



T.C. YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ ENDODONTİ ANABİLİMDALI

**FARKLI GÜNCEL BİYOMATERYALLER İLE
DOLDURULAN YAPAY REZORPTİF
DEFEKTLERE SAHİP KÖK KANALLARINDA; pH
DEĞİŞİKLİKLERİ, KALSİYUM İYON SALINIMI
VE KIRILMA DİRENCİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ



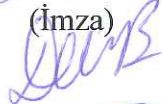

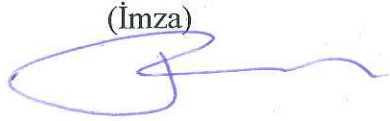
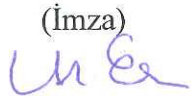
DİŞ HEKİMİ
SEBAHAT ÖZLER

DANIŞMAN
Prof. Dr. JALE TANALP

İSTANBUL, 2018

TEZ ONAY SAYFASI

Kurum : Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Program : Endodonti Doktora
Tez Başlığı : Farklı güncel biyomateryaller ile doldurulan yapay rezortif defektlere sahip kök kanallarında; pH değişiklikleri, kalsiyum iyon salınımı ve kırılma direncinin incelenmesi
Tez Sahibi : Sebahat Özler
Sınav Tarihi : 31.07.2018
Bu çalışma jürimiz tarafından kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Jale Tanalp Yeditepe Üniversitesi	(İmza) 
Tez danışmanı:	Prof. Dr. Jale Tanalp Yeditepe Üniversitesi	(İmza) 
Üye:	Doç. Dr. Elif Delve Başer Can Yeditepe Üniversitesi	(İmza) 
Üye:	Prof. Dr. Dilhan İlgüy Yeditepe Üniversitesi	(İmza) 
Üye:	Prof. Dr. Faruk Haznedaroğlu İstanbul Üniversitesi	(İmza) 
Üye :	Prof.Dr. Handan Ersev İstanbul Üniversitesi	(İmza) 

ONAY

Bu tez Yeditepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun ~~10./08/2018~~ ^{2019/14-05} tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Unvanı, Adı Soyadı

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü


Prof.Dr. Bayram YILMAZ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

31.07.2018

Sebahat ÖZLER

İmza

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez çalışmam boyunca tüm iyi kalbiyle her konuda desteğini, bilgi ve tecrübesini benden esirgemeyen danışman hocam Prof.Dr. Jale TANALP'e,

Deneylerim sırasında bana yol gösteren hocalarım Prof. Dr. Ahmet AYDIN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Muhammed HAMİTOĞLU'na,

Bilgilerini ve desteklerini üzerimizden eksik etmeyen değerli hocalarım Prof.Dr. Figen KAPTAN'a ve Doç.Dr. Meriç KARAPINAR KAZANDAĞ'a,

Doktora eğitimim boyunca her türlü yardımı esirgemeyen ve bana zaman ayıran hocalarım Doç.Dr. Elif Delve BAŞER CAN'a, Dr. Öğr.Üyesi Tuba AYHAN'a, Dr. Öğr.Üyesi Güher BARUT'a ve Dr. Öğr.Üyesi Emre ÖVSAY'a,

Liseden beri 14 yıldır hayatımda olan yakınımda olmasa da bir telefon uzağımda olan arkadaşım Sultan TOKGÖZ'e,

Üniversite hayatımın bana kattığı en güzel dostlarım Merve CANSIZOĞLU, Avşar ÖZTÜRK, Begüm DİKMETAŞ ve Ege TÜRKYILMAZ'a,

Doktora eğitimine beraber başladığımız ve güzel arkadaşlık kurduğumuz başta Serpil TERZİOĞLU ve Hazal YARGICI olmak üzere tüm sevgili asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca desteklerini ve yanımda olduklarını hissettiğim başta sevgili annem Gülseren ÖZLER ve sevgili babam Zeki ÖZLER olmak üzere tüm aileme,

Doktora hayatım boyunca ev arkadaşım ve kardeşim Yavuz Selim ÖZLER'e,

Hayatımın daha anlamlı olmasını sağlayan, erken yaşta teyzelik hissi yaşattıran ablam Vildan OTUZALTI'ya ve hayatımın en değerlileri yeğenlerim Mehmet OTUZALTI ve Selim OTUZALTI'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLoların LİSTESİ	vii
GRAFİKLERİN LİSTESİ	viii
RESİMLERİN LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	xi
SUMMARY	xii
ÖZET	xiii
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Kök Rezorpsiyonları	3
2.2. Rezorpsiyonda Rol Oynayan Hücresel Faktörler	3
2.2.1. Monositler ve Makrofajlar	3
2.2.2. Osteoklastlar	4
2.2.3. Diğer Hücreler	4
2.3. Rezorpsiyon Mekanizması.....	4
2.4. Kök Rezorpsiyonlarının Sınıflandırılması.....	6
2.4.1. İç Kök Rezorpsiyonları	8
2.4.1.1. Yüzeysel İç Kök Rezorpsiyonu	9
2.4.1.2. İltihabi İç Kök Rezorpsiyonu.....	10
2.4.1.3. İç Kök Yerdeğiştirme (Replasman) Rezorpsiyonu	12
2.4.2. Dış Kök Rezorpsiyonu.....	12
2.4.2.1. Yüzeysel Dış Kök Rezorpsiyonu	14
2.4.2.2. İltihabi Dış Kök Rezorpsiyonu	14
2.4.2.3. Dış Kök Yer Değiştirme Rezorpsiyonu	16
2.5. Kök Kanal Dolgu Materyalleri	17
2.5.1. Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patları.....	20
2.5.1.1. Biyoseramikler.....	20
2.5.1.2. Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patlarının Genel Özellikleri.....	20

2.5.1.3. Biyoseramik İçerikli Kök Kanal Patlarının Sınıflandırılması.....	24
2.5.1.3.a. BioRoot RCS.....	26
2.5.1.3.b. Total Fill BC Sealer	27
2.5.1.3.c. Gutta-Flow Bioseal	27
2.5.1.3.d. Endosequence BC Sealer	28
2.6. pH.....	29
2.7. Kalsiyum Hidroksit Salınımı	31
2.7.1. Kalsiyum Hidroksit.....	31
2.7.2. Kalsiyum Hidroksitin Endodontide Kullanım Alanları	32
2.7.3. Kalsiyum Hidroksit Salınımının Ölçülmesi.....	34
2.8. Kırılma Direnci	36
1.8.1. Kırılma Direncinin Ölçülmesi	38
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	39
3.1.Örneklerin Hazırlanması.....	39
3.2. Örneklerin Şekillendirilmesi.....	45
3.3.Örneklerin Doldurulması	49
3.4.Ölçümlerin Yapılması.....	55
4.4. İstatistiksel Değerlendirme	61
4. BULGULAR.....	62
4.1. pH değerlerinin karşılaştırılması.....	62
4.2. Kalsiyum İyon Salınımının Karşılaştırılması.....	72
4.3. Kırılma Dirençlerinin Karşılaştırılması	83
5. TARTIŞMA.....	86
6. SONUÇLAR.....	97
7. KAYNAKLAR	99
8. ÖZGEÇMİŞ	115

TABLULARIN LİSTESİ

Tablo 1 : Biyoseramik içerikli kök kanal patlarının sınıflandırılması	24
Tablo 2 : Biyoseramik içerikli kök kanal patlarının sınıflandırılması	25
Tablo 3 : Grupların 1.gün pH ölçüm sonuçları	62
Tablo 4 : Grupların 1.hafta pH ölçüm sonuçları	63
Tablo 5 : Grupların 2.hafta pH ölçüm sonuçları.....	64
Tablo 6 : Grupların 1.ay pH ölçüm sonuçları	65
Tablo 7 : Materyal gruplarının pH değerlerinin gruplar arası ve ölçüm zamanları karşılaştırmaları	66
Tablo 8 : materyal gruplarının pH değerlerinin gruplararası çoklu karşılaştırmasını göstermektedir.	68
Tablo 9 : Materyal gruplarının pH değerlerinin gruplara göre ölçüm zamanları karşılaştırmaları	69
Tablo 10 : Grupların 1.gün kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)	72
Tablo 11 : Grupların 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)	73
Tablo 12 : Grupların 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)	74
Tablo 13 : Grupların 1.ay kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)	75
Tablo 14 : Materyal gruplarının kalsiyum iyon salınımı değerlerinin gruplar arası ve ölçüm zamanları karşılaştırmaları (mg/L).....	76
Tablo 15 : Materyal gruplarının kalsiyum iyon salınımı değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırmaları (mg/L)	79
Tablo 16 : Materyal gruplarının kalsiyum iyon salınımı değerlerinin gruplara göre ölçüm zamanları karşılaştırmaları (mg/L)	80
Tablo 17 : Grupların 1.ay kırılma direnci ölçüm sonuçları (Newton)	83
Tablo 18 : Materyal gruplarının kırılma direnci değerlerinin gruplar arası karşılaştırmaları (Newton)	83
Tablo 19 : Materyal gruplarının kırılma direnci değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırmaları (Newton)	84

GRAFİKLERİN LİSTESİ

Grafik 1 : Grupların pH ortalamaları.....	71
Grafik 2 : Grupların Kalsiyum İyon Salınımının Ortalamaları	82
Grafik 3 : Grupların 1. Ay Sonundaki Kırılma Direnci Karşılaştırılması	85



RESİMLERİN LİSTESİ

Şekil 1 : İç Kök Rezorpsiyonu görülen üst keser diş	11
Şekil 2 : AAS mekanizmasının şema olarak gösterilmesi.....	35
Şekil 3 : Atomlaştırma sırasında oluşan süreçler	36
Şekil 4 : Kuronların sement-mine sınırından uzaklaştırıldıktan sonraki görünümü	40
Şekil 5 : İlgili kutuya yerleştirilmiş diş örneği	41
Şekil 6 : İlgili kutuya yerleştirilmiş diş örneği	41
Şekil 7 : Deney ve kontrol grupları toplu halde	42
Şekil 8 : Grup 1 de kullanılan kanal patı (BioRoot RCS)	42
Şekil 9 : Grup 2 de kullanılan kanal patı (Total Fill BC Sealer)	43
Şekil 10 : Grup 3 de kullanılan kanal patı (Gutta-Flow Bioseal)	43
Şekil 11 : Grup 4 de kullanılan kanal patı (EndoSequence BC Sealer).....	44
Şekil 12 : Grup 5 de kullanılan kanal patı (AH Plus).....	45
Şekil 13 : Çalışmada kullanılan Protaper Next Döner Eğe Sistemi	46
Şekil 14 : Çalışmada kullanılan X-Smart plus endo motor	46
Şekil 15 : Çalışmada kullanılan % 5'lik NaOCl solüsyonu	47
Şekil 16 : Çalışmada kullanılan yandan perfore enjektör.....	47
Şekil 17 : Kök yüzeylerinde hazırlanan yapay defektlerin bukko-lingual yönden görüntüsü	48
Şekil 18 : Kök yüzeylerinde hazırlanan yapay defektlerin yandan görünümü.....	48
Şekil 19 : Çalışmamızda kullanılan %17 lik EDTA solüsyonu	49
Şekil 20 : Grup 1 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri	50
Şekil 21 : Grup 2 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri	51
Şekil 22 : Grup 3 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri	51
Şekil 23 : Grup 4 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri	52

Şekil 24 : Grup 5 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri	52
Şekil 25 : Grup 6 (kontrol grubu)	53
Şekil 26 : 37°C de hazırlanmış etüv	54
Şekil 27 : Etüve yerleştirilmiş örnekler	54
Şekil 28 : pH metre.....	55
Şekil 29 : Örneklerden sıvı alınması	56
Şekil 30 : Atomik Absorpsiyon Cihazı.....	56
Şekil 31 : Örneklerden alınan sıvıların cihaza yerleştirilmesi.....	57
Şekil 32 : Örneklerin akrilik bloklara gömülmesi	58
Şekil 33 : Instron cihazı.....	59
Şekil 34 : Örneklerin Instron cihazına yerleştirilmesi.....	60
Şekil 35 : Instron cihazında kırılma sonrası örneklerin görüntüsü.....	61

KISALTMALAR

RGD	Arginine-glycine-aspartic acid
H	Hidrojen
pH	Power of Hydrogen
ISO	Uluslararası Standart Örgütü
ppm	Parts per million
gr	Gram
AAS	Atomik absorpsiyon spektrometresi
DKD	Dentin kırılma direnci
ml	Mililitre
NCSS	Number Cruncher Statistical System
Mg	Miligram
L	Litre
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
µA	Mikroamper
Ark	Arkadaşları
EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
mm	Milimetre
MTA	Mineral Trioksit Aggregate
NaOCl	Sodyum Hipoklorit

SUMMARY

Özler, S. (2018). Evaluation of the pH changes, calcium ion release and fracture resistance in root canals with resorptive defects filled using different contemporary biomaterials.

The main purpose of endodontic treatment is to achieve a successful outcome by filling the root canals with biocompatible materials. However, some cases may still result in failure. The aim of this study was to investigate the pH levels and calcium ion release of contemporary bioceramic based sealers used in teeth with artificial resorptive defects. Ninety extracted single rooted human maxillary incisor teeth were used. The teeth were divided into 6 groups each containing 15 teeth. The root canals were filled with cold lateral compaction using AH Plus, TotalFill BC Sealer, Gutta-Flow Bioseal, Endosequence BC sealer and BioRoot RCS as sealers. The control group was left empty by irrigation with saline solution only. The experimental and control teeth were placed in an incubator at 37 degrees to simulate the oral environment and clinical conditions. The pH values and calcium ion release were measured at the end of 1st day, 1st week, 2nd week and 1st month using a pH meter and atomic absorption spectrometer. At the end of the 1st month, the samples in the groups were immersed in acrylic blocks exposing only a portion of 5 mm and the fracture resistance was measured by mounting the specimens on the Instron device. Statistical analysis was performed using the NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) package program.

It was determined that Endosequence BC Sealer was statistically significantly higher than other groups in terms of pH change and calcium ion release at all time intervals. The AH Plus group was statistically significant at the end of the 1st month in terms of fracture resistance compared to the other groups.

Key words: root resorption, bioceramic root sealer, pH, calcium ion release, root fracture

ÖZET

Özler, S. (2018). Farklı güncel biyomateryaller ile doldurulan yapay rezorptif defektlere sahip kök kanallarında; pH değişiklikleri, kalsiyum iyon salınımı ve kırılma direncinin incelenmesi. Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti ABD. Doktora Tezi. İstanbul.

Endodontik tedavinin esas amacı kök kanallarının vücuda uyumlu materyallerle doldurularak başarılı bir sonucun elde edebilmesidir. Fakat bazı olgularda, yapılan tedavilerde başarısızlıklar gözlenmektedir. Bu çalışmada, yeni geliştirilen biyoseramik içerikli kanal patları ve klinikte sık kullanılan rezin esaslı kanal patları kullanılarak, yapay olarak hazırladığımız rezorptif defektlere sahip kök kanalları lateral kompaksiyon yöntemiyle doldurulup patların fiziksel özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 90 adet çekilmiş, tek köklü ve tek kanallı, insan üst keser dişleri kullanıldı. Bütün dişler, Protaper Next döner eğeleri kullanılarak şekillendirildi. Dişler, her biri 15 diş içeren 6 gruba ayrıldı. Kök kanalları AH Plus, TotalFill BC Sealer, Gutta-Flow Bioseal, Endosequence BC sealer ve BioRoot RCS kanal patlarıyla soğuk lateral kompaksiyon yöntemi ile dolduruldu. Kontrol grubu olarak bir grup salin solüsyonu ile yıkanarak boş bırakıldı. Kanal doluları tamamlanan dişler ağız ortamı ve klinik şartları yansıtabilmesi amacıyla 37 derecelik etüve yerleştirildi. 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay sonunda, grupların pH değişiklikleri pH metre ile; kalsiyum iyon salınımları ise atomik absorpsiyon spektrometresi ile ölçüldü. 1.ay sonunda gruplarda bulunan örnekler 5mm lik kısımları dışarıda kalacak şekilde akrilik bloklara gömülerek Instron cihazında kırılma direnci ölçüldü. Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır. Sonuç olarak, Endosequence BC Sealer patı tüm zaman aralıklarında pH değişimi ve kalsiyum iyon salınımı açısından, diğer gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı derece de yüksek çıkmıştır. AH Plus grubu ise kırılma direnci açısından 1.ay sonunda diğer gruplara oranla istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: kök rezorpsiyonları, biyoseramik kanal patı, pH, kalsiyum iyon salınımı, kök kırıkları

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Endodontik tedavinin amacı; kök kanalından nekrotik doku artıkları ve mikroorganizmaların elimine edilmesi ve dişin fonksiyon görür halde ağızda kalmasını sağlamaktır. Yapılan çalışmalar her ne kadar endodontik tedaviler sonrasında mikroorganizmaların kök kanal sisteminden tam olarak uzaklaştırılmadığını bildirirse de; kök kanalının original morfolojisine uygun şekilde genişletilip dezenfekte edildikten sonra inert (vücuda karşı tepki vermeyen), boyutsal olarak stabil ve biyolojik olarak uyumlu kanal dolgu materyalleri ile anatomik apikal foramene kadar sızdırmaz bir şekilde üç boyutlu olarak doldurulması endodontik tedavilerin başarısını önemli derecede artırmaktadır. (1–3).

Kök kanallarının doldurulmasında kullanılan materyaller; güta-perka ve kök kanal patları (sealer) dir. Güta-perka, kök kanalı içerisinde stabil kalan, biyoyumlu ve sıvı varlığında erimeyen özelliklere sahip bir materyal olmasına rağmen, güta-perka'nın yalnız başına kullanılması kök kanal tedavisi için yeterli olmamaktadır. Güta-perka'lar arasında kalan boşlukların doldurulması ve kök kanalının hermetik bir yapı oluşturarak tıkaç görevi görebilmesi için kök kanal patları ile birlikte kullanılması gerekir. Kök kanal patları, içerikleri sayesinde kullanımları sonrası salınım yaparak iyileşmeyi uyarır, antimikrobiyal özellik sağlar ve kök ucundan ya da kuralden olabilecek sızıntıyı önler (4–7).

Kök kanal tedavileri ideal koşullarda tamamlansa bile, bazı nedenlere bağlı olarak başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Kök kanal tedavisinde en önemli başarısızlık nedeninin kök kanal sistemindeki mikroorganizmalar olduğu, bunun yanında; artık nekrotik pulpa dokusu, kırık aletler, taşkın kök kanal dolgusu, mekanik perforasyonlar, kök kırıkları, periradiküler lezyon varlığı ve periodontal hastalık gibi durumların da başarısızlık sebebi olabileceği belirtilmektedir (8–10).

Ayrıca; radyografik olarak taşkın doldurulmuş dişlerin veya kısa veya yetersiz doldurulmuş dişlerin de prognozun olumsuz olmasında rolü vardır. Pek çok diş ise uygulama hataları yüzünden, kanal içi endodontik enfeksiyonun önlenememesi ve kontrol edilememesi sebebiyle kök kanal tedavisine cevap vermemektedir.

Başarısız olan kök kanal tedavilerinde, yapılmış olan kök kanal dolgusu uzaklaştırılarak yeniden kök kanal tedavisi uygulanabilmektedir. Ancak, tedavisi olanaksız bazı olgularda çekim de öngürülebilir. Özellikle kök rezorpsiyonlarına bağlı, kök dentininin incelmesi ve yok olduğu yerlerde, sızdırmanın engellenememesinden ve rezorpsiyonun engellenememesinden dolayı çekim endikasyonu düşünülmektedir (11).

Kök rezorpsiyonları kendi içlerinde farklılık göstermektedirler. Bu olgularda, klinik ve radyolojik olarak değerlendirme yapılmalıdır. Kök kanal tedavisi endikasyonu yapılması uygun görülen dişlerde, osteoblastları uyarıcı pansumanlar yapılarak ve sonrasında uygun kök kanal patları kullanılarak tedavi tamamlanabilmektedir.

Günümüze dek kök rezorpsiyonu içeren dişlerde kullanılmak üzere çeşitli kanal sealer'ları önerilmiştir. İdeal bir kanal dolgusunun üç boyutlu, sızdırmaz özellikte olması gerektiği düşünüldüğünde, kök rezorpsiyonlarında bu özellik daha da önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, arzu edilen diğer bir özellik, rezorptif bölgede tamir sürecinin başlaması için materyalin kalsiyum salınımı gerçekleştirmesi, aynı zamanda pH değerinin sert doku oluşumuna ve tamirine uygun bir ortam oluşturacak düzeyde alkalen özellikte olmasıdır (12). Biyoseramik esaslı materyaller yakın zamanda endodontide oldukça sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Bu materyaller, örtücülük özellikleri, biyouyumlu olmaları ve pH düzeylerinin arzu edilen düzeyde olması gibi olumlu özelliklere sahiptirler (12,13) Ancak, bu materyallerin kalsiyum salınımı ve ortamda oluşturdukları pH değişiklikleri ile ilgili yapılmış olan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, güncel olarak kullanılan 4 farklı tipte biyoseramik esaslı materyalin yapay olarak oluşturulmuş rezorptif defektlere sahip dişlerde meydana getirdikleri pH değişiklikleri ve kalsiyum salınımının incelenmesidir. Bu materyaller ile doldurulmuş dişlerin kırılma dirençlerinin saptanması çalışmanın diğer bir bölümünü oluşturmaktadır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Kök Rezorpsiyonları

Kök rezorpsiyonu, dentin veya sement kaybı ile sonuçlanan fizyolojik veya patolojik bir süreci tanımlamaktadır (14). Rezorpsiyon kelime anlamı olarak ise 'emilme' anlamına gelmektedir. Kök rezorpsiyonu, ilk olarak 1859 yılında, John Tomes tarafından kök sementinin ve dentinin bir bölümünün kaybıyla sonuçlanan multi disiplinler bir olgu olarak tanımlanmıştır (15). Yapılan araştırmalar sonucu rezorpsiyonun nedeni farklı araştırmacılar tarafından farklı nedenlerle ilişkilendirilmiştir. Normal şartlarda, dişin mineralize dokuları (dentin, sement ve mine) rezorbe olmaz. Kök kanalı içerisinde rezorpsiyonu pre-dentin, kök kanalı dış yüzeyinde ise odontoblastlar, sementoblastlar ve pre-sementum önler. Bu yapıların mekanik olarak hasar görmesi (travma, pulpanın ya da periodontal dokuların enfeksiyonu, ortodontik tedaviye bağlı periodontal ligamentin zarar görmesi, tümör veya dişin sürmesi) ya da demineralize olması sonucu, osteoklastlar aktive olur ve rezorpsiyon başlar. Kök rezorpsiyonlarında rol oynayan hücresel faktörlerden dolayı, diş dokularından pulpa, dentin ve sementin yanı sıra periodontal membran ve çevre alveolar kemik te etkilenebilmektedir (16).

2.2. Rezorpsiyonda Rol Oynayan Hücresel Faktörler

2.2.1. Monositler ve Makrofajlar

Bu hücreler, normal hücre ve doku döngüsü ile ilgili görevlerinin yanısıra, enflamatuar ve immün cevabın oluşmasında da rol oynarlar. Makrofajlar, fonksiyonlarını yerine getirebilmek için 100'e yakın düzenleyici ve enzimatik protein üretirler ve salgırlar (17).

Monosit ve makrofajlar, osteoklastlarla birlikte kemik ve diş rezorpsiyonlarında önemli bir rol oynamaktadır (18–20).

Makrofajlar, yapılarında fırçası kenarlara (ruffled border) sahip olmadıkları için rezorpsiyon sırasında sert doku yüzeyine tutunamaz ve dentin yüzeyinde lakünler oluşturamazlar (18,21).

2.2.2. Osteoklastlar

Osteoklastlarda makrofajlarda olmayan fırçamsı kenarlar bulunur. Bu kenar sayesinde, tampon bölgeye hidrojen iyonları ve proteolitik enzimlerin geçmesi ile mineralize kemik matriksinin rezorpsiyonu ve yıkımı gerçekleşir. Osteoklastlar kemik yüzeyine yerleştiğinde fırçamsı kenarların bağlandığı yerde çukurcuklar (lakünler) oluşur. Osteoklast yokluğunda bu çukurcuklar oluşamaz (17,22).

Osteoklastların yapısında bulunan organelsiz sitoplazmik bölgeler (clear zone), fırçamsı kenarı çevreleyen ve kontraktil proteinlerden zengin hücresel bir alandır. Bu alanda bulunan mikroflamanların organizasyonu sonucu podozom adlı yapılar oluşur. Podozomlar da osteoklastlara hareket özelliği kazandırır.

Yıkım sırasında osteoklastlar, mineralize kemik matriksinin önce mineral kısmını daha sonrasında ise kollajen lifleri içeren organik kısımlarını ortadan kaldırır (17).

2.2.3. Diğer Hücreler

Osteoklastlar ile dişi rezorbe eden diğer hücrelerin (odontoklastlar, dentinoklastlar, sementoklastlar) aynı hücreler olup olmadığı bilinmemekle birlikte birçok ortak özellikleri bulunmaktadır. Bu hücreler, osteoklast hücrelerine oranla daha küçük hücrelerdir. Fırçamsı yapıya sahip olmaları ile osteoklastlara benzerlik gösterebilirler de, daha az hücre çekirdeği içermektedirler (18). Sasaki (23), osteoklastlar ile bu hücreler arasında sitokimyasal bir farklılık olmadığını bildirmiştir.

2.3. Rezorpsiyon Mekanizması

Dişlerin rezorpsiyona gösterdikleri direnç mekanizması tam bilinmese de birçok araştırmacı bu konuda çalışma yapmıştır.

Orban ve ark. (24) , epitelyal kök kılıfı kalıntılarının dişi rezorpsiyona ve ankiyoza karşı koruduğu hipotezini savunulurken, Levin ve Trope'nin çalışmasında bu hipotez desteklenmemiştir (24,25).

Andresan ve ark. (26), dentini her iki taraftan da kaplayan sement ve predentinin, diş köküne rezorpsiyona karşı direnç kazandırdığını savunmuşlardır.

Osteoklastların mineralize olmayan dokulara yapışmamları bu hipotezi destekler niteliktedir (27,28).

Osteoklastlar, arginine-glycine-aspartic acid (RGD), amino asit sırasını içeren ekstraselüler matriks proteinleri aracılığı ile görev yaparlar. Mineralize yüzeydeki kalsiyum tuz kristallerine yapışık olan RGD peptidleri, osteoklastlar için yapışma alanları oluştururlar. Sementin en dış yüzeyi, mineralize olmayan sementoid tabakayı saran sementoblastlarla kaplıdır. Sementi örten bu organik matriks, osteoklastların yapışması için uygun bir alan oluşturmaz. Kökün iç yüzeyini oluşturan dentin ise benzer şekilde organik matriks oluşturan predentin tabakası ile örtülüdür. Böylece, hem sement hem predentin de RGD proteinlerinin bulunmaması osteoklastların bağlanmasını düşürerek rezorpsiyona karşı direnç oluşturur (15, 29, 30).

Bir başka hipoteze göre ise predentin ve sementte bulunan intrinsik faktörler, rezorbe edici hücrelerin inhibisyonunu sağlamaktadır (25).

Saygın ve ark. (31), ara sementin (intermediate sement) yüksek derecede kalsifiye olduğunu ve dentin tübülleri ile periodontal ligament arasında bariyer görevi gördüğünü ileri sürmüşlerdir. Normal koşullar altında bu bariyer, enfekte pulpadaki bakteri ve ürünlerinin periodontal ligamante ulaşmasını engeller. Fakat, ara sement tabakası zarar görür veya kaybolursa, enfekte pulpadan diffüze olan bakteri ve bakteri ürünleri periodontal ligamante enflamatuvar cevap oluşumuna neden olur. Bu olay sonucunda da rezorpsiyon gelişir.

Kök rezorpsiyonunun başlaması için iki koşulun sağlanması gerekmektedir; Bunlar, kökün koruyucu tabakasının zarar görmesi ve zarar gören kök yüzeyine komşu dokuda enflamatuvar cevap oluşturacak bir uyarının bulunmasıdır. Bu koşullar sağlandıktan sonra, ilk basamak klastik hücrelerin dış yüzeyine yapışmasıdır. Bu bağlanmanın sağlanmasında odontoklastların polarizasyonunun indüklenmesi esastır (32). Polarize olan odontoklastların sert doku ile karşı karşıya geldiği bölgede, hücre içi asidik veziküllerin birleşmesi ile fırçamsı kenar oluşur. Bu birleşme sırasında, sert doku matriksini penetre etmek için parmak benzeri uzantılar meydana gelir. Fırçamsı kenarın uzadığı ve kemik matriksinin çözüldüğü yerde bir rezorpsiyon lakünü oluşur. Daha sonra, mineralize kök yüzeyinde

odontoklastlar aktive olur (22). Bir taraftan fırçasmsı kenardaki H (hidrojen) pompası ile hidrojen iyonu salgılanıp sert doku yıkım bölgesinde asidik pH oluşurken, diğer taraftan salgılanan hidrolitik enzimler ile sert doku yıkımı gerçekleşir (33).

2.4. Kök Rezorpsiyonlarının Sınıflandırılması

Kök rezorpsiyonları sınıflandırılmasında, temel olarak iki sınıflama yer almaktadır. Bu sınıflama dişin süt dişi veya sürekli diş olmasına bağlıdır.

Daimi dişin sürme hareketi sırasında, çevredeki bağ dokusu üzerine basınç yaparak ve onu stimüle ederek yolu üzerindeki sert dokularda, yani alveolar kemiği ve süt dişi köklerinde rezorpsiyon oluşturması, ‘fizyolojik kök rezorpsiyonu’ olarak tanımlanır (34).

