaralanma tiplerine yanıt olarak apoptozise gidebilmektedirler (116). Böylece odontoblast ve pulpal fibroblastların travma veya çürük sonucu apoptozise gitmesi apikal pulpada İKR'yi başlatan sitokinler üretmesini sağlayabilmektedir (13).

2.1.4.4.2.Yer değiştirme İKR

Yer değiştirme İKR radyolojik olarak pulpa odasının düzensiz biçimde genişlemesi ve normal kanal boşluğunun devamlılığının bozulmasıyla karakterizedir (117). Rezorpsiyon süreci kök kanalından başladığı için defekt kanal boşluğunun bir kısmını içerir ve bu yüzden kanal boşluğunun orijinal sınırları bozulur. Genişlemiş kanal boşluğu hafifle orta derece arası radyoopasiteye sahip bulanık görünen bir materyalle oblitere olmuş gibi görüntü verir. Bu rezorpsiyon tipik olarak belirti vermeden ilerler ve kron ya da kök perforasyonu gerçekleşene kadar termal ve elektrikli pulpa testlerine normal cevap verir (12). Yer değiştirme İKR, kronik geri dönüşümsüz pulpa iltihabı veya parsiyel pulpa nekrozu gibi düşük dereceli kronik inflamasyon sonucu oluşur (110). İltihabi İKR'ye benzer olarak yer değiştirme İKR'sinin de gerçekleşebilmesi için predentin ve odontoblast tabakasının kaybı gerekmektedir (100). Histolojik olarak kökün içindeki dentinin rezorpsiyonuna dentin yerine kemik ve sement benzeri metaplazik sert doku birikimi eşlik eder. Metaplazik doku yetişkin bir hücre tipinin (epitelyal veya mezenşimal) başka bir hücre tipine geri dönüşümlü olarak dönüşmesini ifade eder (118). Bu bağlamda metaplazik doku lamelli gibi kompakt kemiğin osteonlarına benzer görünür.

Metaplazik dokunun kökenine ilişkin kanal boşluğu içinde oluştuğuna dair bazı hipotezler vardır. Bu hipotezlerden birincisi metaplazik dokuların, apikalde bulunan post-natal pulpa kök hücreleri tarafından rezorpsiyona tamir cevabı olarak üretildiğini öne sürmektedir (119, 120). Bu formasyon, primer odontoblastların ölümünden sonra odontoblast benzeri hücrelerin tersiyer reperatif dentin üretmesine

benzer olduğu düşünölmektedir (121). Tamir dentini araştırmaları, reaksiyonel dentinogenezin aksine, reparatif dentinogenez sürecinde biriken matriksin yüksek derecede heterojeniteye sahip olduğunu göstermiştir. Primer dentinogeneziste oluşan epitelyal-mezenşimal etkileşimlerin azalmasını takiben, matriks, túböler dentin yerine osteositlerdeki benzer şekilde birikir (122, 123). Odontoblastlar terminal diferansiasyonlarından sonra hücre bölünmesi yapamayan postmitotik hücrelerdir. Diş morfogenezisi ve rejenerasyonunda hücrenin kaderini belirleyen moleküler sinyalizasyonları geçmişe göre daha iyi anlamamıza rağmen (124), osteoblastların aksine, odontoblastların kökenini mezenşimal projenitör hücrelerden alıp almadığı büyük ölçüde belirsizliğini korumaktadır (125). Bir çalışmada yeni oluşan kemiğe benzeyen sert dokuda dentin yerine kemik iliği benzeri hemapoetik doku oluştuğu gözlemlenmiştir (126). Böylelikle yer değiştirme İKR'de oluşan metaplazik sert doku oluşurken de benzer fenomenin gerçekteşebileceği düşünölmektedir (13).

İç tünel rezorpsiyonu, yer değiştirme İKR'nin bir çeşidi olarak olarak tanımlanmıştır (127). Bu rezorpsiyon genellikle kök fraktürlerinin koronal parçasında ve lüksasyon yaralanmalarından sonra görölebilir. Bu rezorpsiyon dentine tünel açarak ilerlerken, bazı bölgelerde kemik benzeri dokunun birikimi de eşlik edebilir. Bu kemik benzeri doku kompakt kemik yerine kansellöz kemiğe benzemektedir. Bu kansellöz kemik birikimi bir noktada durabilir ya da tüm kanal boşluğu tamamen kansellöz kemik ile dolana kadar devam edebilir (118).

İkinci hipotez ise hem granölasyon dokusunun hem de metaplazik sert dokunun pulpal orijinli olmadığını ileri sürmektedir. Bu dokuların vasküler kompartmandan göç eden veya periodonsiyumdan köken alan hücrelerden kaynaklandığı düşünölmektedir (128). Bu hipotez İKR'de pulpal dokunun periodonsiyuma benzer bağ dokusuyla yer değiştirdiğini savunmaktadır. Bu senaryoda bağ dokusunun bir açıklık bulduğunda pulpa kavitesinin içine doğru büyüdüğu (129) veya güncel bir tedavi olan revaskülarizasyon prosedürlerinden sonraki süreçle benzer olduğu düşünölmektedir (130).

2.1.4.5. Klinik Özellikler

İKR'nin klinik bulguları etkilenen pulpanın durumuna, rezorpsiyonun neden olduğu sert doku yıkımının miktarına ve rezorpsiyon kavitesinin kök kanalındaki konumuna göre değişmektedir. Rezorpsiyonun aktif evresinde, canlı pulpa dokusunun bakteriyel kontaminasyonu akut inflamasyona neden olarak pulpitisin klinik bulguları ortaya çıkabilmektedir. Pulpal nekrozun başlaması ve kök kanal boşluğundaki bakteriyel kolonizasyonun yayılması ile gelişebilecek akut veya kronik periodontitis bulguları görülebilmektedir. Bir veya birden fazla sinüs yolu bulunabilmektedir. Rezorpsiyon kökün koronal kısmında oluşursa diş pempe renk görülebilir (71). İltihabi İKR'de dişin pembe renk almasının sebebinin diş sert dokularının rezorpsiyona bağlı olarak incilmesi ve granülasyon dokusunun zengin bir damar ağı barındırması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (108). Kronun pembe görülmesi rezorpsiyonun en yaygın belirtisi olarak bildirilmesine rağmen İKR'de nadir olarak görülmekte olup, bu durum daha çok SDKR'de görülmektedir. İKR'de, sıklıkla etkilenen diş asemptomatiktir ve klinik belirti bulunmamaktadır.

2.1.4.6. Radyolojik Özellikler

Herhangi bir kök rezorpsiyonun teşhisi radyografik bulgularla konulur. Konvansiyonel radyografik görüntülerin iki boyutlu olması, rezorpsiyonun varlığını ve çeşitini belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Bu durum özellikle radyografik olarak benzer görüntü veren İKR ile SDKR'yi ayırt etmede ortaya çıkmaktadır (13). Literatürde İKR'nin tipik özellikleri birçok çalışmada belirtilmiştir. Gartner ve ark. (131) etkilenmiş dişte kök kanalı üzerinde simetrik yerleşimli, düzgün sınırlı ve eşit yoğunlukta radyolüseni olduğunu ve kanal hattının rezorpsiyon bölgesinde kanalın genişlemiş olmasından dolayı izlenemediğini bildirmişlerdir. Başka araştırmacılar İKR lezyonunu kanalla devam eden oval sınırlı radyolüseni olarak bildirmişlerdir (12).

Ancak bazı İKR lezyonları bahsedilen bu radyografik özellikleri barındırmayabilir. İKR kökün herhangi bir bölgesinde olabilir ve değişken şekilde ve radyolüsenide olabilmektedir. İltihabi İKR lezyonları radyografik olarak daha çok homojen radyolüsen bir görüntü verirken, yer değiştirme İKR ise lezyonun

içerisindeki kalsifiye materyalin radyoopasitesinden dolayı bulanık bir görüntü verir (13). SDKR lezyonları ağırlıklı olarak granülamatöz doku, kalsifiye doku veya ikisinin karışımını içerdiğinden, radyografik olarak İKR ile ayırıcı tanı koymak zor olabilmektedir. Gartner ve ark. (131) ayırıcı tanı koyarken kök kanalının dış hatlarını çizmenin yardımcı olabileceğini bildirmiştir. İKR içinde kanalın seyri izlenmemekte olup, rezorpsiyon defekti kanalla devam etmektedir. SDKR'de buna zıt olarak lezyon, kökün bukkal veya palatal/lingual yüzeyinde olup, iki boyutlu konvansiyonel radyograflarda kök kanalı üzerine süperpoze olduğundan, rezorpsiyon defektinin içinde kök kanalı seyredilebilmektedir. Ancak çok kanallı dişlerde konvansiyonel iki boyutlu radyograflarla alınan görüntülerde İKR'den etkilenmemiş kanalın, İKR defektinin üzerine süperpoze olabileceği unutulmamalıdır. Gartner ve ark.'nın (131) kök kanalının dış hatlarını çizerek yaptığı bu rehber yöntem, yanlış tanıya neden olabilmektedir.

Rezorpsiyon süreci ile ilgili daha fazla bilgi edinmek için paralel radyografların alınması gereklidir. Paralel yöntemle çekilmiş radyograflara ek olarak, horizontal olarak mezial veya distal açılı film alınması tanı koymada faydalı olabilmektedir. Açılı alınan radyograflarda İKR defektinin kanaldaki yerleşimi değişmemektedir. SDKR defektleri kökün palatinal/lingualindeyse tüple aynı yöne yer değiştirmektir. Kökün bukkalindeyse tüple zıt yönde hareket edecektir. Bu SLOB (same lingual opposite buccal) kuralıdır. Buna zıt olarak İKR defektleri kanalın genişlemesi olduğundan tüpün farklı horizontal açılanmalarından etkilenmeyerek yer değiştirmemektedir.

KIDBT tanı koyarken yaşanan zorlukları elimine ederek rezorpsiyon defektinin genişliğinin, pozisyonunun ve doğasının üç boyutlu değerlendirilmesine olanak sağlar. Patel ve ark. (132) tarafından yapılan İKR ile SDKR'nin doğru ayırıcı tanı koyma oranı açısından konvansiyonel radyograflarla KIDBT'yi, karşılaştıran bir klinik çalışmada, KIDBT %100 doğru tanı koyma oranıyla konvansiyonel radyograflara göre daha üstün bulunmuştur.

2.1.4.7. Tedavi prosedürleri

Klinisyen İKR ile karşılaştığında dişin durumunu iyi değerlendirmelidir. Dişin prognozu kabul edilebilir düzeyde olumluysa kök kanal tedavisi uygulanabilir. Kök kanal tedavisinin amacı kök kanalı içerisindeki rezorpsiyonu uyaran ve besin desteği sağlayan tüm vital ve nekrotik dokuları uzaklaştırmak, kök kanal sistemini dezenfekte etmek ve sızdırmaz bir obturasyon sağlamaktır (133).

İç kök rezorpsiyonlu dişin preparasyonu ve obturasyonunda bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Rezorpsiyondan zayıflamış dişin giriş kavitesi dişi daha fazla zayıflatmamak için olabildiğince konservatif açılmalıdır. Aktif rezorpsiyonun bulunduğu dişlerde inflame granülasyon dokusunun kanama eğiliminin yüksek olması net görüş sağlanmasını ve kemomekanik debridmanı zorlaştırmaktadır.

2.1.4.7.1. Rezorpsiyon kavitesinin kemomekanik debridmanı

İnatçı apikal periodontitisin nedenlerinden biri kök kanal tedavisinden sonra kanal içinde kalan mikroorganizmalardır (134). Kök kanal sistemi bakterilerin barınmasına olanak sağlayan karmaşık morfolojiye sahiptir. Endodontik tekniklerin ilerlemesine rağmen, eğeler ve irrigasyon solüsyonları kök kanal boşluğunun ulaşılması zor kısımlarında etki gösteremeyebilirler (135). İrrigasyon solüsyonunu aktive etmek için ultrasonik eğelerin kullanımının kök kanalının ulaşılmayan bölgelerindeki nekrotik debris ve biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasını sağladığı görülmüştür (136). İKR lezyonlarının ulaşılabilirliği güç olduğundan kemomekanik debridman için, irrigasyon solüsyonunun ultrasoniklerle aktive edilmesi gerekmektedir. Ultrasoniklerle aktive edilen irrigasyon solüsyonuna rağmen bakteriler kapalı alanlarda kalmaya devam edebilir (136). Kemomekanik debridman kök kanal boşluğunu daimi olarak bakterisiz tutmada yetersiz kalmaktadır (137). Bu yüzden ulaşılmayan rezorpsiyon alanının tam olarak dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla kanal içi bir antibakteriyel medikament kullanılmalıdır (138). Kalsiyum hidroksit, güçlü bir antibakteriyel ajandır ve kemomekanik eğelemeden sonra kalan bakterileri etkin bir şekilde elimine ettiği gösterilmiştir (139). Buna ilaveten kalsiyum hidroksitin sodyum hipokloritle birlikte kullanımının organik debrisini uzaklaştırmak için sinerjistik etki oluşturduğu bildirilmiştir (140). Ancak bazı vaka

raporları kalsiyum hidroksitin düşük çözünürlüğü, dentin ve doku sıvılarında inaktive olması nedeniyle ramifikasyonlardaki bakterileri elimine etmede yetersiz kaldığı gösterilmiştir (141, 142). Bu sınırlamalara rağmen çoklu seans kalsiyum hidroksit kullanımının kök kanalındaki rezorpsiyon alanının kemomekanik debridmanına olumlu etki gösterdiği için kullanılması önerilmektedir.

2.1.4.7.2. Rezorpsiyon kavitesinin obturasyonu

Kök kanal tedavisinin birincil amacı kök kanal sistemini dezenfekte etmektir. Bu işlemi dezenfekte olmuş kök kanalının yeniden enfekte olmasını önlemek için uygun bir materyalle doldurulması takip etmektedir. Yapısı gereği İKR defektlerinin doldurulması sırasında zorluklarla karşılaşılabilir. Düzensiz rezorpsiyon alanını tam olarak tıkamak için akışkan bir kök kanal dolgu materyali kullanılması gerekmektedir. Güta perka endodontide en yaygın kullanılan kök kanal dolgu materyalidir. Gençoğlu ve ark. (6) çekilmiş dişler üzerinde yapay olarak oluşturduğu İKR kaviteli dişlerin dolum kalitesini değerlendirmiş ve sıcak güta perka yöntemlerinin rezorpsiyon kavitesini dahi iyi doldurduğunu bildirmişlerdir.

İKR'de perforasyon gerçekleşmişse ve rezorpsiyon alanı periodontal dokulara açılmışsa, perforasyon alanı MTA gibi biyoyumlu bir materyal ile doldurulmalıdır (143).

2.2. Kök Kanal Dolgu Yöntemleri

Kök kanalının güta perka ile doldurulması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (144). Bu yöntemler arasında soğuk güta perkanın lateral kondenzasyonu, sıcak güta perkanın lateral kondenzasyonu, tek kon tekniği, ısıtılmış güta perkanın vertikal kondenzasyonu, ısıtılmış güta perkanın termoplastik taşıyıcıları, termoplastik enjeksiyon yöntemleri, kimyasal yolla yumuşatılmış güta perka yöntemi ve devamlı ısıyla obturasyon yöntemleri yer almaktadır (145).

2.2.1. Soğuk lateral kondenzasyon

İlk defa Callahan tarafından 1914 yılında kullanılması önerilen lateral kondenzasyon yöntemi, Sommer'in 1946 yılında yaptığı bazı değişikliklerle rutin kullanıma girmiştir (146).

Güta perkanın sıkıştırılabilir olması nedeniyle kullanılan bu yöntemde temel prensip, ana apikal eğeye uyumlu ISO standartlarında olan bir ana konun yanına daha küçük çapta olan yardımcı konların yerleştirilmesidir (145). Kök kanalına kanal patı gönderilmesinden sonra ana kon yerleştirilip, bir spreader yardımıyla yardımcı konlara yer açılarak, ana konla dentin duvarı arasında kalan boşluklar doldurulur (147). Bu işlemler fazla vakit alabilmekte (148) ve spreaderla uygulanan basınçtan kaynaklı vertikal kök fraktürü gelişmesine neden olabilmektedir (149).

Soğuk lateral kondenzasyon yöntemi sık kullanılan kök kanal dolgu yöntemlerinden biri olmasına rağmen, bu yöntemde güta perka konlarının kanal duvarıyla ideal uyum gösterememesi sonucu kanal dolgusunda boşlukların olduğu veya spreaderların bıraktığı boşluklardan kaynaklanan kök kanal patının düzensiz dağıldığı ileri sürülmektedir (150).

2.2.2. Sıcak güta perkanın lateral kondensasyonu

Soğuk lateral kondenzasyon yönteminde oluşan boşlukları giderebilmek amacıyla 1990 yılında Martin ve Fischer tarafından önerilen bu yöntemde, güta perka konlarına lateral kondenzasyon sırasında ısı uygulayan pilli ve şarj edilebilen bir spreader kullanılmaktadır (151).

Kök kanalının doldurulması soğuk lateral kondenzasyondaki gibi ana konun kanal içerisinde yerleştirilmesiyle başlamaktadır. Spreader, boyu önceden ayarlanmış halde kanal içerisindeki konlarının yanına yerleştirilip, alet aktive edilir. Isı açığa çıktıktan sonra hafifçe apikal ve lateral yönlerde baskı uygulanır. Spreaderın kök kanalı içinde soğumasına dikkat edilmelidir. Sıcak halde çıkarıldığı takdirde kanal içerisindeki güta perka da alet ile birlikte geri gelebilmektedir. Spreader kanal içerisinden çıkarıldıktan sonra geride kalan boşluğa yardımcı konlar yerleştirilir ve kök kanalı dolana kadar aynı işlemler tekrar edilir (147).

2.2.3. Açılı tek kon yöntemi

Son yıllarda döner nikel-titanyum (Ni-Ti) sistemlerinin gelişmesiyle, döner eğe sistemlerine uygun açılı güta perka konların kullanılması yaygınlaşmıştır (152). Böylece açılı eğeler ile şekillendirilen kök kanalları aynı açığa sahip güta perka konlar ve kök kanal dolgu patları ile doldurularak yapılan kök kanal tedavilerinin kalitesi arttırılmak istenmiştir (144). Lateral kondenzasyon yöntemlerine göre uygulaması kolay olup, çok daha az zaman gerektirmesi avantajlarından sayılabilmektedir. Ayrıca bu yöntemde sıcak güta perka yöntemlerindeki güta perkanın soğurken meydana gelen boyutsal değişikliğinin önüne geçilmiştir (153). Açılı güta perka konlar ile yapılan kök kanal dolgularında güta perka konu kanal duvarlarına daha yakın mesafede konumlandığı için, homojen bir kütle içermekte olup, güta perka/pat oranı arttırılmıştır (152).

