



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**BÜYÜK LEZYONLU DİŞLERDE İLK TEDAVİ VE  
RETREATMENT TEDAVİSİ ARASINDAKİ 24 AYLIK  
İYİLEŞMENİN FRAKTAL ANALİZİ İLE  
İNCELENMESİ:RETROSPEKTİF  
ANALİZ ÇALIŞMASI**

Hazırlayan

Dt. Hilal EKMEK

Endodonti Anabilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Danışman : Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM

TOKAT - 2021



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**BÜYÜK LEZYONLU DİŞLERDE İLK TEDAVİ VE  
RETREATMENT TEDAVİSİ ARASINDAKİ 24 AYLIK  
İYİLEŞMENİN FRAKTAL ANALİZİ İLE  
İNCELENMESİ:RETROSPEKTİF  
ANALİZ ÇALIŞMASI**

Hazırlayan

Dt. Hilal EKMEK

Endodonti Anabilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Danışman : Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM

TOKAT – 2021

## ETİK SÖZLEŞME

T.C.

### TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak toplanıp sunulduğunu, bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçlara atıf yaptığımı ve kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

02 / 03 / 2021

Tezi Hazırlayan Öğrencinin

Adı ve Soyadı

Arş. Gör. Dt. Hilal EKMEK

İmzası

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimi sürecinde ve tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, çalışmamı bilimsel temeller ışığında sürdürmemi sağlayan, her konuda özveri ve sabır gösteren çok değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM' a

Eğitim süreci boyunca bilgi ve tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen, her konuda sabır ve anlayış gösteren, kıymetli hocam Endodonti Anabilim Dalı Başkanı sayın Doç. Dr. Emre BAYRAM' a

Çalışmamın yöntem kısmında desteklerini esirgemeyen bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın Doç. Dr. Seval BAYRAK' a

Tezimin istatistiksel analizinde yardımlarını esirgemeyen sayın Dr. Öğr. Üy. Emre KUYUCU'ya

Tezimin tartışma kısmında yardımlarını esirgemeyen sevgili meslektaşım Uzm. Dt. Mustafa DİLLİ' ye

Her türlü geçirdiğim zamanda desteklerini esirgemeyen sevgili bölüm arkadaşlarım Arş. Gör. Dt. Amine KÜÇÜKİLHAN, Uzm. Dt. Mustafa DİLLİ, Arş. Gör. Dt. Şeyma Nur GERÇEKÇİOĞLU, Arş. Gör. Dt. Tunahan DÖKEN, Arş. Gör. Dt. Fatih UÇAR, Arş. Gör. Dt. Tuğberk CANAVAR, Arş. Gör. Dt. Merve KÖSETÜRK, Arş. Gör. Dt. Şahin KILINÇKAYA, Arş. Gör. Dt. Ayşe Begüm YİĞİT' E ,

Bu zamana kadar üzerimde emeği olan saygıdeğer hocalarıma,

Tez çalışmam süresince beni yalnız bırakmayan ve fikirleriyle bana destek olan,  
sevgili eşim meslektaşım Dt. Yekta EKMEN' e,

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve beni  
bugünlere getiren sevgili aileme,

**EN İÇTEN TEŐEKKÜRLERİMLE...**



## İTHAF

*Tüm sağlık çalışanlarına ithaf ediyorum...*

## ÖZET

### **BÜYÜK LEZYONLU DİŞLERDE İLK TEDAVİ VE RETREATMENT TEDAVİSİ ARASINDAKİ 24 AYLIK İYİLEŞMENİN FRAKTAL ANALİZİ İLE İNCELENMESİ: RETROSPEKTİF ANALİZ ÇALIŞMASI**

Çalışmamızda birincil endodontik tedavi ve retreatment arasında 24 aylık süre sonundaki iyileşmeyi fraktal analizi yöntemi kullanarak karşılaştırmayı amaçladık.

Çalışmamız birincil endodontik tedavi ve retreatment olmak üzere 2 ayrı gruptan oluşmaktadır. Çalışmamıza birincil endodontik tedavi grubunda 42 diş (n=42), retreatment grubunda 41 diş (n=41) dahil edildi. Her iki tedavi grubunda da tedavi öncesi ve sonrası kayıtlı panoramik röntgenler belirlendi. Panoramik radyografi ImageJ (ImageJ; US National Institutes of Health, Bethesda, MD) programına aktarıldı. Çalışmak istenilen ROI alanları 60X60 kare piksel boyutunda seçildi. Seçilen ROI kesilerek JPEG formatında kaydedilip duplike edildi. Seçilen ROI alanlarında fraktal analizi kutu sayma metodu aşamaları izlendi.

Tedavi sonrası fraktal boyut değerleri tedavi öncesine göre her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı değildir. ( $p>0,05$ ) Fraktal boyut fark değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. ( $p>0,05$ ) Tedavi başarısı ve cinsiyet arasında herhangi bir korelasyon gözlenmemiştir. Grup içi PAI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşler izlenmiş olup ( $p<0,001$ ), gruplar arası zamana bağlı düşüşler açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. ( $p>0,05$ )

Sonuç olarak fraktal analizi araştırmalarında fikir birliği sağlanabilmesi için çalışmalar klinik parametrelerle desteklenmelidir. Üç boyutlu görüntüleme teknikleri ile daha ileri çalışmalara gereksinim vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Endodontik Tedavi, Fraktal Analizi, Panoramik Radyografi, Retreatment, ROI





## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF 24-MONTH IMPROVEMENT BETWEEN THE FIRST TREATMENT AND RETREATMENT TREATMENT IN LARGE-LESIONED TEETH BY FRACTAL ANALYSIS: RETROSPECTIVE ANALYSIS STUDY

Our study, it was aimed to compare the improvement after 24 months between primary endodontic treatment and retreatment by using the fractal analysis method.