Bir diğer sınıflama ise daimi dişlerde görülen patolojik kök rezorpsiyonlarıdır. Yapılan araştırmalar sonucu, rezorpsiyonun nedeni farklı araştırmacılar tarafından farklı nedenlerle ilişkilendirilmiştir. Çeşitli araştırmacılar 1970’lerden günümüze kadar diş rezorpsiyonları ile ilgili pek çok farklı sınıflandırma önermiş olmalarına rağmen, evrensel olarak kabul edilmiş bir sınıflandırma sistemi yoktur (35). Genellikle, lokalize oldukları bölgeye göre, eksternal (dış) ve internal (iç) olarak başlıca iki ana gruba ayrılırlar ve her bir grup da pek çok alt gruptan oluşur (36). Kök rezorpsiyonlarının sınıflandırılmasında; rezorpsiyona neden olan etiyolojik faktörler, rezorpsiyonun meydana geldiği lokalizasyon, rezorpsiyonun histolojik ve morfolojik özellikleri gibi etmenler rol oynar. Böylece rezorpsiyonun biyolojik karakterini ve seyrini öngörüp, doğru tedavinin uygulanabilmesi amaçlanmıştır. Rezorpsiyonun tanısı ve her bir rezorpsiyon türü için altta yatan patolojinin anlaşılması, klinik olarak kritik öneme sahiptir (37).

Andreasen’e göre (1970)

- İnternal (iç) rezorpsiyon
 - Enflamatuar rezorpsiyon
 - Replasman rezorpsiyonu
- Eksternal (dış) rezorpsiyon
 - Yüzey rezorpsiyonu

- Enflamatuar rezorpsiyon
- Replasman rezorpsiyonu

Tronstad'a göre (1988)

- İnternal (iç) rezorpsiyon
- Eksternal (dış) rezorpsiyon
 - Progresif enflamatuar rezorpsiyon
 - Servikal rezorpsiyon
 - Replasman rezorpsiyonu

Bakland'a göre (1992)

- İnternal (iç) rezorpsiyon
- Eksternal (dış) rezorpsiyon
 - Yüzey rezorpsiyonu
 - Enflamatuar rezorpsiyon
 - Replasman rezorpsiyonu (ankiloz)
 - Basınç rezorpsiyonu
 - Sistemik faktörlerle ilgili rezorpsiyon
 - İnvaziv rezorpsiyon (servikal rezorpsiyon)
 - İdiyopatik rezorpsiyon

Ne'ye göre (1999)

- İnternal (iç) rezorpsiyon
 - Metaplastik rezorpsiyon (replasman rezorpsiyonu)
 - Enflamatuar rezorpsiyonu
- Eksternal (dış) rezorpsiyon
 - Yüzey rezorpsiyonu
 - Enflamatuar rezorpsiyon (servikal, apikal)
 - Ankiloz
 - Replasman rezorpsiyonu
 - Geçici apikal bozulma

Fuss ve diğerleri'ne göre (2003)

- Pulpal enfeksiyona bağlı kök rezorpsiyonu
- Periodontal enfeksiyona bağlı kök rezorpsiyonu
- Ortodontik kuvvete bağlı kök rezorpsiyonu
- Gömülü diş veya tümöre bağlı kök rezorpsiyonu

- Ankilotik kök rezorpsiyonu

Heithersay'a göre (2007)

- Travma kaynaklı rezorpsiyon
 - Yüzey rezorpsiyonu
 - Geçici apikal internal rezorpsiyon
 - Basınç rezorpsiyonu
 - Ortodontik rezorpsiyon
 - Replasman rezorpsiyonu
- Enfeksiyon kaynaklı rezorpsiyon
 - İnternal (iç) enflamatuvar rezorpsiyon
 - Eksternal (dış) enflamatuvar rezorpsiyon
 - İnternal-eksternal (iç-dış) ilişkili rezorpsiyon
- Hiperplastik invaziv rezorpsiyon
 - İnternal invaziv replasman rezorpsiyonu
 - İnvaziv kural rezorpsiyon
 - İnvaziv servikal rezorpsiyon

Andreasen sınıflaması, kök rezorpsiyonlarını bir çatı altında toplayan bir sınıflamadır. Diğer sınıflamalar, zamanla daha ayrıntılı olarak bu sınıflamanın bir modifikasyonu olarak ortaya çıkmıştır. Tezimizde, bu özelliklerinden dolayı ve daha genel bir sınıflama olmasından dolayı bu sınıflama açıklanmaktadır.

2.4.1. İç Kök Rezorpsiyonları

İç kök rezorpsiyonu, pulpa boşluğunda başlayıp dentin kaybına neden olan, ileri aşamalarda ise sement invazyonu ile kökün dış yüzeyinde perforasyonla sonuçlanabilen patolojik bir süreçtir (38). Bu süreçle birlikte, intraradiküler dentinde ve kök kanal duvarı boyunca uzanan dentin tübüllerinde, çok çekirdekli dev hücreler aracılığıyla yıkım gerçekleşir. Yıkım sonucu oluşan boşluklar, granülasyon dokusu ile dolar. Bazı durumlarda granülasyon dokusu ile birlikte kemik ve sement benzeri mineralize dokular da görülebilir. İç kök rezorpsiyonu, kök kanalı boşluğunda; çoğunlukla simetrik görünümlü, oval veya konik şekilli bir rezorpsiyon bölgesi ile karakterizedir (16).

Enfeksiyon, travma, ısı, kimyasal ve idiyopatik nedenler sonucu iç kök rezorpsiyonu oluşabilir. Enfeksiyon nedeni ile kök kanalında oluşan ve dentin tübüllerine yayılan mikroorganizma toksinleri ve iltihabi ürünleri rezorpsiyonu başlatırken; travma sonrası pulpada kanama oluştuğunda, damar dışına çıkan kan organize olarak granülasyon dokusuna dönüşür ve proliferasyon olarak dentin duvarına basınç yapar. Basınç sonrası klastik hücrelerin gelişimi ile rezorpsiyon başlar. Isı artışında pre-dentin tabakasında harabiyet oluşmaktadır. Yeterli su soğutması olmadan çalışılan dişlerde nekroz gelişerek enfeksiyon başlar ve sonrasında iç kök rezorpsiyonu tetiklenebilir. Kök kanal tedavileri sırasında kullanılan sitotoksik etkisi yüksek olan medikamentler de pre-dentini tahrip ederek, iç kök rezorpsiyonuna zemin hazırlayabilir (16).

İç kök rezorpsiyonlarının dağılımlarına baktığımızda ise;

- Dış kök rezorpsiyonuna oranla daha seyrek görülmektedir.
- Kadınlar da daha sık olmakla birlikte, en fazla 40-50 yaşlarında görülme sıklığı vardır.
- Sürekli dişlerde orta keserler başta olmak üzere birinci ve ikinci küçük azılar, yan keser dişler, alt küçük azı dişleri ve kaninler şeklinde sıklık sıralaması izler (16).

2.4.1.1. Yüzeysel İç Kök Rezorpsiyonu

Bu rezorpsiyon, kök kırıklarında kırık hattında veya lüksasyon geçiren dişlerin apikal kısımlarında, revaskülarizasyon olayı söz konusu olduğu bölgelerde oluşabilmektedir.

Klinik olarak bakıldığında herhangi bir semptom gözlenmezken; radyografide ilgili bölgede kök kanalında mikro düzeyde bir genişleme gözlenebilir. Histopatolojik inceleme de ise osteoklastik aktivite ve granülasyon dokusu ön plandadır (16).

Tedavi yöntemi olarak pulpanın iyileşme döneminde olduğu varsayılarak, düzenli vitalite kontrolleri yapılır ve herhangi bir endodontik tedavi girişi yapılmaz (16).

2.4.1.2. İltihabi İç Kök Rezorpsiyonu

İç kök rezorpsiyonu intraradiküler dentinin ilerleyici bir yıkımıdır. Kök kanal sisteminin herhangi bir bölümünde görülebilmekle birlikte, iç kök rezorpsiyonu oluştuğunda, pulpanın periodontal membrana benzer bir bağ dokusu ile yer değiştirdiği düşünülmektedir.

Patel ve ark. (39) enfekte pupanın nekrotik koronal bölümünün, apikal bölümdaki pulpanın uyarımını sağlayarak rezorptif aktiviteye neden olan enflamatuvar yanıtı oluşturduğunu öne sürmüşlerdir.

Heino ve ark. (37) ise kemik homeostazisinde osteoklastogenezisin inhibisyonunu sağlayarak rol oynayan osteositlere dayanan alternatif bir hipotez öne sürmüşlerdir. Bu hipoteze göre, canlı osteosit hücrelerinin varlığında, osteoklastlar aktif rezorpsiyona katılan hücrelerin özelliği olan aktin halkalarını oluşturamazlar. Osteositlerin apoptozisi ise, osteoklastogenezise neden olup kemik rezorpsiyonunu tetikleyen sitokinlerin sekresyonunu indüklemesine dayandırılmıştır.

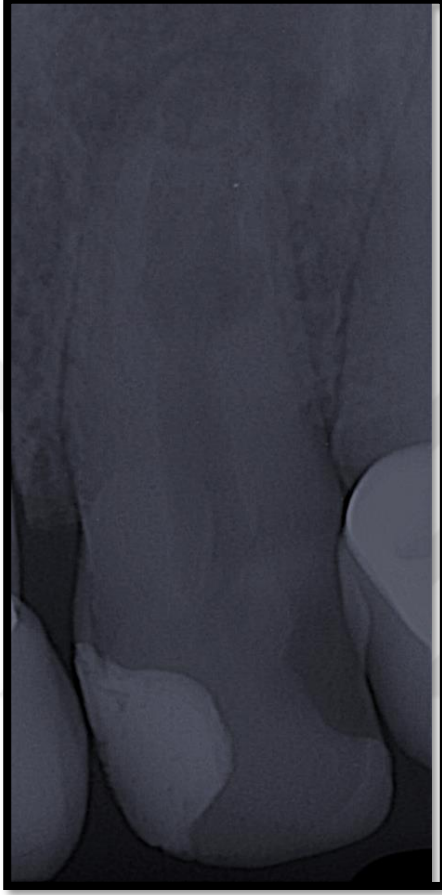
Gu ve ark. (40) ise travma ve çürük gibi çeşitli yaralanmalara bağlı olarak, osteositlere benzer şekilde, diş pulpa hücreleri ve odontoblastlarda da apoptozis gerçekleşebileceğini, bunun sonucunda üretilen sitokinlerin apikal pulpa dokusunda rezorptif yanıtı oluşturabileceğini belirtmişlerdir.

Öne atılan hipotezlerin doğrultusunda, iltihabi iç kök rezorpsiyonunun oluşmasındaki etyolojik faktörlere baktığımızda; enfeksiyon, travma, ısı, kimyasal faktörler ile predentin ve odontoblastların etkilenmesiyle; pulpada oluşabilecek dolaşım bozuklukları ile hücre metabolizması etkilenerek; aktif hiperemide yüksek oksijen basıncı ile klastik faaliyetlerin etkilenmesiyle; vital pulpa tedavilerinde sitotoksik etkili materyallerin kullanılması sonucunda predentin tabakasının etkilenmesi ile ve idiyopatik etkiler nedeniyle oluşabildiği düşünülmektedir.

İç rezorpsiyonlar, genellikle asemptomatik olup her zaman belirgin bir tablo göstermeselerde; oluşan rezorpsiyon dişin koronal bölgesinde olduğu zaman, bu bölgedeki diş sert dokularının rezorpsiyon sonucu incilmesi ve granülasyon

dokusunun damardan zengin olmasından dolayı bölgede pembemsi bir renk tonu (pink spot) oluşur.

İç rezorpsiyon, radyolojik olarak kök kanalında simetrik şekilli, oval veya konik görünümlü radyolusent bir alan olarak görülebilir (Şekil 1)



Şekil 1 : İç Kök Rezorpsiyonu görülen üst keser diş

Tedavi yaklaşımı olarak, herhangi bir bölgede rezorpsiyona bağlı dış ortama açıklık yoksa kök kanal tedavisi yeterlidir. Açıklığın olduğu durumlarda, kök kanal tedavisine ek olarak cerrahi uygulamalar gerekli olabilmektedir. Kök kanal tedavisi sırasında bir seans medikament uygulanması ve irrigasyon esnasında perfore enjektörler ve ultrasonikler kullanılması ve granülasyon dokusunun eliminasyonu, enfeksiyonun kontrol altına alınması açısından önemlidir. Tedavi uygulamalarının ve dişin üst restorasyonlarının başarılı olamadığı durumlarda dişin çekimi düşünülmelidir (41).

2.4.1.3. İ Kök Yerdeğiştirme (Replasman) Rezorpsiyonu

Dişin travma, ısı gibi fiziksel veya kimyasal nedenlerle hasar gördüğü durumlarda, pulpanın metaplazik bir dokuya dönüşmesi şeklinde görülür. Dişler klinik olarak asemptomatik olsada, radyografide kök kanal boşluğunda devamlılığın kaybolması ve düzensiz bir genişleme ile karakterizedir. Hatta kök kanalı içerisindeki metaplazik doku nedeni ile kenarları muntazam olmayan radyoopak bir görünüm bile izlenebilir.

Histopatolojisinde metaplazik dokular mevcuttur. Bu dokuların vital pulpadaki “stem cells” (kök hücreler) tarafından yapıldığını savunan hipotezler mevcuttur. Başka hipotezler ise bu durumun periodontal membrandan kaynaklanan ve damar sisteminden göç eden hücre aktivasyonu ile oluşabildiğini öne sürmektedir (42).

Tedavi yöntemi olarak olgunun takip edilmesi gerekmektedir. Stabil olan durumlarda herhangi bir tedaviye gereksinim görülmemektedir (16).

2.4.2. Dış Kök Rezorpsiyonu

Dış kök rezorpsiyonları, periyodonsiyumdan başlayıp ilk olarak kökün dış yüzeyini etkileyen, kök yüzeyinde görüldüğü bölgeye göre servikal, lateral veya apikal olarak sınıflandırılabilen kök rezorpsiyonlarıdır. Histolojik özelliklerine göre ise yüzeysel, enflamatuvar ya da replasman (yer değiştirme) rezorpsiyonları gibi farklı tipleri vardır (14).

Dış kök rezorpsiyonlarının etkenleri lokal ve sistemik olarak 2 ana grupta toplanabilir.

Lokal etyolojik etkenler;

- **Enfeksiyon:** pulpanın iltihabı ya da nekrozu sonucu endodontik enfeksiyonla ilişkili olabileceği gibi; mekanik etkenler sonucu (diş travması), kimyasal irrtasyonlar (beyazlatma ajanları, hidrojen peroksit) sonucu ve ortodontik uygulamalar sonucu periodontal enfeksiyonla da ilişkili etkenlere bağlı gerçekleşebilir.

-Travma: Lüksasyon, intrüzyon ve avulsiyon yaralanmaları sonucu akut travmalar oluşurken; ortodontik kuvvet, maloklüzyon, gömük dişler, tümör ve kistler nedeniyle de kronik travmalar gerçekleşebilir. Oluşan bu travmalar sonucu etkilenen dişte rezorpsiyon başlar ve tedavi edilmediği sürece devam eder.

-İyatrojenik etkenler: Kök kanal tedavileri esnasında mekanik preparasyona bağlı olarak oluşan perforasyonlar ya da çalışma uzunluğunda çalışılmaması veya çalışma uzunluğundan daha ileride çalışılması, sonrasında kök kanal dolumunun eksik ya da taşkın yapılması, kök kanal dolumunda kullanılan toksik etkisi yüksek medikamentlerin kullanılması ve beyazlatma ajanlarına bağlı olarak iyatrojenik rezorpsiyonlar oluşabilmektedir.

-İdiyopatik nedenler: Bu grupta oluşan diş kök rezorpsiyonlarının etyolojisi tam olarak bilinmemektedir.

Sistemik etyolojik nedenler: Genetik faktörler sonucu da diş kök rezorpsiyonu görüldüğü gibi aşağıdaki sendromlar sonucu da ortaya çıkabilmektedirler:

- Hipoparatiroidizm
- Hiperparatiroidizm
- Turner sendromu
- Gaucher sendromu
- Papillon-Lefevre sendromu
- Calcinosis
- Hemifasiyal atrofi
- Fokal dermal hipoplazi
- Böbrek ve karaciğer hastalıkları
- Paget hastalığı

Selim ve habis tümörler sonucu diş kökleri rezorpsiyona karşı dirençlerini kaybettikleri zaman diş köklerinin apekslerinde rezopsiyonlar görülebilmektedir (16).

2.4.2.1. Yüzeyel Dış Kök Rezorpsiyonu

Yüzeyel dış kök rezorpsiyonu, kök yüzeyinde yıkım ve yapım olaylarının görüldüğü geçici bir durumdur. Genellikle mikrotravmalar veya ortodontik uygulamalar bu olayın etyolojisini oluşturur ve etkenin ortadan kalkması ile iyileşme gözlemlenebilir. Radyolojik olarak ya da klinik olarak herhangi bir belirtisi yoktur. İyileşme yeni sert doku (sement) yapımı ile olmaktadır (18).

2.4.2.2. İltihabi Dış Kök Rezorpsiyonu

Kök rezorpsiyonları içinde en sık görülen gruptur. Dentine penetre olmuş çanak şekilli (bowl - shaped) rezorptif defekt olarak tanımlanır (18).

Levin ve Trope (25), dış kök yüzeyinde yaralanmayla birlikte görülen iltihabi bileşenleri üç ana grup altında incelemişlerdir: Basınç, pulpa boşluğu enfeksiyonları ve sulkular enfeksiyonlar. Basınç, sement dokusuna zarar verirken, bir yandan da o bölgedeki rezorptif hücreler için uyarıcı görevi yapar. Aşırı ortodontik kuvvetler basınç kaynaklı kök rezorpsiyonlarının çoğunluğunu oluşturur. Buna bağlı oluşan rezorpsiyonlar genellikle kökün apikal kısmında konumlanır ve radyografide kök boyunun kısalması ile karakterizedir. Sürdürülen ortodontik hareketin durdurulması ve etkilenmiş dişlerin uzun süreli takibi bu dişlerin tedavisi için yeterlidir. Pulpa dokusu ile ilgili ya da periapikal dokularla ilgili herhangi bir semptom yoksa kök kanal tedavisi önerilmemektedir (43,44).

Backland (35) , gömülü dişler, kistler, tümör gibi neoplazik oluşumların da mekanik baskı ile rezorptif hücreleri aktive ederek basınç kaynaklı kök rezorpsiyonlarına neden olabileceklerini bildirmiştir. Tedavi olarak, ileri vakalarda etkilenen dişlerin çekimi gerekebilmektedir.

Pulpa boşluğu enfeksiyonları, iltihabı dış kök rezorpsiyonuna neden olan bir başka etkidir. Pulpadaki bakteriyel enfeksiyon ve nekrozu takiben bakteriler ve ürünleri dişi saran periyodonsiyuma diffüze olur. Kök yüzeyi normal koşullarda, bütünlüğü bozulmamış sement dokusu tarafından korunduğundan, pulpa boşluğu ile periodonsiyum arasındaki ilişki, ilk olarak apikal foramen, bazen de aksesuar kanallar yolu ile gerçekleşmektedir (29).

Dişin apikal kısmı diğer bölgelere göre iltihabi cevap sırasında oluşan rezorbe edici faktörlere daha dirençsizdir. Apikal bölgenin yüzey alanının küçük olması ve rezorbe edici faktörlerin bu bölgedeki yoğunluğu, direncin düşük olmasına yol açmaktadır. Sement-dentin birleşme bölgesinin ince bir koruyucu tabaka sergilemesi ve bu bölgedeki sement-dentin birleşimindeki oluşumsal hatalar, apikal bölgedeki dokunun rezorpsiyona karşı kökün diğer bölgelerine göre daha korunmasız olmasına neden olmaktadır (25).

Apikal periodontitise bağlı gelişen iltihabi diş kök rezorpsiyonlarında, kök ucu radyografik olarak kısalmış, düzleşmiş veya normale oranla incelmıştır (25). Periapikal lezyonun histolojik görünümü granümatöz veya kistik olabilmektedir (43).

Pulpa iltihabına bağlı görülen kök rezorpsiyonları dişin lateral kısmında da görülebilmektedir. Kökün üzerindeki sement tabakası travma ya da enflamasyon nedeni ile harap olmuşsa, nekroze kök kanallarında üreyen bakterilerin toksinleri dentin tübüllerinden periodontal membrana ulaşarak iltihabi reaksiyonu ve rezorbe edici hücreleri uyarır ve kökte rezorpsiyon başlar (41).

İltihabi diş kök rezorpsiyonları için diğer uyarıcı faktör ise, diş eti oluşu (sulcular) iltihaplarıdır. Kök yüzeyinde ki hasara bağlı olarak epitelyal ataşmanın altında rezorptif hücrelerin uyarımı ile başlar (25). Pulpanın bu tip rezorpsiyonlarda rolü yoktur ve genellikle vital olup sağlıklıdır. Rezorptif aktive için uyarı, dişeti oluşundaki ve diş yüzeyindeki bakteriler tarafından sağlanır. Rezorpsiyon epitelyal ataşmanın altındaki bölgede başlar, dentinde genişleyerek ilerler; ancak pulpa predentin tabakası ile korunduğundan ilk aşamada perforasyon gerçekleşmez ve kök kanalı çevresinde yayılır (41). Klinik olarak bakıldığında, asemptomatik olmasına rağmen, sondalamada cep varlığı ile karakterizedir. Eğer rezorpsiyon lakünü diş minesinin altına uzanacak şekilde kuron bölgesine doğru ilerlerse, bol damarlanma gösteren granülasyon dokusu nedeniyle dişte pembemsi bir görünüm ortaya çıkmaktadır. İç kök rezorpsiyonlarında da görülebilen bu pembe diş görünümü (pink spot), invaziv servikal rezorpsiyonların hatalı tanı ve tedavisine neden olabilir (44).

Klinik muayenede ilgili diş nekrozdur. Radyolojik olarak başlangıçta net bulgular elde edilemez. Ancak, ilerleyen aşamalarda ilgili bölgede periodontal membranda genişleme ve kök yüzeyinde rezorbe alanlar belirginleşir. Apikal bölgedeki rezorpsiyon olgularında ise kök ucu kütleşir, muntazamlığını kaybeder ve kök boyunca kısalma görülür.

Histopatolojik görünüm ise rezorpsiyonun aktifliğine göre değişiklik göstermektedir. Aktif olmayan rezorpsiyonlarda; çok çekirdekli dev hücreler sayıca azalmıştır. Aktif rezorpsiyon döneminde; klastik hücreler ile dolu lakünler ve granülasyon dokusu bulunmaktadır. Çok aktif olan dönemde ise, kalsifik doku harabiyeti fazladır; çok sayıda iltihabi hücre bulunmakla birlikte onarım belirtisi çok çok azdır.

İltihabi dış kök rezorpsiyonlarında, her endodontik işlemde olması gerektiği gibi kök kanal tedavisinin hermetik bir şekilde doldurulması çok önemlidir. Apikal bölgede gelişen kök rezorpsiyonu olduğu hatırdaki bulundurulurken, çalışma uzunluğu doğru belirlenmelidir. Kalsiyum hidroksit yüksek pH'sından dolayı alkaline özelliğe sahiptir. Mikroorganizmalar üzerinde bakterisid etki göstermesi nedeniyle ara seansta medikament olarak kullanılması gerekmektedir. Kök kanal tedavisinin tek başına yeterli olmadığının düşünüldüğü olgularda cerrahi işlemler de uygulanabilir (16).

2.4.2.3. Dış Kök Yer Değiştirme Rezorpsiyonu

Sement, dentin ve periodontal ligamentin patolojik kaybı ve kemik dokunun bu dokuların yerini alması dış kök yer değiştirme (replasman) rezorpsiyonu olarak adlandırılır. Dış kök yer değiştirme rezorpsiyonu; ankiloz ve yer değiştirme rezorpsiyonu olarak iki şekilde görülür (16).

Ankiloz: Kök yüzeyi ile alveol kemiği arasında bir kaynaşma ile karakterizedir. Kök ile kemik dokusu, arada herhangi bir doku bulunmadan birleşmiştir.

Dişin kök yüzeyinin %20' sinden fazla alanını içeren travmatik olgularda iyileşme normal periodontal ataşmanla gerçekleşmemektedir (45). Kök yüzeyinde ki ciddi bir travmatik yaralanma sonucunda ilk reaksiyon, iltihabi yanıtın

oluşmasıdır. İltihabi cevabın ardından, kök yüzeylerinde sement kayıpları oluşmaya başlar. Çıplak kalan kök yüzeylerinin etrafını, genellikle periodontal ligament hücrelerinin yerine soket duvarından gelen kemik öncü hücreleri doldurmaya başlar. Böylece sementten yoksun diş kökü, kemik dokusu ile doğrudan ilişkiye girer ve bu durum dentoalveolar ankiloz olarak tanımlanır (35,44).

Kemik dokusu hayat boyu süren fizyolojik bir yapım-yıkım döngüsüne sahiptir. Bu nedenle ankiloz olan kök osteoklastlarca yıkılır, fakat yapım safhasında dentin yerine kemik dokusu oluşur.

Şiddetli lüksasyon, intrüzyon ve avülsiyon gibi akut travmalar ankilozun başlıca etyolojik faktörleridir. Replante edilen dişlerde %80-90 oranında rezorpsiyon oluşabilmektedir.

Klinik muayenede dişte perküsyonda metalik bir ses duyulur. Kök yüzeyinin %10 undan fazlasını etkilediği durumlar dışında diş mobil değildir. Radyografik olarak ise travmadan 4-6 hafta sonrasında periodontal aralık izlenmemektedir ve diş kökü ile kemik dokusu arasında radyolüsent alanlar gözlenmemektedir.

Yer değiştirme rezorpsiyonu: Diş kökü, rezorbe olan kemik ile yer değiştirir. Rezorpsiyon bölgesinde, diş kökü ile alveol kemiği arasında gerçek bir birleşme yoktur. Ankilozdan farklı olarak, her iki bölge arasında iltihabi ve klastik hücreleri içeren bir granülasyon dokusu bulunur.

Replasman rezorpsiyonu genellikle intrüziv lüksasyon ve dişin uzun süre dışarıda kaldığı, periodontal ligamentin kuruyup canlılığını kaybettiği avülsiyon olgularında görülür. Ankiloz ve osseöz replasman fizyolojik bir süreçtir ve geri dönüşümü yoktur (25).

2.5. Kök Kanal Dolgu Materyalleri

Kök kanalları her ne kadar iyi bir şekilde mekanik olarak temizlenip, irrigasyon solüsyonları ile yıkansada, bu işlemler kadar önemli olan bir diğer unsur ise kök kanal sisteminin hermetik olarak doldurulmasıdır. Kök kanal dolum işlemi; güta-perka ve kök kanal patları ile sağlanmaktadır.

Güta-perka; Malezya, Endonezya ve Brezilya'da bulunan Payena ağacından elde edilen bir üründür. Kimyasal olarak bir isoprene polimeridir. İçeriğinde doldurucular, plastik özellik kazandırıcı materyaller ve radyoopasite sağlayan metal sülfatlar bulunmaktadır. Oda sıcaklığında katıdır. 25-30 derece sıcaklıkta yumuşak bir kitle olurken, 100 derece ısıda kısmen bozulur (46). Güta-perka, içeriğindeki malzemeler az çok değiştirilerek farklı markalar adı altında piyasaya sürülmektedir; ancak genel olarak içerikleri benzer olup sabittir. Güta-perka tek başına kök kanalının dolumunda yeterli olmaz. Bunun nedeni güta-perkaların hem dentin duvarına tutunamamaları hem kendi içlerinde birbirlerine bağlantı göstermemeleridir. Tek başına kullanıldıklarında, bu özelliklerinden dolayı arada boşluklar kalmakta ve kök kanalında minimal de olsa kalan mikroorganizma ve artıkları, beslenmeye ve üremeye devam etmektedir. Sonuç olarak, yapılan kök kanal tedavisi başarısızlığa uğrar. Kök kanal tedavisinin başarılı olabilmesi için kök kanal dolumu işleminde, güta-perkaların kök kanal patları ile birlikte kullanılmaları gerekmektedir.

Kök kanal patları, kök kanalında güta perkadan kalan boşlukları doldururken, aynı zamanda sahip olduğu özellikleri dolayısı ile hem dentin hem de güta-perkalar arası adhezyon etkisi gösterir. Kök kanalında kullanım amaçlarına baktığımızda ise:

- ✓ Kök kanal dolgu materyallerinin kanal duvarlarına adaptasyonunu sağlar ve dentin duvarları ile dolgu materyalleri arasında kalan boşlukları doldurur.
- ✓ Kanal içinde kayganlaştırıcı özellik göstererek kök kanal dolgusunu kolaylaştırır.
- ✓ Antibakteriyel ajanlar içerdiklerinden kök kanalına yerleştirilmesinden sonra antibakteriyel etki gösterirler (47,48).

Alaçam bir kanal patında olması gereken özellikleri şöyle belirtmiştir (41,49,50) ;

- Kök kanalını kolaylıkla doldurabilmelidir.
- Yeterli çalışma zamanı tanınmalı, gerektiğinde kanaldan kolaylıkla uzaklaştırılabilmelidir.

- Kanal içerisine konmadan önce sıvı veya yarı katı olmalı, sonradan genişerek kanal içerisinde katılaşmalıdır.
- Dişe ve periapikal dokulara zararlı olmamalıdır.
- Periapikal dokulara taşıdığı rezorbe olmalıdır.
- Mutajenik ve karsinojenik olmamalıdır.
- Periapikal dokularda immun cevap oluşturmamalıdır.
- Steril olmalı ve bakteriyostatik olmalıdır.
- Büzüşmemeli, stabil olmalı, kanal içerisinde rezorbe olmamalı ve nemden etkilenmemelidir.
- Poröz olmamalıdır.
- Kanal duvarına yapışmalı, kök kanalını yandan ve apikalden 3 boyutlu olarak iyice kapatmalı ve dentin kanalcıklarına derin penetrasyon göstermelidir.
- Radyopak olmalı, dişi boyamamalı ve uzun süre bozulmadan saklanabilmelidir.

Kök kanal patlarının en önemli fiziksel özelliklerinden biri olan ağız ortamında ve dokularda çözünmeme, kök kanal tedavisinde başarının anahtarlarından biridir (51). Bu özellik sayesinde, dentin-sealer-güta perka arasında bakteri veya ürünlerinin periapikal dokulara ulaşabileceği bir boşluk alanı kalmamaktadır (51,52).