2.2.4. Güta perkanın termomekanik kondensasyonu

Bu yöntem 1978 yılında McSpadden tarafından geliştirilen ve kendi adını verdiği kompaktörün kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır (153). Bu yöntemde ters çevrilmiş hendström eğesine benzeyen McSpadden kompaktörü mikromotora takılarak kullanılır. Kompaktörün güta perkaya sürtünmesiyle açığa çıkan ısıyla güta perka yumuşarak, kompaktörün yivleri arasında apikale itilerek sıkıştırılır. Yöntemin başlıca faydaları basitliği, az zaman alması ve kök kanalının düzensizliklerini doldurmadaki etkinliğidir (145). Ancak kompaktör çalışırken 360° rotasyon yaptığından, kurvatürlü kanallarda başarısız olabilmektedir (145). Bu yöntemin en büyük komplikasyonu ise apikal bölgede kontrolünün zor olması ve apikalden güta perkanın taşmasıdır. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için modifikasyon yapılarak yöntemde ana konun yanına birkaç tane yardımcı kon yerleştirilerek kompaktör kullanılmıştır (154).

2.2.5. Isıtılmış güta perka taşıyıcıları

Bu yöntem ilk kez 1978 yılında Johnson tarafından ortaya çıkarılmıştır (146, 149). Paslanmaz çelik bir kanal aleti, üzeri alfa fazlı güta perka ile kaplanmış halde ısıtılıp kök kanalına yerleştirilerek 3 boyutlu bir kök kanal dolgusunun elde edilmesi

amaçlanmıştır. Alfa fazlı gütä perka ısıtıldığında normalde kullanılan beta fazlı gütä perkanın aksine daha akışkan olup, yapışkan hale gelmektedir. Bu yöntem sonraları ticari adı Thermafil olarak piyasaya sürülmüştür. Bu yöntemde gütä perka özel bir fırın veya açık alevde ısıtılıp içerisindeki plastik kor ile kanal içerisine yerleştirildiği için termoplastik kor taşıyıcılı yöntem olarak adlandırılmaktadır (145).

Thermafil ile yapılmış kök kanal dolgularındaki gütä perka/pat oranı lateral kondensasyon ve ısı ile vertikal kondenzasyon yöntemine göre daha fazladır. Thermafil Sistem kök kanal dolgusunda kullanılan kök kanal patının oranını azaltmaktadır (155).

Bu yöntemde özellikle kurvatürlü kanallarda gütä perkanın soyularak, kök kanalının apikalinde sadece metal veya rezin korun kalması bir dezavantaj oluşturmaktadır. Buna ek olarak diğer ısıtılmış gütä perka dolum yöntemlerinde olduğu gibi akışkanlık kazanmış gütä perkanın apikal bölgede uzunluk kontrolünün zorluğu ve kök kanal patının apikalden taşabildiği bildirilmiştir (156).

2.2.6. Sıcak gütä perkanın vertikal kondensasyonu

Gütä perka ısıtıldığında akışkan özellik kazanarak kök kanalının düzensiz alanlarına penetrasyon gösterebilmektedir. Sıcak gütä perkanın vertikal kondenzasyonu özellikle İKR'de ve C şekilli kanallar gibi karmaşık yapılı kök kanal sistemlerini etkili bir şekilde doldurmak için geliştirilmiştir. Bu yöntem preparasyonu tamamlanmış kök kanalına uygun pluggerların ayarlanmasını, ana konun seçimi ve kök kanalına bir miktar kök kanal patı ile yerleştirilmesini, gütä perkanın ısı transfer eden bir aletle yumuşatılmasını ve kök kanalına yumuşatılan gütä perkanın kök kanalı içerisinde vertikal kondenzasyonunu kapsamaktadır (145). Bu yöntemde gütä perkanın smear tabakası kaldırılmış dentin tübüllerine penetre olduğu gösterilmiştir (157).

Sıcak vertikal kondenzasyon yöntemi soğuk lateral kondenzasyon yöntemi ile kıyaslandığında, kök kanal boşluğu ile periodontal dokular arasındaki tüm bağlantı yollarını daha iyi kapattığı ve densitesi daha yüksek kök kanal dolgusu elde edildiği gösterilmiştir (158). Bu yöntemle yapılan kök kanal dolgusu, homojen bir gütä perka

kütlesi içermekte ve lateral kanallar soğuk lateral kondenzasyon yöntemine göre daha etkin şekilde tıkanmaktadır (159). Ancak bu yöntemde çalışma boyunun ayarlanması bazı zorluklar içermektedir. Seçilen plugger güta perkanın üzerine hızlı bir şekilde basınç uygularsa, kök kanalının apikalinden güta perkanın taşması meydana gelebilirken, yavaş bir şekilde kondanse edildiğinde ise kök kanal dolgusu olması gerekenden kısa kalabilmektedir (160).

2.2.7. Termoplastik enjeksiyon yöntemleri

Enjekte edilebilir termoplastik güta perka yöntemi, ısıtılmış ve akışkan özellik kazanmış güta perkanın mekanik basınçla, lateral ve vertikal kondenzasyon yöntemlerine göre kök kanalını daha kısa sürede ve 3 boyutlu olarak doldurabileceği düşünülmüş ve geliştirilmiştir (146).

Yüksek ısı (Obtura) ve düşük ısı (Ultrafil) olmak üzere iki çeşit enjeksiyon sistemi geliştirilmiştir (146). Klinisyenler tarafından daha sık kullanılmakta olan Obtura adını alan yüksek ısı sistemde güta perka özel ısıtıcısında 160°C'ye kadar ısıtılarak, bir enjektöre bağlı gümüş kanüller vasıtasıyla kök kanalına enjekte edilmektedir. Bu yöntemdeki enjektörün hazne kısmı, pistonu, ısıtma parçası ve çeşitli numaralarda (18, 20, 26) kanülleri bulunmaktadır. Isı ile yumuşayan güta perka piston yardımıyla kanüle iletilerek, buradan da kök kanalına akması sağlanmaktadır. Dikkat edilmesi gereken husus, güta perkanın kök kanalının apeksinden taşmasını engellemek için preparasyon sırasında olabildiğince dar apikal sonlanım gerekliliğidir. Isı ile eritilerek kök kanalına enjekte edilebilen güta perkanın özellikle kanal içi düzensizlikler, İKR vakaları, C şekilli kanallar, aksesuar veya yan kanallar ve dallanan apikal foramen gibi ulaşılması güç bölgeleri doldurmada faydalı olabildiği ve kanal duvarlarına lateral kondenzasyon yöntemine göre daha iyi adaptasyon gösterdiği bildirilmiştir. Bu yöntem kanal duvarındaki smear tabakası kaldırıldıktan sonra kullanıldığında, dentin tübüllerine kanal patı ve güta perkanın penetre olabildiği gösterilmiştir (161).

Ultrafil ise düşük ısı termoplastik güta perka ile kök kanallarının doldurulduğu sistemdir. Bu sistem ana kon ile backfill, vertikal ve lateral kondenzasyonda kullanılabilir ve bir enjeksiyon şırıngası, uç kısmına iğne

takılmış bir güta perka kanülü ve 120 voltluk bir ısıtıcıdan oluşmaktadır. Kök kanalında başarılı bir tıkama sağlanması enjeksiyonun yavaş ve kontrollü bir şekilde kanüle fazla basınç uygulamadan yapılmasına bağlıdır (145).

Çalışmamızda kullandığımız Dia-Gun kablosuz obturasyon cihazı (Diadent, Burnaby, BC, Canada) Diadent firması tarafından piyasaya sürülmüş, güta perkanın 160°C, 180°C ve 200°C sıcaklık değerlerinde akışkan hale geldiği bir diğer termoplastik enjeksiyon sistemidir. Güta perkanın kanal içine gönderildiği 23 ve 25 gauge uç çaplı gümüş alaşımdan yapılmış 2 adet iğneye sahiptir. 360° dönebilen uç tasarımı güta perkanın kanal içine gönderimi sırasında kolaylık sağlamaktadır (162).

2.2.8. Devamlı ısıyla obturasyon yöntemi

Geliştirilen bu yöntem System B Heat Source adıyla 1987 yılında piyasaya sürülmüştür. Aletin üzerinde sıcaklık derecesini gösteren bir dijital ekran ve ısı ayarını sağlayan bir rezistans bulunmaktadır. Bu sistemde güta perka ısıtılırken bir yandan da lateral ve vetikal yönlerde basınç uygulanarak kondenzasyon sağlanmaktadır. Devamlı ısıyla obturasyon yönteminde istenilen ısı istenilen süre boyunca uygulanabilmekte ve güta perka kendine uyumlu tepicilerle kondanse edilmektedir. Bu yöntemde genişletilmiş kök kanalına uyumlu bir ana kon kullanıldığından tepicilerin uyguladığı basınç sırasında apikal kontrol sağlanabilmektedir. 200 °C'de ısıtılan gütanın perkanın aksesuar ve yan kanalları doldurma ihtimali artmaktadır (162).

Bu yöntemde periodontal dokular için kritik bir değer olan 10°C sıcaklık artışını aşmadığı (163), yapılan bir çalışmada da periodontal dokularda meydana gelen sıcaklık artışının apikal 1.5 mm'de ve mine sement birleşiminin 2 mm apikalindeki bölgelerde ortalama 4.1 °C olarak bulunmuştur (164).

2.2.9. Kimyasal yolla yumuşatılmış güta perka yöntemi

Güta perkanın kloroform veya ökaliptol içerisinde çözünmesiyle kloroperka ve ökaperka meydana gelmektedir. Kloroperka ve ökaperka patları kanala iyi adapte edilmiş bir ana kon ile birlikte kanal dolgusu için kullanılır. Bu teknikler;

perforasyonlu vakaların doldurulmasında, aşırı kurvatürlü ve basamak oluşumu gözlenmiş kanallarda uygulandığında başarılı sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir. Kök kanalının doldurulurken kimyasal çözücü maddelerin kullanılması, kanal dolgusunun apikalde kontrolünü zorlaştırmakta, buna bağlı olarak periradiküler doku reaksiyonlarının gelişmesi, donma sırasında oluşan sızıntı ile apikal dolgu bütünlüğünün zarar görmesi gibi dezavantajları da vardır. Ayrıca kloroformun karsinogen etkisinin gösterilmesinden sonra kloroperkanın kullanımı önerilmemiştir (162).

2.3. Biyoseramikler

Biyoseramikler son yıllarda geliştirilen, endodontinin ilerlemesine olanak sağlanayan materyallerden birisidir. Seramikler, ham minerallerin yüksek ısıda eritilmesiyle üretilen inorganik ve metalik olmayan materyallerdir (165). Biyoseramikler, tıp ve diş hekimliğinde kullanılan, sınırlı antibakteriyel ve antifungal aktivitesi olan, sızdırmazlık özelliği ve biyouyumluluğu yüksek materyallerdir (166). İçeriğinde alüminyum oksit, zirkonyum oksit, biyoaktif cam, cam seramik, kalsiyum silikat, rezorbe olabilen kalsiyum fosfat, hidroksiapatit ve radyoterapi camları bulunmaktadır (167). Biyoseramiklerin içerik, yoğunluk, canlı dokularla etkileşim ve sertleşme mekanizmasına göre çeşitli sınıflandırmaları mevcuttur. Bu sınıflamalardan biri de; biyoinert, biyoaktif ve biyoçözünür olarak 3'e ayıran sınıflandırmadır (168). Biyoinert biyoseramikler alümina ve zirkonya gibi biyolojik sistemlerle etkileşime girmeyen biyoseramiklerdir. Biyoaktif biyoseramikler temas ettiği canlı dokularla etkileşime girerek yeni doku oluşumu sağlamaktadırlar. Biyoçözünür biyoseramikler ise doku içerisinde çözünerek yerini yeni oluşan dokuya bırakan biyoseramiklerdir. Bu, canlı dokularla yer değiştirme veya birleşme açısından destek dokular için büyük önem arz etmektedir (169).

2.3.1. Mineral trioksit agregat

Mineral Trioksit Agregat (MTA), 90'lı yılların başlarında Mahmoud Torabinejad tarafından geliştirilen ve içeriği esas olarak Portland çimentosuna dayanan endodontide başarıyla kullanılan ilk biyoseramik esaslı materyaldir. İlk

olarak retrograd dolgu materyali ve perforasyonların kapatılması için kullanılmıştır. Amerikan Federal İlaç İdaresi (FDA) tarafından 1998 senesinde onaylanmasının ardından diş hekimliğinde kullanımı yaygınlaşmıştır. İlk ticari formu ProRoot MTA (Dentsply/Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) olarak piyasaya sürülmüş olup, bunu Angelus MTA (Beyaz/Gri-MTA, Angelus, Londrina, PR, Brazil) ve CPM (Beyaz-MTA, Egeo, Buenos Aires, Argentina) takip etmiştir.

Portland çimentosu ve MTA benzer içeriklere sahip olup, fiziksel ve kimyasal yakın özellikler göstermektedir (170). Aralarındaki en belirgin fark içeriğinde MTA'nın potasyum içermeyip, bizmut oksiti içermesidir (9). MTA'nın parçacık boyutu portland çimentosundan daha küçük olmakla birlikte (171), çalışma süresi de daha fazladır (172). MTA içeriğinde trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat, trikalsiyum oksit ve bizmut oksit içeren bir kalsiyum silikat simandır (173). Radyoopasitesini bizmut oksit sağlamaktadır (174).

MTA su ile karıştırıldığında; kalsiyum hidroksit ve kalsiyum silikat hidrat meydana gelir ve oluşan bu ürünler, sonrasında kristal yapısı zayıf ve porözlü katı bir jele dönüşür (175). Kalsiyum katı halde çökeldikçe, kalsiyum silikat oranı azalır. Kalsiyum çöktürülmesinin suyla tepkimeye girmesiyle kalsiyum hidroksit oluşur ve ortamın bazikliği yükselir (176). MTA'nın suyla tepkimesi sonucu oluşan kalsiyum hidroksitin kaynağı ile ilgili görüş birliği sağlanamamıştır. Camilleri (176) kalsiyum hidroksitin kaynağı dikalsiyum ve trikalsiyum silikat olduğunu savunurken, Dammaschke ve ark. (177) ise bu kaynağın trikalsiyum alüminat olduğunu öne sürmektedirler.

MTA'nın hidratasyon ürünü olan kalsiyum hidroksit, suyla karıştırdıktan 4 saat sonra salınmaya başlar ve 7. güne kadar artarak devam eder. Ortamdaki karbondioksitle etkileşerek kalsiyum karbonat oluşturmasından dolayı, MTA'dan salınan kalsiyum hidroksit birinci aydan itibaren azalarak toplamda bir yıla kadar salınımı devam eder. Bu tepkimelerden sonra toplamda oluşmuş kalsiyum hidroksit oranı Portland simanı ile kıyaslandığında MTA'da daha fazla olduğu görülmüştür (178). Açığa çıkan kalsiyum iyonlarının dokudaki karbondioksit ile etkileşime girerek kalsit kristallerinin meydana gelmesi, MTA'nın sert doku oluşumunu uyatarak, yapım mekanizmasını desteklediği gösterilmiştir (179).

MTA'nın kemik yapımını uyarması serbest kalsiyum iyonu salınmasından kaynaklandığı iddia edilmiştir. Kalsiyum iyonları dokudaki fosfatlarla etkileşime girerek hidroksiapatit kristallerini oluşturmaktadır (180).

MTA gri ve beyaz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Gri MTA'nın dişlerin kronlarını renklendirme potansiyelinden dolayı, estetik kaygının bulunduğu ön dişlerde kullanılmak üzere beyaz MTA geliştirilmiştir. Gri olan ilk formununun rengini, beyaz formundan çıkarılan demir iyonları vermektedir (181). Camilleri ve ark. (182) ise gri MTA'da bulunan alümino-ferrit fazının beyaz MTA'da bulunmamasının bu renk farkının nedeni olduğunu ileri sürmüşlerdir. Beyaz MTA'nın, gri MTA'dan bir diğer farkı ise boyutsal genişmesi kısıtlı olan daha küçük çaplı partiküller içermesidir (183). Ayrıca gri ve beyaz MTA'nın her ikisinde de trikalsiyum silikat ve bizmut oksit bulunurken, beyaz MTA'da gri MTA'dan farklı olarak dikalsiyum silikat bulunmamaktadır (184).

MTA hazırlanırken tozu, distile su ile 3'e 1 oranında, cam veya yağlı kağıt üzerinde, plastik veya metal bir siman spatülü ile karıştırılabilir (9). Karışımın dehidrate olmaması için karıştırma işleminin 4 dakikayı geçmemesi gerektiği bildirilmiştir (185). Karışım, uygulama bölgesine plastik, teflon veya metal taşıyıcı fulvarlar ile uygulanabilmektedir (9).

MTA endodonti pratiğinde, vital pulpa tedavilerinde, apeksifikasyonda, perforasyon tamirinde, kök ucu dolgu materyali olarak, rezorpsiyon tedavilerinde ve kök kanal tedavisinde dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır (186).

2.3.2. Biodentine

Biodentine (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) ticari olarak 2009 yılında piyasaya sürülmüş kalsiyum silikat esaslı bir materyal olup, MTA'nın uzun sertleşme süresi, koronal renklenme ve manipülasyon zorluğu gibi eksikliklerini gidermek için üretilmiştir. Kapsül formda üretilmiş olup, tozunda trikalsiyum silikat, kalsiyum karbonat, zirkonyum oksit; likitinde ise kalsiyum klorit ve su bulunmaktadır (187). Dentin ile benzer özellikte olduğu öne sürülen Biodentine'in,

12 dakikada sertleştiği ve MTA'nın aksine sertleşme sırasında neme gerek duymadığı da üretici firma tarafından bildirilmektedir (188).