In this study consists of 2 separate groups as primary endodontic treatment and retreatment. 42 teeth (n = 42) in the primary endodontic treatment group and 41 teeth (n = 41) in the retreatment group were included in our study. Panoramic x-rays recorded before and after treatment were determined in both treatment groups. Panoramic radiography was transferred to ImageJ (ImageJ; US National Institutes of Health, Bethesda, MD) program. The ROI areas to be studied were selected as 60X60 square pixels. The selected ROI was cut, saved in JPEG format and duplicated. Fractal analysis box count method steps were followed in selected ROI areas.

Post-treatment fractal dimension values were not statistically significant in both groups compared to pre-treatment.( $p>0,05$ ) There was no statistically significant difference between the groups in terms of fractal dimension difference values. No correlation was observed between treatment success and gender.( $p>0,05$ ) Statistically significant decreases were observed in the PAI values within the group( $p<0,001$ ), and no significant difference was observed in terms of time-dependent decreases between the groups.( $p>0,05$ )

As a result, studies should be supported by clinical parameters to ensure consensus in fractal analysis research. Further studies are needed with three-dimensional imaging techniques.

**Keywords:** Endodontic Treatment, Fractal Analysis, Panoramic Radiography, Retreatment, ROI



# İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İTHAF.....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR ve SİMGELER.....	xiv
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>3</b>
2.1. DİŞ PULPASI VE DİŞ ÇEVRE DOKULARI.....	3
2.1.1. Pulpa Dokusu .....	3
2.1.2. Periodonsiyum.....	4
2.1.2.1. Periodontal Ligament.....	4
2.1.2.2. Alveoler Kemik .....	5
2.1.2.3. Sement .....	6
2.1.2.4. Diş Eti .....	6
2.2. PULPA VE PERİAPİKAL DOKU HASTALIKLARI .....	7
2.2.1. Pulpa Dokusu Hastalıkları .....	7
2.2.1.1. Pulpa Dokusu Hastalıkları Teşhisi.....	7
2.2.1.2. Reversible ( Geri Dönüşümlü ) Pulpitis.....	8

2.2.1.3. İrreversible Pulpitis .....	8
2.2.1.4. Hiperplastik ve Ülseratif Pulpitis .....	9
2.2.1.5. Pulpa Nekrozu .....	10
2.2.2. Periapikal Doku Hastalıkları .....	11
2.2.2.1. Apikal Periodontitis .....	11
2.2.2.1.1. Akut Apikal Periodontitis .....	12
2.2.2.1.2. Kronik Apikal Periodontitis ( Granülom ) .....	13
2.2.2.1.3. Akut Apikal Apse ( Sinüslü ) .....	15
2.2.2.1.4. Kronik Periapikal Apse ( Sinüslü ) .....	16
2.2.2.1.5. Kondensing Osteitis .....	16
2.2.2.1.6. Apikal Periodontitisin Radyolojik Bulguları .....	17
2.3. KÖK KANAL TEDAVİSİ .....	20
2.3.1. Kök Kanal Tedavisi Başarısını Etkileyen Faktörler .....	20
2.3.2. Tek ya da Çok Seansta Kök Kanal Tedavisi .....	23
2.3.3. Retreatment ( Kök Kanal Tedavisi Tekrarı ) .....	24
2.3.4. Enfeksiyonlu Dişlerde Kök Kanal Preparasyonu ve İrrigasyonu .....	25
2.4. FRACTAL ANALİZİ .....	26
2.4.1. Fractal Analizinin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları .....	27
2.4.2. Fraktal Boyutu Hesaplama Metodları .....	28
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>31</b>
3.1. DİŞ GRUPLARININ OLUŞTURULMASI .....	32
3.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	37
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>38</b>
4.1. ORTALAMA FRAKTAL BOYUTU DEĞERLERİNİN ZAMANA BAĞLI DAĞILIMI .....	39
4.2. FRAKTAL BOYUT FARK DEĞERLERİNİN CİNSİYETE GÖRE DAĞILIMI .....	39
4.3. FRAKTAL BOYUT FARKLARININ TEDAVİ GRUPLARINA GÖRE DAĞILIMI.....	40

<i>4.4. PAI SKORLAMA DEĞERLERİNİN TEDAVİ GRUPLARININ ÖNCESİ VE SONRASINA GÖRE DAĞILIMI</i> .....	41
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>43</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>57</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>58</b>
<b>8. EKLER</b> .....	<b>90</b>



## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 4.1:</b> Kategoriye göre grupların yüzdesel dağılımı .....	38
<b>Tablo 4.2:</b> Fraktal Boyut Değerlerinin Tedavi Gruplarının Öncesi ve Sonrasına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri .....	39
<b>Tablo 4.3:</b> Fraktal Boyut Fark Değerlerinin Tedavi Gruplarının Cinsiyete Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri .....	40
<b>Tablo 4.4:</b> Fraktal Boyut Fark Değerlerinin Tedavi Gruplarına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	40
<b>Tablo 4.5:</b> Periapikal İndeks Skorlama Değerlerinin Tedavi Gruplarının Öncesi ve Sonrasına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri .....	42
<b>Tablo 4.6:</b> Periapikal İndeks Skorlama Değerlerinin Tedavi Gruplarının Öncesi ve Sonrasına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri .....	42

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 3.1:</b> Radyografi Üzerinden ROI Alanı Seçimi.....	34
<b>Şekil 3.2:</b> Fraktal Analiz yöntemi Kutu Sayma Metodu Aşamaları.....	36
<b>Şekil 3.3:</b> Eğrinin Doğrusal Regresyonunun Negatif Eğimi İle Fraktal Boyutunun Belirlenmesi.....	36
<b>Şekil 4.1:</b> Hastaların Cinsiyet ve Uygulanan Tedavi Protokollerine Göre Dağılımı.....	38