Bir diğer önemli fiziksel özellik ise kök kanal patlarının pH değerleridir. pH değeri, iyileşmede rol oynayan dokuların mineralizasyonunu sağlarken aynı zamanda antibakteriyal özellik göstermektedir (53,54).

Günümüzde her ne kadar rezin esaslı bir kanal patı olan AH Plus bilimsel araştırmalarda altın standart olarak belirlenmiş olsa da tüm bu özellikleri sağlayan bir kanal patı bulunmamaktadır. Bu nedenle, tüm ideal özellikleri bünyesinde toplayan bir kök kanal patının üretilmesi için arayış ve çalışmalar devam etmektedir. Yeni geliştirilen en güncel kök kanal patları arasında biyoseramik içerikli kök kanal patları önemli bir yer tutmaktadır.

2.5.1. Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patları

2.5.1.1. Biyoseramikler

Günümüzde kullanılan kök kanal patlarının zamanla rezorbe olması, kök kanalı içerisinde büzülme göstermesi, periapikal dokulara toksik etkileri ve ağız içerisinde ve doku sıvılarında eriyebilme gibi istenmeyen özellikler, farklı bir kök kanal patı arayışına sebep olmuştur.

Biyoseramik sözcük olarak “vücudun zarar gören veya işlevini yitiren parçalarının onarımı, yeniden yapılandırılması ya da o dokunun yerini alabilmesi için özel olarak tasarlanmış seramik “anlamına gelmektedir. Biyoseramikler, çapı 1-3 mikron arası olan nanokristallerden oluşmaktadır. Biyoseramiklerin yapısında bulunan polikristalin yapıları seramikler (alümina ve hidroksiapatit), biyoaktif cam seramikler ve biyoaktif kompozitler (polietilen hidroksiapatit) gibi biyouyumlu materyaller, biyoseramiklerin sağlık alanında da kullanımını arttırmıştır (55). Sağlık alanında kullanımının yanı sıra, diş hekimliğinde özellikle endodonti alanında, kök kanal patı olarak, vital pulpa tedavilerinde, apeksi açık dişlerde apikal tıkaç ve retrograt dolgu materyali olarak kullanılmaktadırlar.

Diş hekimliğinde özellikle tercih edilmelerinin nedeni, içerdikleri materyallerden ötürü hidroksiapatit gibi biyolojik materyallere benzerlik göstermeleri ve biyouyumluluklarının çok iyi olmasıdır.

Günümüzde endodontide tercih edilme nedenleri ise dentin köprü oluşturma potansiyelleri, yüksek pH düzeyine sahip olmaları, antibakteriyel etkinlikleri, hidrofilik yapıları ve obturasyonu takiben kök direncinin arttırmalarıdır (55–57).

2.5.1.2. Biyoseramik Esaslı Kök Kanal Patlarının Genel Özellikleri

- *Biyouyumluluk:*

Biyoseramiklerin biyoaktivite, osteoblast differansiyasyonunu artırma, vaskularizasyonu sağlama ve osteokondüktivite gibi özellikleri bulunmaktadır.

Yapılan çalışmalar da bunu desteklemektedir. Güven ve ark. (58), biyoseramik esaslı kanal patlarının insan diş germi hücresine sitotoksik etkilerinin oldukça düşük olduğunu belirtmişlerdir. Chang ve ark. (59) biyoseramik esaslı patların,

kalsiyum hidroksit esaslı patlardan daha fazla osteojenik potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir. Loushine ve ark. (60) ise AH Plus materyalinin sitotoksitesinin zamanla azalmasına karşın, biyoseramik esaslı kanal patının toksik olmadığını ve daha biyoyumlu bir materyal olduğunu belirtmişlerdir. Biyoseramiklerin biyoyumluluğu ve aynı zamanda sementoblastik ve osteojenik aktiviteyi uyarması, endodontide açık apeksli dişlerde ve perforasyona sahip dişlerde kullanımını gündeme getirmiştir.

- **Örtücülük:**

Biyoseramikler içerik olarak nanoboyutta ve partiküler özellik taşıyan patlardır. Biyoseramiklerin uygulanması sonucunda, kalsiyum ve hidroksit iyonlarının çökmesi sonucu hidroksi-apatit tabakası oluşmaktadır ve bu tabaka sayesinde dolgu ile dentin duvarı arasında kimyasal bağlantı sağlanmaktadır. Nair ve ark. (61) kök ucu kanal dolgusu olarak kullanılan Endosequence BC materyali ve MTA arasında benzer düzeyde örtücülük kabiliyeti olduğunu bildirmişlerdir. Biyoseramik esaslı patlar yüksek hidrofilik özellikleri ve düşük yüzey gerilimleri sayesinde kök kanal sistemine ve yan kanallara kolayca yayılım göstermektedirler (57,62). Yapılan bir çalışmada; iki farklı kıvamdaki biyoseramik pat ile MTA'nın kök ucu dolgusundaki kenar uyumları karşılaştırılmış, yatay kesit incelenmesinde MTA ve biyoseramiklerin benzer düzeyde kenar uyumu gösterdiği saptanırken, dikey kesitte biyoseramik patlar ile dentin duvarı arasında oluşan boşlukların MTA'dan daha fazla olduğu bulunmuştur (61). Literatür incelendiğinde, biyoseramik içerikli patların kök ucu kanal dolgularında kullanılması gerektiğinde, daha yoğun kıvamda karıştırılmasının kenar uyumunu arttıracığı belirtilmiştir (63).

Bidar ve ark. (62) kalsiyum silikat esaslı kök kanal patlarının apikal sızıntı düzeyleri ile smear tabakası arasındaki ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada; smear tabakasının varlığı veya uzaklaştırılmasının apikal örtücülüğü etkilemediğini gözlemlemişlerdir. Leal ve ark. (64) ise, iRoot BP Plus ile beyaz MTA'nın kök ucu dolgu materyali olarak kullanıldığında, apikal örtücülükleri arasında bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar sonucunda, kök kanalı içerisinde smear tabakasının kaldırılması ya da kaldırılmamasının bu patların örtücülük özelliklerini değiştirmedeği belirlenmiştir.

- ***Akıcılık:***

Mekanik işlemlerden sonra kanal duvarları üzerinde oluşan düzensizliklerin kanal patı ile doldurulmasını sağlayan özellik, kanal patının akıcılığıdır. Patın kıvamının akıcı olmadığı durumlarda, bu girintiler tamamen kapanmaz ve kök kanalı içerisinde mikroorganizmaların üreyebileceği boşluklar kalmaktadır. Diğer yandan, patın aşırı akıcı ve sulu kıvamda olması ise apikalden taşma riskini arttırmaktadır. Bu nedenle, kullanılan patların akıcılığı önem taşımaktadır. Candeiro ve ark. (65) , biyoseramiklerin akıcılığının, kök kanal patlarının sahip olması gereken minimum akıcılığın üstünde olduğunu göstermişlerdir. Zhou ve ark. (66) ise MTA Fillapex ve Endosequence BC patlarının ISO standartlarına göre kabul edilebilir düzeyde viskozitesi ve boyutsal stabilitesi olduğunu bildirmişlerdir.

- ***Bağlantı gücü:***

Kök kanal dolguları, dentin duvarına hem statik hem de dinamik olarak iki şekilde bağlanma gösterir. Statik bağlantıda; kök kanal dolgusu ve kanal duvarları arasında mikrosızıntıya neden olabilecek boşlukları engellerler. Dinamik bağlantıda ise; kanal dolgusu yapıldıktan sonraki uygulamalar sırasında kanal dolgusunun dentine olan bağlantısının bozulmaması ve dişle birlikte monoblok bir yapı oluşturarak yapısal işlevi arttırması beklenmektedir. Topçuoğlu ve ark. (67) , kök kırılma dirençlerini inceledikleri çalışmalarında, biyoseramik kanal patıyla doldurulan köklerin, MTA esaslı patlarla doldurulanlara göre kırılmaya daha dirençli olduğunu belirtmişlerdir (67,68).

- ***Antimikrobiyal özellik:***

Yapılan kök kanal tedavileri sonrasında, mikroorganizmalar ister istemez kanal içerisinde minimum düzeyde de olsa kalmaktadırlar. Kullanılan patlarla birlikte kalan mikroorganizmaların zamanla yok olması beklenmektedir. Biyoseramik içerikli patlar sahip oldukları alkalin pH, yüksek kalsiyum iyon salınımı ve hidroksiapatit oluşumu ile bu mekanizmayı sağlamaktadırlar. Silikat bazlı

materyaller olduklarından dolayı su ile etkileşimlerinde kalsiyum hidroksit salınımı yaparak ortamın pH sını alkali düzeye taşırlar. Böylece alkali ortam, alkalen fosfataz enzimini uyarır ve aktivasyonunu sağlar. Bu süreç, mineralize doku oluşumunu uyarırken, aynı zamanda antimikrobiyal etkinlik sağlamaktadır (13,69).

Candeiro ve ark. (70) biyoseramik içerikli patların *E.faecalis*'e karşı antibakteriyel etkinliklerinin olduğunu bildirirken, sitotoksitelerinin oldukça az olduğunu bildirmişlerdir.

- **Radyoopasite:**

Biyoseramiklerin içerisinde bulunan zirkonyum oksit, baryum sülfat ve kalsiyum tungstat radyoopak olmalarını sağlamaktadır. ISO (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu)' nun 2001 de belirlediği yönergeye göre, kök kanal patlarının radyoopasitesinin en az 3 mm alüminyuma eşdeğer olması gerekmektedir. Biyoseramiklerin radyoopasite değeri ise 3.8 mm alüminyumdur. Candeiro ve ark. Endosequence BC sealer'in radyoopasitesinin ISO'ya göre kabul edilebilir seviyede olmasına rağmen, AH Plus patından düşük olduğunu saptamışlardır (71),(70,72).

- **Çözünürlük:**

Bir maddenin sıvı içerisinde moleküllerine ayrışabilme özelliğidir. İdeal bir kök kanal patından, kök kanal sistemi içinde çözünmemesi ve periapikal doku ile temasında yabancı cisim reaksiyonu oluşturmadan ayrışması beklenmektedir. Kök kanal patının çözünür olması, patla dentin ya da patla güta perka arasında boşluk oluşmasına neden olarak kök kanal tedavisinin başarısız sonuçlanmasına yol açmaktadır. Biyoseramikler, kök kanalında kimyasal olarak stabil kalmakla birlikte apikalden taşığında çözülme göstermektedirler (66,73).

- **Sertleşme:**

Biyoseramik içerikli kök kanal patları, hidrofilik yapıları dolayısıyla dentin tübülleri içerisindeki suyu çekerek sertleşebilmektedirler. Sertleşme süreleri 4 saat olmakla birlikte, sertleşirken oluşturdukları hidroksiapatit yapısı nedeniyle % 0.2 – 6 oranında da genişleme göstermektedirler (57).

2.5.1.3. Biyoseramik İçerikli Kök Kanal Patlarının Sınıflandırılması

Bilimsel birçok konuda olduğu gibi, bu konuda da tam bir netlik sağlanamamıştır. Birbirlerine benzerlik göstermekle birlikte farklı sınıflamalar bulunmaktadır: (Tablo 1 ve 2)

Tablo 1 : Biyoseramik içerikli kök kanal patlarının sınıflandırılması (12)

<u>Kalsiyum Silikat Fosfat İçerenler</u>	<u>Mineral Trioksit Agregat (MTA) İçerenler</u>
- iRoot SP	- ProRoot Endosealer
- Bioseal	- MTA Obtura
- EndoSequence BC Sealer	- Endo CPM Sealer
- Smartpaste Bio	- DiaRoot Bioaggragate
- Appetite kök kanal dolgu patı	

Tablo 2 : Biyoseramik içerikli kök kanal patlarının sınıflandırılması (74)

TÜRÜ	PİYASA ADI	ÜRETİCİ	İÇERİK
KALSİYUM SİLİKAT ESASLI SEALERLAR	iRoot SP	Innovative Bioeramix Inc., Vancouver, Canada	Zirconium oxide, calcium silicates, calcium phosphate, calcium hydroxide, filler and thickening agents
	EndoSequence BC Sealer	Brasseler USA, Savannah, GA, USA	
MTA ESASLI SEALERLAR	MTA Fillapex	Angelus, Londrina, PR, Brazil	Salicylate resin, diluting resin, natural resin, bismuth trioxide, nanoparticulate silica, MTA, pigments
	Endo CPM sealer	Egeo, Buenos Aires, Argentina	Silicon dioxide, calcium carbonate, bismuth oxide, barium sulfate, propylene glycol alginate, sodium citrate, calcium chloride, active ingredients
	MTA Angelus	Angelus, Londrina, PR, Brazil	Tricalcium silicate, dicalcium silicate, tricalcium aluminate, tetracalcium aluminoferrite, bismuth oxide, iron oxide, calcium carbonate, magnesium oxide, crystalline silica, residues
	ProRoot Endo Sealer	DENTSPLY Tulsa Dental Specialties	Powder : tricalcium silica, dicalcium silicate, calcium sulphate, bismuth oxide, small amount of tricalcium aluminate Liquid : viscous aqueous solution of a water-soluble polymer
KALSİYUM FOSFAT ESASLI SEALERLAR	Sankin apatite root canal sealer	Sankin Kogyo, Tokyo, Japan	Powder: alpha-tricalcium phosphate and hydroxly sankin apatite in type I, iodoform added to powder in type II and type III Liquid: polyacrylic acid and water
	Capseal	Experimental	Powder: tetracalcium phosphate and dicalcium phosphate anhydrous, portland cement, zirconium oxide, others as powder Liquid: hydroxypropyl methyl cellulose in sodium phosphate solution

Biyoseramik içerikli patlar genel olarak MTA benzeri patlar olarak anılmaktadır. MTA materyalinin sahip olduğu bazı dezavantajlarından dolayı gündeme gelmişlerdir. İçerik olarak benzerlik göstermelerinden dolayı, “MTA benzeri patlar” olarak anılırlar. MTA; trikalsiyum silikat, bizmut oksit, dikalsiyum silikat, trikalsiyum alüminat ve kalsiyum sülfat dihidrattan meydana gelmektedir. MTA ayrıca %0,6’ya kadar çözülmez içeriğe ve serbest kristalin silikaya sahiptir. Diğer içerikler arasında, kalsiyum oksit, serbest magnezyum oksit, potasyum ve sodyum sülfat bileşimleri sayılabilir (75). Biyoseramik içerikli patlarda ana malzeme kalsiyum silikat olmakla beraber, farklı markalara göre içerikleri değişmektedir. Çalışmamızda biyoseramik içerikli olan Bioroot RCS, Total Fill BC, Endosequence BC ve Gutta-Flow Bioseal kanal patları kullanılmıştır.

2.5.1.3.a. BioRoot RCS

2015 yılında piyasaya çıkan kalsiyum silikat bazlı kök kanal patıdır. Tozu; trikalsiyum silikat, zirkonyum dioksit ve povidon: sıvı kısmı ise su, kalsiyum klorit ve polykarboksilat içermektedir. Uygulama süresi minimum 10 dakika iken, sertleşme süresi maksimum 4 saati bulmaktadır. Rezin içeriği bulunmamaktadır. Öjenol içeriği olmadığından bonding sistemleri ile uyumludur. Kalsiyum silikat bazlı bu patın, çinko-oksit öjenol içerikli patlara göre, periodontal hücreler üzerine olan toksik etkisi daha az olmakla birlikte, anjiojenik ve osteojenik büyüme faktörlerinin salınımı üzerine etkisi daha fazladır (76). BioRoot RCS diğer patlara göre (AH Plus, ACROSEAL, MTA Fillapex) daha az sitotoksik ve genotoksik özellikler taşımaktadır (77). Kalsiyum silikat bazlı patlar, biyouyumluluklarının iyi olmasından dolayı kalıcı kök kanal malzemesi olarak kullanılmaktadırlar.

F.Siboni ve ark. (78) ; BioRoot RCS, AH Plus ve MTA Fillapex kanal dolgu maddelerini, pH ve kalsiyum salınımı açısından karşılaştırılmıştır. Bulunan sonuçlar doğrultusunda, BioRoot RCS' nin 14 günde boyunca diğer materyallere göre anlamlı oranda daha yüksek pH değere (yaklaşık 11-12 civarı) sahip olduğu, 28 günlük süreçte bu değer 8.7 ye düşmekle birlikte ortamın alkali olmayı sürdürdüğü belirtilmiştir. AH Plus' in pH değerinin ise 3 günlük süreçte 7,1-7,8 civarında olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, BioRoot RCS nin kalsiyum iyon salınımının örnekler koyulduktan hemen sonra başladığı, test süresi boyunca devam ettiği, zamanla azalma gösterse de 28 günlük süreçte salınımın durmadığı belirtilmiştir. AH Plus için ise kalsiyum iyon salınımı çok az bulunduğu yaklaşık 1-2 ppm değerinde çıktığı belirtilmiştir.

2016'da yayınlanan bir çalışmada, BioRoot RCS, MTA ve AH Plus'ın çözünürlüğü değerlendirilmiştir. MTA ve AH Plus, solüsyonda ve suda benzer çözünme özelliği gösterirken, BioRoot RCS 28.günün sonunda, solüsyonda sudakinden daha az oranda çözülmüştür. Bunun nedeninin, solüsyonun vücut sıvısına yakın olması, dolayısıyla kalsiyum iyon salınımı sonucu bölgedeki fosfat iyonları ile birleşerek hidroksiapatit tabakası oluşturarak boyutundan bir şey kaybetmemesi belirtilmiştir (79).

2.5.1.3.b. Total Fill BC Sealer

Total Fill BC Sealer, başta kalsiyum silikat olmak üzere zirkonyum oksit, tantulum peroksit, kalsiyum fosfat monobazik ve doldurucular içeren biyoseramik esaslı bir kök kanal patıdır. Literatürde bu patla ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Materyalin broşüründen elde edilen veriler doğrultusunda, biyoseramik içerikli patlarda olan özellikleri gösterdiği anlaşılmaktadır. Bunlar arasında, yüksek pH, nem varlığında sertleşebilme, uygulama sonrası genişleme, sitotoksitesinin düşük olması, akıcılığının iyi olması gibi özellikler sayılabilir (80).

Nagaş ve ark. (81) ; kuru, nemli ya da ıslak her tür ortamda, Total Fill BC Sealer'ın AH Plus'a oranla daha yüksek bağlanma kuvveti gösterdiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada, Total Fill BC Sealer'ın, özel olarak üretilen kendi güta perka sistemleri ile kullanıldığında, kırılmaya karşı daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, 24 saat sonunda, Total Fill BC Sealer 'ın, AH Plus a oranla daha az sitotoksik olduğu bildirilirken, biyoyumluluğunun daha iyi olduğu belirtilmiştir.

2.5.1.3.c. Gutta-Flow Bioseal

GuttaFlow Bioseal, Coltene markasının GuttaFlow 2 silikon bazlı kök kanal patına kalsiyum silikat içeriği eklenerek ve biyoyumluluğu artırılarak piyasaya sürülmüş yeni bir kanal patıdır. İçeriğinde güta perka tozu partikülleri, polidimetilsiloksan, platinyum katalist, zirkonyum dioksit, kalsiyum salisilat, nano-gümüş partikülleri, boyar maddeler ve bioaktif cam seramikler yer almaktadır. Çalışma süresi 4 dakika olup, sertleşme süresi 12-16 dakikadır (82).

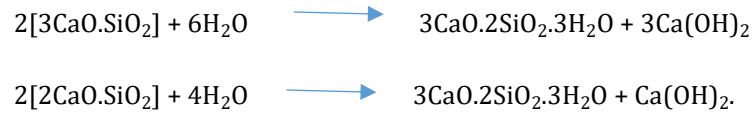
GuttaFlow Bioseal, AH Plus ve GuttaFlow 2 patının değerlendirildiği bir çalışmada en fazla kalsiyum iyon salınımı, biyoseramik içerikli bir pat olan GuttaFlow Bioseal da bulunmuştur. Ayrıca bu patın, içeriğinde bulunan bioaktif cam seramiklerin varlığından dolayı yüksek oranda sodyum iyonu salınımı da yaptığı bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, materyalin içinde mineralize dokuların oluşumunu uyaran sodyum oksit bulunmaktadır. Kalsiyum ve sodyum iyonlarının salınımı ortamın pH değerini arttırarak bakterilerin canlılığını azaltmaktadır (83–86).

Bu biyoaktif materyal, sıvılarla temas ettiğinde kalsiyum ve silikatlar gibi doğal onarıcı bileşenler sağlamaktadır. Aynı zamanda kök kanalındaki rejenerasyona ilave destek sağlayan biyokimyasal süreci de aktive etmektedir. GuttaFlow Bioseal, sertleşmeden sonra, yeni yüzeyi üzerinde hidroksiapatit kristaller oluşturur. Bu kristaller adezyonu arttırırken, aynı zamanda doğal tetikleyicileri, özellikle kemik ve dentin dokusunun rejenerasyonunu uyarmaktadır.

2.5.1.3.d. Endosequence BC Sealer

Endosequence BC Sealer, içeriği zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyum fosfat monobazik, kalsiyum hidroksit, doldurucular ve kalınlaştırıcı ajanlardan oluşan biyoseramik içerikli bir kök kanal patıdır (87).

Endosequence BC Sealer ve AH Plus' in özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, Endosequence BC Sealer, 168 saatlik süre boyunca yüksek alkali pH gösterirken, AH Plus neredeyse nötral düzeyde pH göstermektedir. Kalsiyum iyon salınımında ise yine kalsiyum silikat bazlı pat ve epoksi-rezin bazlı pat arasında 24 saatlik zaman diliminde anlamlı bir fark görünmezken, genel olarak bakıldığında kalsiyum silikat bazlı olan patın, yani Endosequence BC Sealer'in daha yüksek salınımına neden olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, kalsiyum iyon salınımının biyoseramik içerikli patlarda daha fazla olmasını hidrasyon mekanizması ile açıklamışlardır (65);



Candeiro ve ark. (70) Endosequence BC Sealer ve AH Plus kök kanal patlarını karşılaştırmıştır. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında, her iki grupta da sitotoksisite düzeyinin belirgin düzeyde fazla çıktığı bildirilmiştir. Sitotoksisite düzeyinin AH Plus' ta daha fazla çıkması, patın uygulama sonrası azalan epoksi polimerizasyonunu hızlandırmak için aminlerden salgılanan formaldehit ile ilişkilendirilmiştir. Biyoseramik içerikli bu patın rezin bazlı pata göre daha yüksek pH değerine yol açıp, daha yüksek kalsiyum iyon salınımı yapmasının, kalan mikroorganizmaların kanal içerisinde ve dentin tübüllerinde elimine edilmesine yol açarak antimikrobiyal etkinlik sağladığı belirtilmiştir.

2.6. pH

pH, açılımı “Power of Hydrogen” (Hidrojenin Gücü) olan ve aynı zamanda çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir.

pH teriminde p; eksi logaritmanın matematiksel sembolünden ve H ise hidrojenin kimyasal formülünden türetilmişlerdir. pH tanımı, hidrojen konsantrasyonunun kologaritması olarak, yani Hidrojen konsantrasyonunun eksi logaritması olarak verilebilir:

$$pH = \text{colog}[H^+] / pH = -\log[H^+]$$

Kök kanallarının doldurulmasından sonra kanal patlarının periapikal dokularla olası teması sonucu, pat ve doku arasında bir takım kimyasal reaksiyonlar oluşabilmektedir. Bu reaksiyonlar sonucu, ortamın pH düzeyi değişebilmektedir. pH değerinin asidik olması, kemik doku rezorbsiyonuna yol açabilirken, bu değer alkaline olması sert doku oluşumunda önemli bir rol oynayan alkaline fosfatase enzimini aktive ederek, kemik dokusunun tamiri için uygun bir ortam oluşturmaktadır (88–90).

Bununla birlikte, alkaline pH düzeyi, enflamasyonun asidik reaksiyonlarına karşı lokal bir tampon görevi yapmakta, osteoklastlar tarafından salgılanan laktik asidi nötralize ederek mineralize dokuların daha fazla parçalanmasını önlemektedir (91,92).

Ayrıca materyalden hidroksil iyonlarının salınması sonucu antimikrobiyal etki de oluşmaktadır (93).

Tüm bu nedenlerden dolayı, periapikal bölgede iyileşmenin indüklenmesi ve anti- mikrobiyal etki için alkaline pH oluşturabilen kök kanal ilaçları ve kök kanal patları kullanılması önerilmektedir.

Lengheden ve Jansson (94) tarafından yapılan in vitro çalışmada, pH düzeyinin fibroblastları etkileyerek, yara iyileşmesini etkilediği bildirilmiştir.

Kalsiyum hidroksit içeren kök kanal dolgularındaki yüksek pH'ın, periapikal dokuların alkaline duruma gelmesine sebep olduğu ve böylelikle, iyileşmeye uygun bir ortam oluşturduğunu vurgulamışlardır (89,92).

Bazı araştırmacılar ise, iyileşmenin pH'a bağlı olarak onarım mekanizmasının mineralize dokuyu uyarması ve ortama kalsiyum iyonlarının salınmasına bağlı olduğunu düşünmüşlerdir (54,95).

Bu hipotezleri destekler nitelikte, diğer bazı araştırmacılar da, yüksek pH'ın, sert doku oluşumunda önemli rol oynayan alkale fosfataz enzimini aktive ettiğini belirtmişlerdir (96).

Bununla beraber, yüksek pH'ın kök kanallarında antimikrobiyal etkiye de neden olduğu ve aynı zamanda da osteoklastik aktiviteyi önlediği belirtilmiştir (97).

Sonuç olarak, endodontik tedavide kullanılan kanal patları, periapikal dokulardaki hücre proliferasyonunu etkileyerek, periapekin iyileşme sürecini değiştirebilmektedir. Dolayısıyla, alkali bir kök kanal patı olan biyoseramik esaslı patların, periapikal dokularda iyileşmenin aktive edilmesi istendiği durumlarda kullanılması tavsiye edilebilmektedir.

Tronstad ve ark. (92) na göre, kalsiyum hidroksit, iltihabi rezorpsiyonlarda osteoklastlardan çıkan asit ürünlerini, örneğin laktik asidi nötralize etmekte ve böylece mineralize dokuların daha fazla parçalanmasını önlemektedir. Aynı araştırmacılar rezorpsiyon bölgesinde kalsiyum hidroksit etkisiyle pH değerlerinin yükseldiğini ve neticede rezorpsiyonun ilerlemesinin önlenip tamir olayının başlayabileceğini ileri sürmüşlerdir.

İdeal kök kanal dolgu patları, antimikrobiyal etkiye sahip olmalıdır (98). Kalsiyum hidroksit esaslı patlarda antimikrobiyal etkinlik; hidroksil iyonunun salınımı sonucunda kök kanalı ve çevresinde pH seviyesinin arttığı ve kök kanalı ve çevresinde bakterilerin yaşamasına uygun olmayan bir ortam oluşturulması ile ilişkilidir (99,100).

pH seviyesinin 9'dan yüksek olması mikroorganizmaların hücresel membran enzimlerinin etkinliğinin geriye dönüşümlü ya da geriye dönüşümsüz durdurulmasına neden olarak biyolojik etkinliklerini kaybetmesine sebep olur (101). Bu nedenle mikroorganizmaların etkinliğini azaltmak ya da durdurmak için yüksek pH'a sahip kök kanal dolgu patlarının kullanılması önerilebilir.

Kemomekanik işlemlerden sonra bile ortamda varlığını sürdürebilen ve inatçı bir bakteri olan *Enterococcus faecalis*, alkali ortamda, yani pH'ın yaklaşık 11 civarı olduğu durumlarda canlılığını sürdürememektedir (53,102).

pH düzeyi, pH seviyesi değiştikçe değişik renk alan pH kağıtları veya göstergeleri ile yaklaşık olarak saptanabilir. Bu tip göstergelerin doğruluklarında sınırlamalar bulunmaktadır ve renkli veya koyu örneklerde doğru olarak sonuç elde etmek zorlaşabilmektedir (103).

Daha doğru pH ölçümü için pH metre kullanılmalıdır. pH ölçümü üç parçadan oluşur: pH ölçüm elektrodu, referans elektrodu, ve yüksek empedans girişli bir cihaz. pH elektrodu, ölçülen çözeltinin pH'ına göre voltaj veren bir pil gibi düşünülebilir. pH ölçüm elektrodu hidrojen iyonuna hassas bir cam haznedir. Haznenin içinde ve dışındaki bağıl hidrojen konsantrasyon değişimine göre farklı milivolt çıkışı verir (104).

2.7. Kalsiyum Hidroksit Salınımı

2.7.1. Kalsiyum Hidroksit

Kalsiyum hidroksit, geçtiğimiz yüz yılın ilk yarısından bu yana diş hekimliğinde çeşitli amaçlar için kullanılan bir materyaldir.

Kalsiyum hidroksit; kanama ve enfeksiyon kontrol edilebilirse pulpa vitalitesini sürdürmek amacıyla, kök kırıklarının tedavisinde, perforasyonlarda, apeksifikasyonda ve kök rezorpsiyonlarında kullanılabilir (105).

Limestone, diğer adıyla kireç taşı, dağlarda ve deniz suyunda bulunan kalsiyum karbonatın kristalize olmasıyla oluşan doğal bir taştır. Limestone'un 900 ve 1200 °C arasında yanması ile oluşan reaksiyon ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$) sonucunda, kireç olarak bilinen ve yüksek koroziv özelliğe sahip olan kalsiyum oksit (CaO) oluşur. Kalsiyum oksitin suyla reaksiyonu sonucu ise ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$) beyaz ve kokusuz bir toz olan kalsiyum hidroksit oluşur. Moleküler ağırlığı 74.08 olan kalsiyum hidroksit, suda düşük çözünürlüğe sahiptir (25 °C de yaklaşık 1.2 g L^{-1}) ve sıcaklığın artması ile de çözünürlüğü azalır. Yüksek pH'ya sahiptir ve alkolde çözünmez. Kalsiyum hidroksitin düşük çözünürlüğe sahip olması

istenilen bir özelliktir ve böylece doku sıvılarında çözünmeden uzun süre vital dokularla temasta kalabilir (90,106).

Kalsiyum hidroksit, antienflamatuar ve antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu gibi, osteoklastlar üzerinde inhibe edici etkiye sahiptir. Ayrıca, alkalin fosfataz etkisiyle sert dokular üzerinde uyarıcı etkisi olduğu bildirilmiştir (41,92, 96,108–111).

Kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkisinin hidroksil iyonlarının salımına bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu iyonların ortama salınmasıyla bakteriyel sitoplazmik membran hasarı ve protein denatürasyonu gerçekleşmekte ve bakteriyel hücrenin DNA'sına zarar vermektedir (92, 111,112).

Hidroksil iyonlarının etkinliği tamponlama sistemleri, asitler, proteinler ve karbondioksit tarafından sınırlandırılır; bu durum kalsiyum hidroksitin antibakteriyel etkinliğinin azalmasına neden olur (112).

Kalsiyum hidroksitin düşük çözünürlüğe sahip olması, dentin tübülleri ve anatomik varyasyonlar içerisindeki bakterileri elimine etmesi için gerekli olan hızlı pH artışını güçleştirmektedir. Aynı etki, dentin tübüllerinin tamponlama etkisiyle de oluşmaktadır (113).

Haapasalo ve ark. (109), ortamda bulunan dentinin, hidroksiapatitin ve albuminin kalsiyum hidroksitin bakteriler üzerindeki etkinliğini azalttığını savunmaktadırlar.

Siqueira ve ark. (112) kalsiyum hidroksitin salın solusyonu ile dentin tübülleri içerisindeki *E. faecalis* ve *F. nucleatum* bakterilerine karşı bir haftalık süreçte bile etkinliğinin olmadığını bulmuşlardır.

2.7.2. Kalsiyum Hidroksitin Endodontide Kullanım Alanları

- Canlı pulpa tedavilerinde
- Kök kanal tedavisinde seanslararası medikament olarak
- Periapikal lezyonların ve enfekte kök kanallarının tedavisinde
- Apeksogenezis ve Apeksifikasyon işlemlerinde

- İnternal ve Eksternal Kök Rezorpsiyonlarda

- Kök kırıklarının tamirinde

- Kanal dolgu patlarının ve simanların içeriğinde

Konumuzla doğrudan ilgili olduğundan, burada kalsiyum hidroksitin iç ve dış rezorpsiyonlarda kullanımından söz edilecektir.

İnternal (iç) rezorpsiyon olgularında; rezorpsiyon alanındaki granülasyon dokusu, zengin damarlanmadan dolayı bir kanama odağıdır ve bu bölgenin uzaklaştırılması klinik olarak zorluk çıkarabilir. Kanama kontrolü; %5.25'lik NaOCl ile irrigasyon uygulanması ve uzun şaftlı rond frez veya ultrasonik apereyler ile granülasyon dokusunun temizlenmesi ile sağlanabilir. Kanamanın durdurulamaması durumunda, kanala ve rezorpsiyon bölgesine kalsiyum hidroksit yerleştirilmesi, doku artıklarını nekroze eder ve bu nekrotik artıklar da NaOCl ile yıkanarak temizlenebilir. Perfore olan alan, ulaşamayacak bir yerde ise cerrahi ve endodontik prosedürler beraber uygulanabilir.

Küçük perforasyonların fizyolojik onarımında, katı kıvamlı kalsiyum hidroksit patı kullanılmaktadır. Kalsiyum hidroksitin alkali etkisi odontoklastik aktiviteyi inhibe eder ve sert doku oluşumunu sağlar. Katı kıvamlı hazırlanan kalsiyum hidroksit içerikli pat, doku ile direk teması sağlanacak şekilde kanal içerisine ve rezorpsiyon alanına yerleştirilmelidir (114). Çalışkan ve ark. (41) , perforasyonlu iç rezorpsiyona sahip dört klinik olguyu remineralizasyon sağlamak amacıyla kalsiyum hidroksitle tedavi etmişlerdir. Araştırmacılar, olguların yalnızca bir tanesinde remineralizasyonun gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Perforasyon olmayan on sekiz adet iç rezorpsiyonlu dişte konvansiyonel kök kanal tedavisi uygulamışlar ve hepsinde klinik ve radyografik iyileşme olduğunu gözlemlemişlerdir.

Kalsiyum hidroksit, iç ve dış enflamatuar kök rezorpsiyonunda rezorpsiyonu durdurmak ve de mineralizasyonu sağlamak amacıyla da sıklıkla kullanılmaktadır. Apikal dış kök rezorpsiyonu sıklıkla kronik apikal periodontitis nedeniyle oluşurken, lateral dış kök rezorpsiyonu okluzal travma, dişlerin hafif şiddetteki lüksasyonu ve yerinden oynamaları gibi nedenlere bağlı olarak

oluşmaktadır (115). Agresif dış kök rezorpsiyonu gözlenen bir vakada, kalsiyum hidroksit ile tedavi gerçekleştirilmiştir. Eksternal (dış) kök rezorpsiyonu olan bölgede rezorpsiyonun ilerlemediği, 24 aylık takip sonucunda da herhangi bir patolojik durumun olmadığı saptanmıştır (116).

Otojen diş transplantasyonunu takiben gelişen bir eksternal (dış) kök rezorpsiyonu olgusunun tedavisinde, kök kanalına 6 ay boyunca 21 gün aralıklar ile kalsiyum hidroksit içerikli medikasyon uygulanmıştır. Kök kanal dolgusu, güta-perka ve kalsiyum hidroksit esaslı Sealapex kanal dolgu patı ile gerçekleştirilmiştir. 2 yıllık takip sonucunda rezorpsiyon alanı tamamen iyileşmiş ve dişte herhangi bir semptomu rastlanmamıştır (117).

Avülse dişlerin tekrar yerine yerleştirilmesini veya dişin transplantasyonunu takiben kalsiyum hidroksiti kullanımının iltihabı önlediği ve kök rezorpsiyonunu durdurduğu gösterilmiştir (118). Çalışkan ve ark. (41), avülse dişlerin replantasyonunu takiben enflamatuar kök rezorpsiyonundan korumak amacıyla kalsiyum hidroksit kullanmışlar ve iki yıllık takip periyodunda oldukça başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

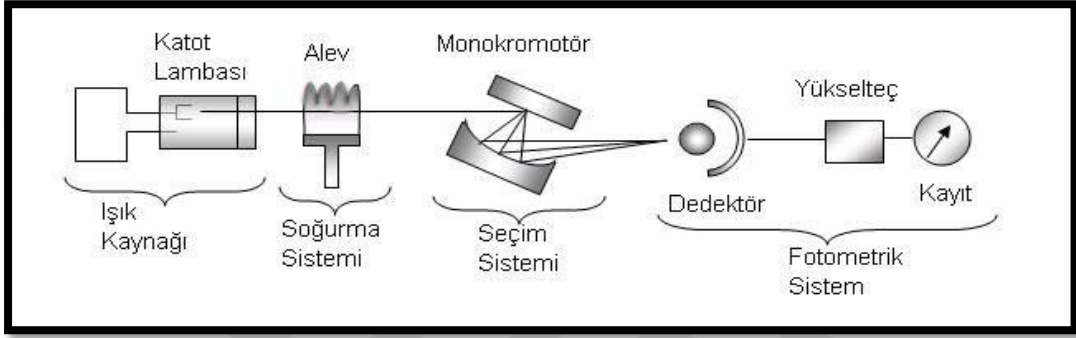
Heithersay (37), avülse olmuş dişlerin replantasyonunu takiben rezorpsiyonu engellemek amacıyla kalsiyum hidroksitin kullanılması gerektiğini savunmaktadır.

2.7.3. Kalsiyum Hidroksit Salınımının Ölçülmesi

Son yıllarda yapılan birçok çalışmadan elde edilen en güncel verilere göre, kalsiyum iyon salınımının ölçülmesinde en güvenilir yöntemin atomik absorpsiyon spektrometresi olduğu belirlenmiştir(119). AAS, elektromagnetik ışığın yüksek derece sıcaklıkta gaz halinde bulunan element atomları tarafından absorpsiyonunun ölçülmesi esasına dayanmaktadır (**Şekil 2**). Bir elementin AAS ile ölçümünün yapılabilmesi için, o elementin ilk önce nötral hale gelip, sonrasında buhar haline gelmesi, daha sonrasında da bir kaynaktan gelen elektromagnetik ışın demetlerinin yoluna dağıtılması gerekmektedir. Işığı absorbe eden atomlar, temel enerji düzeylerinden kararsız uyarılmış enerji düzeylerine geçmektedir. Absorpsiyon miktarı, temel düzey bulunan atom sayısına bağlıdır (120).

AAS:

- ✓ İncelenen elementin spektrumunu yayan ışın kaynağı,
- ✓ Örneğin atomlarına ayrıldığı atomlaştırıcı,
- ✓ Çalışılan dalga boyunun diğer dalga boylarından ayıran bir monokromatör (dalga boyu seçici),
- ✓ Işın şiddetinin ölçüldüğü dedektör kısımlarından oluşmaktadır.

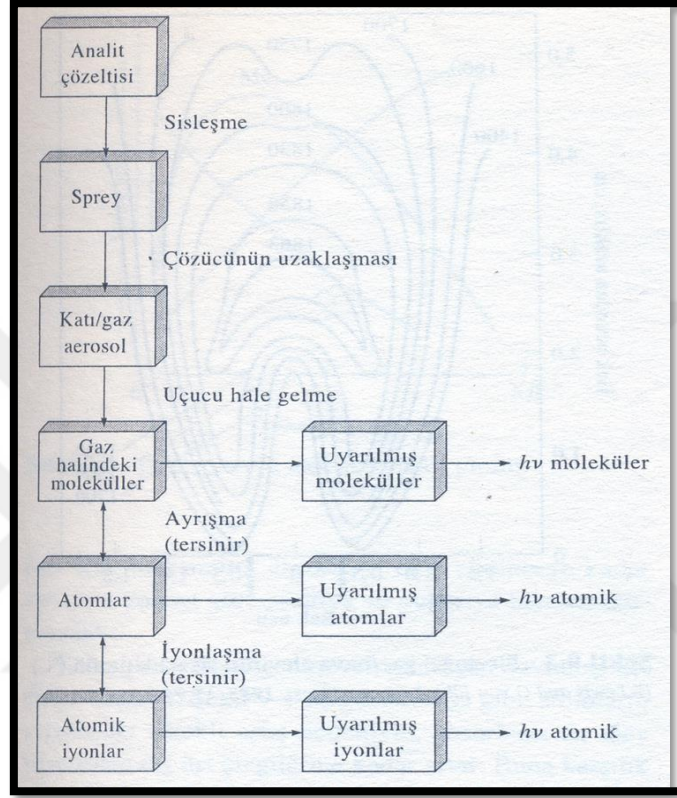


Şekil 2 : AAS mekanizmasının şema olarak gösterilmesi

AAS de en sık kullanılan ışık kaynaklarından biri, oyuk katot lambalarıdır. Lamba içerisinde oluşturulan gerilimle uyarılmış olan atomlar, temel enerji seviyesine dönerek katot elementine özgü dalga boyunda ışımaya yapmaktadırlar. İncelenen her bir element için, o elemente özgü bulunan oyuk katot lambasının spektrometreye yerleştirilmesi gerekir (121).

Atomlaştırıcı, örnekteki iyonlardan ve moleküllerden, analizi yapılacak olan elementin temel düzeyindeki atom buharının oluşturulduğu bölümdür. Analizi istenen elementin atom buharlarını oluşturması işlemine “atomizasyon” denmektedir. Atomizasyon, örnek çözeltinin aleve püskürtülmesiyle elde edilmektedir. Atomlaştırma görevini yapan alevin içerisinde bulunan numune çözeltisi, bir adet yanıcı-yükseltgen gaz karışımı yardımı ile taşınarak püskürtülmektedir. Bu işlem sonucunda numunedeki çözücü buharlaşarak uzaklaşırken moleküler bir aerosol oluşturmaktadır. Yani bir yandan organik bileşikler yanarken, diğer taraftan inorganik maddeler buharlaşarak birbirleri ile ve alev gazları ile tepkimeye girmektedir. Çözelti içerisinde ki taneciklerin buharlaşmasından sonra oluşan gaz molekülleri, ısısız ayrışma ile atomlarına

ayrılmaktadırlar. Katot lambasından çıkan ışın demeti, atomlaştırıcının içinden geçerek ve alev içerisindeki karakteristik atomlar tarafından kısmen absorbe edilerek monokromatöre ve detektöre ulaşmaktadırlar. Işın demetinin şiddetindeki azalma derecesine göre elde edilen sinyalle, elementin değeri tespit edilmektedir.(Şekil 3) (122,123).



Şekil 3 : Atomlaştırma sırasında oluşan süreçler

2.8. Kırılma Direnci

Endodontik tedavi görmemiş sürekli dişlerin köklerinin bir travmaya bağlı olarak kırılması istatistiksel olarak çok sıklıkla karşılaşılan bir durum değildir. Tüm dental travma gören dişlerde oranı %0,5 ile %0,7 arasında değişir (26). Ancak bu oran, endodontik olarak tedavi görmüş dişlerde değişmektedir. Araştırmacılar bu dişlerdeki giriş kavitesinin varlığının, kök kanalının biyomekanik preparasyonunun diş sert dokularında neden olduğu değişimlerin, endodontik tedavi görmüş dişleri kök kırıklarına daha yatkın hale getirdiğini öne sürmektedirler (124,125).

Yapılan çalışmalarda, kalsiyum hidroksitin kanal içi kullanımının endodontik tedavi görmüş dişlerin dentin kırılma direncini (DKD) düşürebileceği

ileri sürülmektedir (96,126,127). Dentin direnci, yapısındaki hidroksiapatit ve kollajen fibrilleri arasındaki bağ ile ilişkilidir ve bu bağı da bir yapıştırıcı gibi işlev gören dentin organik matriksinde bulunan fosfat ve karboksilat grupları sağlar. Bunlar asidik yapıya sahiptirler. Kalsiyum hidroksit, sahip olduğu yüksek alkaliteye bağlı olarak bu asidik yapıyı bozarak dentinin yapısını zayıflatmaktadır (128,129).

Dişlerin kırılmaya karşı direncini belirleyen en önemli faktörlerin başında dentin kalınlığı gelmektedir. Dokudaki kayıp dentin, dişin oklüzal veya dış travmatik kuvvetler karşısındaki elastikiyetini ve direncini etkileyerek kırılma direncini azaltmaktadır (130). Kavite preparasyonu sırasında oluşturulan kavitenin genişliği veya biyomekanik preparasyon sırasında kanalların gereğinden fazla genişletilmesi de, dentin direncini azaltan ve dolayısı ile diş kırılmaya yatkın hale getiren tedaviye bağlı faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (131).

Dentinin organik matriksinde bulunan fosfat ve karboksilat gruplarının asidik yapısı, yüksek alkalinitedeki kalsiyum hidroksit uygulaması ile bozulmaktadır. Mineralize bir bağ dokusu olan dentinin %22'sini oluşturan organik materyallerin, bu ve benzeri sebeplerle yıpranması ve bozulması, dentinin elastikiyetini ve dolayısı ile kırılma direncini negatif yönde etkilemekte ve kırılabilirliğini arttırmaktadır (128).

White ve ark. (126) 5 hafta boyunca kalsiyum hidroksiti kanal içi medikamenti olarak uyguladıkları çalışmalarındaki kalsiyum hidroksitin yüksek alkalin özelliklerinin dentinin protein yapısını bozarak dentin kırılma direncinde %32 oranında kayba neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Andressen ve ark. (132) yine kanal içi medikamenti olarak kalsiyum hidroksiti kullandıkları uzun dönemli çalışmalarında dentin direncinin 30. günden itibaren zayıflamaya başladığını ve 1 yılda %50 oranında direnç kaybına neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Grigoratos ve ark. (133) da kalsiyum hidroksitin kanal içi uygulanmasını takiben dentin organik yapısındaki bozulma ve elastikiyet kaybına bağlı olarak dişlerde bükülmeye karşı direncin azaldığını gözlemlemişlerdir.

Kırılma dayanıklılığını ölçmek için, birçok çalışmada vertikal yönde kuvvet uygulanmıştır. Yapılan çalışmalarda, kuvvetin daha eşit dağılması için, kuvvetler vertikal yönde ve köklere paralel olarak uygulanmıştır. Çalışmaların sonuçlarına göre, kök kanalının genişletilmesiyle köklerin zayıfladığı ve kök kanal dolgusu ile kaybedilen direncin belli miktarda geri kazanıldığı gözlenmiştir. Sonuçlara göre, bu geri kazanımda kanal patının önemi daha ön plana çıkmaktadır. Rezin esaslı kanal patı olan AH Plus ile doldurulan köklerde kırılmaya karşı direnç kalsiyum hidroksit içerikli bir pat olan Apexit ile doldurulan köklere göre daha yüksek bulunmuştur (134).

Çalışmaya paralel olarak Ersev ve ark. (135), kök kanallarını AH Plus ve Metaseal patları tek kon ve lateral kompaksiyon tekniği kullanarak doldurduktan sonra kırılma direnci açısından incelemiştir. Kanal dolgusunda AH Plus patının tek kon veya lateral kompaksiyon tekniği ile kullanılmasının kökte kırılma direnci açısından istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca tek kon tekniğinde, spreader kullanılmamasından dolayı köke uygulanan kuvvetlerin ekarte edildiğini söyleyen çalışmalar mevcuttur. Apexit gibi kalsiyum hidroksit içerikli patlar biyolojik özellikleri yönünden tercih edilmektedirler. Aynı zamanda bu pat iyi bir akıcılığa sahiptir, bu da patın kök kanal morfolojisine iyi bir şekilde uyumuna izin verir. Ayrıca örtücülük özelliğinin de iyi olduğu bildirilmiştir. AH Plus patı, yüksek akıcılık özelliği ve sertleşme süresinin uzun olması nedeniyle kanaldaki mikrodüzensizliklere daha iyi penetre olmaktadır. Patın molekülleri arasındaki kohezyon kuvveti patın dentin yüzeyinden uzaklaştırılması veya çıkarılmasına karşı direnci artırır. AH Plus düşük eriyebilirlik, iyi adezyon, antimikrobiyal etki ve iyi biyolojik özelliklere sahiptir (134).

1.8.1. Kırılma Direncinin Ölçülmesi

Kırılma direncinin ölçülmesinde universal bir ölçüm cihazı kullanılmaktadır. 2.2 mm çapında keskin bir uca sahip olan silindirik bir top, vertikal yönde kökü kırabilmek için makinenin üst parçasına yerleştirilir. Örnek, alt parçanın üzerindeki pistonun altında ortalanmış olarak konumlandırılır. Piston, dişin kökünün uzun eksenine boyunca aşağı yönde itilir. Kök kırığı oluşana kadar seçilen çapraz hızda dikey yük uygulanır. Daha sonrasında kırılmanın ölçümü Newton cinsinden kaydedilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda periodontal veya protetik nedenlerden veya restore edilemeyecek boyutta olduklarından dolayı hastalar tarafından onamı alınarak çekilmiş 90 adet insan üst keser dişi kullanıldı. Çalışmamızda kullanılan dişler için İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinden etik kurul kararı alındı. Aşağıdaki kriterlere sahip olan dişler çalışmaya dahil edildi:

1. Meziyo-distal ve bukko-lingual yönde alınan periapikal radyografilerde tek köklü ve tek kanallı oldukları saptanan dişler
2. Mikroskop altında dişlerde herhangi bir çatlak ya da kırık olmadığı belirlenen dişler
3. Kumpas yardımı ile dişler apikalden 3-6 ve 9 mm lerden ölçülerek benzer boyutlarda olan dişler

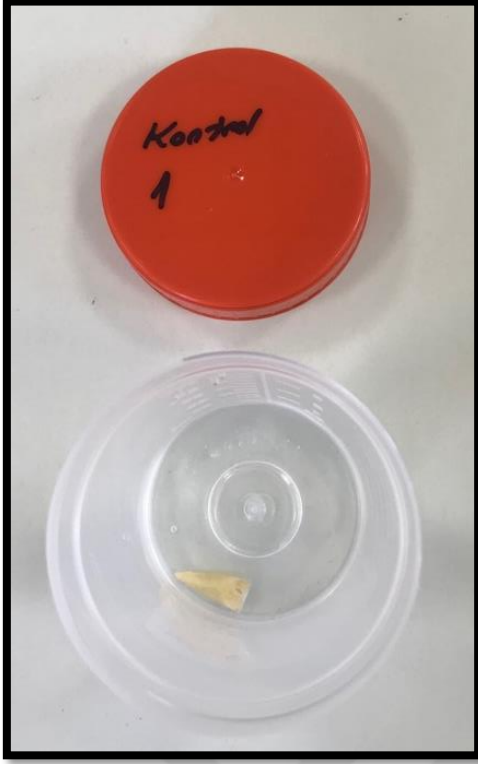
Dişlerin kök yüzeylerindeki doku artıkları, ultrasonik aletler ve periodontal küretler yardımıyla uzaklaştırıldı. Dişler çalışmada kullanılincaya kadar serum fizyolojik içerisinde bekletildi. Bütün örneklerin kuronları, kök boyu 12 mm olacak şekilde mine-sement sınırından su soğutması altında çalışan kesit cihazı (Metkon, Microcut precision cutter, Bursa, Turkey) ile uzaklaştırıldı (**Şekil 4**). Standardize edilen örnekler, her grupta 15 er örnek olacak şekilde, randomize olarak uygulanacak olan kök kanal dolgu patlarına göre 6 gruba ayrıldı.



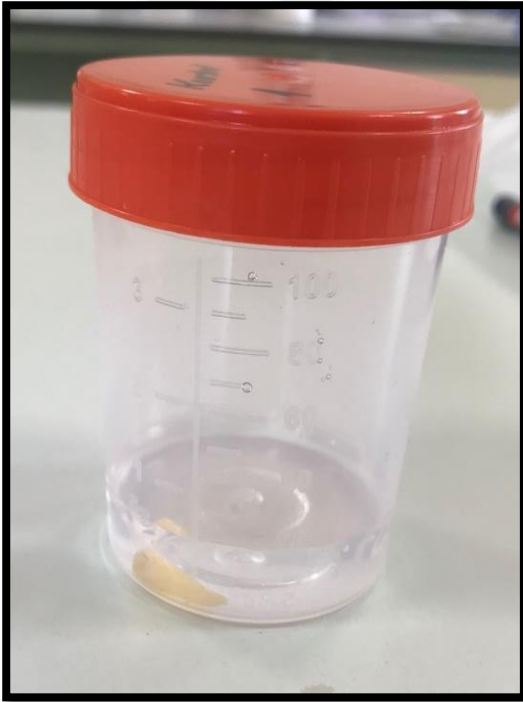
Şekil 4 : Kuronların sement-mine sınırından uzaklaştırıldıktan sonraki görünümü

Her bir diş özel olarak hazırlanmış kutulara yerleştirilerek ait olduğu grup ve diş numarası kutu kapaklarına yazılı olarak işaretlendi. (Şekil 5,6). Şekil 7 de tüm örnekler toplu olarak görülmektedir.

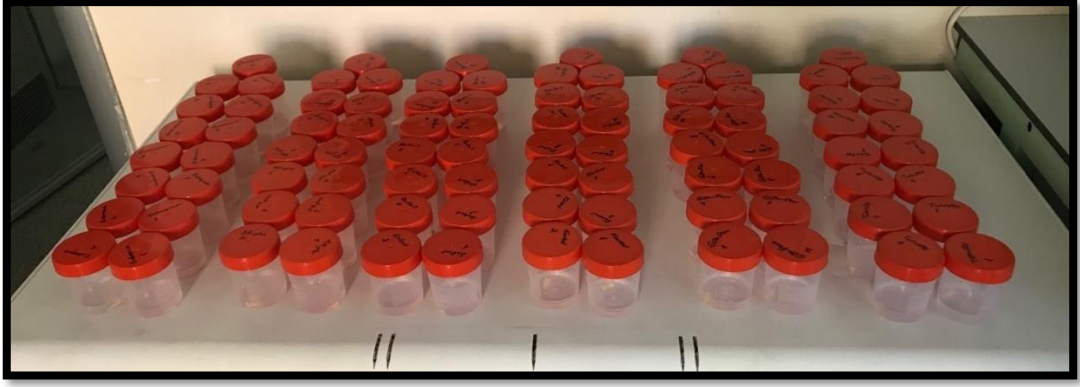
Çalışmada deney grupları BioRoot RCS, TotalFill BC Sealer, Gutta-Flow Bioseal, EndosequenceBC Sealer ve AH Plus olarak belirlendi (Şekil 8-12). Kontrol grubu olarak ise aynı prosedürlerden geçtikten sonra boş bırakılan dişler belirlendi.



Şekil 5 : İlgili kutuya yerleştirilmiş diş örneği



Şekil 6 : İlgili kutuya yerleştirilmiş diş örneği



Şekil 7 : Deney ve kontrol grupları toplu halde



Şekil 8 : Grup 1 de kullanılan kanal patı (BioRoot RCS)



Şekil 9 : Grup 2 de kullanılan kanal patı (Total Fill BC Sealer)



Şekil 10 : Grup 3 de kullanılan kanal patı (Gutta-Flow Bioseal)



Şekil 11 : Grup 4 de kullanılan kanal patı (EndoSequence BC Sealer)

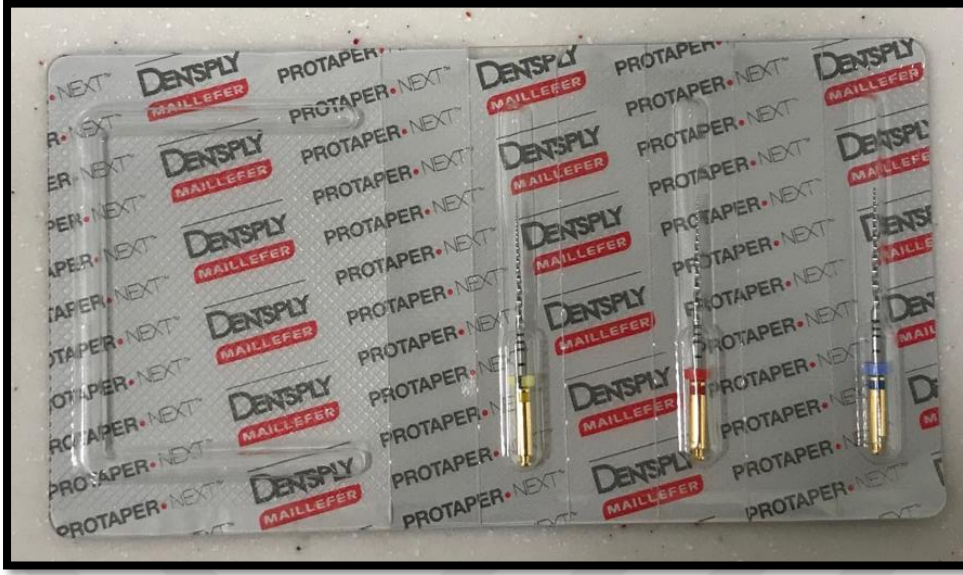


Şekil 12 : Grup 5 de kullanılan kanal patı (AH Plus)

3.2. Örneklerin Şekillendirilmesi

Köklerin apikal foramenlerinde tıkanıklık olup olmadığı 10 no'lu K tipi eğe (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ile kontrol edildi.

Kök kanallarının çalışma uzunlukları apikalden 1 mm kısa olacak şekilde 11 mm olarak belirlendi. Tüm kanallar üretici firma talimatları doğrultusunda Protaper Next (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) döner eğeleri kullanılarak (**Şekil 13**) sırasıyla SX, X1, X2 ve X3 olacak şekilde X-SMART Plus endo motor (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (**Şekil 14**) ile şekillendirildi. Her eğe değişiminden önce “patency file” kullanılarak çalışma uzunluğu ve kanal içerisinde tıkanıklık olup olmadığı kontrol edildi. Her eğeden sonra, 2 ml %5'lik sodyum hipoklorit (Wizard, Rehber Kimya, Türkiye) ile irrigasyon sağlandı. (**Şekil 15**). Yıkama işleminde 2.5 ml lik yandan perfore iğne kullanılmasına özen gösterildi (**Şekil 16**).



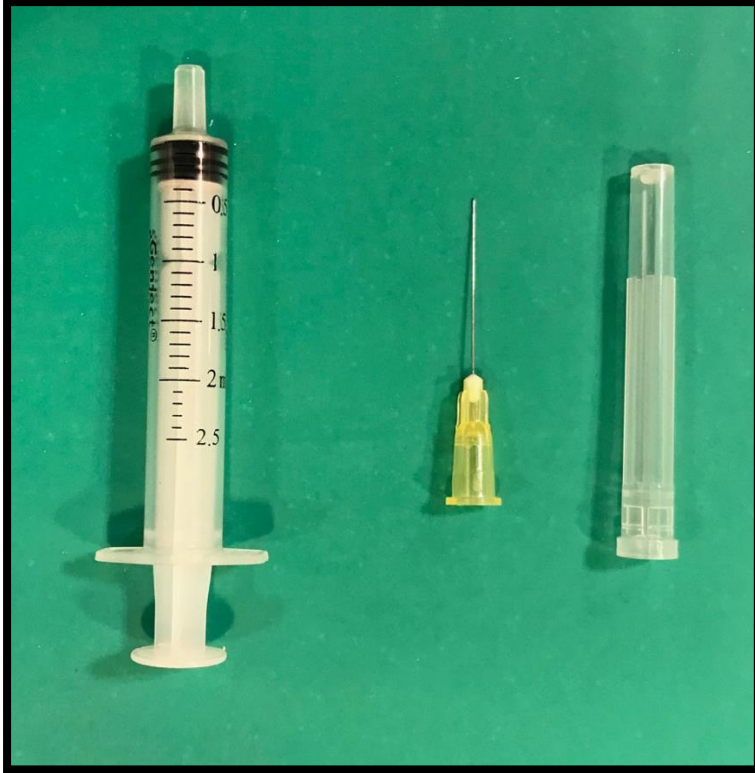
Şekil 13 : Çalışmada kullanılan Protaper Next Döner Eğe Sistemi



Şekil 14 : Çalışmada kullanılan X-Smart Plus endo motor



Şekil 15 : Çalışmada kullanılan %5'lik NaOCl solüsyonu



Şekil 16 : Çalışmada kullanılan yandan perforasyon enjektörü

Şekillendirme sonrası örneklerin distal yüzeylerine, apikalden 5 mm yukarıda olacak şekilde 1 mm çapında ve 0.5 mm derinliğinde olan elmas rond frezler yardımı ile yapay rezorptif kaviteler açıldı. (Şekil 17,18).