Biodentine'in sertleşmesi sırasında MTA'ya benzer şekilde kalsiyum hidroksit ve kalsiyum silikat hidrat ortaya çıkar. Kalsiyum karbonat, kalsiyum silikat hidrat jelleri için çekirdekleşme merkezi olarak, indüksiyon sürecini hızlandırır ve sertleşme süresini kısaltır (189). Biodentine'in başlangıç sertleşmesi ürün sayfasında 9-12 dakika iken, Grech ve ark. (190) tarafından yapılan bir çalışmada sertleşmenin tamamlandığı süre 45 dakika olarak belirtilmiştir. Kalsiyum kloritin sertleşme süresini kısalttığı gösterilmiştir.

Biodentine tek kullanımlık kapsüller halinde üretilmiştir. Üretici firmanın talimatı doğrultusunda bir kapsüle beş damla likit damlatıldıktan sonra 30 saniye amalgamatörde karıştırılıp, uygulama için hazır hale getirilir. Biodentine endodontide perforasyonların tamirinde, apeksifikasyon tedavilerinde, kök rezorpsiyonlarında ve vital pulpa tedavileri gibi restoratif diş hekimliği uygulamalarında kullanılmaktadır (191).

2.3.3. Total Fill BC kök kanal dolgu patı

Son yıllarda biyoseramik esaslı materyallerin üstün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinden yararlanmak amacıyla benzer kimyasal içeriğe sahip kök kanal dolgu maddeleri üretilmiştir. Literatürde kanal dolgu maddeleri sınıflandırmasında biyoseramik esaslı kök kanal dolgu maddeleri olarak yerini almıştır. Bu sınıflandırmadaki ticari preparatlardan biri Total Fill BC (FKG, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) kullanımı hazır, enjekte edilebilir biyo-aktif kalsiyum silikat kökenli bir kanal dolgu patıdır. İçeriğinde; kalsiyum fosfat, kalsiyum silikat, zirkonyum oksit, tantalyum oksit bulunmaktadır ve sertleşmesi için nem varlığı gerekmektedir. Sertleşme sırasında ve sonrasında fosfat içeren doku sıvılarıyla temasında hidroksiapatit tabakası oluşturarak, dentine kimyasal bağlantı gösterir. Önceden hazırlanmış bir preparat olduğu için karıştırma gerekmez ve enjektabl şırınga içindedir. Özellikle açık apeksli diş veya perforasyon varlığında kullanılabileceği bildirilmiştir (192).

Son yıllarda biyoseramik esaslı kök kanal patlarının bir güta perka ana kon kullanılmadan, tek başına kök kanal dolgu materyali olarak kullanımı önerilmektedir (bulkfil tekniği). Daha önce yapılmış çalışmalarda, kök kanal patları ile, özellikle de kalsiyum silikat içerikli patlarla yapılan kök kanal dolgularının, bağlantı kuvvetlerinin pat ve güta perka ile yapılmış olanlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (193-195).

2.4. Kök Kanal Dolgu Kalitesinin Değerlendirilmesi

Literatürde çeşitli kök kanal dolgu materyalleriyle yapılmış kök kanal dolgularının kalitesinin değerlendirilmesinde farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler arasında konvansiyonel radyograflar (5), görüntü analiz programları (6), bölünmüş dişlerde SEM ile görüntülenerek skora yöntemi (196) ve dişlere herhangi bir girişimsel işlem yapılmadan yapılan μ BT analiz yöntemi (7) yer almaktadır. Bu yöntemlerle kök kanal dolgu materyali ile diş dokusu arasında kalan boşluklar ve materyalin kendi içindeki boşlukların yüzdesi hesaplanmıştır (197). μ BT ile yapılan çalışmalarda daha yüksek kalitede ve diş herhangi bir işlem uygulanmadan görüntü elde edilebilmekte olup, örneklerde hiçbir bozulma meydana gelmeyeceği belirtilmektedir (7).

2.4.1. Kök Kanal Dolgu Kalitesinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri

Kullanıldığı ilk günlerden bu yana bazı eksiklikleri olmasına rağmen, konvansiyonel radyografi, endodontik görüntüleme sistemleri içinde ana dayanak olmuştur. Son yıllarda görüntüleme sistemlerinde çeşitli ilerlemeler kaydedilmiş olup, konvansiyonel radyografilerin eksikliklerini gidermek için ileri düzey görüntüleme teknikleri geliştirilmiştir (198). Bu teknikler arasında bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışın demetli bilgisayarlı tomografi (KIDBT) ve mikro bilgisayarlı tomografi (μ BT) yer almaktadır.

2.4.1.1. Bilgisayarlı Tomografi

BT, dokuların ince kesitler halinde birçok düzlemde üç boyutlu olarak incelenebilmesini sağlayan bir tekniktir. Öncelikli olarak tıp alanında kullanılmak için geliştirilmiş olup, diş hekimliğinde de kullanılmıştır. Ancak bazı dezavantajları nedeniyle diş hekimliğinde kullanımı terk edilmiştir. Bunlardan bazıları; yüksek maliyete neden olması, görüntünün elde edilmesi aşamasında geçen zamanın fazlalığı, hastanın maruz kaldığı yüksek radyasyon ve görüntü kalitesinin ince detayları görüntüleme düşük olmasıdır (199).

2.4.1.2. Konik Işın Demetli Bilgisayarlı Tomografi

Bu görüntüleme yönteminde karşılıklı olarak konumlanmış dedektör ve X ışını kaynağı, görüntülenecek cisim etrafında senkronize şekilde dönerken 360 derecelik bir tarama yapılmış olur (200). Belirli derece aralıklarla, işlenmemiş ham görüntüler elde edildiler. Elde edilen bu ham görüntülerden yazılım programları ile üç boyutlu veriler elde edilir (201).

Konvansiyonel radyografilerde görüntü, piksel adı verilen 2 boyutlu görüntünün en küçük birimlerinden oluşurken, 3 boyutlu görüntüleme teknikleri voksel adı verilen birimlerden oluşur. Her bir vokselin canlıda karşılık geldiği bölgenin absorbe ettiği X ışını miktarına göre bir nicel karşılığı bulunmaktadır. KIDBT görüntüleri, voksellerin birleşerek meydana getirdiği bir matriksten oluşmuştur (202). Bu matriks yazılım programıyla tek tek gri tonlarda renklendirilir (202). Rekonstrüksiyon işlemi adı verilen bu aşamalardan sonra görüntü üç boyutlu olarak oluşturulmaktadır (203).

KIDBT ile 0,125 ila 2 mm arasında değişebilen sagittal, aksiyal, çapraz ve koronal kesitlerde iki boyutlu görüntüler ve sert ve yumuşak dokuların üç boyutlu görüntüleri elde edilir (201).

KIDBT’de hastaya verilen radyasyon dozu konvansiyonel radyografilere göre daha çok olmasına rağmen, BT’ye göre daha azdır (204).

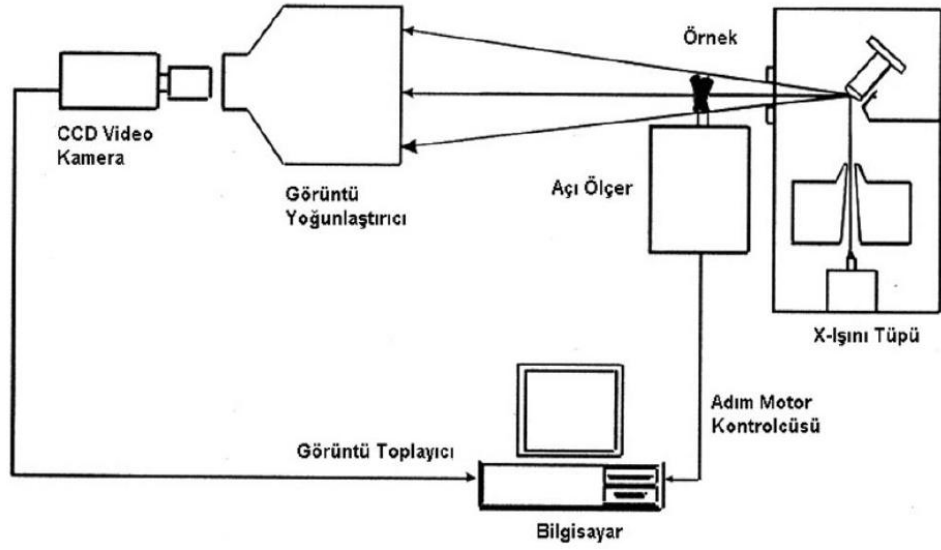
KIDBT endodontide kök rezorpsiyonlarında, kök kırıklarının ve perforasyonlarının tespitinde, kök kanal morfolojisinin incelenmesinde, periradiküler lezyonların değerlendirilmesinde ve *in vitro* çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu görüntüleme yönteminde elde edilen ölçüler gerçek boyuttur ve komşu anatomik dokuların süperpozisyonu oluşmamaktadır (200). Ancak KIDBT'nin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan biri görüntüde X ışınına bağlı olarak bazı artefaktların oluşması sonucu hekim yanlış yönlendirilebilmektedir (205).

2.4.1.3. Mikro Bilgisayarlı Tomografi

μ BT, alınan kesitleri mikron düzeyinde incelterek çok daha yüksek çözünürlükte görüntüler elde edilmesi amacıyla üretilmiştir (206). İncelenen cisimden 0.5-2 mm arasında kesitler alınarak görüntü oluşturulmaktadır. Alınan kesitlerin kalınlığı ne kadar küçük olursa oluşan görüntü daha yüksek çözünürlükte olur.

İlk kez 1982 yılında Jim Elliot tarafından 50 μ çözünürlük özelliğiyle geliştirilmiştir (206). Rhodes ve ark. (207) 1999 yılında yaptıkları bir çalışmada deneysel endodonti araştırmaları için heyecan uyandıran bir cihaz olduğunu bildirmişlerdir.

μ BT genel yapı olarak BT ye benzer özelliktedir. μ BT cihazının parçaları X ışını tüpü, üzerine incelenecek cismin sabitlenen adım motoru, X ışınıni toplayarak kamera üzerindeki sensöre yönlendiren görüntü yoğunlaştırıcısı, görüntü oluşturan CCD kamera, görüntü toplayıcısı ve kontrol merkezi bir bilgisayardır (207).



Şekil 1: μ BT şematik diagramı (208)

μ BT’de X ışını ile incelenen örneğin bir platform etrafında 0 ila 180 derece döndürülerek çok sayıda grafiği elde edilir. Çeşitli yazılım programlarıyla elde edilen bu veriler üç boyutlu görüntülere çevrilir. Bu işleme yeniden yapılandırma anlamına gelen 3D rekonstrüksiyon denilmektedir (209).

μ BT, endodontide kök kanal morfolojilerinin incelenmesinde (210), kök kanal preparasyonunun (211) ve dolgusunun (212) değerlendirilmesinde ve kanal tedavisi tekrarından sonra kök kanalında kalan dolgu maddesinin incelenmesinde (213) kullanılmıştır. Ancak μ BT *in vivo* koşullarda görüntüleme için kullanılamamakta olup, sadece *in vitro* araştırmalarda kullanılan bir görüntüleme cihazıdır.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada MTA, Biodentine ve Total Fill BC kök kanal dolgu patı ve termoplastik enjeksiyon yöntemi kullanılarak doldurulan yapay olarak hazırlanmış İKR kaviteli dişlerin dolgu kalitesinin μ BT ile karşılaştırması amaçlanmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu *in vitro* çalışma 2017/16 nolu ve 20/09/2017 tarihli 2017-88-20/09 protokol nolu etik kurul raporu ile tıbbi açıdan uygun bulunmuştur. Bu çalışma Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (Proje no: 2017-27194235-01) tarafından desteklenmiştir.

3.2. Örneklerin Seçilmesi

Çalışmamızda Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne başvuran periodontal problemler nedeniyle çekim endikasyonu konulan 40 adet üst çene daimi 1.keser diş kullanılmıştır. Hiçbir hastadan çalışmada kullanmak amacıyla diş çekimi yapılmamıştır. Tüm dişlerin üzerinde bulunan yumuşak doku artıkları, debrisler ve diş taşları bir kretuvar yardımıyla kazınarak uzaklaştırılmıştır. Çekilen dişler çalışmanın başlangıcına kadar salin solüsyonu içerisinde bekletilmiştir. Kök kısmında kırık, çatlak veya çürük bulunan, iç veya dış kök rezorpsiyonu olan ve gelişimini tamamlamamış açık apekse sahip dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Araştırmaya dahil edilen dişlerin kronları, su soğutması altında elmas frez yardımıyla, kron ve kök boyu toplamda 20 mm olacak şekilde kesici kenarından kesilerek standart bir boy sağlanmıştır. Daha sonra dişler işlemler sırasında manipülasyon kolaylığı sağlamak için mine sement sınırına kadar içinde silikon ölçü maddesi bulunan eppendorf tüplerin içine gömülmüştür (Şekil 2). Standardizasyonu sağlamak için tüm işlemler aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır.



Şekil 2. Eppendorf tüpüne yerleştirilmiş diş örneği

Giriş kavimleri su soğutması altında elmas rond frezler kullanılarak açılmıştır. Çalışma boyu tespiti için dişler içerisinde buldukları eppendorf tüplerinden çıkarılmıştır. #10 numara K tipi el eğesi ile eğenin apekten çıktığı ilk boydan 1 mm kısa olacak şekilde hesaplandıktan sonra eppendorf tüplerin içerisine tekrar yerleştirilmiştir. Daha sonra dişlerin kemomekanik preparasyonu X-Smart Endomotor (Dentsply Maillefer) ve Protaper Next (Dentsply Maillefer) döner eğe sistemi ile sırasıyla X1(17.04), X2(25.06), X3(30.07), X4(40.06) ve X5(50.06) eğeleri 300 rpm ve 200 g/cm torkta, üretici firmanın talimatları doğrultusunda kullanılarak tamamlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. X-Smart Endomotor, Protaper Next döner eğe sistemi ve Protaper Next güta perka

Preparasyon işlemleri esnasında her eğeden sonra kök kanalları 2 ml %2.5'lik NaOCl ile yıkanmıştır. Kök kanal preparasyonu tamamlandıktan sonra smear tabakasını uzaklaştırmak için 3 ml %17'lik EDTA solüsyonu 1 dk kanal içerisine uygulanmıştır. Son yıkama 3 ml % 2.5'lik NaOCl ve 3 ml distile su kullanılarak tamamlanmıştır. Son aşamada kağıt konlar yardımıyla kök kanalları kurutulmuştur.

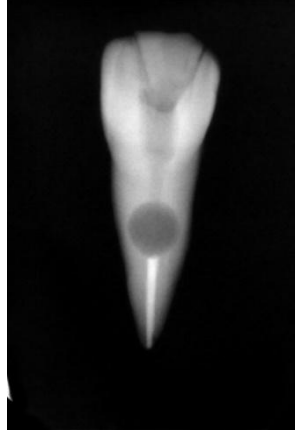
3.3. İç kök rezorpsiyon kavitelerinin hazırlanması

Dişlerin meziodistal yönde kök yüzeylerinde, kökün uzun aksına paralel olacak şekilde elmas diskler yardımıyla, kök kanalının sınırlarına herhangi bir temas olmayacak şekilde oluklar oluşturuldu. Ardından bir spatül ve çekiç kullanılarak dişlerin oluk hattından itibaren iki parçaya ayrılması sağlandı. Ayrılan kökün iki yarısında, apekten 5 mm uzaklıkta, simetrik olarak, 2.00 mm çaplı bir elmas rond frez (Jota AG, Rüthi, Switzerland) yardımıyla 2 mm derinlikte ve 4 mm çapa sahip yapay İKR kaviteleri oluşturulmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. İkiye bölünmüş dişte hazırlanan İKR kavitesi

İkiye ayrılan köklerin tekrar birleştirilmesi sırasında siyanoakrilatın kök kanalının içine olası sızma durumunu önlemek için kök kanalına Protaper Next X5(Dentsply Maillefer) güta perkası yerleştirilmiştir. İkiye ayrılmış kökler, önce siyanoakrilat (İzo 900 İzomdf, İzoflok Kimya, İstanbul, Türkiye) kullanılarak yapıştırılıp birleştirilmiştir. Ardından kökün dış yüzeyinde birleşim hattındaki oluklar, kendinden asitli adeziv rezin (Optibond All In One, Kerr, Italy) ve akışkan kompozit (Nova Compo HF, Imicryl, Konya, Türkiye) kullanılarak doldurulmuştur. Birleştirilen kökler eppendorf tüplerinin içine tekrar yerleştirilerek kök kanal dolgusu işlemine geçilmiştir. İlk olarak oluşturulan rezorpsiyon kavitesinin apikalinde kalan kök kanalı tek kon tekniği ile doldurulmuştur. X5 eğesine uygun açılı güta perka Total Fill BC kök kanal dolgu patı kullanılarak kök kanalına yerleştirilmiştir. Rezorpsiyon kavitesinden itibaren geride kalan gutta perka (apikalden 5 mm lik uzaklıkta olacak şekilde) ısıtılmış bir plugger yardımıyla kesilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Rezorpsiyon kavitesinin apikalinde kalan kök kanalın doldurulmuş hali

3.4. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

40 adet örnek, yapay olarak hazırlanmış iç kök rezorpsiyon kavitelerinin doldurulacağı materyale göre rastgele 4 gruba ayrılmıştır:

Grup 1: Angelus MTA (Beyaz MTA, Angelus, Londrina, PR, Brazil)

Grup 2: Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France)

Grup 3: Total Fill BC (FKG, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) biyoseramik esaslı kanal dolgu patı (bulkfill)

Grup 4: Sıcak güta perka ve Total Fill BC biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patı

Grup 1: İç kök rezorpsiyon kavitelerinin MTA ile doldurulması

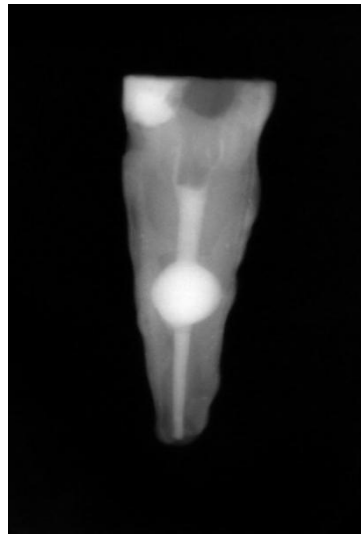
Angelus MTA (Beyaz MTA, Angelus, Londrina, PR, Brazil) karışımının toz ve distile su oranını 3:1 oranında yakalamak için hassas tartı kullanılmıştır (Şekil 6). 0,54 gr Angelus MTA tozu 0,18 gr distile suyla bir siman spatülü yardımıyla karıştırılmıştır. MTA tabancası (Medesy, Italy) ile MTA kök kanalına parçalar halinde taşınmış, el pluggerı (Dentsply Maillefer) yardımıyla kondanse edilmiştir (Şekil 6, 7). Rezorpsiyon kavitesinin içi ve üzerinde kalan kök kanal kısmı MTA ile dolana kadar bu işlem tekrarlanmıştır. Yapılan dolum işlemi sonucu örneklerin son hali radyografik olarak kontrol edilmiştir (Şekil 8). Giriş kavitesine MTA'nın sertleşmesi için nemli bir pamuk pelet yerleştirilmiştir.