## KISALTMALAR ve SİMGELER

AAP: Akut Apikal Periodontitis

AP: Apikal Periodontitis

Ark: Arkadaşları

Ca(OH)<sub>2</sub>: Kalsiyum Hidroksit

CBCT: Cone Beam CT- Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomograf

DM: Diabetes Mellitus

EDTA: Etilen Diamin Tetra Asetik Asit

FA: Fraktal Analiz

FB: Fraktal Boyut

mm: Milimetre

MTA: Mineral Trioksit Agregat

n: Sayı

NaOCl: Sodyum Hipoklorit

Ni-Ti: Nikel Titanyum

PAI: Periapikal İndeks

PDL: Periodontal Ligament

RCS: Root Canal System-Kök Kanal Sistemi

ROI: Regions Of Interest – İlgili Bölge Seçimi

RT: Retreatment (Kök Kanal Tedavisi Tekrarı)

Vb: Ve benzeri



<: Küçüktür

>: Büyüktür

%; Yüzde



## 1. GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin temel hedefleri, çürük ya da travmanın neden olduğu pulpal ve periapikal hastalıkları olan dişlerde, uzun süreli fonksiyonun devamlılığının sağlanması ve yeniden enfeksiyonun önlenmesidir. Bu hedeflere; kök kanallarının etkili temizliği, şekillendirilmesi, kanalların hermetik bir şekilde tıkanması ve etkilenen dişlerin sızdırmaz bir şekilde yapılan restorasyonu ile ulaşılır (Bergenholtz, 1974; Harrington & Steiner, 2002; Kantz & Henry, 1974; Göran Sundqvist, 1976).

Apikal periodontitis(AP), periodonsiyumda çoğunlukla kanal içi mikroorganizmalardan kaynaklanan vücudun verdiği inflamatuvar bağışıklık yanıtıdır (Endodontists, 2003). Apikalde meydana gelen kemik rezorpsiyonu, enfeksiyonun yayılmasını engelleyen ve radyografilerde radyolusent görüntü veren bir savunma mekanizmasıdır (Kakehashi, Stanley, & Fitzgerald, 1965; P. Nair, 1998).

Başarısız olan ilk kök kanal tedavisi sonucu dişler, restore edilebilir ve periodontal olarak sağlıklı olduğunda ayrıca hastanın dişini ağız içinde tutmak istediğinde, kök kanal tedavisinin yenilenmesiyle veya endodontik cerrahi ile korunabilir (K. H. Foster & Harrison, 2008).

Fraktal analizi; kemiğin trabeküler yoğunluğunun ölçülmesini sağlayan, tıp ve diş hekimliği bölümlerinde yaygın kullanım alanına sahip olan bir yöntemdir. Fraktal analizi uygulamalarında kutu sayma metodu gibi birçok çalışma yöntemi vardır. Fraktal analizi sonucunda tam sayı olmayan bir değer çıkmakta olup bu değer fraktal boyutu(FB) olarak adlandırılır. FB ne kadar yüksek çıkarsa kemiğin yapısının karmaşık olduğu ve trabeküller arasındaki mesafenin azaldığı anlaşılır.

Bu tez çalışmasının amacı; 2013 mart ayından 2020 şubat ayına kadar Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti kliniğinde tedavi görmüş, kök ucu bölgesinde geniş çapta enfeksiyon alanları olan, ilk kez ya da ikinci kez kök kanal tedavisi yapılmış hastaların röntgenlerini tarayarak fractal analizi kutu sayma metodu ile iyileşmenin değerlendirilmesidir.

Bu çalışmadaki hipotez ise; birincil endodontik tedavi ile ilk tedavinin başarısız olduğu ikinci defa cerrahi olmayan yeniden kök kanal tedavisi (retreatment) endikasyonu konulmuş periapikal bölgede geniş çapta lezyonları olan dişler arasındaki iyileşmenin analiz edilmesi sonucu ilk tedavideki başarı oranı ile retreatment arasındaki başarı oranının benzer olduğu yönündedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. DİŞ PULPASI VE DİŞ ÇEVRE DOKULARI

#### 2.1.1. *Pulpa Dokusu*

Diş pulpası, mine tabakası tarafından örtülen koruyucu bir dentin tabakası ile kaplanmıştır. Diş pulpası; biçimlendirici, koruyucu, besleyici ve onarıcı faaliyetleri içeren işlevlere sahiptir. Apikal foramen yoluyla beslenerek diş canlılığını destekler (Avery & Chiego, 2006). Embriyolojik, histolojik ve fonksiyonel olarak dentin ve pulpa aynı olup birlikte düşünülür, bu yüzden pulpa-dentin kompleksi olarak da adlandırılırlar (Cohenca, Paranjpe, & Berg, 2013).

Odontoblastlar, hem pulpa-dentin yüzeyindeki spesifik lokalizasyonları hem de uzun hücresel uzantılarının dentin tübüllerine gömülmesi nedeniyle mikroorganizmaların karşılaştığı ilk pulpal hücrelerdir (Farges et al., 2015). Dişlerde aşınma, kırılma veya çürük nedeniyle sağlam dentin kaybolduğunda, odontoblastlar veya odontoblast benzeri hücreler, pulpa odası yüzeyinde reaksiyoner ve onarıcı dentin olan tersiyer dentin biriktirerek dişi korur (Hargreaves, Goodis, & Tay, 2012). Bununla birlikte enfeksiyon gelişip ilerledikçe, pulpa fibroblastları, endotelial hücreler ve kök hücreler dahil olmak üzere pulpa çekirdeğinde daha derin hücreler savunma reaksiyonunda görev alırlar (Farges et al., 2013; Horst, Horst, Samudrala, & Dale, 2011; Veerayutthwilai, Byers, Pham, Darveau, & Dale, 2007). Ayrıca, koruyucu hücreler olarak belirtilen ve aynı zamanda erken yerel bağışıklık tepkisini düzenleyen dendritik hücreler ve mast hücreleri gibi sağlıklı pulpa dokusunda bulunan bağışıklık hücreleri de vardır (Gaudin et al., 2015; Hahn, Falkler Jr, & Siegel, 1989; Iwasaki et al., 2011; Izumi, Kobayashi, Okamura, & Sakai, 1995; Renard et al., 2016) .