Şekil 17 : Kök yüzeylerinde hazırlanan yapay defektlerin bukkolingual yönden görüntüsü



Şekil 18 : Kök yüzeylerinde hazırlanan yapay defektlerin yandan görünümü



Şekil 19 : Çalışmamızda kullanılan %17 lik EDTA solüsyonu

Daha sonra, son yıkama prosedürü olarak ve aynı zamanda da kök kanallarındaki smear tabakasını kaldırmak için; kök kanalları önce 1 dakika süreyle 5 ml %17'lik EDTA (Wizard, Rehber Kimya, Türkiye) (**Şekil 19**), ardından 5 ml %5'lik sodyum hipoklorit (Wizard, Rehber Kimya, Türkiye) ve son olarak yıkama solüsyonlarının etkisini kaldırmak amacıyla 5 ml distile su ile irrije edildi. Kök kanalları kâğıt konlar (paper-pointler) kullanılarak kurutuldu ve kök kanalları doluma hazırlandı.

3.3.Örneklerin Doldurulması

Apikalden taşmayan ve sıkışma gösteren uygun standart bir güta-perka (#30, Diadent, Seoul, Korea) master kon kök kanalına yerleştirilerek çalışma uzunluğuna uygunluğu kontrol edildi.

Master kon kanaldan çıkartıldıktan sonra, üretici firmanın önerilerine göre hazırlanan kanal patı, çalışma uzunluğundan 2-3 mm daha kısa olacak şekilde kâğıt konlar ile kanal duvarlarına sürüldü. Master güta-perka konun apikal kısmı pata bulunarak çalışma uzunluğunda kanala yerleştirildi. #25 nolu spreader master konun yanından, lateral basınç uygulanarak, kanal içerisinde ilerletildi. Spreader ile

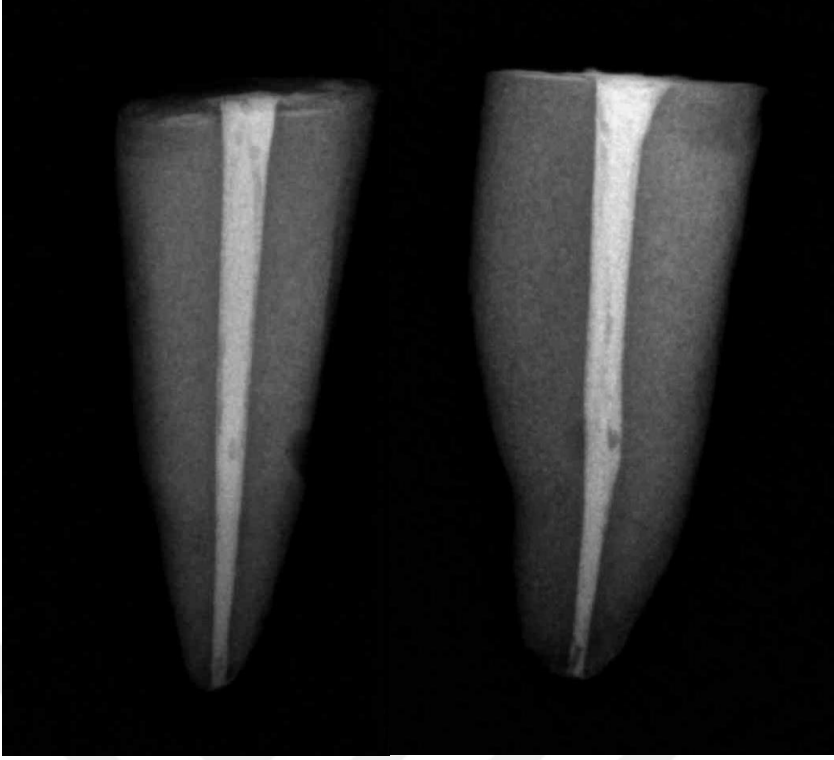
oluşturulan boşluğa, kanal patı ile kaplanmış bir aksesuar güta-perka kon yerleştirildi. Tekrar spreader ile kompaksiyon yapıldı ve yeni bir aksesuar güta-perka kon oluşturulan boşluğa yerleştirildi. Aynı işlemlere, spreader kanal girişinden 1-2 mm'den daha fazla ilerlemeyinceye kadar devam edildi. Güta-perka konların kuronal kısmı, Gutta-cut (VDW, Münih, Almanya) yardımı ile kesilerek uzaklaştırıldı. Kanal ağzına uygun bir plugger ile vertikal olarak kompaksiyon sağlandıktan sonra kanal ağzları geçici dolgu maddesi Cavit-G (ESPE, D-8031 Seefeld, Germany) ile kapatıldı.

Kök kanallarının soğuk lateral kompaksiyon yöntemi ile doldurulmasından sonra her bir örnekten meziyo-distal ve bukko-lingual yönde radyografiler alınarak, kök kanal dolgularında boşluk olup olmadığı, kök kanal dolumunun yoğunluğu kontrol edildi. (Şekil 20- 25)

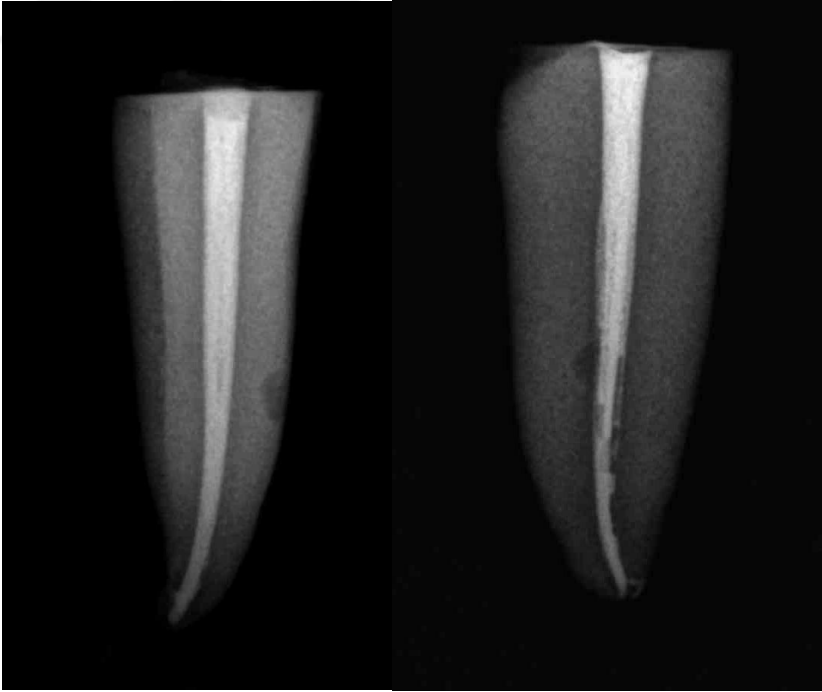
Alınan radyografilerin standart olabilmesi için röntgen konunun dişlere uzaklığı ve açısı aynı olacak şekilde bir düzenek kuruldu ve tüm radyografiler aynı düzenekte çekildi.



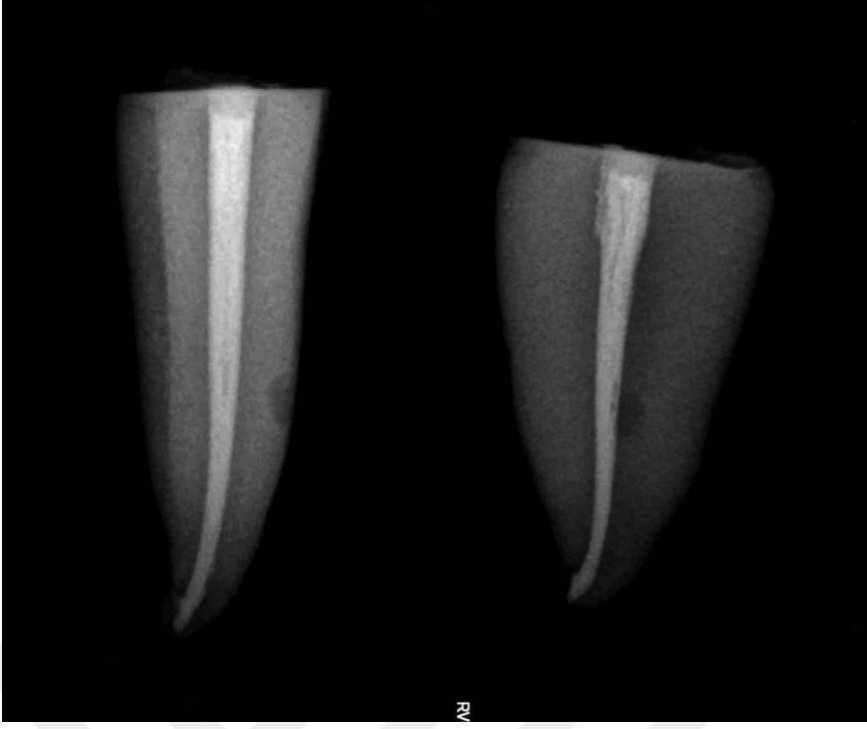
Şekil 20 : Grup 1 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri



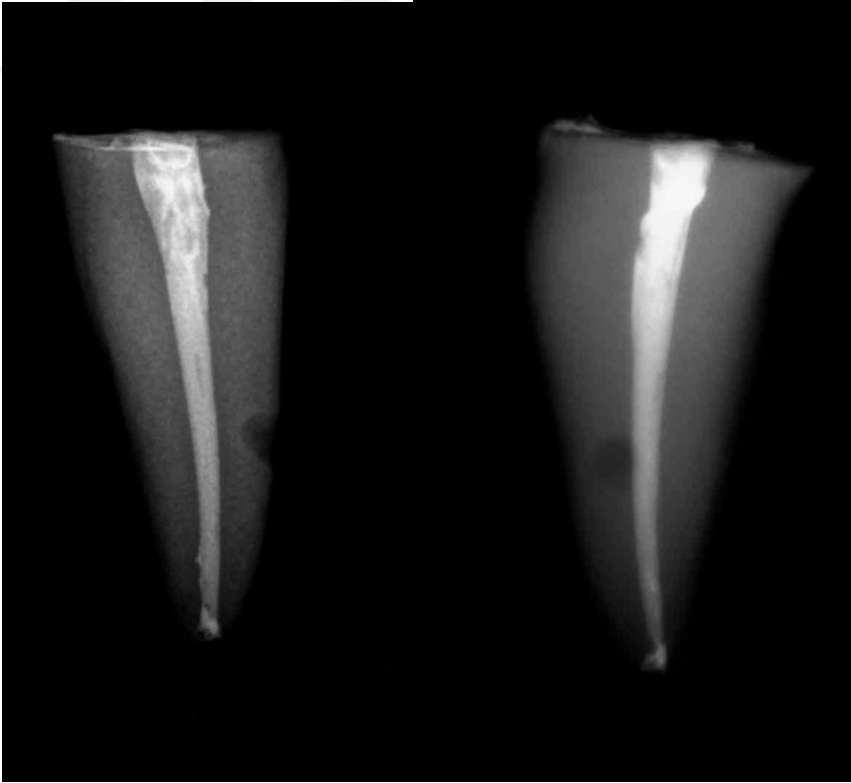
Şekil 21 : Grup 2 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin mezyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri



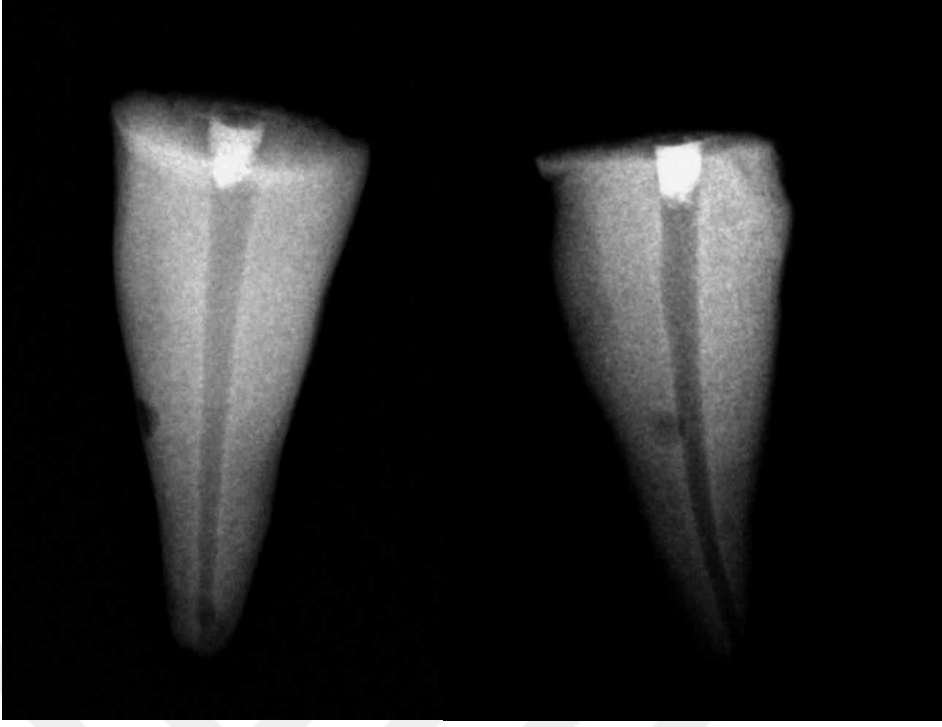
Şekil 22 : Grup 3 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin mezyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri



Şekil 23 : Grup 4 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri



Şekil 24 : Grup 5 de kullanılan materyallerle doldurulmuş örneklerin meziyo-distal ve bukko-lingual yönden radyografileri



Şekil 25 : Grup 6 (kontrol grubu)

Dolumu tamamlanan örneklerin, apikal ve kural kısımları da dahil olmak üzere oluşturulan yapay rezorpsiyon kavitesi dışında kalan yüzeyleri, tırnak cilası ile kapatıldı. Her bir örnek ölçümler yapılanaya kadar ilgili kutuda 20 mL distile su da 37 derecelik etüvde bekletildi. (**Şekil 26,27**)



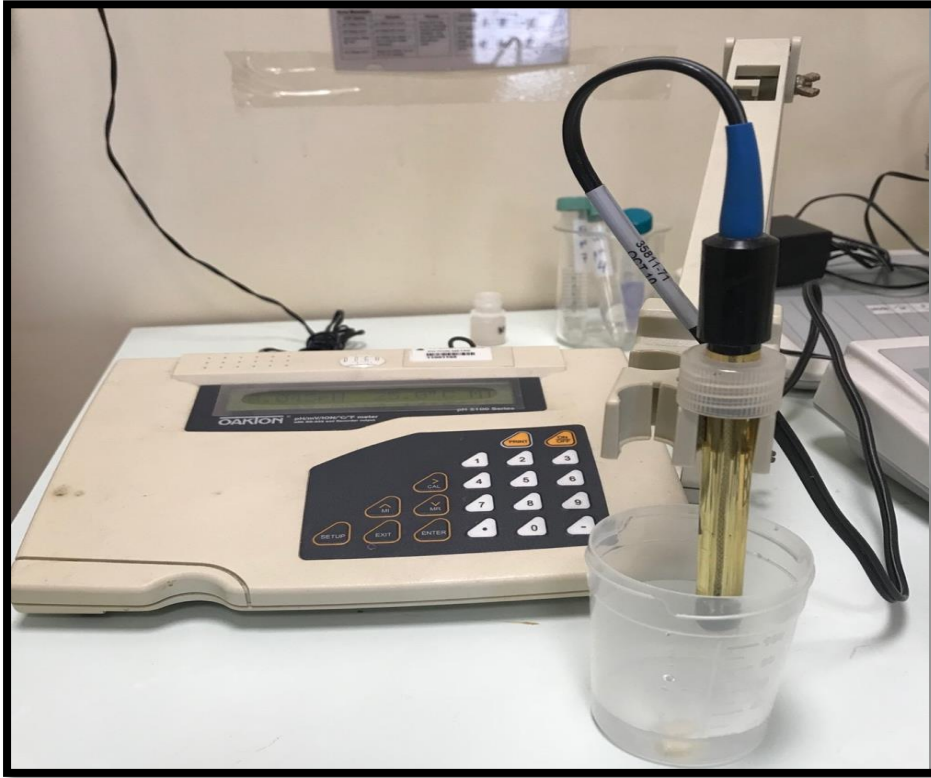
Şekil 26 : 37°C de hazırlanmış etüv



Şekil 27 : Etüve yerleştirilmiş örnekler

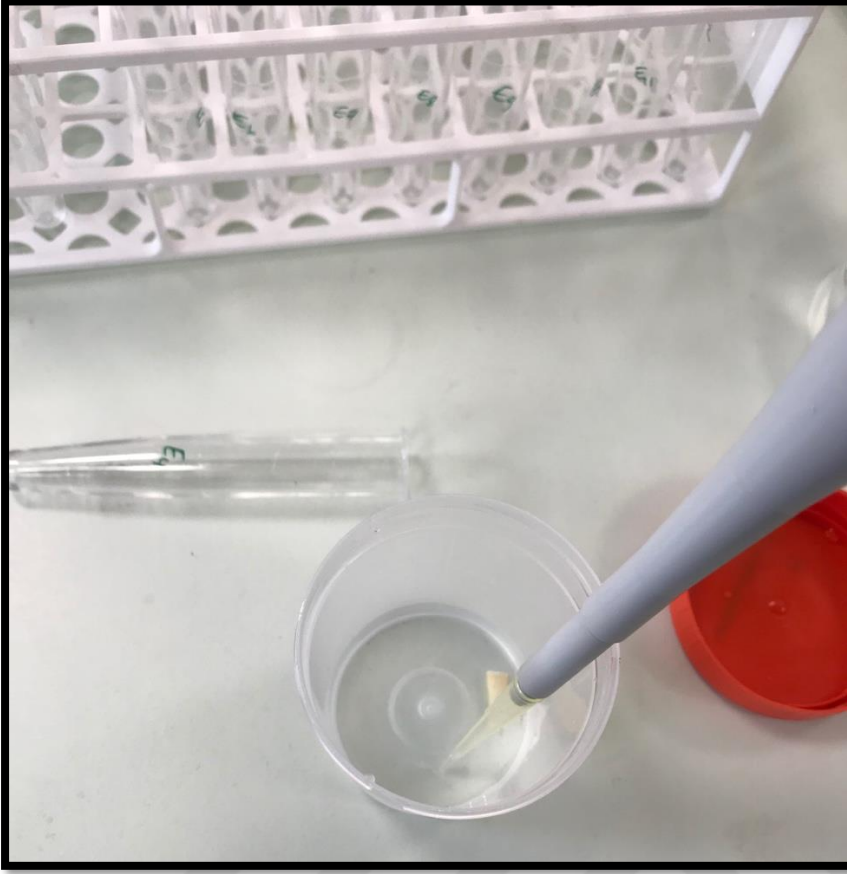
3.4.Ölçümlerin Yapılması

24 saat süre sonunda etüvde bekletilen örneklerin, ilk önce pH metre (OAKTON Instruments, Vernon Hills, IL USA) kullanılarak pH düzeyleri ölçüldü. (Şekil 28) pH metre nin ucunda bulunan elektrot, içerisinde örneklerimizin bulunduğu kaba daldırılarak göstergede pH ölçümü sabitlenen kadar bekletildi. Daha sonrasında elde edilen veriler kayıt edildi. Her ölçüm arasında pH 7 olan bir sıvı ile kalibre edilerek ölçümlerin daha doğru olması sağlandı.



Şekil 28 : pH metre

Daha sonra, örneklerin bulunduğu kaplardan bir miktar sıvı alınarak Atomik Absorpsiyon Spektrometre cihazına (Zeenit 700 P, Analytik Jena AG, Germany) yerleştirildi ve kalsiyum iyon salınımları ölçüldü. (Şekil 29,30,31) Her seferinde alınan miktar kadar distile su örneklerin içine geri konularak örneklerin bulunduğu kapların içerisindeki sıvı miktarı sabitlendi. Bilgisayar sistemine bağlı olan cihaz her örnekten 3 kez ölçüm yaparak ortalama bir veri çıkarttı ve bu veri kayıt edildi.



Şekil 29 : Örneklerden sıvı alınması



Şekil 30 : Atomik Absorpsiyon Cihazı



Şekil 31 : Örneklerden alınan sıvıların cihaza yerleştirilmesi

24 saat sonrası pH ve kalsiyum iyon salınımları ölçülen örnekler bir sonraki ölçüm zamanına kadar etüve yerleştirildi. Örnekler sadece ölçüm zamanlarında etüvden çıkarıldı.

pH ve kalsiyum iyon salınımları için aynı süreç 1.hafta, 2.hafta ve en sonunda 1.ay olmak üzere tekrar edildi. 1.ayın sonunda ölçümleri tamamlanan örnekler, 5 mm lik kuronal kısımları dışarıda kalacak şekilde akrilik bloklara gömüldü (**Şekil 32**) ve örnekler Instron cihazına (Lloyd LRX; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) (**Şekil 33, 34**) yerleştirildi. Cihaza veri olarak örneklerin çapı 5 mm, vertikal yönde dişin kuronal kısmına uygulanacak kuvvetin hızı 1 mm/min olacak şekilde kırılma dirençlerine bakıldı. İlk kırılma gerçekleştiğinde veriler kayıt edildi. (**Şekil 35**)



Şekil 32 : Örneklerin akrilik bloklara gömülmesi



Şekil 33 : Instron cihazı



Şekil 34 : Örneklerin Instron cihazına yerleştirilmesi



Şekil 35 : Instron cihazında kırılma sonrası örneklerin görüntüsü

4.4. İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra çoklu grupların teNewman Keuls çoklu karşılaştırma testi, gruplar arası karşılaştırmalarda Tek Yönlü Varyans analizi alt grup karşılaştırmalarında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamızda elde edilen veriler ölçüm gruplarına ayrılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.1. pH değerlerinin karşılaştırılması

Grupların ölçüm zamanlarına göre elde edilen pH değerleri Tablo 3,4,5 ve 6 da gösterilmiştir.

Tablo 3 : Grupların 1.gün pH ölçüm sonuçları

<i>pH ölçümleri</i>	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	6,8	7,3	6,6	7,5	6,3	6,3
2	7,2	7,2	6,5	8,2	6	5,9
3	6,7	8,7	4,5	9,6	5,8	6,2
4	6,4	8,6	4,4	6,8	5,7	6
5	9,1	8,3	6,4	8,3	5,8	6,3
6	7,9	8,6	5,1	8,8	6,3	5,8
7	6,7	7,4	4,3	8,9	6	6,2
8	8,1	9,1	6,2	8,8	6	6
9	6,8	7,3	4,7	8,7	5,7	6,2
10	6,6	8	4,8	7,2	5,7	6,7
11	8,1	7,4	6,1	7,1	5,8	6,1
12	6,9	8	6,4	7,3	5,6	6,5
13	8	6,9	6,4	7,7	5,5	5,9
14	7	7,8	6,7	8,2	5,9	5,7
15	6,8	8,6	6,6	9,8	5,9	6,4

Tablo 4 : Grupların 1.hafta pH ölçüm sonuçları

pH ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	6,8	7,2	6,8	7,2	7,3	7,0
2	7	7,0	6,9	7,0	7,2	6,6
3	6,9	7,2	6,5	7,2	7,7	6,8
4	6,9	7,6	6,7	7,6	7	6,8
5	7,3	7,5	6,8	7,5	7,3	6,8
6	7,3	7,3	6,9	7,3	7,6	6,6
7	6,9	7,1	6,6	7,1	7,7	6,7
8	7,3	7,7	6,9	7,7	7,6	6,8
9	6,9	6,8	6,8	6,8	7,6	7,0
10	6,8	7,3	6,8	7,3	7	7,2
11	7,1	7,2	6,8	7,2	7,1	6,6
12	6,9	6,9	6,8	6,9	7,2	6,6
13	7,1	6,8	7,0	6,8	7,3	6,7
14	7	7,3	7,0	7,3	7,4	6,7
15	6,8	7,5	6,8	7,5	8	7,0

Tablo 5 : Grupların 2.hafta pH ölçüm sonuçları

pH ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	7,2	7,2	7	7,3	7,2	7,1
2	7,1	7,2	7	7,2	6,9	6,7
3	7	7,1	7	7,9	6,7	7
4	7	7,3	7	7,1	6,8	7
5	7,3	7,4	7	7,5	6,8	7
6	7,3	7,4	7,1	7,6	7	6,7
7	7	7,3	7	7,7	6,9	7
8	7,3	7,6	7	7,3	6,8	6,9
9	7	7,3	7,1	7,5	6,9	7
10	6,8	7,4	7,2	7,1	6,8	7,3
11	7	7,4	7	7,2	6,9	6,9
12	7	6,7	7	7,3	6,8	7
13	7,4	7,0	7,2	7,5	6,7	6,9
14	7	7,3	6,9	7,5	7	6,9
15	7	7,5	6,9	8	6,8	7,1

Tablo 6 : Grupların 1.ay pH ölçüm sonuçları

pH ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	7,5	7,2	7,2	7,2	7,2	7,3
2	7,2	7,3	7,2	7,1	7,2	6,8
3	7,1	7,3	7,3	7,5	7,2	7,3
4	7,1	7,4	7,3	7,3	7	7,0
5	7,2	7,4	7,3	7,4	6,9	7,1
6	7,5	7,4	7,4	7,5	7,1	6,7
7	7,1	7,2	7,3	7,8	7	7,4
8	7,2	7,5	7,3	7,5	6,8	7,1
9	7,1	7,4	7,4	7,8	7	7,3
10	6,8	7,5	7,5	7	6,9	7,4
11	7,2	7,4	7,1	7,3	7	7,0
12	7,2	7,2	7,3	7,2	6,9	7,1
13	7,4	6,7	7,3	7,6	7	7,1
14	7,4	6,9	7,4	7,3	7,1	7,0
15	7,4	7,6	7,3	8	7,1	7,3

Tablo 7 materyal gruplarının pH değerlerini zamana bağlı karşılaştırmalı olarak göstermektedir.

Tablo 7 : Materyal gruplarının pH değerlerinin gruplar arası ve ölçüm zamanları karşılaştırmaları

pH	1.Gün	1.Hafta	2.Hafta	1.Ay	p*
BioRoot RCS Grubu	7,27±0,77	7,00±0,18	7,09±0,17	7,23±0,19	0,142
Totalfill BC Sealer Grubu	7,95±0,68	7,23±0,28	7,27±0,22	7,29±0,23	0,0001
GuttaFlow Bioseal Grubu	5,71±0,94	6,81±0,13	7,03±0,09	7,31±0,10	0,0001
Endosequence BC Sealer Grubu	8,19±0,91	7,23±0,28	7,45±0,27	7,43±0,28	0,0001
AH Plus Grubu	5,87±0,23	7,40±0,29	6,87±0,13	7,03±0,12	0,0001
Kontrol Grubu	6,15±0,27	6,79±0,18	6,97±0,15	7,13±0,21	0,0001
p†	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	

*Eşlendirilmiş Tek Yönlü Varyans Analizi †Tek Yönlü Varyans Analizi

BioRoot RCS grubunun pH değerleri 1.gün ortalaması 7.27, 1.hafta ortalaması 7, 2.hafta ortalaması 7.09 ve 1.ay sonu ortalaması 7,23 olarak ölçüldü. Ölçümler sonucu BioRoot RCS grubunun 1.Gün, 1.Hafta, 2.Hafta ve 1.Ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmemiştir (p=0,142).

Total Fill BC Sealer grubunun pH değerleri 1.gün ortalaması 7.95, 1.hafta ortalaması 7.23, 2.hafta ortalaması 7.09 ve 1. ay sonu ortalaması 7,29 olarak ölçüldü. Total Fill BC Sealer grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir (p=0,0001). 1.gün pH ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş (p=0,001, p=0,0001), diğer zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05).

Gutta-Flow Bioseal grubunun pH değerleri 1.gün ortalaması 5.71, 1.hafta ortalaması 6,81, 2.hafta ortalaması 7.03 ve 1.ay sonu ortalaması 7,31 olarak ölçüldü. Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir (p=0,0001). 1.gün pH ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,0001), 1.hafta pH ortalamaları

2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 2.hafta pH ortalamaları 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$).

Endosequence BC Sealer grubun pH değerleri 1.gün ortalaması 8.19, 1.hafta ortalaması 7.23, 2.hafta ortalaması 7.45 ve 1.ay sonu ortlaması 7.43 olarak ölçüldü. Endosequence BC Sealer grubunun 1.Gün, 1.Hafta, 2.Hafta ve 1.Ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$). 1.gün pH ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($p=0,001$), 1.hafta pH ortalamaları 2.hafta ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,047$), diğer zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

AH Plus grubunun pH değerleri 1.gün ortalaması 5.87, 1.hafta ortalaması 7.40, 2.hafta ortlaması 6,87 ve 1.ay sonu ortalaması 7,03 olarak ölçüldü. AH Plus grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$). 1.gün pH ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 1.hafta pH ortalamaları 2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($p=0,0001$), 2.hafta pH ortalamaları 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$).

Kontrol grubunun pH değerleri 1.gün ortalaması 6.15, 1.hafta otlaması 6.79, 2.hafta ortalaması 6.97 ve 1.ay sonu ortalaması 7,13 olarak ölçüldü. Kontrol grubunun 1.Gün, 1.Hafta, 2.Hafta ve 1.Ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$). 1.gün pH ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 1.hafta pH ortalamaları 2.hafta ve 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 2.hafta pH ortalamaları 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$).

Tablo 8 : materyal gruplarının pH değerlerinin gruplararası çoklu karşılaştırmasını göstermektedir.