Şekil 6. Hassas tartı, MTA tabancası ve Angelus MTA



Şekil 7. El pluggeri



Şekil 8. MTA ile doldurulmuş rezorpsiyon kavitesinin radyografi

Grup 2: İç kök rezorpsiyon kavitelerinin Biodentine ile doldurulması

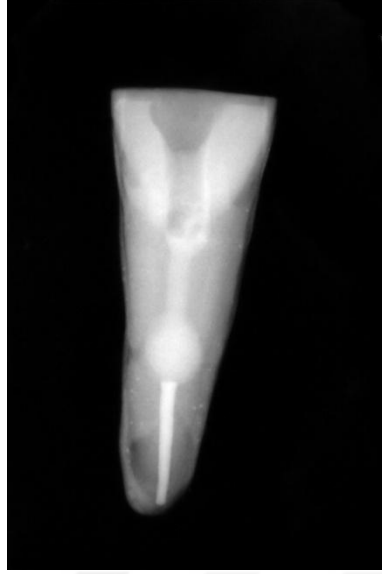
Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France) üretici firmanın talimatları doğrultusunda bir kapsül içine 5 damla likitinden ilave edilerek amalgamatörde 30 sn karıştırılmıştır (Şekil 9, 10). Kendi spatülü ile kapsülden çıkartılarak kök kanal sistemine MTA tabancası ile parçalar halinde taşınmış, bir el pluggeri yardımıyla kondanse edilmiştir. Rezorpsiyon kavitesinin içi ve koronalinde kalan kök kanal kısmı Biodentine ile dolana kadar bu işlem tekrarlanmıştır. Kök kanalının Biodentine ile doldurulmuş hali radyografik olarak kontrol edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 9. Biodentine; spatülü, likiti ve kapsülü



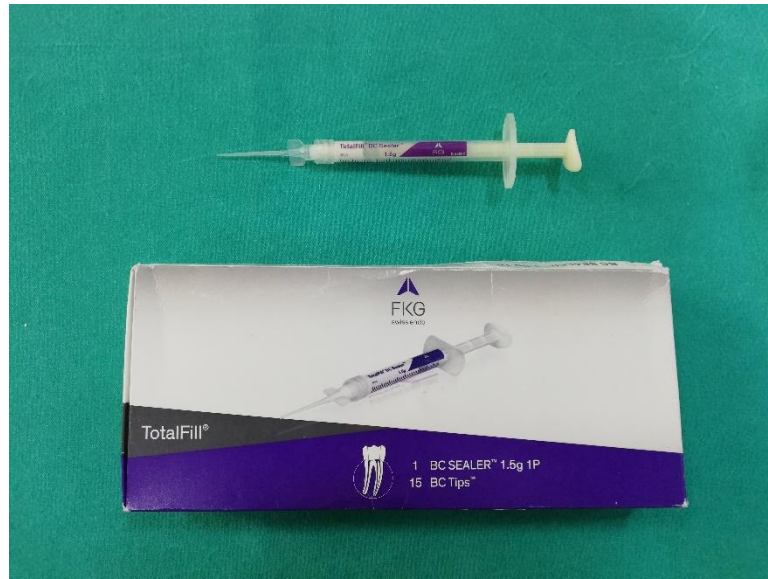
Şekil 10. Amalgamatör



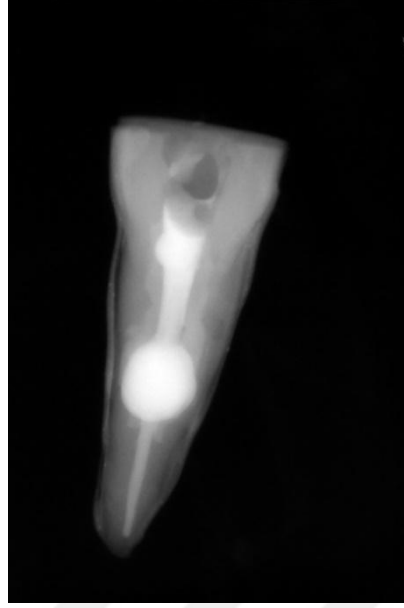
Şekil 11. Biodentine ile doldurulmuş rezorpsiyon kavitesinin radyografisi

Grup 3: İç kök rezorpsiyon kaviteilerinin Total Fill BC kanal dolgu patı ile doldurulması

Total Fill BC kanal dolgu patı rezorpsiyon kavitesinin içine ve koronalindeki kök kanal kısmına, kendi enjektörü ile enjekte edilmiştir. Rezorpsiyon kavitesinin içi ve koronalde kalan kök kanal kısmının Total Fill BC kanal dolgu patı ile doldurulmuş (bulkfill) hali radyografik olarak kontrol edilmiştir (Şekil 12, 13).



Şekil 12. Total Fill BC kök kanal patı



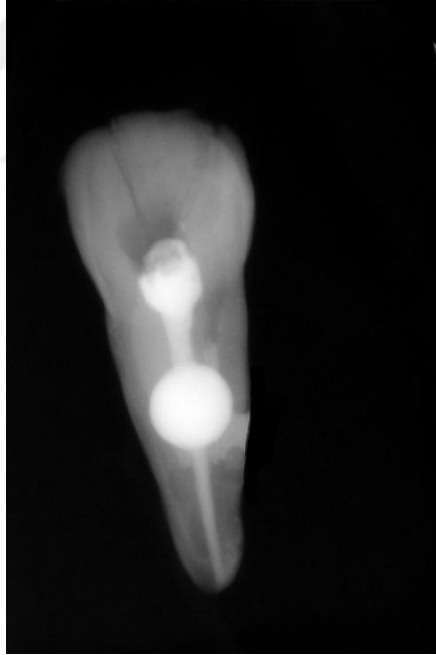
Şekil 13. Total Fill BC kök kanal patı ile yapılan dolunun radyografisi

Grup 4: İç kök rezorpsiyon kavitesinin sıcak güta perka ve Total Fill BC kanal dolgu patı ile doldurulması

Rezorpsiyon kavitesi ve koronalinde kalan kök kanalına Total Fill BC kanal dolgu patı bir lentülo ile gönderilmiştir. Diagon (Diadent, Burnaby, BC, Canada) kablosuz obturasyon cihazı ile 200°C’de ısıtılmış güta perka rezorpsiyon kavitesi ve koronalinde kalan kök kanal kısmına 25 G ucuyla enjekte edilmiştir (Şekil 14). Güta perkanın 2-3 mm’lik bir parçası enjekte edililip bir el pluggeri yardımıyla kondanse edilmiştir. Bu işlem rezorpsiyon kavitesi ve üzerinde kalan kök kanalı tamamen dolana kadar tekrarlanmıştır. Dolum kalitesi radyografik olarak kontrol edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 14. DiaGun kablosuz obturasyon cihazı, güta perkası ve enjeksiyon uçları



Şekil 15. Sıcak güta perka ve Total Fill BC yöntemi ile doldurulan rezorpsiyon kavitesinin radyografi

Hazırlanan rnekler 2 hafta boyunca 37°C de nemli ortamda kanal dolgularının tam olarak sertleşmesi için bekletilmiştir.

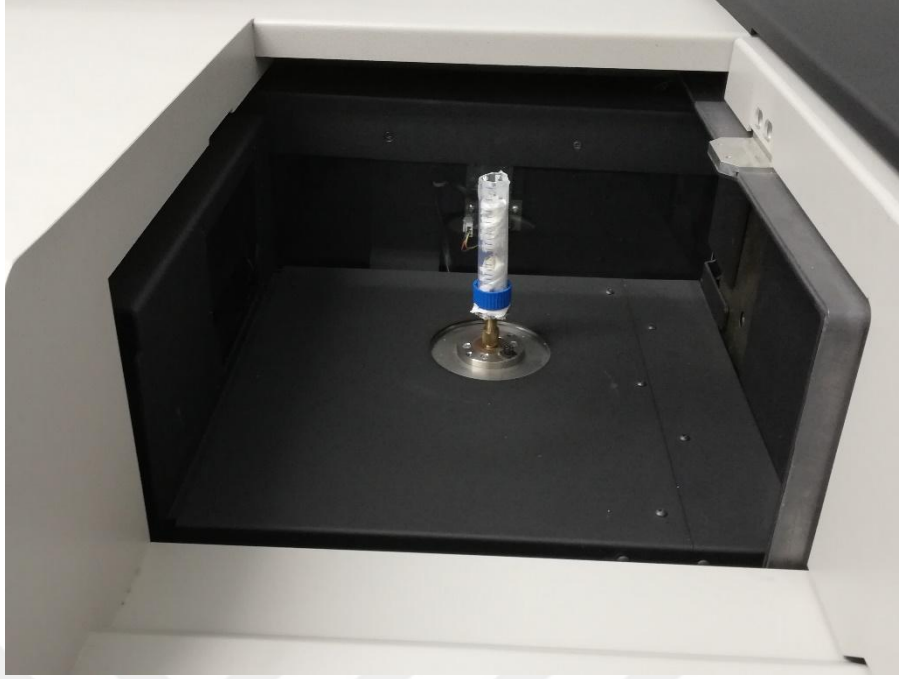
3.5. Örneklerin μ BT ile Görüntülenmesi ve Analizi

Örnekler ODTÜ Biomaten Laboratuvarı'nda Skyscan 1172 (Bruker Xray, Belçika) Mikro BT cihazı kullanılarak taranmıştır (Şekil 16). Aynı üreticinin Nrecon, CTAn ve CTVox yazılımları sırasıyla yapılandırma, analiz ve görüntüleme için kullanılmıştır.



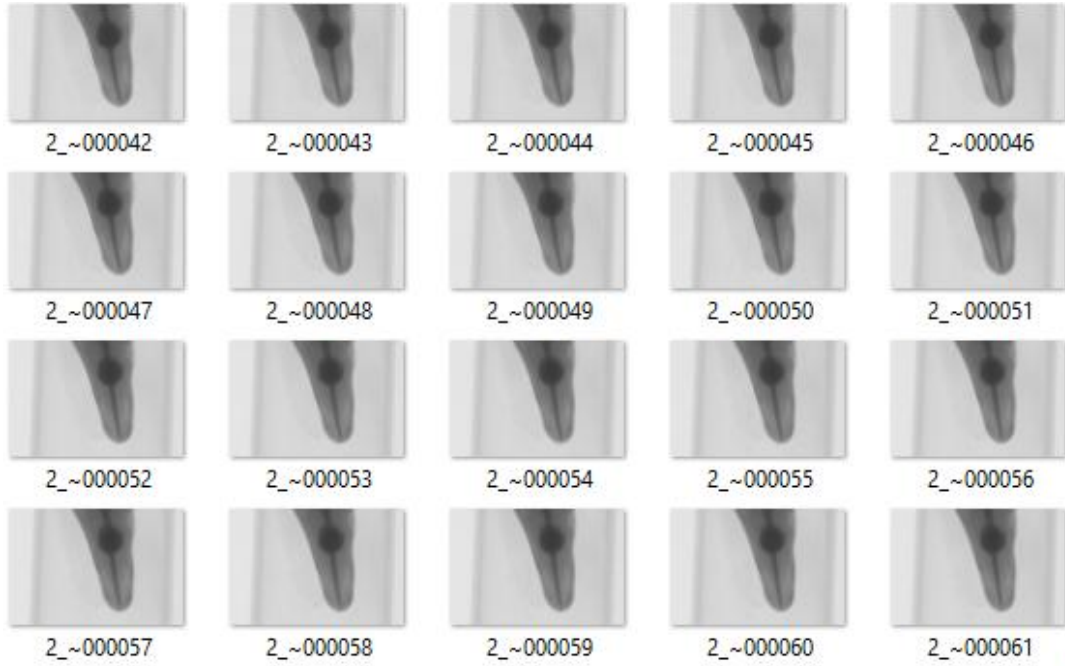
Şekil 16. SkyScan 1172 μ BT cihazı

İKR kavitesinin doldurulmasında kullanılan materyallerin obturasyon kalitesi, dentin duvarı ile aralarındaki boşluk (dış boşluk) ve materyallerin kendi içlerindeki boşluklar (iç boşluk) olacak şekilde ölçümler yapılmıştır. Örnekler cihazın içerisine tüplerin içinde yerleştirilmiş ve hareket etmemeleri için sabitlenmişlerdir (Şekil 17). Tarama sırasında 100 kV ve 100 μ A güç uygulanarak, Al+Cu filtreler kullanılmıştır. Örnekler 360° boyunca 0,4° rotasyon adımlarıyla taranmışlardır. Her görüntü 3 görüntünün üst üste bindirilmesi sonucunda alınmış ve her görüntü pozlama süresi 1500 milisaniye kullanılarak alınmıştır.



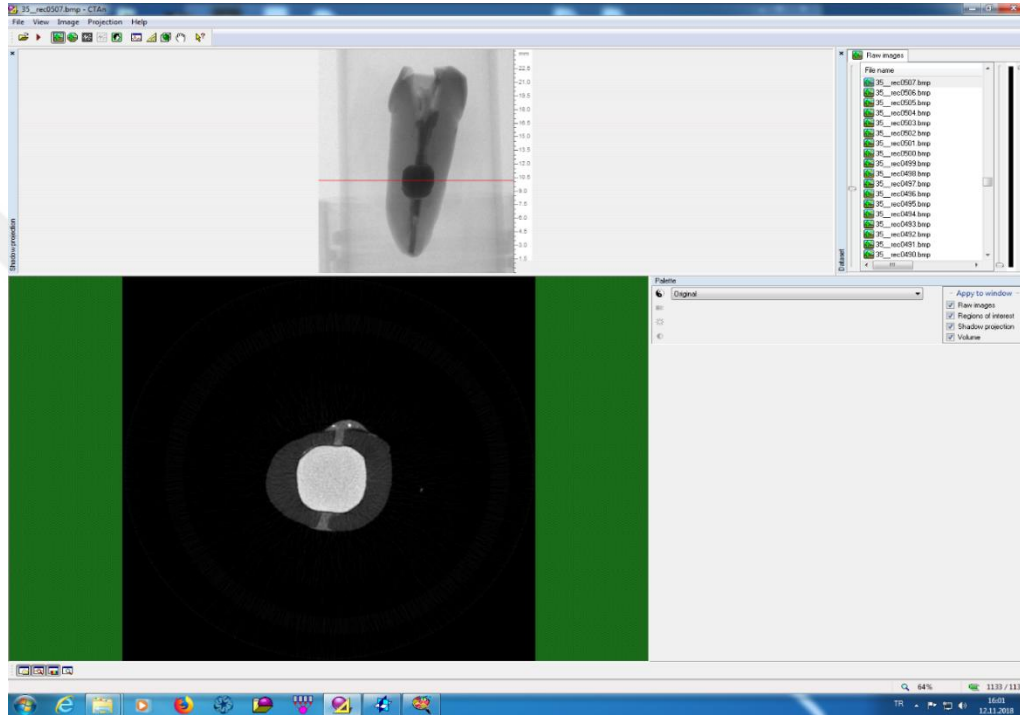
Şekil 17. Görüntülemeye önce örneğin döner platforma sabitlenmiş hali

Her bir örnekten 902 ayrı görüntü alınarak tam tarama elde edilmiştir (Şekil 18). Örneklerin taranmasında piksel boyutu 13,74 olarak ayarlanmıştır.



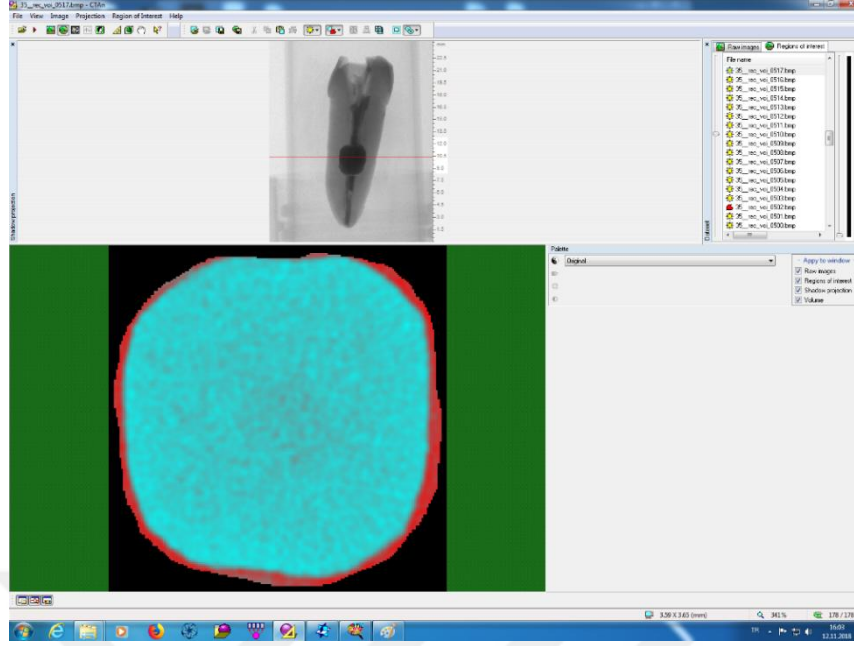
Şekil 18. Bir dişe ait örnek ham görüntüler

Nrecon yazılımı taramalar sonunda oluşan ham verinin işlenmesi sırasında kullanılmış ve örneklerin kesitler halinde incelenmesini sağlaması amacıyla kullanılmıştır. Bu işleme yapılandırma adı verilmektedir. Yapılandırma işleminden sonra CTAn yazılımı örneklerin morfolojik analizlerini gerçekleştirmek amacıyla kullanılmıştır (Şekil 19). Bu yazılım ile örnek üzerinde işlem yapılacak kısım belirlenmiş, seçilmiş ve gri skala yardımıyla işlemler ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.