### ***2.1.2. Periodonsiyum***

Periodonsiyum, sement, diş socketini çevreleyen alveolar kemik, diş eti ve periodontal ligamentten (PDL) oluşan destek dokuların tümüne verilen addır. Başlıca görevleri, dişin desteklenmesi; diş, sinir ve kan damarlarının mekanik-fiziksel yüklenme nedeniyle yaralanmaya karşı korunmasıdır. İleri düzeyde periodontitis, periodonsiyumun yok olmasına ve yetişkinler arasında ciddi diş kayıplarına neden olur (Tomokiyo, Wada, & Maeda, 2019).

#### ***2.1.2.1. Periodontal Ligament***

PDL, dişler ile alveolar socketin iç duvarı arasında 0.25 mm'lik boşlukta bulunur ve fibröz bağ dokusu ile çevrilidir (Zhai, Dong, Wang, Li, & Jin, 2019). Yaşlanmaya bağlı olarak sementin kalınlaşması ile PDL boşluğu giderek daralır (Yamada et al., 2007; Yoshizawa et al., 2004).

PDL, socketi kaplayan bol miktarda kan damarlarına sahiptir. Ayrıca diş eti ile birlikte ağız boşluğundan gelen mikroorganizmalara karşı koruyucu bir bariyer oluşturur (Beertsen, McCulloch, & Sodek, 1997). Periodontal ligamentteki kan damarı sistemi, aralıklı olarak oluşan oklüzal yükleri dağıtır. Çünkü; kan, periodontal ligament ile alveolar kemik arasında serbestçe içeri ve dışarı doğru hareket halindedir (Lew, 1987).

### **2.1.2.2. Alveoler Kemik**

Alveolar kemik diş kökünü saran kemik yapı olarak adlandırılır. Alveolar kemik mineralize bir bağ dokusudur; %23 mineralize doku, çoğunluğu kollojen olan % 37 organik matriks ve % 40 oranında sudan oluşur (Moss-Salentijn, 1997).

Alveoler kemikte bulunan osteoblastlar, osteoklastlar ve osteositler kemiğin fonksiyon ve homeostazından sorumlu olan en belirgin hücrelerdir. Osteoblastlar kemik yapımından sorumlu olan tek çekirdekli hücrelerdir. Osteoblastlar ve fibroblastlar kollojen sentezlemeleri bakımından benzerlik gösterirler (Ehrlich & Lanyon, 2002). Osteositler en fazla bulunan hücreler olup ömürleri oldukça uzundur (Mullender, Van Der Meer, Huiskes, & Lips, 1996). Osteositler, kemik yapımı sürecinde mineralize kemiğe gömülü olan fonksiyonel osteoblastlardan türetilir. Hidroksiapatit, kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat, osteositlerin etrafında birikir (Marotti, Ferretti, Muglia, Palumbo, & Palazzini, 1992; Noble, 2008). Osteoklastlar çoklu monositlerin birleşmesi ile oluştuğu için çok çekirdekli hücrelerdir ve kemik yıkımından sorumludur (Boyle, Simonet, & Lacey, 2003; Teitelbaum, 2000).

Alveolar kemik büyük oranda trabeküler kemikten oluşmasına rağmen, lamina dura adı verilen periodontal ligamente bitişik bir kompakt kemik tabakasını da içerir (Blum, 2002). Alveoler kemiğin iç (lingual) ve dış (labial) kortikal plakaları da kompakt kemikten oluşur.

Alveolar kemik, PDL ve sement, diş gelişimi ve dişin fonksiyonlarından sorumlu yapılardır. Alveolar kemik, dış mekanik uyarılara karşı yüksek duyarlılığı sebebiyle sürekli yeniden şekillenme sürecine maruz kalan periodonsiyumun en kararsız yapısını oluşturur (Harada & Rodan, 2003).

### **2.1.2.3. Sement**

Diş kökünü saran sement, kök etrafındaki periodontal ligamentin kollojen lifleri aracılığı ile kökün alveolar kemiğe tutunmasını sağlayan mineralize olmuş bir doku olarak tanımlanabilir (D. Bosshardt, 2005; Diekwisch, 2004; B. L. Foster, Popowics, Fong, & Somerman, 2007; McCauley & Somerman, 2012). Kemik ve dentinde olduğu gibi sementin de ana bileşeni kollojendir (Birkedal-Hansen, Butler, & Taylor, 1977). Sementte bulunan başlıca kollojen türü tip I kollojendir ve hidroksiapatit kristalleri çökmesinden sorumludur (Glimcher, 1989). Tip III kollojen daha az miktarda bulunur, bunların yanı sıra glikozaminoglikanlar da mevcuttur (Vidal, Mello, & Valdrighi, 1974).

İnsan dişlerinde hücreli, hücretsiz ve ara sement olmak üzere üç tür sement vardır. Hücretsiz sement mine sement birleşiminden apikal üçlüye kadar uzanır ve periodontal ligament liflerinin servikal bölgeye tutunmasını sağlar. Hücreli sement ise dişin apikal bölgesinde yoğun olarak bulunur ve okluzal yüklerin karşılanmasından sorumludur. Ara sement mine sement birleşiminde bulunur (D. D. Bosshardt & Selvig, 1997; Cho & Garant, 2000; Hammarström, Alatli, & Fong, 1996; Harrison & Roda, 1995).