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	1.Gün	1.Hafta	2.Hafta	1.Ay
BioRoot RCS Grubu / Totalfill BC Sealer Grubu	0,097	0,09	0,081	0,940
BioRoot RCS Grubu / GuttaFlow Bioseal Grubu	0,0001	0,210	0,914	0,878
BioRoot RCS Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,006	0,09	0,0001	0,059
BioRoot RCS Grubu / AH Plus Grubu	0,0001	0,0001	0,012	0,074
BioRoot RCS Grubu / Kontrol Grubu	0,0001	0,153	0,400	0,738
Totalfill BC Sealer Grubu / GuttaFlow Bioseal Grubu	0,0001	0,0001	0,005	0,999
Totalfill BC Sealer Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,926	0,999	0,103	0,389
Totalfill BC Sealer Grubu / AH Plus Grubu	0,0001	0,323	0,0001	0,005
Totalfill BC Sealer Grubu / Kontrol Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,205
GuttaFlow Bioseal Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,503
GuttaFlow Bioseal Grubu / AH Plus Grubu	0,991	0,0001	0,161	0,003
GuttaFlow Bioseal Grubu / Kontrol Grubu	0,532	0,999	0,943	0,140
Endosequence BC Sealer Grubu / AH Plus Grubu	0,0001	0,323	0,0001	0,0001
Endosequence BC Sealer Grubu / Kontrol Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,001
AH Plus Grubu / Kontrol Grubu	0,879	0,0001	0,657	0,738

Tablo 9 da materyal grupları pH değerleri ölçüm zamanlarına göre karşılaştırmalı olarak gözlenmektedir.

Tablo 9 : Materyal gruplarının pH değerlerinin gruplara göre ölçüm zamanları karşılaştırmaları

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	Totalfill					Kontrol Grubu
	BioRoot RCS Grubu	BC Sealer Grubu	GuttaFlow Bioseal Grubu	Endosequence BC Sealer Grubu	AH Plus Grubu	
1. Gün / 1.Hafta	-	0,0001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
1. Gün / 2.Hafta	-	0,001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
1. Gün / 1.Ay	-	0,001	0,0001	0,001	0,0001	0,0001
1. Hafta / 2.Hafta	-	0,380	0,0001	0,047	0,0001	0,0001
1. Hafta / 1.Ay	-	0,313	0,0001	0,064	0,0001	0,0001
2. Hafta / 1.Ay	-	0,715	0,0001	0,779	0,0001	0,0001

BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 1.gün pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Kontrol grubunun 1.gün pH ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.gün pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.gün pH ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.gün pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), AH Plus grubunun 1.gün pH ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.gün pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), BioRoot RCS grubunun 1.gün pH ortalamaları Endosequence Gruplarının 1.gün pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,006$), diğer grupların 1.gün pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 1.hafta pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Kontrol grubunun 1.hafta pH ortalamaları Total Fill BC Sealer grubu,

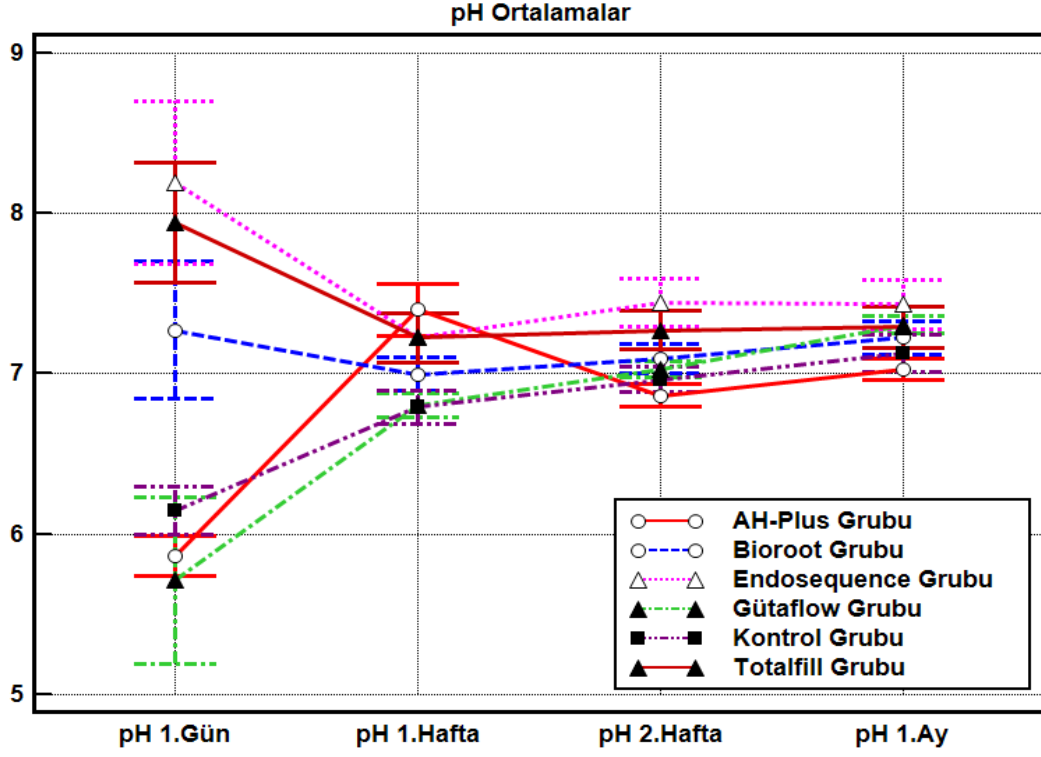
Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus gruplarının 1.hafta pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.hafta pH ortalamaları Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus gruplarının 1.hafta pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), BioRoot RCS grubunun 1.hafta pH ortalamaları AH Plus Gruplarının 1.hafta pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), diğer grupların 1.hafta pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

BioRoot RCS Grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer Grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 2.hafta pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Kontrol grubunun 2.hafta pH ortalamaları Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), AH Plus grubunun 2.hafta pH ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,012$, $p=0,0001$), Gutta-Flow Bioseal grubunun 2.hafta pH ortalamaları Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,005$, $p=0,0001$), BioRoot RCS grubunun 2.hafta pH ortalamaları Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), diğer grupların 2.hafta pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 1.ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). AH Plus grubunun 1.ay pH ortalamaları Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,005$, $p=0,0001$), Kontrol grubunun 1.ay pH ortalamaları Endosequence BC Sealer gruplarının 1.ay pH ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük

bulunmuş ($p=0,001$), diğer grupların 1.ay pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Grafik 1 grupların pH ortalamalarının zamana bağlı değişikliğini göstermektedir.



Grafik 1 : Grupların pH ortalamaları

4.2. Kalsiyum İyon Salınımının Karşılaştırılması

Grupların ölçüm zamanlarına göre elde edilen kalsiyum iyon salınımı değerleri Tablo 10,11,12 ve 13 de gösterilmiştir.

Tablo 10 : Grupların 1.gün kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)

Kalsiyum iyon salınımı ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	4,19	6,10	1,40	9,50	1,85	1,36
2	6,40	4,10	2,10	7,20	1,95	1,23
3	5,95	7,40	3,80	1,50	1,78	1,18
4	3,54	8,70	3,60	2,90	1,17	1,13
5	11,00	8,90	2,30	9,10	1,17	1,22
6	10,60	9,50	3,90	16,30	1,18	0,81
7	6,80	4,20	4,30	18,20	1,99	1,33
8	12,00	8,90	2,20	16,70	1,78	1,29
9	8,10	4,00	2,40	14,10	0,98	1,47
10	5,20	5,40	3,70	4,60	1,47	1,52
11	8,40	3,80	2,00	4,70	0,995	1,29
12	4,70	13,40	1,40	5,30	1,55	2,34
13	12,60	3,50	1,50	9,30	1,50	1,47
14	5,20	6,80	1,80	11,20	2,43	1,26
15	6,30	12,30	1,80	20,30	1,29	1,94

Tablo 11 : Grupların 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)

Kalsiyum iyon salınımı ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	14,32	18,63	11,37	18,56	5,87	5,58
2	23,02	12,76	10,65	14,77	7,06	5,72
3	25,00	18,43	13,64	32,73	3,26	6,76
4	17,02	18,79	10,84	10,41	11,79	5,57
5	21,35	18,70	11,56	14,83	12,56	4,84
6	25,35	26,75	10,07	38,14	4,28	6,14
7	24,28	15,57	10,33	31,55	5,53	5,64
8	28,00	23,12	8,05	40,32	6,04	6,37
9	22,50	16,11	6,77	29,07	8,01	5,75
10	20,30	10,97	8,85	15,04	7,98	4,77
11	22,70	13,78	7,76	9,96	4,820	5,15
12	18,20	36,38	4,89	16,04	5,94	5,64
13	35,70	10,38	8,32	20,70	7,33	3,74
14	15,90	15,55	11,02	25,20	11,30	4,51
15	24,00	25,13	8,64	53,50	6,80	6,37

Tablo 12 : Grupların 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)

Kalsiyum iyon salınımı ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	43,00	32,00	14,80	39,60	8,60	10,05
2	55,60	25,00	24,80	39,20	25,00	8,25
3	79,40	21,00	23,00	75,60	27,00	9,80
4	41,80	30,00	16,00	27,20	13,40	8,90
5	62,60	24,30	17,90	44,80	14,00	8,70
6	59,60	49,80	19,20	69,80	14,00	7,65
7	54,40	35,20	19,40	75,60	17,00	12,05
8	58,60	49,20	17,20	113,60	16,50	10,00
9	49,40	25,80	17,20	63,80	9,10	12,40
10	40,80	39,60	22,80	38,00	10,40	9,90
11	51,40	23,40	18,10	32,00	8,100	9,00
12	38,80	80,40	12,30	42,00	11,80	12,00
13	75,60	24,40	31,00	52,00	6,80	6,75
14	28,20	36,00	31,00	56,00	21,30	8,70
15	42,40	58,20	23,00	106,80	14,20	12,85

Tablo 13 : Grupların 1.ay kalsiyum iyon salınımı ölçüm sonuçları (mg/L)

Kalsiyum iyon salınımı ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	24,00	46,00	11,10	25,80	10,40	11,16
2	34,60	27,40	20,10	30,00	19,60	10,08
3	64,20	28,00	16,20	45,00	19,40	11,88
4	36,60	31,20	19,80	19,20	13,60	11,28
5	45,00	28,40	13,50	30,30	14,00	10,50
6	33,60	49,60	14,10	39,60	14,20	10,14
7	39,00	42,00	14,10	40,80	15,80	13,92
8	36,00	40,60	12,60	69,60	15,00	12,42
9	38,70	27,00	13,20	36,60	10,80	14,04
10	30,30	32,80	15,60	24,00	13,00	14,46
11	35,70	29,00	18,90	18,30	10,200	10,50
12	30,60	69,40	14,10	31,50	16,00	15,72
13	50,40	30,40	26,70	30,60	11,60	8,82
14	25,20	31,00	23,10	31,20	18,40	11,64
15	31,80	36,80	18,30	60,30	15,40	13,14

Tablo 14 de materyal gruplarının kalsiyum salınım değerleri ölçüm zamanlarına göre karşılaştırmalı olarak gözlenmektedir

Tablo 14 : Materyal gruplarının kalsiyum iyon salınımı değerlerinin gruplar arası ve ölçüm zamanları karşılaştırmaları (mg/L)

Kalsiyum İyon Salınımı	1.Gün	1.Hafta	2.Hafta	1.Ay	p*
BioRoot RCS Grubu	7,40±2,92	22,51±5,28	52,11±13,86	37,05±10,11	0,0001
Totalfill BC Sealer Grubu	7,13±3,12	18,74±6,83	36,95±16,39	36,64±11,55	0,0001
GuttaFlow BC Sealer Grubu	2,55±1,02	9,52±2,20	20,51±5,44	16,76±4,32	0,0001
Endosequence BC Sealer Grubu	10,06±5,90	24,72±12,6	58,4±25,98	35,52±14,19	0,0001
AH Plus Grubu	1,54±0,42	7,24±2,74	14,48±6,05	14,49±3,06	0,0001
Kontrol Grubu	1,39±0,36	5,50±0,79	9,80±1,82	11,98±1,93	0,0001
p†	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	

*Eşlendirilmiş Tek Yönlü Varyans Analizi †Tek Yönlü Varyans Analizi

BioRoot RCS grubunun kalsiyum iyon salınımı 1.gün ortalaması 7,40 mg/L, 1.hafta ortalaması 22,51 mg/L, 2.hafta ortalaması 52,11 mg/L ve 1.ay sonu ortalaması 37,05 mg/L olarak ölçüldü. BioRoot RCS grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir (p=0,0001). 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,0001), 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş (p=0,0001), 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur (p=0,0001).

Total Fill BC Sealer grubunun kalsiyum iyon salınımı 1.gün ortalaması 7,13 mg/L, 1. hafta ortalaması 18,74 mg/L, 2.hafta ortalaması 36,95 mg/L ve 1.ay sonu ortalaması 36,64 mg/L olarak ölçüldü. Total Fill BC Sealer grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir (p=0,0001). 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından

istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), diğer zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Gutta-Flow Bioseal grubunun kalsiyum iyon salınımı 1.gün ortalaması 2.55 mg/L, 1.hafta ortalaması 9.52 mg/L, 2.hafta ortalaması 20.51 mg/L ve 1.ay sonu ortalaması 16.76 mg/L olarak ölçüldü. Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$). 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$).

Endosequence BC Sealer grubunun kalsiyum iyon salınımı 1.gün ortalaması 10,06 mg/L, 1.hafta ortalaması 24.72 mg/L, 2.hafta ortalaması 58.4 mg/L ve 1. Ay sonu ortalaması 35.52 mg/L olarak ölçüldü. Endosequence BC Sealer grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$). 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$).

AH Plus grubunun kalsiyum iyon salınımı 1.gün ortalaması 1,54 mg/L, 1.hafta ortalaması 7.24 mg/L, 2.hafta ortalaması 14.48 mg/L ve 1. Ay sonu ortalaması 14.49 mg/L olarak ölçüldü. AH Plus grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$). 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları

1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), diğer zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Kontrol grubunun kalsiyum iyon salınımı 1.gün ortalaması 1.39 mg/L, 1.hafta ortalaması 5.50 mg/L, 2.hafta ortalaması 9.80 mg/L ve 1.ay sonu ortalaması 11.98 mg/L olarak ölçüldü. Kontrol grubunun 1.gün, 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p=0,0001$). 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.hafta, 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 2.hafta ve 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,0001$).

Tablo 15 materyal gruplarının pH değerlerinin gruplararası çoklu karşılaştırmasını göstermektedir.

Tablo 15 : Materyal gruplarının kalsiyum iyon salınımı değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırmaları (mg/L)

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	1.Gün	1.Hafta	2.Hafta	1.Ay
BioRoot RCS Grubu / Totalfill BC Sealer Grubu	0,999	0,593	0,049	0,999
BioRoot RCS Grubu / GuttaFlow Bioseal Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
BioRoot RCS Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,161	0,933	0,828	0,997
BioRoot RCS Grubu / AH Plus Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
BioRoot RCS Grubu / Kontrol Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Totalfill BC Sealer Grubu / GuttaFlow Bioseal Grubu	0,001	0,002	0,025	0,0001
Totalfill BC Sealer Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,094	0,120	0,001	0,999
Totalfill BC Sealer Grubu / AH Plus Grubu	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Totalfill BC Sealer Grubu / Kontrol Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
GuttaFlow Bioseal Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
GuttaFlow Bioseal Grubu / AH Plus Grubu	0,941	0,925	0,852	0,981
GuttaFlow Bioseal Grubu / Kontrol Grubu	0,899	0,526	0,313	0,677
Endosequence BC Sealer Grubu / AH Plus Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Endosequence BC Sealer Grubu / Kontrol Grubu	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
AH Plus Grubu / Kontrol Grubu	0,999	0,976	0,944	0,970

Tablo 16 : Materyal gruplarının kalsiyum iyon salınımı değerlerinin gruplara göre ölçüm zamanları karşılaştırmaları (mg/L)

Newman Keuls Çoklu Karşılaştırma Testi	Totalfill					
	BioRoot RCS Grubu	BC Sealer Grubu	GuttaFlow Bioseal Grubu	Endosequence BC Sealer Grubu	AH Plus Grubu	Kontrol Grubu
1. Gün / 1.Hafta	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1. Gün / 2.Hafta	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1. Gün / 1.Ay	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1. Hafta / 2.Hafta	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
1. Hafta / 1.Ay	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2. Hafta / 1.Ay	0,0001	0,893	0,001	0,0001	0,988	0,0001

BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Kontrol grubunun 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), AH Plus grubunun 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BS Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), diğer grupların 1.gün kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

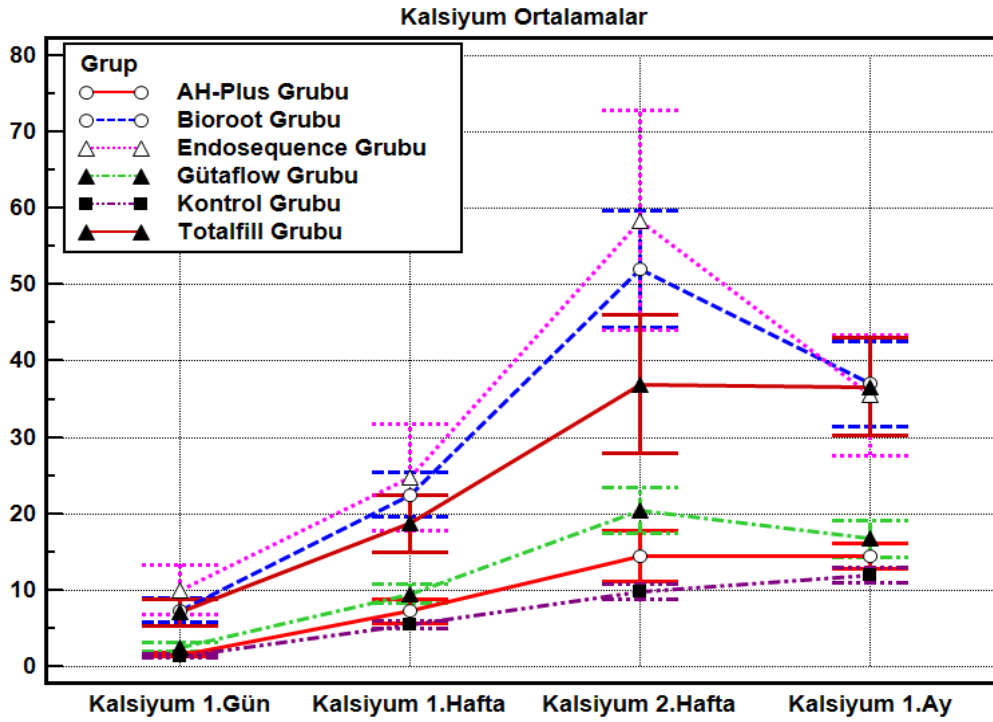
BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Kontrol grubunun 1.hafta kalsiyum iyon salınımı

ortalamları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), AH Plus grubunun 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus gruplarının 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,002$, $p=0,0001$), diğer grupların 1.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Kontrol grubunun 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), AH Plus grubunun 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,001$, $p=0,0001$), Gutta-Flow Bioseal grubunun 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,025$, $p=0,0001$), Total Fill BC Sealer grubunun 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları Endosequence BC Sealer gruplarının 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,001$), diğer grupların 2.hafta kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Kontrol grubunun 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), AH Plus grubunun 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer Grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,0001$), Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer grubu, Endosequence BC Sealer gruplarının 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,025$, $p=0,0001$), diğer grupların 1.ay kalsiyum iyon salınımı ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Grafik 2 grupların kalsiyum salınım ortalamalarının zamana bağlı değişikliğini göstermektedir.



Grafik 2 : Grupların Kalsiyum İyon Salınımının Ortalamalar

4.3. Kırılma Dirençlerinin Karşılaştırılması

Grupların ölçüm zamanlarına göre elde edilen kırılma direnci değerleri Tablo 17 ve 18 de gösterilmiştir.

Tablo 17 : Grupların 1.ay kırılma direnci ölçüm sonuçları (Newton)

Kırılma Direnci ölçümleri	BioRoot RCS	Total Fill BC Sealer	Gutta-Flow Bioseal	Endosequence BC Sealer	AH Plus	Kontrol
1	359,42	315,65	403,36	332,89	506,88	225,47
2	373,96	195,24	568,18	479,29	621,49	225,30
3	344,50	424,57	556,90	274,55	663,53	251,74
4	319,72	232,00	209,72	584,51	693,19	252,94
5	340,96	353,38	483,90	372,15	269,67	265,12
6	209,79	202,30	222,81	469,38	444,77	173,70
7	268,42	322,65	362,92	232,65	249,60	383,63
8	352,75	321,48	358,21	282,15	628,62	212,08
9	292,75	359,48	202,04	218,97	273,55	329,37
10	257,60	322,30	286,04	398,41	302,80	309,00
11	295,81	242,43	340,02	379,46	434,070	165,06
12	320,11	323,22	311,82	335,91	329,51	144,41
13	323,55	271,36	335,01	418,78	307,23	165,83
14	295,83	327,29	361,42	300,22	324,96	189,37
15	319,84	315,99	358,86	581,55	374,32	162,76

Tablo 18 : Materyal gruplarının kırılma direnci değerlerinin gruplar arası karşılaştırmaları (Newton)

Kırılma Direnci	
BioRoot RCS Grubu	311,67±43,23
Totalfill BC Sealer Grubu	301,96±62,33
GuttaFlow Bioseal Grubu	357,41±111,62
Endosequence BC Sealer Grubu	377,39±113,69
AH Plus Grubu	428,28±156,81
Kontrol Grubu	230,39±69,34
p‡	0,0001

‡Tek Yönlü Varyans Analizi

BioRoot RCS grubunun kırılma direnci 1.ay sonu ortalaması 311,67 Newton olarak ölçüldü. Total Fill BC Sealer grubunun kırılma direnci 1.ay sonu ortalaması 301,96 Newton olarak ölçüldü. Gutta-Flow Bioseal grubunun 1.ay sonu kırılma direnci 357,41 Newton olarak ölçüldü. Endosequence BC Sealer grubunun kırılma direnci 1.ay sonu 377,39 Newton olarak ölçüldü. AH Plus grubunun kırılma direnci 1.ay sonu ortalaması 428,28 Newton olarak ölçüldü. Kontrol grubunun kırılma direnci 1.ay sonu ortalaması 230,39 Newton olarak ölçüldü.

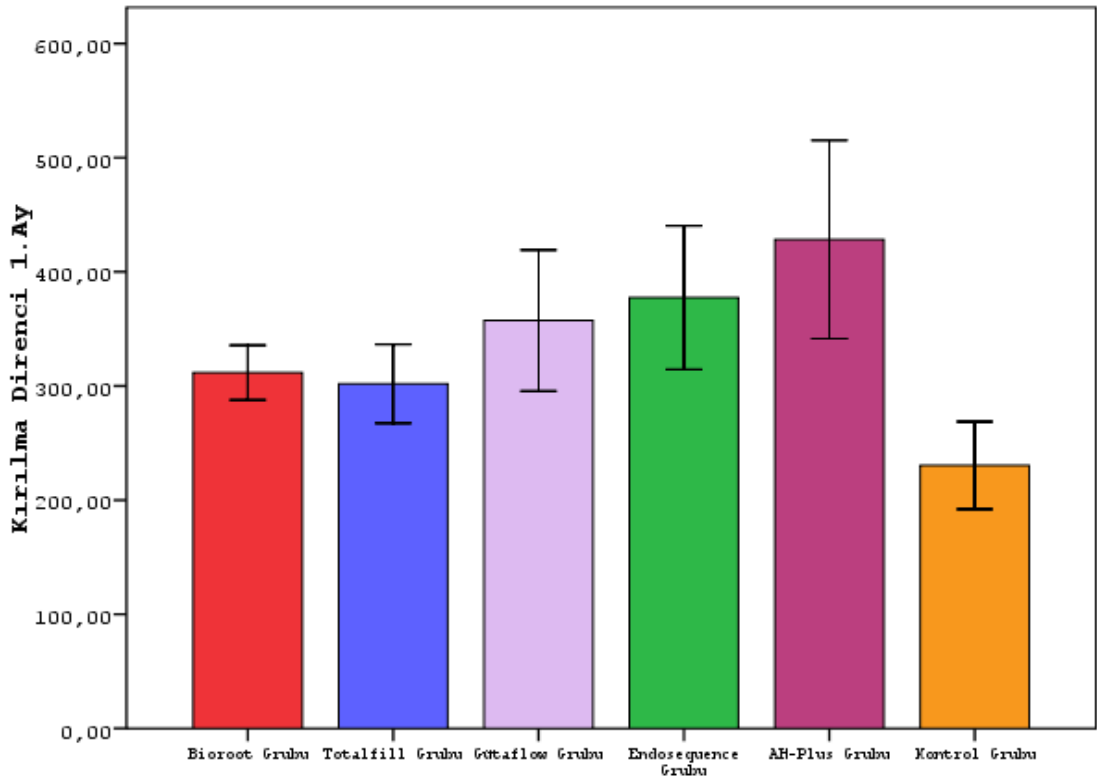
Tablo 19 materyal gruplarının kırılma direnci değerlerinin gruplararası çoklu karşılaştırmasını göstermektedir.

Tablo 19 : Materyal gruplarının kırılma direnci değerlerinin gruplar arası çoklu karşılaştırmaları (Newton)

Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi	Kırılma Direnci
BioRoot RCS Grubu / Totalfill BC Sealer Grubu	0,999
BioRoot RCS Grubu / GuttaFlow Biosel Grubu	0,812
BioRoot RCS Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,476
BioRoot RCS Grubu / AH Plus Grubu	0,024
BioRoot RCS Grubu / Kontrol Grubu	0,241
Totalfill BC Sealer Grubu / GuttaFlow Biosel Grubu	0,658
Totalfill BC Sealer Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,320
Totalfill BC Sealer Grubu / AH Plus Grubu	0,011
Totalfill BC Sealer Grubu / Kontrol Grubu	0,379
GuttaFlow Biosel Grubu / Endosequence BC Sealer Grubu	0,994
GuttaFlow Biosel Grubu / AH Plus Grubu	0,390
GuttaFlow Biosel Grubu / Kontrol Grubu	0,011
Endosequence BC Sealer Grubu / AH Plus Grubu	0,734
Endosequence BC Sealer Grubu / Kontrol Grubu	0,002
AH Plus Grubu / Kontrol Grubu	0,0001

BioRoot RCS grubu, Total Fill BC Sealer Grubu, Gutta-Flow Bioseal grubu, Endosequence BC Sealer grubu, AH Plus grubu ve Kontrol gruplarının kırılma direnci ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). AH Plus grubunun kırılma direnci ortalamaları BioRoot RCS grubu, Total-Fill BC Sealer grubu ve Kontrol gruplarının kırılma direnci ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ($p=0,024$, $p=0,0001$), Kontrol grubunun kırılma direnci ortalamaları Gutta-Flow Bioseal grubu ve Endosequence BC Sealer gruplarının kırılma direnci ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ($p=0,011$, $p=0,002$), diğer grupların kırılma direnci ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Grafik 3 grupların kırılma direncini karşılaştırmalı olarak göstermektedir.



Grafik 3 : Grupların 1. Ay Sonunda ki Kırılma Direnci Karşılaştırılması

5. TARTIŞMA

Son yıllarda kök kanalının üç boyutlu olarak daha etkili bir şekilde doldurulmasını sağlamak amacıyla farklı dolgu maddeleri ve kanal dolgu patları geliştirilmektedir (136). Üretici firmalar, kök kanalı ile tek bir koheziv yapı oluşturmak ve monoblok etki sağlamak için bu konuya daha fazla yoğunlaşmaktadırlar (137).

Kanal patlarının bağlanma dayanımlarının değerlendirildiği çalışmalarda, çekilmiş insan dişlerinden yararlanılmaktadır (137–139). Çalışmamızda da ağız ortamı ve klinik koşulları sağlamak için çekilmiş insan dişlerinde işlem yapılarak, etiv ortamından yararlanıldı. Ancak aynı yöntemi uygulayan benzer çalışmalarda, çekilmiş insan dişlerinin kullanılması standardizasyonun sağlanabilmesi açısından bazı zorluklar oluşturmaktadır (140).

Çalışkan ve ark. , (141) Türk toplumu üzerinde yaptıkları bir çalışmada üst orta keser dişlerin Vertucci sınıflamasına göre %100 oranda Tip I kanal yapısı gösterdiğini, yani tek kök ve tek kök kanalına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Buradan yola çıkarak, çalışmamızda varyasyonların azaltılması amacıyla üst orta keser insan dişleri kullanılmış, tüm dişlerin kök uzunlukları 12 mm boyutunda sabitlenmiş, köklerin bukko-lingual ve meziyo-distal çapları standardize edilmeye çalışılmış, tüm kökler prosedürlere uygun olarak tek tip döner alet sistemi ile aynı teknik kullanılarak genişletilmiş ve apikal foramen çaplarının standardizasyonu sağlanmıştır. Hazırlanan yapay rezorptif kavitelerinin standardizasyonunu sağlamak için 0.5 mm derinliğinde ve 1mm çapında defekt oluşturabilecek bir frez seçilerek tüm örneklerin distal tarafında kullanılmıştır.

Bu çalışmada, deney gruplarında kullanılan dişlerin standardize edilmesi için şekil ve boyutlara göre dengelenmesi esas alınmıştır. Ancak, bu standardizasyonu sağlamak çok zordur ve gruplar arası oluşabilecek potansiyel farklılıklar çalışmamızın sınırlandırılması olarak düşünülebilir. Yine de benzer boyutlarda, meziyo-distal ve bukko-lingual boyutları benzerlik gösteren dişler kullanılarak bu engeller minimale indirgenmeye çalışılmıştır. Diğer tüm değişkenler; şekillendirme, yıkama prosedürü ve gruplar içinde kullanılan kanal patları standardize edilmiştir. Deneyde örneklerin önceden kuronlarının ayrılması

klinden farklı bir durum ortaya koymakla birlikte, dişlerde zayıflamaya da yol açabilmektedir. Diğer yandan, çalışma düzeneğinde tam olarak klinik durum yansıtılamasa da farklı kök kanal patları arasında göreceli de olsa bir karşılaştırma sağlanabilmektedir.