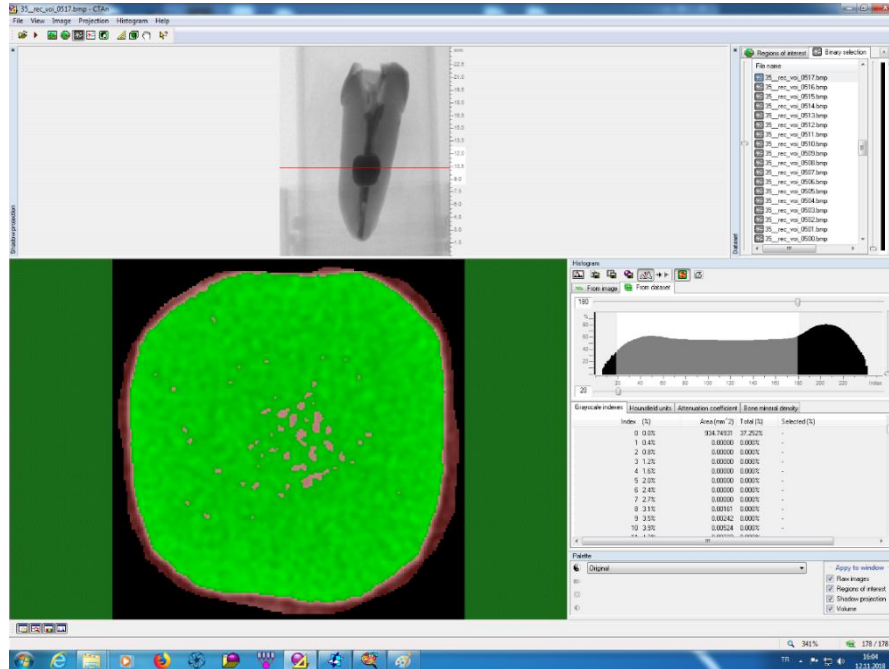
Şekil 19. Kesitlerin CTAn programına aktarılması

Hesap yapılacak alanı seçmek amacıyla ilgilenilen alan (Region of Interest) belirlenmiştir (Şekil 20). ROI iki ayrı şekilde belirlenmiştir. Birinci ROI'ler dolu kısmını içerecek şekilde belirlenmiş, ikinci kısım ise hem dolu hem de dolu ve dış arasında kalan boşluğu hesaplamak amacıyla belirlenmiştir. Bu amaçla yatay kesitte dolguyu tüm boydan kapsayacak şekilde İlgilenilen Hacim VOI (Volume of Interest) oluşturulmuştur.



Şekil 20. ROI'nin belirlenmesi

Analizler gri skala değerlerinin ayarlanması ile sağlanmıştır. Gri skala fotoğraf özelliği olan 8-bit fotoğrafların taşıdığı özellik gereği 0-255 arasındadır ve analizler bu değerlerin ayarlanmasıyla yapılmıştır (Şekil 21). Gri skala değerlerinin ayarlanmasıyla hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 21. Eşik değerin belirlenmesi

3.6. İstatistiksel Analiz

μ BT analizi sonucu elde edilen dış boşluk ve iç boşluk verileri IBM SPSS V23 programı kullanılarak analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelendi. Normal dağılmayan verilerin gruplar arasında karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanıldı. İkili karşılaştırmalarda Mann Whitney -U testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

Tüm gruplara ait dış ve iç boşluk ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerleri Tablo 1’de gösterilmektedir.

1. Dış Boşluk Yüzdelerinin Değerlendirilmesi

Gruplar dış boşluk yüzdeleri açısından karşılaştırıldıklarında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$). Dış boşluk ortalama değerleri çoktan aza doğru sırayla Total Fill BC, sıcak güta perka +Total Fill BC, MTA ve Biodentine olarak bulundu. Dış boşluk yüzdesi Total Fill BC grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek bulunurken ($p<0,05$), Biodentine grubunda diğer gruplara göre anlamlı derecede düşük bulundu ($p<0,05$). MTA ve sıcak güta perka+ Total Fill BC grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$).

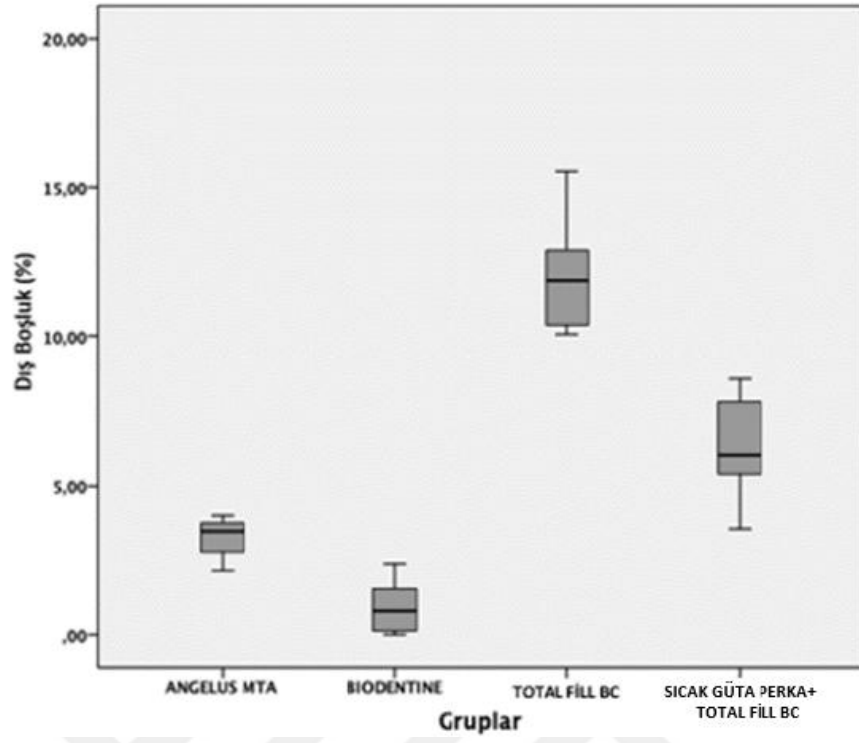
2. İç Boşluk Yüzdelerinin Değerlendirilmesi

Gruplar iç boşluk yüzdeleri açısından karşılaştırıldıklarında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu ($p<0,05$). İç boşluk ortalama değerleri çoktan aza doğru sırayla Total Fill BC, MTA, Biodentine ve sıcak güta perka +Total Fill BC olarak bulundu. Total Fill BC grubunda iç boşluk yüzdesi diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$). MTA ve sıcak güta perka +Total Fill BC grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunurken ($p<0,05$), Biodentine ve sıcak güta perka +Total Fill BC grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$). MTA ve Biodentine grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$).

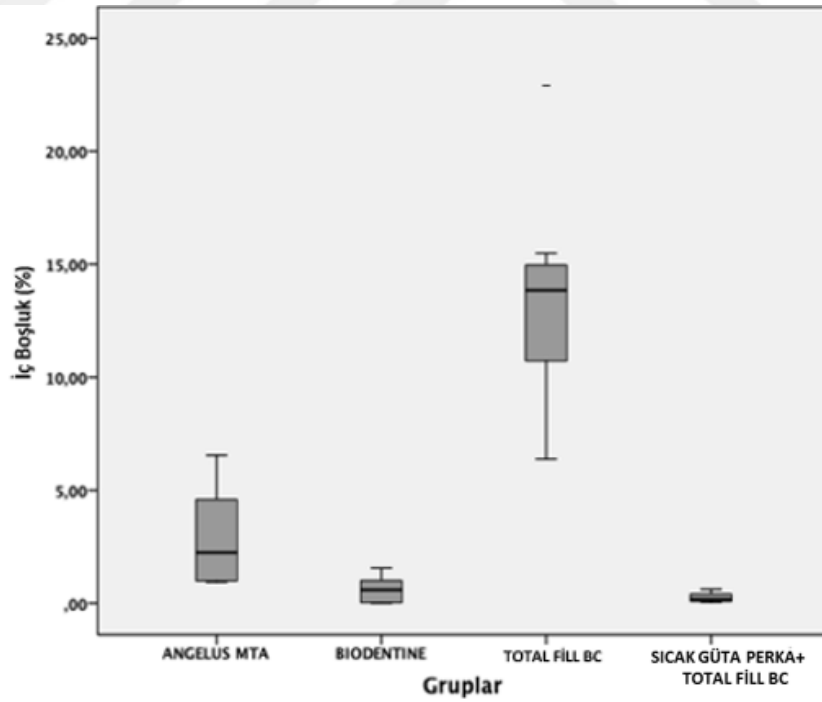
Tablo 1. Deney gruplarındaki dış ve iç boşlukların ortalama, standart sapma, ortanca, minimum ve maksimum değerleri (%)

Gruplar		Dış Boşluk	İç Boşluk
Angelus MTA	<i>Ort±SS</i>	3,27 ± 0,65 ^a	2,89 ± 2,17 ^a
	<i>Ortanca</i>	3,48	2,24
	<i>Min.-Maks</i>	2,15 – 4,01	0,95 – 6,55
Biodentine	<i>Ort±SS</i>	0,92 ± 0,86 ^b	0,60±0,58 ^b
	<i>Ortanca</i>	0,80	0,59
	<i>Min.- Maks</i>	0,00 – 2,38	0,01 - 1,56
Total Fill BC	<i>Ort±SS</i>	11,98 ± 1,87 ^c	13,55±4,86 ^c
	<i>Ortanca</i>	11,86	13,85
	<i>Min.-Maks</i>	10,05 – 15,54	6,38 - 22,91
Sıcak güta perka + Total Fill BC	<i>Ort±SS</i>	6,34±1,68 ^d	0,25 ± 0,21 ^b
	<i>Ortanca</i>	6,04	0,17
	<i>Min.-Maks</i>	3,55 - 8,62	0,06 – 0,62

* Farklı üst simge küçük harfler deney grupları arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir. Anlamlılık düzeyi p<0,05 kabul edildi.



Şekil 22. Gruplara ait dış boşluk değerlerinin kutu grafiği



Şekil 23. Gruplara ait iç boşluk değerlerinin kutu grafiği

5. TARTIŞMA

İç kök rezorpsiyonlu dişlerin kök kanal sisteminin ideal bir şekilde doldurulması sırasında hekimler zorluklarla karşılaşabilmektedir. İKR vakalarında kanal sistemi içindeki düzensizlikler kök kanal dolgu materyalinin homojen dağılımını ve dentin duvar adaptasyonunu etkilemektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda İKR'li dişlerin rezorpsiyon kavitelerinin çeşitli sıcak güta perka dolum teknikleriyle doldurulabileceği bildirilmiştir (5-7). Aynı zamanda İKR'li dişlerde rezorpsiyon kavitesinin apikalinde kalan kök kanalının güta-perka, rezorpsiyon kavitesinin ise kalsiyum silikat esaslı materyallerin beraber kullanıldığı hibrit tekniklerle doldurulabileceği de bildirilmektedir (214, 215). Literatürde klinikte karşılaşılan İKR'li dişlerin rezorpsiyon kavitelerinin doldurulmasında MTA (216, 217) ve Biodentine (218) gibi kalsiyum silikat içerikli materyallerin kullanıldığı görülmektedir. Fakat MTA gibi kullanım zorluğu, karıştırma sırasındaki katı kıvamı, kök kanalına taşıma ve yerleştirme zorluğu olan biyoseramik esaslı materyallerin İKR vakalarında düzensiz alana ne kadar adapte olup sızdırmaz bir dolum sağladığı sorusunu akıllara getirmektedir. Son yıllarda biyoseramik esaslı kök kanal dolgu patlarının güta perka kon kullanılmadan, tek başına kök kanal dolgu materyali (bulkfill tekniği) olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada Total Fill BC biyoseramik esaslı kanal dolgu patının rezorpsiyon kavitesine olan adaptasyonunun, MTA ve Biodentine ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Literatürde İKR'li dişlerin biyoseramik esaslı kanal dolgu patı ile bulkfill tekniği ile doldurulduktan sonra oluşan kanal dolgusunun kalitesini değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızda yapay olarak hazırlanmış İKR kaviteli dişlerin MTA, Biodentine, Total Fill BC kök kanala patı (bulkfill) ve sıcak güta perka yöntemleri ile doldurduktan sonra dolum kalitesinin μ BT kullanarak incelenmesi amaçlanmıştır. Obtürasyonun kalitesi, materyalin tıkama etkinliğini gösteren rezorpsiyon kavitesinin duvarları ile kullanılan materyaller arası boşluk yüzdesi ve materyallerin kendi içindeki iç boşluk yüzdesi olmak üzere ayrı ayrı hesaplanarak değerlendirilmiştir (219, 220).

Çalışmamızda İKR kaviteleri, iç kök rezorpsiyon vakalarının en sık görüldüğü bildirilen üst çene 1. keser dişlerin köklerinde oluşturulmuştur (221). İKR

kaviteleri kök kanal şekillendirme işlemleri tamamlanmış, ikiye ayrılmış kök yüzeylerinde daha önceki çalışmalarda gösterildiği gibi elmas rond frezler kullanılarak hazırlanmıştır (7, 222). Elmas rond frezlerle oluşturulan kaviteLER düzgün sınırlı yuvarlak şekilli iken, klinik olarak görülen İKR vakalarında rezorpsiyon bölgesindeki dentin düzensiz yüzey özelliği sergilemektedir. Bu nedenle elmas rond frezlerle oluşturulmuş rezorpsiyon kaviteLERi klinik koşulları tam olarak taklit etmemektedir. Fakat oluşturulan bu standart kaviteLER materyallerin karşılaştırılabilmesini mümkün hale getirmektedir. Rezorpsiyon kaviteLERinin düzensiz yüzey özelliklerini taklit etmek için Silva ve ark. (223) yeni bir yöntem geliştirmişler, kaviteLERi oluşturmak için asit demineralizasyonunu kullanmışlardır. Asit demineralizasyonla standart rezorpsiyon kaviteLERi oluşturmak zor olduğundan, çalışmanın güvenilirliği ve aynı koşullarda tekrarlanabilirliği zarar görebilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada standart rezorpsiyon kaviteLERini oluşturabilmek için elmas rond frez kullanılmıştır (222, 224). Gençoğlu ve ark. (6) ile Keleş ve ark.nın (7) yapay olarak oluşturulmuş İKR kaviteli dişlerin farklı güta perka dolum teknikleriyle yaptıkları kök kanal dolgularının kalitesini inceledikleri çalışmalarda, rezorpsiyon kaviteLERini dişlerin köklerini horizontal olarak iki parçaya ayırdıktan sonra elmas rond frezlerle oluşturulmuş ardından iki kök parçası orijinal konumunda tekrar bir araya getirilmiştir. Bu yöntemlerden farklı olarak perfore olmuş iç kök rezorpsiyon kaviteLERi oluşturmak için Aktemur Türker ve ark. (225) ile Küçükçkaya Eren ve ark. (226) yaptıkları çalışmalarda dişleri bir separe yardımıyla iki ayrı parçaya ayırmadan, sadece kökün dış yüzeyinden elmas rond frez ile kavite açarak perfore İKR kaviteli dişler oluşturmuşlardır. Bu çalışmada dişler meziodistal olarak iki parçaya bölünerek rezorpsiyon kaviteLERi oluşturulmuştur. İki diş parçası tekrar yapıştırılırken kanal sınırlarının sızdırmaz bir şekilde geri birleştirilmesi her zaman mümkün olamayabilmektedir. Yapılmış bazı çalışmalar ısı ile yumuşatılmış güta perkanın ve irrigasyon solüsyonlarının kanalın sınırlarından taşabildiğini göstermiştir (227, 228). Bu durumu önleyebilmek için bu çalışmada dişlerin ikiye ayrılması sırasında elmas separenin kök kanalının sınırlarına dokunmamasına, olukların sadece kök yüzeylerinde açılmasına dikkat edilmiştir. Diş parçaları önce siyanoakrilat ile yapıştırılmış, sonrasında arada kalan boşluklar akışkan kompozit ile sızdırmaz şekilde kapatılmıştır. Bu işlem yapılırken kök kanalına herhangi bir sızmanın

olmaması için kök kanalına gütta perka konu yerleştirilmiştir. Buna ek olarak yapılan her kök kanal dolumundan sonra radyografik kontroller yapılmış, kök kanal materyalinin diş parçaları arasına sızdığı tespit edilen örnekler çalışmadan çıkarılmıştır. Genel olarak bu yöntemle tekrarlanabilir *in vitro* değerlendirme yapabilmesi, uygulamaların doğrudan kıyaslanabilmesi ve kök morfolojisindeki varyasyonların elimine edilmesi gibi olumlu özellikleri olmasına rağmen tam olarak klinik şartları taklit edemeyişi bu çalışmanın bir limitasyonudur.

Literatür incelendiğinde yapay olarak oluşturulmuş İKR kaviteli dişlerin farklı gütta perka dolum teknikleriyle yapılmış kanal dolgusunun kalitesini inceleyen çeşitli çalışmalar olduğu görülmektedir (5-8). Yapılan bu çalışmalarda dolum kalitesini incelemek için SEM, konvansiyonel radyograflar (5), görüntü analiz programları (6), bölünmüş diş yöntemleri (196) ve μ BT (7) kullanılmıştır. μ BT haricindeki değerlendirme yöntemlerinin iki boyutlu görüntülerin analizine dayanması ve 3 boyutlu detaylı değerlendirmeye imkan vermemesi, incelenecek örneklerin hazırlık aşamalarında örneklerde bozulmaya yol açabilmeleri gibi olumsuz özellikleri mevcuttur (229). μ BT, incelenen dişlere zarar vermeyen ve diş dokularının yüksek çözünürlükte 3 boyutlu görüntülerinin elde edildiği bir ileri görüntüleme tekniğidir (230). Bu yöntemde İKR kaviteli dişlerin kök kanal dolgusunun kalitesi diğer değerlendirme tekniklerine göre çok daha detaylı değerlendirilmektedir. Bu teknik, farklı dokuların radyodensitesindeki farklılıklardan yararlanarak, kanal dolgu materyali ve boşlukların hacimlerini ve birbirleriyle olan ilişkisini değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (7). Bu çalışmada farklı biyoseramik esaslı materyaller ile yapılmış kök kanal dolgularının kalitesi μ BT kullanılarak incelenmiştir.