### **2.1.2.4. Diş Eti**

Yetişkin bir bireyde normal diş eti, alveolar kemiği ve diş kökünü, mine sement birleşiminden itibaren yalnızca koronal seviyede kapatır. Diş eti anatomik olarak marjinal, yapışık ve interdental diş eti olarak sınıflandırılmıştır. Her diş eti türü, fonksiyonel kuvvetlere göre farklılaşma ile histoloji ve kalınlıkta önemli değişiklikler göstermesine rağmen, tüm tipler mekanik kuvvet ve mikrobiyal hasara uygun işlev görecektir şekilde özel olarak fonksiyon gösterir (Ainamo & Talari, 1976). Marjinal diş eti

diş çevreleyen, yapışık diş eti, marjinal diş etinin devamından başlayıp mukogingival birleşime uzanan, interdental diş eti ise kontak noktalarının alt kısmını dolduran diş eti grubudur (Newman, Takei, Klokkevold, & Carranza, 2011).

## **2.2. PULPA VE PERİAPİKAL DOKU HASTALIKLARI**

### **2.2.1. Pulpa Dokusu Hastalıkları**

Pulpal hastalıkların temel nedeni çürük, travma, diş anomalileridir (Brännström & Lind, 1965). Pulpal enfeksiyon ilerledikçe fizyolojik ve histolojik değişiklikler meydana gelir. En erken pulpal değişiklikler odontoblastik tabakada olur. Bu değişiklikler sırasında odontoblast sayı ve boyutlarında azalma meydana gelir (Brännström & Lind, 1965).

#### **2.2.1.1. Pulpa Dokusu Hastalıkları Teşhisi**

Klinik olarak pulpa hastalığının teşhisi, hastanın subjektif semptomlarına, klinik muayeneye ve radyografik bulgulara dayanır (L. M. Lin, Ricucci, Saoud, Sigurdsson, & Kahler, 2020).

Canlı pulpa, kan dolaşımı ve sinir innervasyonu ile donatılmıştır. Hücresel ve humoral bağışıklık sistemi bileşenleri kan dolaşımında yer alır. Pulpa zarar gördüğü zaman bu bileşenler yaralanan bölgeye göç eder (Byers, Henry, & Narhi, 2012; Kim, 1990). Araştırmalar, duyu sinirlerinin uyarılara verdiği tepkiler ile pulpa enfeksiyonu / iltihaplanma derecesi arasında pozitif bir ilişki olmadığını göstermiştir (Seltzer, Bender, & Ziontz, 1963).



Pulpa hastalıkları, reversibl pulpitis, irreversible pulpitis, pulpa nekrozu olarak sınıflandırılır. (Hargreaves & Berman, 2015; Levin, Law, Holland, Abbott, & Roda, 2009).

### **2.2.1.2. Reversible ( Geri Dönüşümlü ) Pulpitis**

Mekanik, kimyasal, mikrobiyolojik veya termal faktörleri içeren çeşitli durumların dental pulpa dokusunu etkilediği bilinmektedir. Bu uyarılar, bağışıklık tepkilerini tetikleyerek vasküler değişikliklere, bağışıklık hücrelerinin aktive olmasına ve nihayetinde doku hasarına neden olabilir (C. Yu & Abbott, 2007).

Geri dönüşümlü pulpa iltihabına çürük, travma, hatalı veya yeni yapılmış restorasyonların neden olduğu düşünülmektedir. Klinik olarak bakıldığında, soğuk testine cevap hızlı ve keskindir, ancak hassasiyet uzun sürmez. Geri dönüşümlü pulpa iltihabında perküsyon hassasiyeti olmaz, radyografik görüntüler periapikal radyolüseni göstermez (Zero, Zandona, Vail, & Spolnik, 2011). Hastada kendiliğinden başlayan ağrı hikayesi yoktur ve neden ortadan kaldırıldığında pulpa sağlıklı haline geri döner. Kanal tedavisi gerektirmez (Hargreaves & Berman, 2015; Levin et al., 2009).

### **2.2.1.3. İrreversible Pulpitis**

İrreversible pulpitiste şikayetler süreklidir ve değişebilir, genellikle uyarın kaldırıldıktan sonra devam eden sıcak veya soğuğa abartılı tepkiyi içeren spontan ağrı öyküsü vardır (Soames & Southam, 2005). Bazı durumlarda hastayı gece uykusundan uyandıran veya normal günlük aktivitelerinin kesintiye uğramasına neden olan şiddetli ağrılar söz konusu olabilir. Ağrı hastalar tarafından zonklayıcı, künt veya keskin olarak

tanımlanırken her durumda, şiddetli karakterli bir ağrı tipi olarak tarif edilmektedir. Hastalar bazı durumlarda ağrının neden olduğu dişi bulmakta zorlanabilir, hatta ağrının hangi çeneden kaynaklandığını bile ayırt edemeyebilirler. Bazı kişilerde kulağa, göze veya temporal bölgeye yayılan ağrılar söz konusu olabilir (Ricucci, Loghin, & Siqueira Jr, 2014). Her diş, geri dönüşü olmayan pulpitisten etkilenebilir, her yaş grubunda görülebilir, genellikle diş çürüğü, çatlak diş ya da travma sonucu oluşur. Tutulan diş genellikle perküsyona duyarlı değildir ve palpasyon testleri istenmeyen bir tepki oluşturmaz. Her zaman olmamakla birlikte soğuk, geri dönüşümsüz pulpitisin ağrısını hafifletebilir ve bu nedenle tanısal bir test olarak kullanılabilir (Cecic, Hartwell, & Bellizzi, 1983). Kök kanal tedavisi yapılması gereklidir (Asgary, Verma, & Nosrat, 2017).