Birçok araştırmacı, irrigasyon solüsyonlarının, ilaçların ve kök kanal dolgu maddelerinin smear tabakası tarafından dentin tübüllerine penetrasyonunu önlediğini, mikromekanik kuvvetler karşısında bağlanma dayanımlarını düşürdüğünü belirtmiş ve bu nedenle kaldırılması gerektiğini savunmuştur (142–147). Diğer taraftan, smear tabakasının dentin geçirgenliğini azalttığı ve bakteri metabolitlerine karşı bariyer görevi gördüğünü, böylece dentin tübüllerine bakteri invazyonunu engellediği için kaldırılmaması gerektiğini savunan araştırmacılar da bulunmaktadır (148–152). Çalışmamızda, dentin tübüllerinden rezorpsiyon kavitesine geçişi sağlamak amacı ile smear tabakasının kaldırılması uygun görülmüştür.

Smear tabakasının kaldırılması için dentinde demineralizasyon sağlayan % 15-17 lik EDTA solüsyonu ile organik dokuları çözebilen % 1-6 lık NaOCl solüsyonlarının bir arada kullanılması önerilmektedir (144,153,154). Ayrıca, EDTA ve NaOCl bir arada kullanıldıklarında, hem temizleme etkinliklerinde hem de antimikrobiyal etkinliklerinde artış gözlemlendiği bildirilmiştir (144,155,156).

Endodontide kullanılan irrigasyon solüsyonlarının rezin içerikli kanal patlarının kök kanal dentinine bağlanması üzerine olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir. NaOCl, oksidasyon ajanı etkisi göstermekle birlikte, dentin matriksinin bazı bileşenlerini de okside etmektedir. Oksijen, rezinlerin polimerizasyonunu engellemektedir. Bu nedenlerden dolayı endodontik tedavide NaOCl'in son irrigasyon ajanı olarak kullanılması önerilmemektedir (157).

Çalışmamızda smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla son yıkama prosedürü olarak kök kanallarının 3ml %5.25'lik NaOCl solüsyonu, ardından 3ml %17'lik EDTA solüsyonu ve en son olarak 3ml distile su ile yıkanması tercih edilmiştir.

Lateral kompaksiyon yöntemi bazı avantajlarının yanında, endodontik spreader ile lateral kuvvet uygulaması sırasında kökte çatlak ya da kırık oluşması

açısından risk oluşturmaktadır (158,159). Yine de pek çok diş hekimi tarafından tercih edilmesinin yanında yeni geliştirilen tekniklerle karşılaştırıldığında, standart bir teknik olarak kabul edilmektedir (160).

Taintor ve Ross (161), kullanılan kanal dolgu maddesi ne olursa olsun, en çok tercih edilen kanal doldurma yönteminin lateral kompaksiyon yöntemi olduğunu bildirmişlerdir. Lateral kompaksiyon yöntemi genel olarak çalışmalarda standart doldurma tekniği olarak kabul edilmiş ve birçok yeni doldurma tekniği bu yöntem ile karşılaştırılmıştır (162). Lateral kompaksiyon tekniği klinik açıdan %75-80 oranında başarılı bulunan bir teknik olarak kabul edilmektedir (163). Çalışmamızda, apikal tıkaç ve kontrol açısından daha kolay olması ve halen günümüzde endodontistler tarafından en çok tercih edilen yöntem olması dolayısı ile lateral kompaksiyonu tercih ettik.

Kök kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonlarının değerlendirilmesinde, penetrasyonun doldurma tekniği ile direk olarak ilişkili olmadığı bildirilirken, dentin tübülünün geçirgenliğine ve patların fiziksel-kimyasal özelliklerine bağlı olduğu belirtilmektedir. Resin içerikli olmayan patlar, tübül içerisinde tanecikli bir yapı gösterirken, epoksi-rezin esaslı patlar yapısal bir bütünlük, homojenite ve tübüller içerisinde sıkı bir örtücülük göstermektedir (146,164,165).

Epoksi-rezin esaslı patların kalsiyum hidroksit ve cam iyonomer esaslı patlara kıyasla dentine daha yüksek bağlanma dayanımı değerleri gösterdiği bildirilmiştir. Bu özelliğin, epoksi-rezin esaslı patların, kolajende açığa çıkan amino grupları ile reaksiyona girerek resin ve kolajen arasında kovalent bağlar oluşturma özelliğinden dolayı olduğu bildirilmiştir (164,166–168).

AH Plus kanal dolgu maddesi, endodontik patların bağlanma dayanımının değerlendirildiği çalışmalarda diğer kök kanal patlarına göre daha başarılı bulunmuştur ve bu konuda altın standart olarak kabul edilmiştir (7,146,166,169,170). AH Plus kök kanal patı, boyutsal stabilitesi ve dentin duvar adaptasyonu iyi olmasının yanı sıra, antibakteriyel özellik göstermektedir ve radyoopasite özelliğinin güta-perkaya yakınlık gösterdiği bildirilmiştir (171).

Çalışmamızda AH Plus'ın pozitif kontrol patı olarak kullanılmasının nedenleri arasında, düşük sitotoksitesi (172), biyouyumluluğunun ve doku toleransının iyi olması, kolay hazırlanması, uzun çalışma süresi ve kanal adaptasyonu ile örtücülüğünün iyi olması (173) gibi özellikler ve endodontide uzun yıllardır en çok tercih edilen kanal patlarından biri olması sayılabilir (172–174).

Çalışmamızda diğer kullandığımız kanal patları ise güncel olarak üretilen biyoseramik içerikli kök kanal patlarıdır. Biyoseramikler, oldukça biyouyumlu materyallerdir. Kimyasal olarak kararlı yapıya sahiptirler, toksik ve karsinojenik değildir ve rezin içermediklerinden ötürü reaksiyon sonrasında büzülme göstermezler. Bunun tam tersine ekspansif, yani genişleyen bir yapıya sahiptirler. Biyoseramikler, kök kanal dolgusu, tamir maddesi, vital endodontik tedaviler, travma, apeksifikasyon, kombine lezyonlar, periapikal cerrahi gibi birçok olguda uygulanabilmektedirler. Hidroksiapatitin, özellikle insan sert dokusunun ana inorganik içeriği olduğu iyi bilinmektedir. Doğal kemik dokusu ağırlıkça %70 oranında hidroksiapatit içermektedir. Biyoseramik esaslı kanal patları da, sertleştikten sonra hidroksiapatit oluşturarak dentinle kimyasal olarak bağlanmaktadır (175).

Kök kanalına uygulanan biyoseramik yapıdaki kök kanal patı, dentin tübüllerindeki sıvıyı absorbe etmekte ve patın içeriğindeki dikalsiyum silikat ve trikalsiyum silikatın su ile reaksiyonu sonucu kalsiyum hidroksit ve kalsiyum silikat hidrat jel üretilmektedir. Kalsiyum hidroksit, fosfat iyonlarıyla reaksiyona girerek hidroksiapatit ve su oluşturmaktadır. Reaksiyon devam ederken hidroksiapatitin, kalsiyum silikat hidrat jelin üzerine çökmesiyle kompozite benzer bir yapı meydana gelmektedir (176). Bu da monoblok bir yapı oluşmasını sağlayarak, dişin gelen kuvveti eşit dağıtarak kırılmaya karşı direncini arttırmaktadır.

Çalışmamızda kullanılan biyoseramik ve resin esaslı patların kırılma dirençlerine bakıldığında ise örnekler arasında en yüksek ortalamayı AH Plus patı göstermiştir. İstatistiksel olarak bakıldığında ise BioRoot RCS Grubu, Totalfill BC Sealer Grubu, GuttaFlow Bioseal Grubu, Endosequence BC Sealer Grubu, AH Plus Grubu ve Kontrol Gruplarının Kırılma Direnci ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir ($p=0,0001$). Bunun nedeni ise yukarıda

bahsedilen epoksi-resin bazla patların içerdği özellikler ile açıklanabilir (138,164,166–170,177).

Kanal dolgu materyallerinin kök dentinine bağlanma dayanımları arttıkça, dişin kırılmaya direnci artar ve bu da endodontik tedavinin başarı yüzdesini artırır. Kök kanal tedavisi prosedürlerinden ve artan madde kaybından dolayı dişte kırılmaya neden olacak stres artışını kompanse edebilecek özellikte materyallerin kullanılması önem taşımaktadır (178). Kanal tedavisi yapılmış dişlerin kırılma dayanımları, kalan sağlam dentin miktarıyla orantılı olarak, vital dişlere oranla daha azdır (128,179).

Khera ve ark. (180), dişlerin zayıflamasında, kavite preparasyonu sırasında dişlerin marjinal sırtlarının bozulması, kavitenin genişliği ve derinliği ile birlikte dişlerin anatomik özelliklerinin rol oynadığını bildirmişlerdir. Ayrıca kırılma dayanımını azaltan bir diğer faktörün, kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında yapılan fazla miktarda kural şekillendirme olduğu bildirilmiştir (181).

Dentinin % 22' sini organik materyaller oluşturmaktadır ve NaOCI etkisiyle dentinin dayanımı ve elastikiyetinde azalma meydana gelmektedir (182–184).

Dentinin esneme dayanımı; yapısındaki bulunan hidroksiapatit ve kollajen fibrillerin bağlantılarıyla ilişkilidir. Dentinin organik matrisinde bulunan karboksilat ve fosfat grupları, hidroksiapatit ve kollajen fibriller arasında bağlayıcı işlev görmektedirler. Kök kanallarında medikament olarak kullanılan kalsiyum hidroksitin yüksek alkali özelliği ile bu asidik komponentlerin yapıları bozulur, çözülür veya nötralize edilirse dentinin yapısında zayıflama meydana gelir (132,133).

Genişletme işlemlerinde kullanılan büyük tapera sahip eğeler, dişlerde fazla madde kaldırılmasına, dentin duvarıyla temas ettikleri bölgelerde oluşan fazla baskı ve gerilimler, kök yüzeyinde çatlak ve kısmi veya tam kırık gibi dentin defektlerinin oluşumuna neden olabilmektedir (159).

Kim ve ark. (185), Ni-Ti döner aletlerin dizaynı ile dikey kök kırığı arasındaki bağlantıyı değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, alet dizaynının ve yapısal özelliklerine bağlı olarak, aletin dentinde temas ettiği alanlardaki stres

dağılımlarıyla, kanal şekillendirmesi sırasında, apikal stres ve gerilim konsantrasyonlarının etkilendiğini ve dentinde defektlere ve streslerin yoğunlaştığı alanlarda artan şekillendirmeye beraber ince dentin yüzeylerinin kalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Şekillendirme sonrası dentinin incelendiği bölgeler, kök yapısının zayıflamasına ve apikal kök kırığı riskinin artmasına neden olmaktadır. Şekillendirmenin yanında, kök kanal tedavisi yapılan dişin tipi de dikey kök kırıklarının oluşmasına yol açabilmektedir.

Lertchirakarn ve ark. (186), kök kanal tedavisi yapılmış dişlerde şekillendirme miktarı arttıkça dentin kalınlığındaki azalma nedeniyle kırılmaya direncin azalacağını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, küçük hacimli dişlerde yapılan kanal tedavilerinde aşırı preparasyondan kaçınmak gerektiğini bildirmişlerdir.

Hoskinson ve ark. (187), apikal şekillendirmenin daha küçük taper ile gerçekleştirildiğinde (ISO 20-30), daha büyük taper ile yapılan şekillendirmeye oranla (ISO 35-90) %77 oranında daha başarılı sonuçlandığını bildirmişlerdir. Ng ve ark. (188) ise apikal şekillendirmede kullanılan MAF'ın tedavinin sonucu üzerindeki etkinliğini inceleyen çalışmalarında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ve apikal şekillendirmenin MAF 30 olarak bitirilmesinin uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda şekillendirme de son eğe olarak Protaper Next X3 kullanılarak, apikalde MAF'ın 30 güta-perka ile tıkanması sağlanmıştır.

Yapılan diğer çalışmalara baktığımızda ise ; Ossarch ve ark. (189), ilk grupta dişleri 20 no. K tipi eğeye kadar , ikinci grupta 35 no. K tipi eğeye kadar ve kuralda 1-2 no. Gates-Glidden kullanılarak, üçüncü grupta 50 no. K tipi eğeye kadar ve 4 no Gates-Glidden' a kadar genişletme yapılarak dentin kaldırılırken, kontrol grubunda ise hiç eğeleme yapılmamıştır yani dentin kaldırılmamıştır. Sonuç olarak bakıldığında ise en yüksek kırılma direnci kontrol grubunda gözlenmiştir. Bakıldığı zaman dentinden kaldırılan miktar arttıkça kırılma direncinin arttığı gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise bu dentinden kaldırılan miktar aynı iken kullanılan patlar sonucu dişin kırılmaya karşı direnci kazandığı gözlenmiştir.

Karri ve ark. (190) tarafından yapılan çalışmada, her grupta 12 örnek olmak üzere 5 grup oluşturulmuştur. Grup 1 de kök kanalı kontrol grubu olarak boş bırakılmıştır.

Grup 2 de apikalden MTA tıkaç yapılmış ve üzeri gütaperka ile doldurulmuş, Grup 3'te kanal tümüyle MTA ile doldurulmuş, Grup 4'te apikalden Biodentine ile tıkaç sağlanarak üzeri gütaperka ile doldurulmuş, Grup 5 te ise kök kanal tümüyle Biodentine ile doldurulmuştur. En yüksek kırılma dayanımı kontrol grubunda gözlenirken, en düşük değer Grup 4'te gözlenmiştir. Apikal tıkaç oluşturularak yapılan tedaviler diğer gruplara oranla daha düşük kırılma direnci göstermiştir. Bizim çalışmamızda da BioRoot RCS grubu ile kontrol grubu arasından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Çalışmalarda farklılıklar izlense de içerik olarak yakın olan BioRoot RCS ve Biodentine patları ile kontrol grupları karşılaştırıldığında çalışma sonuçlarının da benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Alkali pH oluşmasında ki en önemli etken kalsiyum hidroksit hidrosil iyonları salınımı yapmasıdır. Alkali pH, antibakteriyel etki gösterirken, aynı zamanda periapikal dokuların iyileşmesini inhibe etmektedir. Yüksek alkali pH, kök kanal tedavisinin başarısız olmasından sorumlu olan fakültatif anaerobik Gram pozitif kokların büyümesini engeller, hatta *Enterococcus faecalis* gibi dirençli bir mikroorganizmanın bile ölümüne sebep olur (1). Alkali pH, sadece enfeksiyon gelişimini engellemekle kalmaz, aynı zamanda periapikal bölgedeki asidik dokuların asidik ortamını nötralize eder ve doku enzimlerini (alkalen fosfataz) aktive ederek kemik onarımını destekler (93).

Issam ve ark. (192), BioRoot RCS , Bio MM ve AH Plus kanal dolgu patlarını, pH ve kalsiyum iyon salınımı açısından karşılaştırılmıştır. BioRoot RCS ve Bio MM trikalsiyum silikat içerikli kök kanal patlarıdır; fakat Bio MM de tantalum oksit bulunurken BioRoot RCS içerisinde zirkonyum oksit bulunmaktadır. AH Plus ise kalsiyum tungsten ve zirkonyum okside içeren epoksi-resin içerikli bir kök kanal patıdır. Yapılan çalışmada özel olarak hazırlanan disk şeklinde plaklar kullanılmıştır. 1. ve 28. gün sonu ölçümleri yapılmış ve elde edilen veriler sonucunda 1. ve 28. günde alkalın pH düzeyleri elde edilirken, zamanla ortamda artış gözlenmiştir. Diğer gruplarda, AH Plus a oranla, daha yüksek oranda kalsiyum iyon salınımı ölçülmüştür. En çok kalsiyum iyon salınımı BioRoot RCS de gözlenmiştir. Kalsiyum iyon salınımının fazla olması, pH düzeylerinin yüksek olmasına bağlanmıştır. Bu çalışmada BioRoot RCS örneklerinin pH değerleri 12 civarında, AH Plus ın pH değeri ise 8 civarında belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda

bu değerlerin daha az çıkmasının sebebi olarak, klinik ortamı yansıtmaması açısından örnek olarak insan dişlerinin kullanılmış olması gösterilebilir.

Ludwig ve ark. (193), Biodentine ve BioRoot RCS kanal patlarının pH düzeylerini 24 saat sonrası, 5. gün ve 8. günde karşılaştırılmıştır. Çalışmada patların uygulanması, pulpadan alınan örnekler üzerinde yapılmıştır. Başlangıçta Biodentin'in pH değeri 12,24 olarak ölçülürken, sonrasında ise azalma gösterek 8. gün sonunda pH değeri 8.18 olmuştur. BioRoot RCS'nin pH düzeyi ise 9.63 ten 8.35 e düşmüştür. Alınan rnekler, direk ve indirek olarak bu materyallere maruz bırakılmıştır. Direk ya da indirek maruz bırakılan örnekler arasında pH ölçümleri açısından anlamlı bir fark olmamıştır. Okabe ve ark. (54), pH ve salınan iyonların (kalsiyum gibi), mineralize dokularda yapım mekanizmasını uyardığını söylemişlerdir. Fakat Ludwig'in yaptığı çalışmada her iki mekanizmanın da distile suyu alkaline pH a yükselttiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, hücreler ile temas ettiğinde, bu malzemelerin yüksek alkali özellikteki pH ları tamponlama solüsyonundan dolayı normale dönmektedir. (Abonate buffer) Benzer şekilde, in vivo olarak ta (tamponlama solüsyonu carbonate tükürük) aynı etki oluşmaktadır.

Marco ve ark.(194), biyoseramik içerikli TotalFill BC Sealer ve BioRoot RCS, epoksi rezin bazlı olarak AH Plus kanal dolgu maddelerini karşılaştırmalı olarak incelemiştir.. Araştırmacılar materyallerin neden olduğu pH değerlerini 3 saat ve 24 saat sürecinde ölçmüşlerdir. Bu çalışmada örnek olarak insan dişleri yerine, özel olarak hazırlanan modellere kanal patları ayrı ayrı gömülmüştür. 10 ml distile suya konulan örnekler daha sonra etüvde bekletilip 3 saat ve 24 saat sonrasında pH değerleri ölçülmüştür. En yüksek pH değeri TotalFill BC Sealer da görülmesine rağmen tüm örneklerde alkali pH izlenmiştir. AH Plus patı, TotalFill BC Sealer ve BioRoot RCS patlarına oranla daha düşük alkalinite göstermiştir.

Siboni ve ark. (78), biyoseramik içerikli olarak BioRoot RCS ve epoksi resin bazlı olarak AH Plus patını karşılaştırmışlardır. İlk zamanlarda yapılan ölçümlerde BioRoot RCS, yüksek pH değeri gösterirken 14 gün sonrasında pH değeri 8 civarına düşmüştür, fakat buna rağmen alkalinite devam etmiştir. Bu çalışmada da özel olarak hazırlanan modellere patlar direk olarak yerleştirilmiştir. Kalsiyum iyon salınımlarına bakıldığında; BioRoot RCS patı en yüksek salınım değerine yol açmıştır ve zamanla azalmakla beraber kalsiyum iyon salınımı devam

etmiştir. AH Plus patında ise kalsiyum iyon salınımı gerçekleşmemiş ve minimal düzeyde ölçüm elde edilmiştir. BioRoot RCS patı ortamı alkali hale getirirken AH Plus patında ortamın seviyesi değişmemiş ve nötral düzeyde kalmıştır.

George ve ark. (65), Endosequence BC Sealer ve AH Plus kanal patını karşılaştırmışlardır. Çalışmada, özel olarak hazırlanan kaplarda 3., 24., 72., 168. ve 720. Saatler dilimlerinde pH değerleri ölçülmüştür. pH değerleri 24 saat sonunda Endosequence BC Sealer patında 10.87, AH Plus patında 7.53 iken, kalsiyum iyon salınımı açısından en yüksek değeri Endosequence BC Sealer patı göstermiştir. 24 saatlik dilimde kalsiyum iyon salınımı açısından anlamlı bir fark izlenmemiştir; fakat 168 saat sonunda her iki pat ta tüm zaman dilimleri içerisinde en yüksek salınımı yapmıştır.

Rafael ve ark.(195)_farklı içeriklere sahip AH Plus, GuttaFlow, Gutta-Flow Bioseal ve MM Seal kök kanal patlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada, en yüksek kalsiyum iyon salınımı biyoseramik içerikli Gutta-Flow Bioseal patında gözlenmiştir. Gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında ise Gutta-Flow Bioseal ve Gutta-Flow patlarının kalsiyum iyon salınımları, AH Plus ve MM Seal patlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada da özel olarak hazırlanmış modeller kullanılmıştır.

Mario ve ark. (196), GuttaFlow Bioseal, TotalFill BC Sealer ve AH Plus materyallerini karşılaştırılmışlardır. Özel olarak hazırlanan modellerde pH düzeyleri belli zaman aralıklarında ölçülmüştür. Karşılaştırılan tüm zaman dilimlerinde, TotalFill BC Sealer en yüksek pH değeri gösterirken sıralamayı GuttaFlow Bioseal ve sonrasında da AH Plus izlemiştir. 28. gün sonunda örneklerin verdiği değerlerin hepsinde bir miktar azalma gözlenmiştir.

Gondalfi ve ark. (197), Gutta-Flow 2, GuttaFlow Bioseal , MTA Fillapex ve Roeko Seal'in pH ve kalsiyum iyon salınımları değerlendirilmişlerdir. Patlar özel olarak hazırlanmış modellere yerleştirilerek ölçümleri yapılmıştır. Zamanla bütün patlarda kalsiyum iyon salınımında azalma olmuştur. En çok kalsiyum iyon salınımı GuttaFlow Bioseal patında gözlenmiştir. En yüksek alkallenlik düzeyi ise GuttaFlow Bioseal de olmasına rağmen, 1. günden 1. Haftaya doğru pH değerlerinde artış olmuş ama 28 gün sonunda azalma gözlenmiştir.

Zhou ve ark. (66), farklı içeriklere sahip patlardan Endosequence BC Sealer, AH Plus, Pulp Canal Sealer, MTA Fillapex, Therma Seal, GuttaFlow'u karşılaştırmışlardır. Patlar özel olarak hazırlanmış kalıplara konularak belli zamanlarda (3., 20., 60., 120. dakikada ve 24 saat sonunda) pH değerleri ölçülmüştür. İlk zamanlarda bütün örnekler alkaline pH gösterirken sertleşme sonrası MTA Fillapex ve Endosequence BC Sealer patları alkaline kalmaya devam etmiştir. 24 saat sonunda, AH Plus ve Thermaseal patlarının alkaline olan pH'ları nötrale yaklaşmıştır. En yüksek alkaline değerinin ise Endosequence BC Sealer patında olduğu bildirilmiştir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi yapılan çalışmalarda, bütün kanal patlarının alkaline özellik gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmalarda çıkan pH değerlerinin bizim çalışmamıza göre daha yüksek düzeylerde olmasının nedeninin, patların özel olarak hazırlanmış kalıplarda karıştırılarak ölçümlerinin yapılmış olması olarak düşünülebilir. Biz ise çalışmamızda insan dişi kullanarak gerçeğe daha yakın bir sonuç elde ettiğimizi düşünmekteyiz. Çalışmamızda pH düzeylerinin daha düşük çıkmasının bir diğer nedeninin ise dişlerde oluşturulan yapay kök rezorpsiyonlarından salınan miktarın ölçülmesi olduğunu düşünmekteyiz. Çalışmamızda, dişlerin defektler dışındaki diğer tüm yüzeylerinin kapalı olması ve sadece oluşturulan tek alandan patların yaptığı salınım sonucu ortamda oluşan pH miktarının ölçülmesi diğer çalışma modelleri ile elde edilen pH düzeylerine göre daha düşük değerler elde edilmesine neden olmuş olabilir. Amacımız herhangi bir nedenle oluşan kök rezorpsiyonlarında hangi patın ortama daha yüksek pH ve kalsiyum iyon salınımı yaparak ortamın pH düzeyini dengelediğini ve iyileştirmeyi hızlandırdığını bulmaktır. Böylece kök rezorpsiyonu olan dişlerde tedavi sırasında kullanılacak en uygun kanal patını da saptayabilmemiz göreceli karşılaştırma ile mümkün olabilmektedir.

Yapılan çalışmalarda genel olarak 1 ya da 2 biyoseramik içerikli patla epoksi-resin bazlı pat karşılaştırılmış veya farklı içerikteki patlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmalar dikkate alındığında kalsiyum iyon salınımları açısından biyoseramik içerikli patlarda daha yüksek değerler elde edilmiştir (65,78,192,195). Bizim çalışmamızda ise değerlendirilen 4 pat biyoseramik içerikli iken 1 tanesi epoksi-resin bazlı pozitif kontrol grubu olarak AH Plus diğeri ise

negatif kontrol grubu olarak boş bırakılmıştır. Çalışmamızda bu çalışmalarla uyumlu olarak kalsiyum iyon değerleri biyoseramik içerikli patlarda yüksek bulunmuştur (197). Bu çalışmada en yüksek kalsiyum iyon değeri GuttaFlow Bioseal de olmasına rağmen 1.günden 1. Haftaya azalma gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise 1.günden 2.haftaya kadar artış gözlenirken 1.ay sonunda azalma gözlenmektedir.

Çalışmamızdaki sonuçlarda tüm örneklerde; pH değerlerinin 1.ay sonunda nötrale yaklaşmasının, kalsiyum iyon salınımlarının ise 1.ay sonunda azalma göstermesi ama belli miktarda devam etmesinin rezorptif alanda iyileşme mekanizmasının başladığının göstergesi olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızdaki amaç güncel olan biyoseramik içerikli patların endodontide başarısızlığa sebep olan rezorptif kavitelere etki edip etmediğini görmek ve aynı zamanda kendi içlerinde hangisinin daha etkili olabileceği konusunda ileriye ışık tutmaktır. Fakat yapılan her çalışmada olduğu gibi bizim çalışmamızda da insan dişleri kullanılması, tek operatör olmasına rağmen yine de standardizasyonun zor olması, ağız ortamını yansıttığını düşündüğümüz etüv kullanılsa da yine de ağız içerisindeki tükürük ve mikroorganizmaların yokluğu, dişlerin çevresinde periodontal doku ve kemik dokusunun bulunmaması gibi birçok faktör sınırlandırıcı faktörler olarak rol oynamıştır.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızın sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

1. Çalışmamızda en yüksek pH değeri ortalaması 1.gün ve 1.ay zamanında Endosequence BC Sealer patında gözlenmiştir. Bu veriler bize Endosequence BC Sealer patı için ortamda asidik bir pH seviyesi olduğu zaman ilk başta yüksek alkalın özellik göstererek ortamı zamanla nötral forma çevirdiğini göstermektedir. BioRoot RCS ve TotalFill BC Sealer patı ortamı nötral seviyede tutarak iyileşmeyi sürdürürken; GuttaFlow Bioseal ve AH Plus patında ise, zamanla ortamda salınım yapan patların pH değerlerinin zamanla doğru orantılı olarak ortamı nötrleştirdiği gözlenmiştir.
2. Çalışmamız sonucunda ilk aşamada ölçülen pH değerleri sonucunda; sadece Endosequence BC Sealer patının kullanıldığı grup zamanla azalırken yine de 1.ay sonunda tüm grupların ortamı nötral seviyeye taşıdığı görülmüştür. Bu aslında arzu edilen bir özelliktir; çünkü sürekli yüksek düzeydeki pH'ın çevre dokularda olumsuz etkileri olabilir.
3. Doldurulmadan (boş bırakılarak) negatif kontrol grubu olarak alınan örneklerin pH değerlerinin zamanla artış göstermesinin nedeni, dışın organik ve inorganik yapıları içerisinde bulunan yapıların yıkama prosedürleri sonrası etkileşime girerek ortamın pH değerini değiştirmesi olabilir.
4. Kalsiyum iyon salınımları ölçümlerini değerlendirdiğimizde Endosequence BC Sealer grubu; pH değerleri ile uyumlu sonuçlar vermiştir. Kalsiyum iyon salınımı 1.günden 2.haftaya artış gösterirken; 1.ay sonunda azalma göstermiştir. Yine de en yüksek kalsiyum iyon salınımı değeri Endosequence BC Sealer grubunda gözlenmiştir.
5. BioRoot RCS, GuttaFlow Bioseal ve Endosequence BC Sealer gruplarında 1.günden 2.haftaya kalsiyum iyon salınımında artış gözlenirken 1.ay sonunda bir miktar azalma gözlenmiştir. TotalFill BC Sealer ve AH Plus grubunda ise kalsiyum iyon salınımı değerlerinde 1.haftadan 2.haftaya artış gözlenirken; 2.haftadan sonra 1.ay sonuna kadar artış gözlenmemiştir.

Sadece kontrol grubunda diğer gruplara oranla en düşük kalsiyum iyon salınımı gözlense de 1.günden 1.aya dek elde edilen değerler hep artış göstermiştir.

6. Çalışmamızda değerlendirilen son ölçüm ise kırılma direncidir. 1 ay boyunca bekletilen örneklerden alınan kırılma direnci ortalamaları, sırası ile AH Plus, Endosequence BC Sealer, GuttaFlow Bioseal, BioRoot RCS, TotalFill BC Sealer ve kontrol grubu şeklindedir.