Klinikte karşılaşılan İKR vakalarında, kök kanal dolgusu tamamlanmadan önce, rezorpsiyon kavitesinde odontoklastik aktiviteyi durdurmak, bazik bir ortam oluşturabilmek ve granülasyon dokusunun uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için kalsiyum hidroksit kanal içi medikament olarak kullanılmaktadır. Bu *in vitro* çalışmada kalsiyum hidroksiti tüm örneklerden eşit miktarda uzaklaştırmak mümkün olmayacağı için, rezidüel olarak kalan kalsiyum hidroksit artıklarının yapılacak kök kanal dolgusunun ilgili bölgelerdeki adaptasyonunu etkileyebileceği düşünülerek,

kök kanal dolgusundan önce kalsiyum hidroksit rezorpsiyon kavitelerine konulmamıştır.

Toz ve likiti karıştırılarak kullanılan, hidrofilik partiküllerden oluşan MTA, nem varlığında sertleşebilen, radyoopasitesi olan, antimikrobiyal özellikler gösteren, biyouyumlu ve sızdırmazlık özelliği yüksek bir materyaldir (231, 232). Bu üstün özelliklerine rağmen, toz ve likiti karıştırıldığında çamur kıvamını alan MTA, ortograd olarak kök kanalında kullanılması zor bir materyal olarak görülmektedir (220). Çalışmamızın sonuçlarına göre MTA grubunun Biodentine grubuna göre anlamlı derecede yüksek, Total Fill BC ve sıcak güta perka +Total Fill BC grubuna göre düşük dış boşluk yüzdesine sahip olduğu görüldü. Rezorpsiyon kavitesinin duvarları ile dolum materyali arasında kalan boşluklar literatürde materyalin tıkama yeteneği olarak da ifade edilmektedir. Literatürde MTA (219, 220, 233) ve Biodentine'in (226, 234) tıkama yeteneğinin μ BT ile değerlendirildiği çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Fakat Biodentine ve MTA'nın birlikte karşılaştırıldığı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (226, 234). Biocanin ve ark. (234) yaptıkları çalışmada Biodentine'nin MTA'ya göre daha az marjinal boşluk oluşturma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Küçükkaya Eren ve ark.ları (226) perforeli yapay iç kök rezorpsiyon kaviteli dişlerde MTA ve Biodentine'in obturasyon kalitesini μ BT ile karşılaştırdıkları çalışmalarında boşluk açısından iki biyoseramik esaslı materyal arasında fark olmadığını göstermişlerdir.

İç boşluk yüzdeleri karşılaştırıldığında ise MTA'nın iç boşluk yüzdesinin Biodentine'den anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir. MTA'nın karıştırılırken yüksek su/toz oranına sahip olması yapılan kök kanal dolgularında iç boşluk miktarını arttırdığı yapılan bir çalışmada bildirilmiştir (235). Bu çalışmada üretici firmanın talimatları doğrultusunda MTA 1:3 su/toz oranıyla hassas terazide ölçüm yapılarak elle karıştırılmıştır. Biodentine ise kapsülü içerisine 5 damla likitinden ilave edildikten sonra 30 sn süreyle amalgamatörde karıştırılmıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda mekanik yolla karıştırılan materyallerin manipülasyonunun ve fiziksel özelliklerinin elle yapılan karıştırma yöntemlerine göre daha tutarlı ve standart olabileceğini bildirilmiştir (219). Bu nedenle Biodentine'in iç ve dış boşluk miktarlarının, MTA'ya kıyasla daha düşük olmasının bir sebebinin bu

karıştırma yöntemlerinin farklılığından kaynaklanıyor olabileceğini düşünmektedir. Yapılan çalışmalarda mekanik olarak karıştırılan materyallerin, elle karıştırılan materyallere oranla standart ve daha optimal kıvamda olduğunu ve manipülasyonlarının daha kolay olduğu gösterilmiştir (236, 237).

Biodentine'in düşük boşluk yüzdelerine sahip olmasının diğer bir nedeninin MTA ile benzer içeriklere sahip olmalarına rağmen yapılarındaki bir takım farklılıklardan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. Materyallerin içeriklerindeki farklılıkların sertleşme mekanizmasını, biyoaktivitesini ve yüzeylerarası ilişkisini direkt olarak etkilediği yapılan bir çalışmada gösterilmiştir (238). Biodentine tozunda trikalsiyum silikat, kalsiyum karbonat, zirkonyum oksit; likitinde ise kalsiyum klorit ve su içerirken, MTA trikalsiyum silikat, dikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat, trikalsiyum oksit ve bizmut oksit içermektedir. Biodentine son zamanlarda ticari olarak satışa sunulan, dentine çok yakın özellikleriyle dentin yerini alan madde olarak tanımlanan biyoaktif kalsiyum silikat içerikli bir materyaldir (220). Biyolojik olarak aktif olan Biodentine, dentin tübüllerine girerek mikromekanik kilitlenme yaparak bağlantı sağlamaktadır. MTA'dan fiziksel olarak geliştirilmiş üstün fiziksel özelliklere ve daha iyi kıvama sahip olmasıyla üstün olduğu ileri sürülmüştür (239). Biodentine'nin dış boşluk ve iç boşluk yüzdelerinin MTA'dan düşük olmasının materyalin bu fiziksel üstün özellikleri nedeniyle olduğu görüşündeyiz.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre MTA'nın, sıcak güta perka+ Total Fill BC grubuna göre daha az dış boşluk ve daha fazla iç boşluk yüzdesine sahip olduğu görüldü. MTA'nın daha fazla iç boşluk yüzdesine sahip olması MTA'nın katı kıvamı nedeniyle rezorpiyon kavitesindeki manipülasyon zorluğundan ve yeterli bir kondenzasyon sağlanamadığından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda MTA'nın toz ve likiti elle karıştırılıp rezorpiyon kavitesine konulduktan sonra elle kondanse edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda MTA'nın ultrasonik gibi cihazlarla mekanik olarak kondanse edildiği durumlarda daha iyi fiziksel özellikler gösterdiği bildirilmiştir (240, 241).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre sıcak güta perka+ Total Fill BC grubunun dış boşluk yüzdesinin MTA ve Biodentine gruplarına göre daha yüksek olmasının nedeninin sıcak güta perkada sertleşme sırasında meydana gelen büzülmeden

kaynaklandığı düşünülmektedir. Jho ve ark. (242) ile Keleş ve ark.nın (243) MTA ve güta perka ile yaptıkları kanal dolularının kalitesini μ BT ile inceledikleri çalışmalarda, bu çalışmadaki sonuçlarla benzer sonuçlar göstermiş olup, güta perka ile yapılan kök kanal dolgularında daha az iç boşluk içerdiğini bildirmişlerdir.

Güta perka kök kanal dolgu materyali olarak yüz yılı aşkın süredir kullanılmaktadır (244). Bugüne kadar İKR'li dişlerin kök kanal dolguları çeşitli güta perka dolum teknikleriyle yapılmış, İKR defektinin kavitesindeki kök kanal dolgusundaki boşluklar, pat ve güta perka yüzdeleri değerlendirilmiştir (6, 196, 227). Gençoğlu ve ark. (6) ile Keleş ve ark. (7) yapay olarak oluşturdukları İKR kaviteli dişlerde farklı güta perka dolgu teknikleriyle yaptıkları kök kanal dolgusunun kalitesini değerlendirdikleri çalışmalarda sıcak güta perka dolgu yöntemlerinin soğuk güta perka yöntemlerine göre daha üstün olduğunu bildirmişlerdir. Goldberg ve ark. (5) İKR defektli dişlerde farklı güta perka dolgu yöntemleriyle yapılmış dolguların kalitesini incelemiş ve termoplastik enjeksiyon yönteminin diğer yöntemlerden daha üstün nitelikte kök kanal dolgusu sağladığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada DiaGun (Diadent, Burnaby, BC, Canada) cihazıyla 200°C'de ısıtılarak eritilen güta perka termoplastik enjeksiyon yöntemiyle Total Fill BC kanal dolgu patı ile birlikte kullanılarak rezorpsiyon kavitesinin dolumu yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre sıcak güta perka+ Total Fill BC grubunda dış boşluk yüzdesi MTA ve Biodentine gruplarına göre yüksek bulunmuştur. Bu durum ısıtılmış güta perkanın soğurken kendi merkezine doğru kontraksiyon büzülmesi göstermesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Lottanti ve ark.nın (245) yapmış olduğu bir çalışmada sıcak güta perkanın soğuyarak donması sırasında meydana gelen büzülmenin kondenzasyon ile kompanse edilebileceği bildirilmiştir. Bu çalışmada İKR kavitesinin yuvarlak şeklinden dolayı, sıcak güta perkanın plugger ile tam olarak duvarlara kondenzasyonu sağlanamamış, bundan dolayı meydana gelen büzülmenin önüne geçilememiş olabileceği düşünülmektedir. Yüksek oranda görülen dış boşluğun bu nedenle meydana geldiği görüşündeyiz.

Total Fill BC kök kanal patı, yüksek radyoopasitesi olan, hidrofilik özellikte, dentinle kimyasal bağlantı kuran kalsiyum silikat içerikli bir kök kanal patıdır (246). Dentin tübüllerine penetre olabilen çok küçük partikül boyutuna sahiptir (247). Kök

kanal patlarının dentin yüzeyine bağlanabilmesi özelliklerinin gelişmesiyle kor materyali kullanılmadan sadece kök kanal patı ile monoblok yapının oluşturularak daha yüksek kalitede kök kanal dolguları elde etmek gündeme gelmiştir (194). Nagaş ve ark.nın (195) yaptığı bir çalışmada kalsiyum silikat içerikli kök kanal patları ile kor materyali kullanmadan bulkfill olarak yapılan kök kanal dolgularının bağlantı dayanımlarının geleneksel yöntemlerle yapılan kök kanal dolgularınkinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada İKR kavitesi kor materyali olmadan sadece Total Fill BC kök kanal patı ile doldurulmuştur. Çalışmamızın sonuçlarına göre Total Fill BC grubu diğer gruplara göre anlamlı derece yüksek dış ve iç boşluk yüzdesine sahip olduğu görülmüştür. Bunun nedenlerinden birinin, klinik uygulaması sırasında gözlemlenen, Total Fill BC kök kanal patının kendi enjektörü ile dolum yapılırken enjektörün yukarı doğru çekilmesiyle dolgunun içerisine hava kabarcıkları olabileceği düşünülmektedir. Literatürde Total Fill BC kanal dolgu patının tıkama yeteneğinin bulkfill formda ve kalsiyum silikat esaslı materyallerle karşılaştırıldığı mevcut bir çalışma bulunmamaktadır. Huang Y ve ark.larının (248) μ BT kullanarak kök kanalındaki boşlukları değerlendirdikleri bir çalışmada tek kon tekniği ile kullanılan Total Fill BC patının rezin esaslı kök kanal dolgu patıyla benzer boşluk oranına sahip olduğu gösterilmiştir. Çalışmamızda Total Fill BC kanal dolgu patının bulkfill formda kullanıldığı grupta görülen boşluk yüzdesi, bu patın termoplastik enjeksiyon yöntemi ile birlikte kullanıldığı gruba göre oldukça yüksek çıkmıştır. Bu sonucun termoplastik enjeksiyon yöntemi uygulanırken güta perkanın parçalar halinde kök kanalına enjekte edilip el pluggeri ile vertikal olarak kondense edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu *in vitro* çalışmanın limitasyonları dahilinde MTA, Biodentine, Total Fill BC kanal dolgu patı ve sıcak güta perka teknikleri ile doldurulan iç kök rezorpsiyon kavitelerinin dolum kalitesi değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre kullanılan hiçbir materyalin rezorpsiyon kavitesinde boşluksuz tam bir tıkama sağlamadığı görülmüştür.

6. SONUÇLAR

1. Total Fill BC kök kanal dolgu patının bulkfill formda kullanımında diğer gruplara göre en yüksek dış boşluk ve iç boşluk yüzdesine sahip olduğu bulunmuştur.

2. MTA'nın Biodentine'e göre daha yüksek dış ve iç boşluk yüzdesine sahip olduğu bulunmuştur.

3. Biodentine ile doldurulmuş rezorpsiyon kavite kalitesinin diğer biyoseramik esaslı materyallere oranla daha iyi olduğu görülmüştür.

4. Termoplastik enjeksiyon yöntemiyle uygulanan sıcak güta perka tekniğinde dış boşluk yüzdesi MTA ve Biodentine'e göre yüksek bulunmuştur.

5. Rezorpsiyon kavitesindeki obturasyon kalitesinin değerlendirilmesinde farklı biyoseramik esaslı materyallerin ve farklı kondenzasyon yöntemlerinin kullanıldığı ilave çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Patel S, Ford TP. Is the resorption external or internal? *Dent Update*. 2007;34(4):218-20, 22, 24-6, 29.
2. Bille ML, Kvetny MJ, Kjaer I. A possible association between early apical resorption of primary teeth and ectodermal characteristics of the permanent dentition. *Eur J Orthod*. 2008;30(4):346-51.
3. Haapasalo M, Endal U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endod Topics*. 2006;14(1):60-79.
4. Çalışkan, M. K. Diş rezorpsiyonları. *Endodontide Tanı ve Tedaviler*, Ed; Çalışkan MK, İkinci Baskı baskı, Nobel Yayınevi, İstanbul, Türkiye, 2006. S.185
5. Goldberg F, Massone EJ, Esmoris M, Alfie D. Comparison of different techniques for obturating experimental internal resorptive cavities. *Endod Dent Traumatol*. 2000;16(3):116-21.
6. Gencoglu N, Yildirim T, Garip Y, Karagenc B, Yilmaz H. Effectiveness of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities. *Int Endod J*. 2008;41(10):836-42.
7. Keles A, Ahmetoglu F, Uzun I. Quality of different gutta-percha techniques when filling experimental internal resorptive cavities: a micro-computed tomography study. *Aust Endod J*. 2014;40(3):131-5.
8. Mohammad Y, Alafif H, Hajeer MY, Yassin O. An Evaluation of GuttaFlow2 in Filling Artificial Internal Resorption Cavities: An in vitro Study. *J Contemp Dent Pract*. 2016;17(6):445-50.
9. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod*. 2010;36(1):16-27.
10. Priyalakshmi S, Ranjan M. Review on Biodentine-a bioactive dentin substitute. *J Dent Med Sci*. 2014;13(1):51-7.
11. American Association of Endodontists, “Glossary of endodontic terms,” 2012, <http://www.aae.org/glossary/>.
12. Ne RF, Witherspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int*. 1999;30(1):9-25.

13. Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. Internal root resorption: a review. *J Endod.* 2010;36(7):1107-21.
14. Takeda S, Karsenty G. Central control of bone formation. *J Bone Miner Metab.* 2001;19(3):195-8.
15. Watts A, Paterson RC. Cellular responses in the dental pulp: a review. *Int Endod J.* 1981;14(1):10-9.
16. Mjor IA, Dahl E, Cox CF. Healing of pulp exposures: an ultrastructural study. *J Oral Pathol Med.* 1991;20(10):496-501.
17. Cox CF, Bergenholtz G. Healing sequence in capped inflamed dental pulps of Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Int Endod J.* 1986;19(3):113-20.
18. Locker FG. Hormonal regulation of calcium homeostasis. *Nurs Clin North Am.* 1996;31(4):797-803.
19. Kanzawa M, Sugimoto T, Kobayashi T, Kobayashi A, Chihara K. Association between parathyroid hormone (PTH)/PTH-related peptide receptor gene polymorphism and the extent of bone mass reduction in primary hyperparathyroidism. *Horm Metab Res.* 2000;32(9):355-8.
20. Philbrick WM, Dreyer BE, Nakchbandi IA, Karaplis AC. Parathyroid hormone-related protein is required for tooth eruption. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1998;95(20):11846-51.
21. Eronat C, Eronat N, Aktug M. Histological investigation of physiologically resorbing primary teeth using Ag-NOR staining method. *Int J Paediatr Dent.* 2002;12(3):207-14.
22. Andreasen JO, Hjorting-Hansen E. Replantation of teeth. I. Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand.* 1966;24(3):263-86.
23. Laux M, Abbott PV, Pajarola G, Nair PN. Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment. *Int Endod J.* 2000;33(6):483-93.
24. Andreasen FM, Pedersen BV. Prognosis of luxated permanent teeth--the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(6):207-20.
25. Crona-Larsson G, Bjarnason S, Noren JG. Effect of luxation injuries on permanent teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7(5):199-206.

26. Andreasen JO, Borum MK, Andreasen FM. Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 3. Factors related to root growth. *Endod Dent Traumatol.* 1995;11(2):69-75.
27. Dumsha T, Hovland EJ. Evaluation of long-term calcium hydroxide treatment in avulsed teeth--an in vivo study. *Int Endod J.* 1995;28(1):7-11.
28. Cvek M: Endodontic management and the use of calcium hydroxide in traumatized permanent teeth. In Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L, editors: *Textbook and colour atlas of traumatic injuries to the teeth*, ed 4, Oxford, 2007, Blackwell Munksgaard.
29. Andreasen FM, Sewerin I, Mandel U, Andreasen JO. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Endod Dent Traumatol.* 1987;3(1):21-7.
30. Cohenca N, Simon JH, Mathur A, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 2: root resorption. *Dent Traumatol.* 2007;23(2):105-13.
31. Wedenberg C, Yumita S. Evidence for an inhibitor of osteoclast attachment in dentinal matrix. *Endod Dent Traumatol.* 1990;6(6):255-9.
32. Andreasen JO, Andreasen FM. Root resorption following traumatic dental injuries. *Proc Finn Dent Soc.* 1992;88 Suppl 1:95-114.
33. Ehnevid H, Lindskog S, Jansson L, Blomlof L. Tissue formation on cementum surfaces in vivo. *Swed Dent J.* 1993;17(1-2):1-8.
34. Andreasen JO. Relationship between surface and inflammatory resorption and changes in the pulp after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod.* 1981;7(7):294-301.
35. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *Eur J Orthod.* 1988;10(1):30-8.
36. Yamaoka M, Furusawa K, Ikeda M, Hasegawa T. Root resorption of mandibular second molar teeth associated with the presence of the third molars. *Aust Dent J.* 1999;44(2):112-6.
37. Swei Y, Taguchi A, Nagasaki T, Tanimoto K. Radiographic findings and prognosis of simple bone cysts of the jaws. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010;39(2):65-71.