#### ***2.2.1.4. Hiperplastik ve Ülseratif Pulpitis***

Hiperplastik pulpitis olarak da adlandırılan pulpa hastalığı, açık, kronik, geri dönüşü olmayan bir pulpa iltihabıdır (Caliskan, Türkün, & Oeztop, 1997; Çalışkan, Oztop, & Çalışkan, 2003; Vivaldi & Spuler, 1966; Vivaldi, Ujevic, & Spuler, 1968). Kırmızı renkte mukoza benzeri bir doku ile pulpa odasından dışarı doğru uzanan pulpanın hiperplastik büyümesi olarak da açıklanır (Vivaldi & Spuler, 1966; Vivaldi et al., 1968). Beslenme sırasında oluşan basınca bağlı olan ağrılar dışında semptom göstermez. Isı ve elektriksel duyarlılık testlerine yanıt normaldir. Radyografilerde geniş bir pulpa odası açıklığı bulunur (Caliskan, 1993; Çalışkan, 1995; Grossman, Oliet, & Del Rio, 1988; Smulson, 1998; Walton, Pashley, & Dowden, 1985). Genellikle çocuklarda ve genç yetişkinlerde geniş pulpa açıklımları, travmatik kırıklar veya çürükler sebebiyle görülür. Genel olarak kök ucunun tam oluşmadığı birincil veya yakın zamanda sürmüş daimi

dişlerde görülür (Caliskan, 1993; Çalışkan et al., 2003; Stabholz, Shekter, & Shwartz, 1982).

Ülseratif pulpitis geri dönüşü olmayan kronik pulpa iltihabıdır. Bu hastalık pulpanın ekspoz olmasına sonucu açığa çıkmaktadır.

Tedavisi, granülasyon dokusu kesilerek ya da koterize edilerek alınmalıdır. Ardından vital amputasyon ya da kök kanal tedavisi yapılır (L. Lin & Langeland, 1981).

### ***2.2.1.5. Pulpa Nekrozu***

Zararlı uyarılarla karşılaşmanın bir sonucu olarak hücrelerde geri dönüşü olmayan hasar, hücre ölümüne yol açar. Zararlı uyarılar olarak enfeksiyöz ajanlar (bakteriler, virüsler), hipoksi, ısı, radyasyon gibi çevresel koşullar sayılabilir. (Smeeks et al., 2017). Travma ya da enfeksiyonun neden olduğu pulpa nekrozu, olgunlaşmamış daimi dişlerde kök oluşumunu durdurabilir ve apeksin açık kalması, geniş paralel kenarlı kök kanalları ve ince kanal duvarları ile sonuçlanabilir (Cvek, 1992; Dhillon, Kaushik, & Sharma, 2016). Travmatik yaralanmalar, pulpa nekrozuna, kesintiye uğramış kök gelişimine ve kök rezorpsiyonuna yol açabilir (F. M. Andreasen & Pedersen, 1985; DiAngelis et al., 2012; Hecova, Tzigkounakis, Merglova, & Netolicky, 2010). Total nekrozlu bir dişte periapikal enfeksiyon eşlik etmediği sürece; perküsyon, palpasyon, şişlik, mobilite gözlenmez. Yine apikal bölgede periododontitis ya da kemik yoğunlaşması olmadığı sürece radyografik bulgu izlenmez. Vitalite testlerine cevap negatif olup, çok köklü dişlerde karışık cevaplar alınabilir. Tedavisi kök kanallarının temizlenerek sızdırmaz bir şekilde tıkanmasıdır (Bhuskar, 1966).

## ***2.2.2. Periapikal Doku Hastalıkları***

### ***2.2.2.1. Apikal Periodontitis***

Apikal periodontitis (AP), oldukça yaygın olup diş pulpasındaki mikrobiyal enfeksiyonun neden olduğu, periapikal dokularda inflamatuvar yanıt ve kemik yıkımı ile karakterize bir hastalıktır (Azuma, Samuel, Gomes-Filho, Dezan-Junior, & Cintra, 2014; Kakehashi et al., 1965; Möller, Fabricius, Dahlen, Öhman, & Heyden, 1981). AP, diş çürüklerinin ilerlemesiyle meydana gelen pulpa enfeksiyonuna, travmaya, dişlerin kullanımından kaynaklanan aşınmaya karşı bir doku yanıtı olarak görülebilir (Ørstavik, 2019). AP, çenelerde dişlere bağlı görülen en yaygın enfeksiyondur. Kök kanal sistemi içindeki mikrobiyal ve virülans faktörlerinin bilinmesi, hastalık sürecini anlamak için önemlidir. AP gelişmesinde bakteriler ana etyolojik faktörlerdir. Mikroorganizmalar kök kanal sistemi içindeki savunma bariyerini aşarak ekstra radiküler enfeksiyon oluşturur (P. Nair, 2006; Sunde, Tronstad, Eribe, Lind, & Olsen, 2000). Apikal periodontitis oluşumu 4 aşamadan oluşur. Pulpa açığa çıkar, nekrotik hale gelir, periapikal kemik rezorpsiyonu başlar ve son aşamada periapikal granülom oluşur. Bakteriler veya yan ürünleri periapikal dokulara yayılırken, yoğun bir bağışıklık reaksiyonu ile karşılaşır. Bağışıklık tepkisi genellikle enfeksiyonu periapikal alanla sınırlamada başarılı olur; bununla birlikte, dokuda önemli ölçüde lokal tahribat oluşur. Bağışıklık tepkisi ve sonuçları hızlı olabilir, histolojik analizde 7 gün içinde, radyografik olarak 15 günde görülebilir (Jorge, Tanomaru-Filho, Gonçaves, & Tanomaru, 2008; Tanomaru-Filho, Jorge, Duarte, Gonçaves, & Guerreiro-Tanomaru, 2009).