Elde edilen tüm sonuçlar doğrultusunda rezorptif defekte sahip dişlerde tüm kanal patlarının tercih edilebileceği, fakat bunun yanında periapikal lezyonu olan dişlerde ortamın asidik olduğu düşünüldüğünde, Endosequence BC Sealer patının daha öncelikli tercih olabileceğini söyleyebiliriz. Çalışmamızda dişlerin kullanılması, yapay olarak yüzeysel defektlerin oluşturulması ve örneklerin etüvde bekletilmesi ile ağız içi ve klinik ortamlar oluşturulmaya çalışılsa da sadece benzer bir ortam oluşturulmuştur. İlerideki çalışmalarda bu patların hasta üzerinde kullanılması ve takipleri ile elde edilecek veriler bu patlar konusunda daha net bilgiler elde etmemizi sağlayabilir. Özellikle literatürde Endosequence BC Sealer patı dışında diğer biyoseramik içerikli patlarla ilgili çalışmalar çok sınırlıdır ve bu alanda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J.* Mayıs 1989;22(3):118-24.
2. Chailertvanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. *Int Endod J.* Kasım 1996;29(6):387-92.
3. Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan WR. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod.* Ocak 2001;27(1):36-9.
4. Michaud RA, Burgess J, Barfield RD, Cakir D, McNeal SF, Eleazer PD. Volumetric expansion of gutta-percha in contact with eugenol. *J Endod.* Aralık 2008;34(12):1528-32.
5. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *J Endod.* Nisan 2009;35(4):541-4.
6. Ørstavik D, Eriksen HM, Beyer-Olsen EM. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endod J.* 16(2):59-63.
7. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo MP, Orstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. *J Endod.* Eylül 2003;29(9):595-601.
8. Crump MC. Differential diagnosis in endodontic failure. *Dent Clin North Am.* Ekim 1979;23(4):617-35.
9. Gutmann JL, Pitt Ford TR. Management of the resected root end: a clinical review. *Int Endod J.* Eylül 1993;26(5):273-83.
10. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod.* Aralık 1992;18(12):625-7.
11. ÇELİK DK. KÖK KANAL TEDAVİSİNDE BAŞARISIZLIĞA SEBEP OLAN FAKTÖRLERİN ARAŞTIRILMASI VE ENDODONTİK SEBEPLERLE ÇEKİLMİŞ DİŞLERİN MİNERAL İÇERİĞİNİN İNCELENMESİ. :150.
12. Bilgiç A, Bodrumlu E. BİYOSERAMİK ESASLI KÖK KANAL PATLARI: Derleme. Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Derg [Internet]. 2016 [a.yer 28 Haziran 2018];26(1). Erişim adresi:

<http://dergipark.gov.tr/doi/10.17567/dfd.99240>

13. Best S, Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: Past, Present and for the Future. *J Eur Ceram Soc.* 31 Aralık 2008;28:1319-27.
14. American Association of Endodontists. *Glossary of Endodontic Terms* 7th ed. 2003.
15. Hammarstrom L, Lindskog S. General morphological aspects of resorption of teeth and alveolar bone. *Int Endod J.* Nisan 1985;18(2):93-108.
16. Selmin Kaan Aşçı. *Kök Rezorpsiyonları. İçinde: Endodonti.* Quintessence Yayıncılık; 2014.
17. Garant, P.R. *Oral Cells and Tissues.* Quintessence Publishing; 2003.
18. Ne RF, Witherspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. Ocak 1999;30(1):9-25.
19. Akamine A, Anan H, Hamachi T, Maeda K. A histochemical study of the behavior of macrophages during experimental apical periodontitis in rats. *J Endod.* 01 Ekim 1994;20(10):474-8.
20. Akamine A, Hashiguchi I, Toriya Y, Maeda K. Immunohistochemical examination on the localization of macrophages and plasma cells in induced rat periapical lesions. *Endod Dent Traumatol.* Haziran 1994;10(3):121-8.
21. Domon T, Osanai M, Yasuda M, Seki E, Takahashi S, Yamamoto T, vd. Mononuclear odontoclast participation in tooth resorption: the distribution of nuclei in human odontoclasts. *Anat Rec.* Aralık 1997;249(4):449-57.
22. Väänänen HK, Zhao H, Mulari M, Halleen JM. The cell biology of osteoclast function. *J Cell Sci.* Şubat 2000;113 (Pt 3):377-81.
23. Sasaki T. Differentiation and functions of osteoclasts and odontoclasts in mineralized tissue resorption. *Microsc Res Tech.* 15 Ağustos 2003;61(6):483-95.
24. Orban B. The epithelial network in the periodontal membrane. *J Am Dent Assoc* 1939. Haziran 1952;44(6):632-5.
25. Levin, L., Trope, M. *Root Resorption.* Hargreaves, K.M. ve Goodis, H.E. (Ed.). *Seltzer and Bender's Dental Pulp.* Çin: Quintessence Publishing; 2002. 425-447 s.
26. Andreasen FM, Andreasen JO, Bayer T. Prognosis of root-fractured permanent incisors--prediction of healing modalities. *Endod Dent Traumatol.* Şubat 1989;5(1):11-22.

27. Nakamura I, Takahashi N, Sasaki T, Jimi E, Kurokawa T, Suda T. Chemical and physical properties of the extracellular matrix are required for the actin ring formation in osteoclasts. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res*. Aralık 1996;11(12):1873-9.
28. Takahashi N, Ejiri S, Yanagisawa S, Ozawa H. Regulation of osteoclast polarization. *Odontology*. Temmuz 2007;95(1):1-9.
29. Trope M. Root Resorption due to Dental Trauma. *Endod Top*. 1(1):79-100.
30. Polson AM, Caton J. Factors influencing periodontal repair and regeneration. *J Periodontol*. Ekim 1982;53(10):617-25.
31. Saygin NE, Giannobile WV, Somerman MJ. Molecular and cell biology of cementum. *Periodontol 2000*. Ekim 2000;24:73-98.
32. Hill PA. Bone remodelling. *Br J Orthod*. Mayıs 1998;25(2):101-7.
33. Bartkiewicz M, Hernando N, Reddy SV, Roodman GD, Baron R. Characterization of the osteoclast vacuolar H⁺-ATPase B-subunit. *Gene*. 01 Ocak 1995;160(2):157-64.
34. Gülhan A. *Pedodonti*. İçinde: 2. bs İstanbul; 1977. s. 34-5.
35. Bakland LK. Root resorption. *Dent Clin North Am*. Nisan 1992;36(2):491-507.
36. Kanas RJ, Kanas SJ. Dental root resorption: a review of the literature and a proposed new classification. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. 2011;32(3):e38-52.
37. Heithersay GS. Management of tooth resorption. *Aust Dent J*. Mart 2007;52(1 Suppl):S105-121.
38. 6299506114.pdf [Internet]. [a.yer 28 Haziran 2018]. Erişim adresi: <http://docs.neu.edu.tr/library/6299506114.pdf>
39. Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. Internal root resorption: a review. *J Endod*. Temmuz 2010;36(7):1107-21.
40. Gu G, Mulari M, Peng Z, Hentunen TA, Väänänen HK. Death of osteocytes turns off the inhibition of osteoclasts and triggers local bone resorption. *Biochem Biophys Res Commun*. 07 Ekim 2005;335(4):1095-101.
41. Çalışkan, K. *Endodontide Tanı ve Tedaviler*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2006. 197 s.
42. Selmin Aşçı. *Endodonti*. İstanbul; 231 s.

43. Ramachandran Nair PN, Pajarola G, Schroeder HE. Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 01 Ocak 1996;81(1):93-102.
44. Tronstad L. Root resorption--etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol*. Aralık 1988;4(6):241-52.
45. Lindskog S, Pierce AM, Blomlof L, Hammarstrom L. The role of the necrotic periodontal membrane in cementum resorption and ankylosis. *Endod Dent Traumatol*. Haziran 1985;1(3):96-101.
46. Gündüz Bayırlı. *Pratik Endodonti*. İstanbul; 1990. 188-241 s.
47. Viapiana R, Flumignan DL, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical and mechanical properties of zirconium oxide and niobium oxide modified Portland cement-based experimental endodontic sealers. *Int Endod J*. Mayıs 2014;47(5):437-48.
48. Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J*. Ekim 2003;36(10):660-9.
49. Grossman L. *Endodontic practice, 11th ed* : Grossman LI, Oliet S, Del Rio CE. Philadelphia, Lea & Febiger, 1988, 371 pages, 286 illustrations, \$42.50. *J Oral Maxillofac Surg*. 01 Ocak 1989;47(1):104.
50. Walton RE, Torabinejad M. *Endodontics: principles and practice*. 4th ed. St. Louis, Mo: Saunders/Elsevier; 2009. 474 s.
51. Ørstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. Kasım 2001;17(6):512-9.
52. Silva EJNL, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BPFA, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *J Endod*. Şubat 2013;39(2):274-7.
53. McHugh CP, Zhang P, Michalek S, Eleazer PD. pH required to kill *Enterococcus faecalis* in vitro. *J Endod*. Nisan 2004;30(4):218-9.
54. Okabe T, Sakamoto M, Takeuchi H, Matsushima K. Effects of pH on mineralization ability of human dental pulp cells. *J Endod*. Mart 2006;32(3):198-201.
55. Havza ÖB. Biyoseramik esaslı kanal patı Tech Biosealer. *Istanb Diş Hek Oda Derg*. 2012;3(143):52.

56. Tyagi S, Tyagi P, Mishra P. Evolution of root canal sealers: An insight story. *Eur J Gen Dent.* 2013;2(3):199.
57. Koch DK, Brave D, Nasseh AA. A review of bioceramic technology in endodontics. 2013;(1):6-13.
58. Güven EP, Taşlı PN, Yalvac ME, Sofiev N, Kayahan MB, Sahin F. In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer. *Int Endod J.* Aralık 2013;46(12):1173-82.
59. Chang S-W, Lee S-Y, Kang S-K, Kum K-Y, Kim E-C. In vitro biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of 4 root canal sealers: Sealapex, Sankin apatite root sealer, MTA Fillapex, and iRoot SP root canal sealer. *J Endod.* Ekim 2014;40(10):1642-8.
60. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, vd. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Endod.* Mayıs 2011;37(5):673-7.
61. Nair U, Ghattas S, Saber M, Natera M, Walker C, Pileggi R. A comparative evaluation of the sealing ability of 2 root-end filling materials: an in vitro leakage study using *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Ağustos 2011;112(2):e74-77.
62. Bidar M, Sadeghalhoseini N, Forghani M, Attaran N. Effect of the smear layer on apical seals produced by two calcium silicate-based endodontic sealers. *J Oral Sci.* Eylül 2014;56(3):215-9.
63. Shokouhinejad N, Hoseini A, Gorjestani H, Raouf M, Assadian H, Shamshiri AR. Effect of phosphate-buffered saline on push-out bond strength of a new bioceramic sealer to root canal dentin. *Dent Res J.* Eylül 2012;9(5):595-9.
64. Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna A, Souza E, Fidel S. Similar sealability between bioceramic putty ready-to-use repair cement and white MTA. *Braz Dent J.* 2013;24(4):362-6.
65. Candeiro GT de M, Correia FC, Duarte MAH, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod.* Haziran 2012;38(6):842-5.
66. Zhou H, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng Y, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod.* Ekim 2013;39(10):1281-6.

67. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H, Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin-based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers. *J Endod.* Aralık 2013;39(12):1630-3.
68. Ghoneim AG, Lutfy RA, Sabet NE, Fayyad DM. Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems. *J Endod.* Kasım 2011;37(11):1590-2.
69. Camps J, Jeanneau C, El Ayachi I, Laurent P, About I. Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. *J Endod.* Eylül 2015;41(9):1469-73.
70. Candeiro GTM, Moura-Netto C, D'Almeida-Couto RS, Azambuja-Júnior N, Marques MM, Cai S, vd. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J.* 17 Ağustos 2015;
71. ISO 6876:2012 - Dentistry -- Root canal sealing materials [Internet]. [a.yer 17 Haziran 2018]. Erişim adresi: <https://www.iso.org/standard/45117.html>
72. Camilleri J, Gandolfi MG. Evaluation of the radiopacity of calcium silicate cements containing different radiopacifiers. *Int Endod J.* Ocak 2010;43(1):21-30.
73. Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CES, vd. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J.* Mayıs 2012;45(5):419-28.
74. AL-Haddad A, Aziz CA, A Z. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review [Internet]. *International Journal of Biomaterials.* 2016 [a.yer 22 Temmuz 2018]. Erişim adresi: <https://www.hindawi.com/journals/ijbm/2016/9753210/>
75. Dentsply, Tulsa-Dental. Material safety data sheet: ProRoot MTA root canal repair material. Tulsa, OK; 2002. s. 1-2.
76. Dimitrova-Nakov S, Uzunoglu E, Ardila-Osorio H, Baudry A, Richard G, Kellermann O, vd. In vitro bioactivity of Bioroot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* Kasım 2015;31(11):1290-7.
77. Eldeniz AU, Shehata M, Högg C, Reichl FX. DNA double-strand breaks caused by new and contemporary endodontic sealers. *Int Endod J.* Aralık 2016;49(12):1141-51.
78. Siboni F, Taddei P, Zamparini F, Prati C, Gandolfi MG. Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and

polycarboxylate. *Int Endod J.* Aralık 2017;50 Suppl 2:e120-36.

79. Reszka P, Nowicka A, Lipski M, Dura W, Drożdżik A, Woźniak K. A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers. *BioMed Res Int.* 2016;2016:9808432.

80. TotalFill | FKG Dentaire [Internet]. [a.yer 28 Haziran 2018]. Erişim adresi: <http://www.fkg.ch/products/endodontics/obturation/totalfill>

81. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LVJ, vd. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod.* Şubat 2012;38(2):240-4.

82. adezyonla G. İki Bir Arada - Kök kanalları için soğuk dolgu sistemi. :6.

83. Kokubo T. Bioactive glass ceramics: properties and applications. *Biomaterials.* Mart 1991;12(2):155-63.

84. Sepulveda P, Jones JR, Hench LL. Characterization of melt-derived 45S5 and sol-gel-derived 58S bioactive glasses. *J Biomed Mater Res.* 2001;58(6):734-40.

85. Montazerian M, Zanotto ED. Bioactive and inert dental glass-ceramics. *J Biomed Mater Res A.* 2017;105(2):619-39.

86. Carvalho CN, Freire LG, Carvalho APL de, Duarte MAH, Bauer J, Gavini G. Ions Release and pH of Calcium Hydroxide-, Chlorhexidine- and Bioactive Glass-Based Endodontic Medicaments. *Braz Dent J.* Haziran 2016;27(3):325-31.

87. Hess D, Solomon E, Spears R, He J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. *J Endod.* Kasım 2011;37(11):1547-9.

88. Pérez F, Franchi M, Péli JF. Effect of calcium hydroxide form and placement on root dentine pH. *Int Endod J.* 21 Aralık 2001;34(6):417-23.

89. Staehle HJ, Pioch T, Hoppe W. The alkalizing properties of calcium hydroxide compounds. *Endod Dent Traumatol.* Haziran 1989;5(3):147-52.

90. Torneck CD, Moe H, Howley TP. The effect of calcium hydroxide on porcine pulp fibroblasts in vitro. *J Endod.* 01 Nisan 1983;9(4):131-6.

91. Foreman PC, Barnes IE. Review of calcium hydroxide. *Int Endod J.* Kasım 1990;23(6):283-97.

92. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod.* 01 Ocak 1981;7(1):17-21.

93. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe Júnior O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J.* 1995;6(2):85-90.
94. Lengheden A, Jansson L. pH effects on experimental wound healing of human fibroblasts in vitro. *Eur J Oral Sci.* Haziran 1995;103(3):148-55.
95. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Faraco Júnior IM, Bernabé PF, Otoboni Filho JA, vd. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J.* 2001;12(1):3-8.
96. Anthony DR, Gordon TM, del Rio CE. The effect of three vehicles on the pH of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* Kasım 1982;54(5):560-5.
97. Solak H, Oztan MD. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. *J Oral Rehabil.* Nisan 2003;30(4):436-9.
98. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod.* Temmuz 1995;21(7):349-53.
99. Estrela C, Pesce HF. Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide pastes in connective tissue in the dog--Part I. *Braz Dent J.* 1996;7(1):41-6.
100. Santos AD, Moraes JCS, Araújo EB, Yukimitu K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J.* Temmuz 2005;38(7):443-7.
101. Cobankara FK, Altinöz HC, Ergani O, Kav K, Belli S. In vitro antibacterial activities of root-canal sealers by using two different methods. *J Endod.* Ocak 2004;30(1):57-60.
102. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* Şubat 2006;32(2):93-8.
103. pH VE İLETKENLİK ÖLÇÜMÜ DENEYİ [Internet]. [a.yer 28 Haziran 2018]. Erişim adresi: <http://cevremuhendisi44.blogspot.com/2017/01/ph-ve-iletkenlik-olcumu-deneyi.html>
104. PHMETRE NEDİR VE NEREDE KULLANILIR? [Internet]. [a.yer 28

Haziran 2018]. Erişim adresi: <https://www.rst-elektronik.com/blog/ph-metre-nedir-ve-nerede-kullanilir>

105. Allient P, Vande Voorde H. Le role de l'hydroxyde de calcium en Endodontie. Rev Belge Med Dent. 1988;(43):24-39.
106. Cvek M. Calcium hydroxide in the treatment of traumatized teeth. Stockh Eastmen Institute. 1989;
107. Heithersay GS. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. J Br Endod Soc. Temmuz 1975;8(2):74-93.
108. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. Int Endod J. Eylül 1999;32(5):361-9.
109. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. J Endod. Mart 1988;14(3):125-7.
110. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. Int Endod J. Eylül 1997;30(5):335-42.
111. Imlay JA, Linn S. DNA damage and oxygen radical toxicity. Science. 03 Haziran 1988;240(4857):1302-9.
112. Siqueira JF, de Uzeda M. Influence of different vehicles on the antibacterial effects of calcium hydroxide. J Endod. Ekim 1998;24(10):663-5.
113. Hörsted PB, Simonsen AM, Larsen MJ. Monkey pulp reactions to restorative materials. Scand J Dent Res. Nisan 1986;94(2):154-63.
114. Bayırlı G. Kök Rezorpsiyonları. İçinde: Endodontik Tedavi. 1. bs İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi; 1999. s. 415.
115. Harris WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. J Endod. 01 Mayıs 1976;2(5):126-34.
116. Oktem ZB, Cetinbaş T, Ozer L, Sönmez H. Treatment of aggressive external root resorption with calcium hydroxide medicaments: a case report. Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol. Ekim 2009;25(5):527-31.
117. Herrera H, Herrera H, Leonardo MR, de Paula e Silva FWG, da Silva LAB. Treatment of external inflammatory root resorption after autogenous tooth transplantation: case report. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Aralık 2006;102(6):e51-54.

118. American Association of Endodontics. Recommended guidelines for the treatment of the avulsed permanent tooth. Chicago III; 1994.
119. Atomik Absorpsiyon Spektrometresi.pdf
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Atomik%20Absorpsiyon%20Spektrometresi.pdf
120. Kimyaevi: 02. Atomik Absorpsiyon Spektrometreleri [Internet]. [a.yer 28]
<http://www.kimyaevi.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF8DF7C92FCA5B4D05E2DAE9E3F4D4AF3B>
121. Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi. :31.
122. Basic Principles. İçinde: Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas [Internet]. Wiley-Blackwell; 2006 [a.yer 28 Haziran 2018]. s. 4-33. Erişim adresi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/3527606653.ch1>
123. Ebdon L, Hill SJ, Jones P. HPLC Coupled with in-line photolysis, hydride generation and flame atomic-absorption spectrometry for the speciation of tin in natural waters. *Talanta*. Haziran 1991;38(6):607-11.
124. Obermayr G, Walton RE, Leary JM, Krell KV. Vertical root fracture and relative deformation during obturation and post cementation. *J Prosthet Dent*. Ağustos 1991;66(2):181-7.
125. Steele A, Johnson BR. In vitro fracture strength of endodontically treated premolars. *J Endod*. Ocak 1999;25(1):6-8.
126. White J, Lacefield W, Chavers L, Eleazer P. The Effect of Three Commonly Used Endodontic Materials on the Strength and Hardness of Root Dentin. *J Endod*. Aralık 2002;28(12):828-30.
127. Andreasen JO, Munksgaard EC, Bakland LK. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol*. Haziran 2006;22(3):154-6.
128. Rosenberg B, Murray PE, Namerow K. The effect of calcium hydroxide root filling on dentin fracture strength. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol*. Şubat 2007;23(1):26-9.
129. Peters LB, Wesselink PR. Periapical healing of endodontically treated teeth in one and two visits obturated in the presence or absence of detectable microorganisms. *Int Endod J*. Ağustos 2002;35(8):660-7.

130. Hansen EK, Asmussen E, Christiansen NC. In vivo fractures of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam. *Endod Dent Traumatol*. Nisan 1990;6(2):49-55.
131. Gomes BPF de A, Vianna ME, Sena NT, Zaia AA, Ferraz CCR, de Souza Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of calcium hydroxide combined with chlorhexidine gel used as intracanal medicament. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. Ekim 2006;102(4):544-50.
132. Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol*. Haziran 2002;18(3):134-7.
133. Grigoratos D, Knowles J, Ng YL, Gulabivala K. Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J*. Mart 2001;34(2):113-9.
134. Cumhuriyet Üniversitesi Elektronik Dergileri
<http://eskidergi.cumhuriyet.edu.tr/index2.php?name1=dishekimligifak>
135. Ersev H, Yilmaz B, Pehlivanoğlu E, Ozcan-Çalışkan E, Erişen FR. Resistance to vertical root fracture of endodontically treated teeth with MetaSEAL. *J Endod*. Mayıs 2012;38(5):653-6.
136. Stiegemeier D, Baumgartner JC, Ferracane J. Comparison of push-out bond strengths of Resilon with three different sealers. *J Endod*. Şubat 2010;36(2):318-21.
137. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Fouda MY. The effect of different irrigating solutions on bond strength of two root canal-filling systems. *J Endod*. Nisan 2009;35(4):537-40.
138. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. *Int Endod J*. Ekim 2002;35(10):859-66.
139. Nunes VH, Silva RG, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC. Adhesion of Epiphany and AH Plus sealers to human root dentin treated with different solutions. *Braz Dent J*. 2008;19(1):46-50.
140. Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *J Endod*. Mart 2005;31(3):151-65.

141. Çalışkan MK, Pehlivan Y, Sepetçioğlu F, Türkün M, Tuncer SS. Root canal morphology of human permanent teeth in a Turkish population. *J Endod.* Nisan 1995;21(4):200-4.
142. McComb D, Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod.* Temmuz 1975;1(7):238-42.
143. Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, Levey M, Borden BG. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* Eylül 1976;2(9):261-6.
144. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* Nisan 1987;13(4):147-57.
145. Calas P, Perez F, Rochd T. [Incidence and elimination of parietal smear layer in endodontics]. *Rev Belge Med Dent.* 1994;49(3):42-56.
146. Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, Parissis-Messimeris S, Boutsoukis A. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol.* Ağustos 1998;14(4):191-5.
147. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. Efficacy of Er:YAG laser irradiation in removing debris and smear layer on root canal walls. *J Endod.* Ağustos 1998;24(8):548-51.
148. Michelich VJ, Schuster GS, Pashley DH. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res.* Ağustos 1980;59(8):1398-403.
149. Pashley DH, Michelich V, Kehl T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent.* Kasım 1981;46(5):531-7.
150. Diamond A, Carrel R. The smear layer: a review of restorative progress. *J Pedod.* 1984;8(3):219-26.
151. Dippel HW, Borggreven JM, Hoppenbrouwers PM. Morphology and permeability of the dentinal smear layer. *J Prosthet Dent.* Kasım 1984;52(5):657-62.
152. Galvan DA, Ciarlone AE, Pashley DH, Kulild JC, Primack PD, Simpson MD. Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. *J Endod.* Şubat 1994;20(2):83-6.
153. Orstavik D. Physical properties of root canal sealers: measurement of flow, working time, and compressive strength. *Int Endod J.* Temmuz 1983;16(3):99-107.
154. Barkhordar RA, Watanabe LG, Marshall GW, Hussain MZ. Removal of

intracanal smear by doxycycline in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Ekim 1997;84(4):420-3.

155. Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA, Silva L a. B. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. *Int Endod J.* Haziran 2003;36(6):391-4.

156. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* Ocak 1985;18(1):35-40.

157. Johnson WB. A new gutta-percha technique. *J Endod.* Haziran 1978;4(6):184-8.

158. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. Analysis of forces developed during obturations. Wedging effect: Part I. *J Endod.* Nisan 1998;24(4):217-22.

159. Shemesh H, Wesselink PR, Wu M-K. Incidence of dentinal defects after root canal filling procedures. *Int Endod J.* Kasım 2010;43(11):995-1000.

160. Schäfer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha. *J Endod.* Eylül 2002;28(9):638-42.

161. Taintor JF, Ross PN. Opinions and practices of American Endodontic Diplomates. *Dent J.* Ağustos 1978;44(7):321-5.

162. Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* Ocak 1993;26(1):37-43.

163. Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *J Endod.* Ekim 1979;5(10):298-304.

164. Gettleman BH, Messer HH, ElDeeb ME. [Adhesion of sealer cements to dentin with and without smear layer]. *Endod Madr Spain.* Haziran 1991;9(2):83-91.

165. Sen BH, Pişkin B, Baran N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. *Int Endod J.* Ocak 1996;29(1):23-8.

166. Lee K-W, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod.* Ekim 2002;28(10):684-8.

167. Tagger M, Tagger E, Tjan AHL, Bakland LK. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. *J Endod.* Mayıs 2002;28(5):351-4.

168. Gogos C, Economides N, Stavrianos C, Kolokouris I, Kokorikos I.

Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin. *J Endod.* Nisan 2004;30(4):238-40.

169. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J Oral Rehabil.* Şubat 2005;32(2):105-10.

170. De-Deus G, Di Giorgi K, Fidel S, Fidel RAS, Paciornik S. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J Endod.* Temmuz 2009;35(7):1048-50.

171. Kaplan AE, Ormaechea MF, Picca M, Canzobre MC, Ubios AM. Rheological properties and biocompatibility of endodontic sealers. *Int Endod J.* Ağustos 2003;36(8):527-32.

172. Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, Geurtsen W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus. *J Endod.* Şubat 1999;25(2):109-13.

173. Kardon BP, Kuttler S, Hardigan P, Dorn SO. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. *J Endod.* Ekim 2003;29(10):658-61.

174. Leonardo MR, da Silva LA, Tanomaru Filho M, Bonifácio KC, Ito IY. In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. *J Endod.* Temmuz 2000;26(7):391-4.

175. Kossev D, Stefanov V. Ceramics-based sealers as new alternative to currently used endodontic sealers. *Roots.* 01 Ocak 2009;1:42-8.

176. Yang Q, Troczynski T, Liu D-M. Influence of apatite seeds on the synthesis of calcium phosphate cement. *Biomaterials.* Temmuz 2002;23(13):2751-60.

177. Assmann E, Scarparo RK, Böttcher DE, Grecca FS. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. *J Endod.* Şubat 2012;38(2):219-21.

178. Teixeira FB, Teixeira ECN, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc* 1939. Mayıs 2004;135(5):646-52.

179. Zandbiglari T, Davids H, Schäfer E. Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* Ocak 2006;101(1):126-31.

180. Khera SC, Goel VK, Chen RC, Gurusami SA. Parameters of MOD cavity

- preparations: a 3-D FEM study, Part II. *Oper Dent*. Nisan 1991;16(2):42-54.
181. Hansen EK, Asmussen E. Cusp fracture of endodontically treated posterior teeth restored with amalgam. Teeth restored in Denmark before 1975 versus after 1979. *Acta Odontol Scand*. Nisan 1993;51(2):73-7.
182. Sakae T, Mishima H, Kozawa Y. Changes in bovine dentin mineral with sodium hypochlorite treatment. *J Dent Res*. Eylül 1988;67(9):1229-34.
183. Barbosa SV, Safavi KE, Spångberg SW. Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. *Int Endod J*. Kasım 1994;27(6):309-12.
184. Haikel Y, Gorce F, Allemann C, Voegel JC. In vitro efficiency of endodontic irrigation solutions on protein desorption. *Int Endod J*. Ocak 1994;27(1):16-20.
185. Kim H-C, Lee M-H, Yum J, Versluis A, Lee C-J, Kim B-M. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod*. Temmuz 2010;36(7):1195-9.
186. Lertchirakarn V, Palamara JEA, Messer HH. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal. *J Endod*. Ağustos 2003;29(8):523-8.
187. Hoskinson SE, Ng Y-L, Hoskinson AE, Moles DR, Gulabivala K. A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. Haziran 2002;93(6):705-15.
188. Ng Y-L, Mann V, Gulabivala K. Outcome of secondary root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J*. Aralık 2008;41(12):1026-46.
189. Ossareh A, Rosentritt M, Kishen A. Biomechanical studies on the effect of iatrogenic dentin removal on vertical root fractures. *J Conserv Dent JCD*. Haziran 2018;21(3):290-6.
190. Girish K, Mandava J, Chandra RR, Ravikumar K, Anwarullah A, Athaluri M. Effect of obturating materials on fracture resistance of simulated immature teeth. *J Conserv Dent JCD*. Nisan 2017;20(2):115-9.
191. Guerreiro-Tanomaru JM, Morgental RD, Flumignan DL, Gasparini F, Oliveira JE, Tanomaru-Filho M. Evaluation of pH, available chlorine content, and

antibacterial activity of endodontic irrigants and their combinations against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. Temmuz 2011;112(1):132-5.

192. Khalil I, Naaman A, Camilleri J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *J Endod*. Ekim 2016;42(10):1529-35.

193. Loison-Robert LS, Tassin M, Bonte E, Berbar T, Isaac J, Berdal A, vd. In vitro effects of two silicate-based materials, Biodentine and BioRoot RCS, on dental pulp stem cells in models of reactionary and reparative dentinogenesis. *PLoS One*. 2018;13(1):e0190014.

194. Colombo M, Poggio C, Dagna A, Meravini M-V, Riva P, Trovati F, vd. Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. *J Clin Exp Dent*. Şubat 2018;10(2):e120-6.

195. Camargo RV de, Silva-Sousa YTC, Rosa RPF da, Mazzi-Chaves JF, Lopes FC, Steier L, vd. Evaluation of the physicochemical properties of silicone- and epoxy resin-based root canal sealers. *Braz Oral Res*. 21 Ağustos 2017;31:e72.

196. Tanomaru-Filho M, Torres FFE, Chávez-Andrade GM, de Almeida M, Navarro LG, Steier L, vd. Physicochemical Properties and Volumetric Change of Silicone/Bioactive Glass and Calcium Silicate-based Endodontic Sealers. *J Endod*. Aralık 2017;43(12):2097-101.

197. Gandolfi MG, Siboni F, Prati C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. Mayıs 2016;32(5):e113-126.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	SEBAHAT	Soyadı	ÖZLER
Doğum Yeri	ANTALYA	Doğum Tarihi	16.05.1990
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	14719482804
E-mail	dtsebahatozler@gmail.com	Tel	05367751010

Öğrenim Durumu

Derece	Alan	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora	Endodonti	Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	
Yüksek Lisans			
Lisans	-	Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	2014
Lise	-	Metin-Nuran Çakallıklı Anadolu Lisesi	2008