38. Li B, Long X, Wang S, Cheng Y, Chen X. Clinical and radiologic features of desmoplastic ameloblastoma. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(8):2173-85.
39. Andreasen JO. Luxation of permanent teeth due to trauma. A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. *Scand J Dent Res.* 1970;78(3):273-86.
40. Heithersay, G. S. Invasive cervical resorption. *Endod Topics,* 2004;7(1), 73-92.
41. Makkes PC, Thoden van Velzen SK. Cervical external root resorption. *J Dent.* 1975;3(5):217-22.
42. Majorana A, Bardellini E, Conti G, Keller E, Pasini S. Root resorption in dental trauma: 45 cases followed for 5 years. *Dent Traumatol.* 2003;19(5):262-5.
43. Andreasen JO. External root resorption: its implication in dental traumatology, paedodontics, periodontics, orthodontics and endodontics. *Int Endod J.* 1985;18(2):109-18.
44. Hammarstrom L, Blomlof L, Lindskog S. Dynamics of dentoalveolar ankylosis and associated root resorption. *Endod Dent Traumatol.* 1989;5(4):163-75.
45. Hammarstrom L, Pierce A, Blomlof L, Feiglin B, Lindskog S. Tooth avulsion and replantation--a review. *Endod Dent Traumatol.* 1986;2(1):1-8.
46. Andreasen JO. Analysis of pathogenesis and topography of replacement root resorption (ankylosis) after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J.* 1980;4(6):231-40.
47. Andreasen JO. Periodontal healing after replantation of traumatically avulsed human teeth: Assessment by mobility testing and radiography. *Acta Odontologica Scandinavica.* 1975;33(6):325-35.
48. Andersson L, Bodin I, Sörensen S. (). Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Dent Traumatol.* 1989;5(1):38-47.
49. Andreasen JO, Hjorting-Hansen E. Replantation of teeth. II. Histological study of 22 replanted anterior teeth in humans. *Acta Odontol Scand.* 1966;24(3):287-306.
50. Andreasen JO. A time-related study of periodontal healing and root resorption activity after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J.* 1980;4(3):101-10.

51. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, ve ark. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol.* 2007;23(2):66-71.
52. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, ve ark. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod.* 2009;35(11):1491-7.
53. Goldberg F, De Silvio A, Dreyer C. Radiographic assessment of simulated external root resorption cavities in maxillary incisors. *Endod Dent Traumatol.* 1998;14(3):133-6.
54. Borg E, Kallqvist A, Grondahl K, Grondahl HG. Film and digital radiography for detection of simulated root resorption cavities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998;86(1):110-4.
55. Kamburoglu K, Tsesis I, Kfir A, Kaffe I. Diagnosis of artificially induced external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, and PSP: an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(6):885-91.
56. D'addazio P, Campos C, Özcan M, Teixeira H, Passoni R, Carvalho AJ. A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *Int Endod J.* 2011;44(3):218-24.
57. Vaz de Souza D, Schirru E, Mannocci F, Foschi F, Patel S. External Cervical Resorption: A Comparison of the Diagnostic Efficacy Using 2 Different Cone-beam Computed Tomographic Units and Periapical Radiographs. *J Endod.* 2017;43(1):121-5.
58. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, ve ark. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol.* 2007;23(3):130-6.
59. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol.* 2002;18(3):134-7.

60. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol.* 1992;8(2):45-55.
61. Neuvald L, Consolaro A. Cementoenamel junction: microscopic analysis and external cervical resorption. *J Endod.* 2000;26(9):503-8.
62. Heithersay GS. Invasive cervical resorption: an analysis of potential predisposing factors. *Quintessence Int.* 1999;30(2):83-95.
63. Fuss Z, Tsesis I, Lin SJ. Root resorption—diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol.* 2003;19(4):175-82.
64. Rabinowitch BZ. Internal resorption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;33(2):263-82.
65. Patel S, Kanagasingam S, Pitt Ford T. External cervical resorption: a review. *J Endod.* 2009;35(5):616-25.
66. Gelman RA. External (cervical) root resorption. A case report. *J N J Dent Assoc.* 1984;55(1):57-8.
67. Casey LJ, Schindler WG, Murata SM, Burgess JO. The use of dentinal etching with endodontic bleaching procedures. *J Endod.* 1989;15(11):535-8.
68. Friedman S. Surgical-restorative treatment of bleaching-related external root resorption. *Endod Dent Traumatol.* 1989;5(1):63-7.
69. Caliskan MK, Turkun M, Gomel M. Surgical extrusion of crown-root-fractured teeth: a clinical review. *Int Endod J.* 1999;32(2):146-51.
70. Thomas P, Krishna Pillai R, Pushparajan Ramakrishnan B, Palani J. An insight into internal resorption. *ISRN Dent.* 2014;2014:759326.
71. Mummery F. J. H. The pathology of "pinkspots" on teeth. *Br Dent J.* 1920;41:7-12.
72. Lyroudia KM, Dourou VI, Pantelidou OC, Labrianidis T, Pitas IK. Internal root resorption studied by radiography, stereomicroscope, scanning electron microscope and computerized 3D reconstructive method. *Dent Traumatol.* 2002;18(3):148-52.
73. Caliskan MK, Turkun M. Prognosis of permanent teeth with internal resorption: a clinical review. *Endod Dent Traumatol.* 1997;13(2):75-81.

74. Goultschin J, Nitzan D, Azaz B. Root resorption. Review and discussion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982;54(5):586-90.
75. Ahlberg K, Bystedt H, Eliasson S, Odenrick L. Long-term evaluation of autotransplanted maxillary canines with completed root formation. *Acta Odontol Scand.* 1983;41(1):23-31.
76. Cabrini RL, Manfredi EE. Internal resorption of dentine; histopathologic control of eight cases after pulp amputation and capping with calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1957;10(1):90-6.
77. Holmes JP, Gulabivala K, van der Stelt PF. Detection of simulated internal tooth resorption using conventional radiography and subtraction imaging. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001;30(5):249-54.
78. Wedenberg C, Lindskog S. Evidence for a resorption inhibitor in dentin. *Scand J Dent Res.* 1987;95(3):205-11.
79. S. Seltzer and I. Bender's *The Dental Pulp*, J. B. Lippincott, Philadelphia, Pa, USA, 2nd edition, 2012, pp.197.
80. Urban D, Mincik J. Monozygotic twins with idiopathic internal root resorption: A case report. *Aust Endod J.* 2010;36(2):79-82.
81. Udagawa N, Takahashi N, Akatsu T, Tanaka H, Sasaki T, Nishihara T, et al. Origin of osteoclasts: mature monocytes and macrophages are capable of differentiating into osteoclasts under a suitable microenvironment prepared by bone marrow-derived stromal cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1990;87(18):7260-4.
82. Takahashi N, Ejiri S, Yanagisawa S, Ozawa H. Regulation of osteoclast polarization. *Odontology.* 2007;95(1):1-9.
83. Saltel F, Chabadel A, Bonnelye E, Jurdic P. Actin cytoskeletal organisation in osteoclasts: a model to decipher transmigration and matrix degradation. *Eur J Cell Biol.* 2008;87(8-9):459-68.
84. Pierce AM. Experimental basis for the management of dental resorption. *Endod Dent Traumatol.* 1989;5(6):255-65.
85. Silver IA, Murrills RJ, Etherington DJ. Microelectrode studies on the acid microenvironment beneath adherent macrophages and osteoclasts. *Exp Cell Res.* 1988;175(2):266-76.

86. Furseth R. The resorption processes of human deciduous teeth studied by light microscopy, microradiography and electron microscopy. *Arch Oral Biol.* 1968;13(4):417-31.
87. Lindskog S, Blomlof L, Hammarstrom L. Repair of periodontal tissues in vivo and in vitro. *J Clin Periodontol.* 1983;10(2):188-205.
88. Nilsen R, Magnusson BC. Enzyme histochemistry of induced heterotropic bone formation in guinea-pigs. *Arch Oral Biol.* 1979;24(10-11):833-41.
89. Speziani C, Rivollier A, Gallois A, Coury F, Mazzorana M, Azocar O, ve ark. Murine dendritic cell transdifferentiation into osteoclasts is differentially regulated by innate and adaptive cytokines. *Eur J Immunol.* 2007;37(3):747-57.
90. Gallois A, Lachuer J, Yvert G, Wierinckx A, Brunet F, Roubourdin-Combe C, ve ark. Genome-wide expression analyses establish dendritic cells as a new osteoclast precursor able to generate bone-resorbing cells more efficiently than monocytes. *J Bone Miner Res.* 2010;25(3):661-72.
91. Tyrovolas JB, Spyropoulos MN, Makou M, Perrea D. Root resorption and the OPG/RANKL/RANK system: a mini review. *J Oral Sci.* 2008;50(4):367-76.
92. Wada N, Maeda H, Tanabe K, Tsuda E, Yano K, Nakamuta H, ve ark. Periodontal ligament cells secrete the factor that inhibits osteoclastic differentiation and function: the factor is osteoprotegerin/osteoclastogenesis inhibitory factor. *J Periodontal Res.* 2001;36(1):56-63.
93. Uchiyama M, Nakamichi Y, Nakamura M, Kinugawa S, Yamada H, Udagawa N, ve ark. Dental pulp and periodontal ligament cells support osteoclastic differentiation. *J Dent Res.* 2009;88(7):609-14.
94. Trope M. Root resorption of dental and traumatic origin: classification based on etiology. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1998;10(4):515-22.
95. Schaffner P, Dard MM. Structure and function of RGD peptides involved in bone biology. *Cell Mol Life Sci.* 2003;60(1):119-32.
96. Ishijima M, Rittling SR, Yamashita T, Tsuji K, Kurosawa H, Nifuji A, ve ark. Enhancement of osteoclastic bone resorption and suppression of osteoblastic bone formation in response to reduced mechanical stress do not occur in the absence of osteopontin. *J Exp Med.* 2001;193(3):399-404.

97. Chung CJ, Soma K, Rittling SR, Denhardt DT, Hayata T, Nakashima K, ve ark. OPN deficiency suppresses appearance of odontoclastic cells and resorption of the tooth root induced by experimental force application. *J Cell Physiol.* 2008;214(3):614-20.
98. Wedenberg C, Lindskog S. Experimental internal resorption in monkey teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(6):221-7.
99. Walton RE, Leonard LA. Cracked tooth: an etiology for "idiopathic" internal resorption? *J Endod.* 1986;12(4):167-9.
100. Wedenberg C, Zetterqvist L. Internal resorption in human teeth--a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study. *J Endod.* 1987;13(6):255-9.
101. Tronstad L. Root resorption--etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol.* 1988;4(6):241-52.
102. L. Levin and M. Trope, "Root resorption," in Seltzer and Bender's *Dental Pulp*, K. M. Hargreaves and H. E. Goodis, Eds., Quintessence, Chicago, Ill, usa, 2002, pp. 425- 448
103. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J.* 1998;31(6):384-93.
104. Andreasen FM. Transient apical breakdown and its relation to color and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1986;2(1):9-19.
105. Aşçı SK. Kök Rezorpsiyonları, Endodonti. Quintessence yayıncılık, İstanbul Türkiye, 2014 s. 208-300.
106. Frank AL, Weine FS. Nonsurgical therapy for the perforative defect of internal resorption. *J Am Dent Assoc.* 1973;87(4):863-8.
107. Sikri, V. K. Root resorption an enigma. *Indian J Compr Dent Care* 2011.1(1).
108. Heithersay GS. Clinical endodontic and surgical management of tooth and associated bone resorption. *Int Endod J.* 1985;18(2):72-92.
109. Reichart PA, Durr UM, Triadan H, Vickendey G. Periodontal disease in the domestic cat. A histopathologic study. *J Periodontal Res.* 1984;19(1):67-75.
110. Benenati FW. Root resorption: types and treatment. *Gen Dent.* 1997;45(1):42-5.

111. Cvek M, Cleaton-Jones P, Austin J, Lownie J, Kling M, Fatti P. Effect of topical application of doxycycline on pulp revascularization and periodontal healing in reimplanted monkey incisors. *Endod Dent Traumatol.* 1990;6(4):170-6.
112. Heithersay GS. Management of tooth resorption. *Aust Dent J.* 2007;52(1 Suppl):S105-21.
113. Masterton JB. Internal Resorption of the Dentine; a Complication Arising from Unhealed Pulp Wounds. *Br Dent J.* 1965;118:241-9.
114. Heino TJ, Hentunen TA, Vaananen HK. Osteocytes inhibit osteoclastic bone resorption through transforming growth factor-beta: enhancement by estrogen. *J Cell Biochem.* 2002;85(1):185-97.
115. Gu G, Mulari M, Peng Z, Hentunen TA, Vaananen HK. Death of osteocytes turns off the inhibition of osteoclasts and triggers local bone resorption. *Biochem Biophys Res Commun.* 2005;335(4):1095-101.
116. Mitsiadis TA, De Bari C, About I. Apoptosis in developmental and repair-related human tooth remodeling: a view from the inside. *Exp Cell Res.* 2008;314(4):869-77.
117. Oehlers, F. A. A case of internal resorption following injury. *Br Dental J.* 1951;90(1), 13-16.
118. Andreasen JO, Andreasen FM. *Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth.* St Louis: Mosby, 1994.
119. Gronthos S, Brahim J, Li W, Fisher LW, Cherman N, Boyde A, et al. Stem cell properties of human dental pulp stem cells. *J Dent Res.* 2002;81(8):531-5.
120. Huang GT, Gronthos S, Shi S. Mesenchymal stem cells derived from dental tissues vs. those from other sources: their biology and role in regenerative medicine. *J Dent Res.* 2009;88(9):792-806.
121. Smith AJ, Patel M, Graham L, Sloan AJ, Cooper PR. Dentine regeneration: key roles for stem cells and molecular signalling. *Oral Biosci Med* 2005;2(2/3):127-32.
122. Hwang YC, Hwang IN, Oh WM, Park JC, Lee DS, Son HH. Influence of TGF-beta1 on the expression of BSP, DSP, TGF-beta1 receptor I and Smad proteins during reparative dentinogenesis. *J Mol Histol.* 2008;39(2):153-60.

123. Aguiar MC, Arana-Chavez VE. Ultrastructural and immunocytochemical analyses of osteopontin in reactionary and reparative dentine formed after extrusion of upper rat incisors. *J Anat.* 2007;210(4):418-27.
124. Kapadia H, Mues G, D'Souza R. Genes affecting tooth morphogenesis. *Orthod Craniofac Res.* 2007;10(4):237-44.
125. Chen S, Gluhak-Heinrich J, Wang YH, Wu YM, Chuang HH, Chen L, et al. Runx2, osx, and dspp in tooth development. *J Dent Res.* 2009;88(10):904-9.
126. Yang X, van der Kraan PM, Bian Z, Fan M, Walboomers XF, Jansen JA. Mineralized tissue formation by BMP2-transfected pulp stem cells. *J Dent Res.* 2009;88(11):1020-5.
127. Andreasen FM, Andreasen JO. Resorption and mineralization processes following root fracture of permanent incisors. *Endod Dent Traumatol.* 1988;4(5):202-14.
128. Stanley HR. Diseases of the dental pulp. In: Tietze RW, ed. *Oral pathology.* New York: McGraw Hill; 1965.
129. Horsted P, Nygaard-Ostby B. Tissue formation in the root canal after total pulpectomy and partial root filling. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1978;46(2):275-82.
130. Thibodeau B, Teixeira F, Yamauchi M, Caplan DJ, Trope M. Pulp revascularization of immature dog teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2007;33(6):680-9.
131. Gartner AH, Mack T, Somerlott RG, Walsh LC. Differential diagnosis of internal and external root resorption. *J Endod.* 1976;2(11):329-34.
132. Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation. *Int Endod J.* 2009;42(9):831-8.
133. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* 2006;39(12):921-30.

134. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(2):231-52.
135. Ricucci D, Siqueira JF, Jr., Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod.* 2009;35(4):493-502.
136. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod.* 2007;33(7):782-7.
137. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)₂. *J Endod.* 2005;31(5):359-63.
138. Siqueira JF, Jr., Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002;28(3):181-4.
139. Sjogren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J.* 1991;24(3):119-25.
140. Turkun M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J.* 1997;30(5):335-42.
141. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Anatomic and microbiologic challenges to achieving success with endodontic treatment: a case report. *J Endod.* 2008;34(10):1249-54.
142. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Apical actinomycosis as a continuum of intraradicular and extraradicular infection: case report and critical review on its involvement with treatment failure. *J Endod.* 2008;34(9):1124-9.
143. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kaiyawasam SP. Tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J Endod.* 1995;21(11):569-71.

144. Carrotte P. Endodontics: Part 8. Filling the root canal system. *Br Dent J.* 2004;197(11):667-72.
145. Alaçam T. Kök kanal dolgu yöntemleri. *Endodonti.* Barış Yayınları Ankara. 2000 s. 451-495.
146. Glickman GN, Gutmann JL. Contemporary perspectives on canal obturation. *Dent Clin North Am.* 1992;36(2):327-41.
147. Çalışkan, M. K. Kök Kanal Dolgu Yöntemleri. *Endodontide Tanı ve Tedaviler,* Ed; Çalışkan MK, İkinci Baskı baskı, Nobel Yayınevi, İstanbul, Türkiye, 2006 s.433-62.
148. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. Analysis of forces developed during obturations. Wedging effect: Part II. *J Endod.* 1998;24(4):223-8.
149. Schafer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. *J Endod.* 2002;28(9):638-42.
150. Brayton SM, Davis SR, Goldman M. Gutta-percha root canal fillings. An in vitro analysis. I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973;35(2):226-31.
151. Martin H, Fischer E. Photoelastic stress comparison of warm (Endotec) versus cold lateral condensation techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990;70(3):325-7.
152. Bal AS, Hicks ML, Barnett F. Comparison of laterally condensed .06 and .02 tapered Gutta-Percha and sealer in vitro. *J Endod.* 2001;27(12):786-8.
153. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 4th ed. St.Louis: Mosby pp 198-203, 216-229, 239-240, 1987.
154. Tagger M, Tamse A, Katz A, Korzen BH. Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *J Endod.* 1984;10(7):299-303.
155. De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Magalhaes KM, Coutinho-Filho T. A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *Int Endod J.* 2006;39(5):378-83.
156. Wu MK, van der Sluis LW, Ardila CN, Wesselink PR. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Int Endod J.* 2003;36(8):533-40.