Vakaların büyük çoğunluğu asemptomatik olsa da, apikal periodontitis alevlenmeleri semptomatik apikal periodontitis veya akut apikal apse olarak ortaya çıkabilir (Bergenholtz, Hörsted-Bindslev, & Reit, 2013). Tedavisi enfeksiyonun etkili bir şekilde ortadan kaldırılmasıdır (P. Nair, 2006). Tedavi prosedürleri yeterli olmadığı zaman radyolüsent periapikal lezyonlar görülmeye devam eder. Doğru yapılan tedavi sonucu periapikal lezyonun iyileşmesi sert doku onarımı ile gerçekleşir ve belli aralıklarla alınan takip radyografilerinde radyolüsent alanın azalması şeklinde gözlenir (Grahnen, 1961; Kerekes & Tronstad, 1979; Olav Molven, 1976; O Molven & Halse, 1988; Seltzer, Bender, & Turkenkopf, 1963; U Sjögren, Figdor, Persson, & Sundqvist, 1997; ULF Sjögren, Hägglund, Sundqvist, & Wing, 1990; Storms, 1969; L. Z. Strindberg, 1956; G Sundqvist & Figdor, 1998). Yetersiz aseptik kontrol, yetersiz giriş kavitesi boşluğu tasarımı, gözden kaçan kanallar, yetersiz preparasyon, koronal sızıntı AP'ye yol açabilecek yaygın sorunlardır (G Sundqvist & Figdor, 1998).

Dünya Sağlık Örgütü, apikal periodontitisi beş ana kategoriye ayırmıştır:

- Pulpa kökenli akut apikal periodontitis
- Kronik apikal periodontitis
- Sinüslü periapikal apse ( Kronik )
- Sinüslü periapikal apse ( Akut )
- Kondensing osteitis olarak sınıflandırılmıştır (Organization, 1994).

### ***2.2.2.1.1. Akut Apikal Periodontitis***

Klinik semptomlar arasında ağrı veya dişin perküsyona duyarlılığı yer alır. İltihap oluşumu ile periradiküler bölgelerde basınç artışına bağlı olarak ağrı daha da şiddetlenir, pü en az direnç ile karşılaştığı bölgeye doğru ilerler. Direnç ile birlikte ilgili bölgedeki

rahatsızlık geriler (Alaçam, 2012). Akut fazın olabilecek nedenleri arasında travma, alet kullanımından kaynaklanan taşkın preparasyon, kimyasallardan ve endodontik malzemelerden kaynaklanan tahribat bulunur (P. R. Nair, 1997).

Hücresele safhada osteoklastlar prostaglandinler tarafından aktive edilir, daha fazla sayıda nötrofil ve makrofaj bölgeye göç eder. Bu olaylar sonucu lokal vaskülarizasyon, osteoklastik kemik rezorbsiyonu ve hücre dışı matriks bozunması daha da yoğun hale gelir (P. R. Nair, 1997).

Akut apikal periodontitisin sonuçları arasında spontan çözünme, granülom, apse, sinüs oluşumu ve kemiğe yayılma yer alır. Mikroorganizmaların apikaldeki devam eden varlığı ilerleyen zamanda histolojik olarak granülom denilen yapının oluşmasına neden olur. Bununla birlikte; konak ve mikroorganizmalar arasındaki denge bozulursa iltihap tekrar akut hale gelebilir (P. R. Nair, 1997).

#### ***2.2.2.1.2. Kronik Apikal Periodontitis ( Granülom )***

Periapikal granülom patojenlerin kök kanalları içinde kalmaya devam ettiği sessiz, genelde semptomsuz bir dönemi yansıtır (Menzies, Reiter, & Lewis, 2014). İnsanlarda periapikal granülomların yarısından fazlası epitel içerir ve bunun da bir kısmı kiste dönüşür. Mast hücreleri ve makrofajlar, kronik AP'nin enflamatuvar sürecinin önemli bileşenleridir. Yapılan bir çalışmada mast hücrelerinin inflamatuvar maddeleri üretme ve hücre dışına salma kabiliyetine sahip oldukları gösterilmiştir (Bracks, Armada, Gonçaves, & Pires, 2014). Bu maddelerin salınımı doğrudan kemik rezorbsiyonu ile ilişkilidir (Bracks et al., 2014).

Kronik apikal periodontitisin belirgin klinik semptomları yoktur. Perküsyona şiddetli yanıt olmayıp, hasta tarafından dental anamnezde ağrı bildirilmez. Klinik muayene ile birlikte radyografik değerlendirme de endikasyonun konulması açısından önemlidir. Radyografide kök ucu alanlarında radyolüsent alanlar ile birlikte periodontal ligamet aralığında genişleme, lamina duranın izlenememesi ve ilgili bölgede kemik kaybı gözlenir (Torabinejad & Walton, 2008).

Periapikal kistler çenelerde en yaygın görülen kistlerdir. Nekrotik dişlerle alakalı olup diş köklerinin apikal kısmında gözlenir. Travma ya da çürük yoluyla mikroorganizmaların ilerlemesi sonucu kök ucu bölgesindeki epitel kalıntıları uyarılarak çoğalır. Teşhisi radyografik incelemelerle yapılır. Periapikal kistler, ilgili dişte sınırları iyi belirlenmiş, tek oküler radyolüsent alan olarak tanınır. Lamina dura kaybı ve kistik bölgeyi çevreleyen ince bir radyopak çizgi (sklerotik sınır) tanıyı koymak için önemli radyografik belirteçlerdir (Sridevi, Nandan, Ratnakar, Srikrishna, & Pavani, 2014).

Klinik olarak bakılırsa; çoğunlukla çürük veya travma sonucu pulpada nekroz meydana gelmiş ve mikroorganizmaların ilerlemesi ile malessaz epitel artıkları uyarılarak çoğalmıştır. Periapikal kist olan dişlerde genelde kron renklenmesi gözlenir. Klinik olarak palpasyonda bukkal/ labial veya palatinal/ lingual kortikal kemiklerde genişleme gözlenebilir (Parkar et al., 2017). Periapikal kistin büyük olduğu durumlarda dişte yer değişikliği görülebilir. Klinik muayene sırasında lenf düğümlerinde bölgesel büyümeler izlenebilir (Santosh, 2020). Tedavi prosedürü olarak kök kanal tedavisi, apikal cerrahi ya da çekim düşünülür (Bilodeau & Collins, 2017).