157. Gutmann JL. Adaptation of injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of the dentinal smear layer. *Int Endod J.* 1993;26(2):87-92.
158. Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW. Coronal leakage following three obturation techniques. *Int Endod J.* 2001;34(4):293-9.
159. Clinton K, Van Himel T. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endod.* 2001;27(11):692-5.
160. Levitan ME, Himel VT, Luckey JB. The effect of insertion rates on fill length and adaptation of a thermoplasticized gutta-percha technique. *J Endod.* 2003;29(8):505-8.
161. Gutmann JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 2. Material adaptation and sealability. *Int Endod J.* 1993;26(3):179-83.
162. <http://www.diadent.com/products/diagun.htm>.
163. Sweatman TL, Baumgartner JC, Sakaguchi RL. Radicular temperatures associated with thermoplasticized gutta-percha. *J Endod.* 2001;27(8):512-5.
164. Venturi M, Prati C, Capelli G, Falconi M, Breschi L. A preliminary analysis of the morphology of lateral canals after root canal filling using a tooth-clearing technique. *Int Endod J.* 2003;36(1):54-63.
165. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: An update. *J Conserv Dent.* 2010;13(4):195-203.
166. Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. The use of bioceramics in endodontics - literature review. *Clujul medical.* 2016;89(4):470-3.
167. Jain P, Ranjan M. The rise of bioceramics in endodontics: A review. *Int J Pharm Bio Sci.* 2015;6(1):416-22.
168. Best S, Porter A, Thian E, Huang J. Bioceramics: past, present and for the future. *J Eur Ceram Soc.* 2008;28(7):1319-27.
169. Koch K, Brave D. A new day has dawned. *Dentaltown.com.* April 2009:39-43.
170. Saidon J, He J, Zhu Q, Safavi K, Spangberg LS. Cell and tissue reactions to mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95(4):483-9.

171. Abdullah D, Ford TR, Papaioannou S, Nicholson J, McDonald F. An evaluation of accelerated Portland cement as a restorative material. *Biomaterials*. 2002;23(19):4001-10.
172. Islam I, Chng H, Yap A. X-ray diffraction analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. *Int Endod J*. 2006;39(3):220-5.
173. Estrela C, Bammann LL, Estrela C, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J*. 2000;11(1):3-9.
174. Torabinejad M, White DJ. Tooth filling material and method of use. Google Patents; 1995.
175. Camilleri J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2007;40(6):462-70.
176. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2008;41(5):408-17.
177. Dammaschke T, Gerth HU, Züchner H, Schäfer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dental Materials*. 2005;21(8):731-8.
178. Chedella S, Berzins D. A differential scanning calorimetry study of the setting reaction of MTA. *Int Endod J*. 2010;43(6):509-18.
179. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Bernabe o F, Filho JA, Junior ED, ve ark. Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide-containing sealers. *J Endod*. 2002;28(3):173-6.
180. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2005;31(2):97-100.
181. Camilleri J. The chemical composition of mineral trioxide aggregate. *J Conserv Dent*. 2008;11(4):141-3.
182. Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, McDonald F, Pitt Ford TR. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2004;37(10):699-704.
183. Rao A, Rao A, Shenoy R. Mineral trioxide aggregate-a review. *J Clin Pediatr Dent*. 2009;34(1):1-7.

184. Camilleri J, Ford TRP. Evaluation of the effect of tracer pH on the sealing ability of glass ionomer cement and mineral trioxide aggregate. *J Mater Sci Mater Med.* 2008;19(8):2941-8.
185. Sluyk SR, Moon PC, Hartwell GR. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. *J Endod.* 1998;24(11):768-71.
186. O'Sullivan SM, Hartwell GR. Obturation of a retained primary mandibular second molar using mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod.* 2001;27(11):703-5.
187. Steffen H, Dammaschke T. BIODENTINE™.
188. Caronna V, Himel V, Yu Q, Zhang J-F, Sabey K. Comparison of the surface hardness among 3 materials used in an experimental apexification model under moist and dry environments. *J Endod.* 2014;40(7):986-9.
189. Malkondu O, Karapinar Kazandag M, Kazazoglu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int.* 2014;2014:160951.
190. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials.* 2013;29(2):e20-8.
191. Septodont Biodentine™ Active Biosilicate Technology™. Scientific file 2010.
192. Total Fill (2015) http://www.fkg.ch/sites/default/files/fkg_Total_Fill_brochure_en.pdf. Accessed 8 July 2015.
193. Huffman BP, Mai S, Pinna L, Weller RN, Primus CM, Gutmann JL, ve ark. Dislocation resistance of ProRoot Endo Sealer, a calcium silicate-based root canal sealer, from radicular dentine. *Int Endod J.* 2009;42(1):34-46.
194. Jain A, Palamara JE, Messer HH. Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J.* 2007;40(11):882-90.
195. Nagas E, Cehreli Z, Uyanik MO, Durmaz V. Bond strength of a calcium silicate-based sealer tested in bulk or with different main core materials. *Braz Oral Res.* 2014;28.

196. Kulild J, Lee C, Dryden J, Collins J, Feil P. A comparison of 5 gutta-percha obturation techniques to replicate canal defects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(1):e28-32.
197. De-Deus G, Maniglia-Ferreira CM, Gurgel-Filho ED, Paciornik S, Machado AC, Coutinho-Filho T. Comparison of the percentage of gutta-percha-filled area obtained by Thermafil and System B. *Aust Endod J.* 2007;33(2):55-61.
198. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J.* 2009;42(6):447-62.
199. Siegel MJ, Evens RG. Advances in the use of computed tomography. *Jama.* 1999;281(14):1252-4.
200. Güven, Y., Aktören, O. ve Gençay, K. (2011). Dentomaksillofasiyal bölge görüntülemesinde kullanılan üç boyutlu bilgisayarlı tomografi sistemleri. *Dental Tribune Türkiye baskısı*, 8(4), 6-10.
201. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
202. Halazonetis, D. J. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(5), 627-637.
203. Kawamata A, Ariji Y, Langlais RP. Three-dimensional computed tomography imaging in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000;44(2):395-410.
204. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J.* 2012;23(3):179-91.
205. Lofthag-Hansen S, Huumonen S, Grondahl K, Grondahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(1):114-9.
206. Elliott JC, Dover SD. X-ray microtomography. *J Microsc.* 1982;126(Pt 2):211-3.
207. Rhodes J, Ford TP, Lynch J, Liepins P, Curtis R. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J.* 1999;32(3):165-70.

208. Saraç SN. Apeksifikasyon tedavisinde farklı tekniklerle yerleştirilen MTA apikal tikacının dolgu kalitelerinin mikro bt yöntemi ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 2015.
209. Rattanasak U, Kendall K. Pore structure of cement/pozzolan composites by X-ray microtomography. *Cem Concr Res.* 2005;35(4):637-40.
210. Kim Y, Perinpanayagam H, Lee J-K, Yoo Y-J, Oh S, Gu Y, ve ark. Comparison of mandibular first molar mesial root canal morphology using micro-computed tomography and clearing technique. *Acta Odontol Scand.* 2015;73(6):427-32.
211. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30(8):559-67.
212. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *J Endod.* 2009;35(4):541-4.
213. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod.* 2008;34(11):1370-3.
214. Hsien HC, Cheng YA, Lee YL, Lan WH, Lin CP. Repair of perforating internal resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod.* 2003;29(8):538-9.
215. Jacobovitz M, de Lima RK. Treatment of inflammatory internal root resorption with mineral trioxide aggregate: a case report. *Int Endod J.* 2008;41(10):905-12.
216. Bendyk-Szeffer M, Lagocka R, Trusewicz M, Lipski M, Buczkowska-Radlinska J. Perforating internal root resorption repaired with mineral trioxide aggregate caused complete resolution of odontogenic sinus mucositis: a case report. *J Endod.* 2015;41(2):274-8.
217. Meire M, De Moor R. Mineral trioxide aggregate repair of a perforating internal resorption in a mandibular molar. *J Endod.* 2008;34(2):220-3.
218. Umashetty G, Hoshing U, Patil S, Ajgaonkar N. Management of Inflammatory Internal Root Resorption with Biodentine and Thermoplasticised Gutta-Percha. *Case Rep Dent.* 2015;2015:452609.

219. Sisli SN, Ozbas H. Comparative Micro-computed Tomographic Evaluation of the Sealing Quality of ProRoot MTA and MTA Angelus Apical Plugs Placed with Various Techniques. *J Endod.* 2017;43(1):147-51.
220. El-Ma'aita AM, Qualtrough AJ, Watts DC. A micro-computed tomography evaluation of mineral trioxide aggregate root canal fillings. *J Endod.* 2012;38(5):670-2.
221. Alaçam T. Pulpa ve Periapikal Doku Hastalıkları. *Endodonti.* Barış Yayınları Ankara, 2000 s.71-102.
222. Kamburoglu K, Kursun S, Yuksel S, Oztas B. Observer ability to detect ex vivo simulated internal or external cervical root resorption. *J Endod.* 2011;37(2):168-75.
223. da Silveira PF, Vizzotto MB, Montagner F, da Silveira HL, da Silveira HE. Development of a new in vitro methodology to simulate internal root resorption. *J Endod.* 2014;40(2):211-6.
224. Topcuoglu HS, Duzgun S, Ceyhanli KT, Akti A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Internationa Endod J.* 2015;48(4):309-16.
225. Aktemur Turker S, Uzunoglu E, Deniz Sungur D, Tek V. Fracture Resistance of Teeth with Simulated Perforating Internal Resorption Cavities Repaired with Different Calcium Silicate-based Cements and Backfilling Materials. *J Endod.* 2018;44(5):860-3.
226. Kucukkaya Eren S, Aksel H, Askerbeyli Ors S, Serper A, Kocak Y, Ocak M, ve ark. Obturation quality of calcium silicate-based cements placed with different techniques in teeth with perforating internal root resorption: a micro-computed tomographic study. *Clin Oral Investig.* 2018. doi: 10.1007/s00784-018-2502-2
227. Collins J, Walker MP, Kulild J, Lee C. A comparison of three gutta-percha obturation techniques to replicate canal irregularities. *J Endod.* 2006;32(8):762-5.
228. Natera M, Pileggi R, Nair U. A comparison of two gutta-percha obturation techniques to replicate canal irregularities in a split-tooth model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(5):e29-34.

229. Naseri M, Kangarlou A, Khavid A, Goodini M. Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. *Iran Endod J.* 2013;8(3):89-93.
230. Peters OA, Paque F. Root canal preparation of maxillary molars with the self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37(1):53-7.
231. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* 1995;21(7):349-53.
232. Camilleri J, Pitt Ford TR. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *Int Endod J.* 2006;39(10):747-54.
233. Kim SY, Kim HC, Shin SJ, Kim E. Comparison of Gap Volume after Retrofilling Using 4 Different Filling Materials: Evaluation by Micro-computed Tomography. *J Endod.* 2018;44(4):635-8.
234. Biocanin V, Antonijevic D, Postic S, Ilic D, Vukovic Z, Milic M, et al. Marginal Gaps between 2 Calcium Silicate and Glass Ionomer Cements and Apical Root Dentin. *J Endod.* 2018;44(5):816-21.
235. Fridland M, Rosado R. MTA solubility: a long term study. *J Endod.* 2005;31(5):376-9.
236. Nekoofar MH, Aseeley Z, Dummer PM. The effect of various mixing techniques on the surface microhardness of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J.* 2010;43(4):312-20.
237. Basturk FB, Nekoofar MH, Gunday M, Dummer PM. The effect of various mixing and placement techniques on the compressive strength of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2013;39(1):111-4.
238. Setbon HM, Devaux J, Iserentant A, Leloup G, Leprince JG. Influence of composition on setting kinetics of new injectable and/or fast setting tricalcium silicate cements. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials.* 2014;30(12):1291-303.
239. Septodont Biodentine™ Active Biosilicate Technology™. Scientific file 2010.
240. Lawley GR, Schindler WG, Walker WA, 3rd, Kolodrubetz D. Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *J Endod.* 2004;30(3):167-72.

241. Yeung P, Liewehr FR, Moon PC. A quantitative comparison of the fill density of MTA produced by two placement techniques. *J Endod.* 2006;32(5):456-9.
242. Jho W, Park JW, Kim E, Song M, Seo DG, Yang DK, ve ark. Comparison of root canal filling quality by mineral trioxide aggregate and gutta percha cones/AH plus sealer. *Dent Mater.* 2016;35(4):644-50.
243. Keles A, Torabinejad M, Keskin C, Sah D, Uzun I, Alcin H. Micro-CT evaluation of voids using two root filling techniques in the placement of MTA in mesial root canals of Vertucci type II configuration. *Clin Oral Investig.* 2018;22(5):1907-13.
244. Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications. *J Endod.* 1989;15(4):149-53.
245. Lottanti S, Taubock TT, Zehnder M. Shrinkage of backfill gutta-percha upon cooling. *J Endod.* 2014;40(5):721-4.
246. Ely SW, Knabb RM, Rubio R, Berne RM. Comments on "Pericardial superfusion to measure cardiac interstitial adenosine concentration". *Am J Physiol.* 1983;245(6):H1085-6.
247. Gokturk H, Bayram E, Bayram HM, Aslan T, Ustun Y. Effect of double antibiotic and calcium hydroxide pastes on dislodgement resistance of an epoxy resin-based and two calcium silicate-based root canal sealers. *Clin Oral Investig.* 2017;21(4):1277-82.
248. Huang Y, Celikten B, de Faria Vasconcelos K, Ferreira Pinheiro Nicolielo L, Lippiatt N, Buyuksungur A, ve ark. Micro-CT and nano-CT analysis of filling quality of three different endodontic sealers. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017;46(8):20170223.

8. EKLER

Ek 1 Etik Kurul Onayı



T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

TOPLANTI TARİHİ : 14/02/2019
TOPLANTI NO : 2019/04

KARARLAR :

- 23- 20/09/2017 tarih ve 2017/16 sayılı toplantıda onay alan Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı Başkanlığı'nın 2017-88-20/09 Protokol no'lu "Yapay Olarak Oluşturulmuş İç Kök Rezorpsiyon Kaviteli Dişlerde Farklı Biyoseramik Materyaller ile Yapılan Kök Kanal Dolgu Kalitesinin Değerlendirilmesi" konulu çalışma başlığının "Yapay Olarak Oluşturulmuş İç Kök Rezorpsiyon Kaviteli Dişlerde Farklı Biyoseramik Esaslı Materyaller ile Yapılan Kök Kanal Dolgu Kalitesinin μ BT Görüntüleme Yöntemi ile Değerlendirilmesi" olarak değiştirilmesi talebinin uygunluğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

A S L I G İ B İ D İ R

Prof. Dr. Günnur ÖZBAKIŞ DENGİZ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

Ek 2. İntihal Beyan Formu

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Endodonti Anabilim Dalında yürütülen “Yapay olarak oluşturulmuş iç kök rezorpsiyon kaviteli dişlerde farklı biyoseramik esaslı materyaller ile yapılan kök kanal dolgu kalitesinin μ BT görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesi” başlıklı tez için akademik intihal engelleme programında yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdadır.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz. 20 /12/ 2018

Öğrenci Adı-Soyadı:

Vildan Tek

İmza

Danışman Adı-Soyadı:

Sevinç Aktemur Türker

İmza

BENZERLİK ORANLARI: %6

Ek: İntihal tespit programı çıktısı

Ek 3. İntihal Tespit Program Çıktısı

YAPAY OLARAK OLUŞTURULMUŞ İÇ KÖK REZORPSİYON
KAVİTELİ DİŞLERDE FARKLI BİYOSERAMİK ESASLI
MATERYALLER İLE YAPILAN KÖK KANAL DOLGU
KALİTESİNİN μ BT GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

ORJİNALLİK RAPORU

%**6**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**5**

İNTERNET
KAYNAKLARI

%**3**

YAYINLAR

%**2**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.journalagent.com İnternet Kaynağı	% 1
2	www.dicle.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
3	edergi.sdu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
4	docs.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
5	2014tkdcd.org İnternet Kaynağı	<% 1
6	web.beun.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
7	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	<% 1

Ek 4. Tez Yazım Değerlendirme Formu

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

Endodonti Anabilim Dalında yürütülen "Yapay olarak oluşturulmuş iç kök rezorpsiyon kaviteli dişlerde farklı biyoseramik esaslı materyaller ile yapılan kök kanal dolgu kalitesinin µBT görüntüleme yöntemi ile değerlendirilmesi" başlıklı ve uzmanlık öğrencisi Vildan Tek tarafından hazırlanan uzmanlık tezinde;

- DİŞ KAPAK SAYFASI
- İÇ KAPAK SAYFASI
- TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI
- ÖNSÖZ SAYFASI
- TÜRKÇE ÖZET
- İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)
- İÇİNDEKİLER
- SİMGELER ve KISALTMALAR
- ŞEKİL DİZİNİ (Gerekli ise)
- TABLO DİZİNİ (Gerekli ise)
- GİRİŞ
- GENEL BİLGİLER
- GEREÇ ve YÖNTEM
- BULGULAR
- TARTIŞMA
- SONUÇLAR
- KAYNAKLAR
- EKLER (Etik kurul onayı vb.)
- ÖZGEÇMİŞ
- İNTİHAL RAPORU
- FORMATLA İLGİLİ DİĞER HUSUSLAR (Alt bölümler, Latince isimler, Ondalık ayraçlar, Metin içerisindeki göndermeler ve kaynak göstermeler, Alıntılar, Dipnotlar, Simgeler ve kısaltmalar vb.)

Tez yazım kılavuzunda belirtildiği gibi hazırlanmıştır.

Yukarıda belirtilen hususlar tarafımdan kontrol edilmiştir.

Danışmanın Adı-Soyadı: Doç.Dr. Sevinç Aktemur Türker

Tarih:20/12/2018

İmza:

Kontrol Eden

Adı-Soyadı: Doç.Dr.Umut Balh

Tarih:20/12/2018

İmza:

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Ankara’da doğdu. 2007 yılında Çubuk Anadolu Lisesi’nde orta öğretimini tamamladı.

2008-2013 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi’nde yüksek lisansını tamamladı.

2013-2016 yılları arasında Kurşunlu İlçe Hastanesinde diş hekimi olarak çalıştı.

2016 yılında Güz Dönemi DUS (Diş Hekimliği Uzmanlık Sınavı)’unu kazanarak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı’nda uzmanlık Eğitimi almaya başladı.