### ***2.2.2.1.3. Akut Apikal Apse ( Sinüsslz )***

Akut apikal apsenin en sık görülen nedeni mikroorganizmaların kök kanallarını aşarak apikale doğru hareket etmesidir. Daha önceden mevcut olan akut apikal periodontitis sonucu akut apseler gelişebilir (Carrotte, 2004). Periapikal dokulara yüksek oranda lökosit infiltrasyonu olması sonucu dokuda sıvılaşma ve eksuda oluşumu gözlenir (Bergenholtz et al., 2013). Akut apikal apsesi olan bireylerde aniden bir başlangıç, kendiliğinden ağrı, dişin perküsyon ve basınca karşı hassasiyeti, eksuda oluşumu, ilgili diş komşu bölgelerde şişlik görülebilen semptomlardır (Glickman, 2009). Akut apikal apsede şişlik bölgesel ya da yaygın halde olabilir. Kronik durumların akutlaşması sonucu da meydana gelebilir. Klinik olarak incelendiğinde perküsyon palpasyon testlerine tepkiler gözlenir. Radyografik olarak bölgede kemik kaybı olabilir. Pulpa testlerine yanıt alınmaz çünkü zaten ilgili dişin pulpası nekrotik hale gelmiştir (Torabinejad & Walton, 2008).

Akut apikal apse eğer tedavi edilerek etken ortadan kaldırılmazsa kişide ateş, halsizlik, lenf nodlarında tutulum, trismus gibi sistemik durumlar ortaya çıkarak çok ciddi baş boyun enfeksiyonları meydana gelebilir (Abbott, 2004).

Tedavide ilk olarak enfeksiyon etkeninin ortadan kaldırılması gerekmektedir (Programme, 2008). Bu kapsamda ilgili bölgedeki ödemin elimine edilmesi için direnajın sağlanması, ilgili dişin çekilmesi ya da pulpal dokuların kök kanallarından uzaklaştırılarak dezenfeksiyonun sağlanması tedavi seçenekleri arasında sayılabilir. Sistemik olarak antibiyotik kullanımının gerekli olduğu haller; lenf düğümlerine yayılım, ateş, halsizlik gibi sistemik tutulumların olduğu ve ilgili dişin komşu alanlarda geniş yayılım gösteren şişlik gibi durumlarda önerilmektedir (Palmer, Longman, Randall, & Pankhurst, 2012; Programme, 2008).



#### **2.2.2.1.4. Kronik Periapikal Apse ( Sinüslü )**

Eksuda oluşumuna neden olan periodontitis olarak da bilinen kronik apikal apsede kök kanalları içindeki iritanlar yavaş yavaş periapikal dokulara doğru hareket ederek iltihap oluşumuna neden olur. Kronik apikal apsede sürekli bulunan ya da belirli aralıklarla ortaya çıkan direnaji sağlayan bir fistül yolu bulunur. Fistül yolundan direnaji önlenirse dişte ağrı durumu olabilir. Vitalite testlerine yanıt negatiftir. Perküsyonda her zaman olmamakla birlikte hassasiyet gözlenebilir. Radyografide kök ucu bölgelerinde kemik kaybı izlenir (Cohen, Burns, Walton, & Torabenejad, 1998; Torabenejad & Walton, 2008).

#### **2.2.2.1.5. Kondensing Osteitis**

Kondensing osteitis düşük düzeyli ve uzun süreli bir enfeksiyon sonucu oluşan, güçlü bağışıklık yanıtı olan kök ucu bölgelerinde artmış osteoblastik aktivite olarak tanımlanabilir (Menzies et al., 2014; Panders & Hadders, 1970). Periapikal enflamatuar lezyonların yüzde 7' lik kısmını oluşturur, kadınlarda daha fazla görülmekle birlikte alt birinci molar dişlerin kök ucunda daha sık rastlanır. (Eliasson, Halvarsson, & Ljungheimer, 1984; Marmary & Kutiner, 1986). Histolojik olarak incelendiğinde spongiöz kemik daha yoğun olan kompakt kemik ile yer değiştirmiş olup radyolojik olarak bakıldığında bölgede radyoopak bir alan izlenir. Bunun nedeni kemik trabeküllerinin kalınlığının artmasıdır (Eliasson et al., 1984).

Pulpal enflamasyon sonucu, sement hücreleri, kemik hücreleri ve fibroblastların yapım aktivitesinde artış meydana gelmektedir (Stahl, Weiss, & Tonna, 1969). Radyolojik muayene sonucu tespit edildiğinde alt çenede üst çeneye göre 10 kat daha

fazla görülmektedir (L. Bender & Mori, 1985; Douglass & Trowbridge, 1993). Kök kanal tedavisi ile bölgedeki anormal kemik vakaların bir kısmında normal haline geri dönerken, bir kısmında radyopak alan olduğu gibi kalmaktadır (Eliasson et al., 1984).

### ***2.2.2.2. Apikal Periodontitisin Radyolojik Bulguları***

Radyoloji; mevcut durumun teşhisinde, tedavinin planlamasında, çalışma boyunun tespit edilmesinde, tamamlanan kök kanal tedavisinin kalitesinin değerlendirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Akut enfeksiyon durumlarında ek olarak klinik semptomlar olduğundan teşhis edilebilirken, kronik enfeksiyonlarda mutlaka röntgen beraberinde tanı koymak gerekir (Shanon Patel & Durack, 2019).

Apikal periodontitiste ortaya çıkan apikal kemik yıkımı radyografilerde radyolüsent alan olarak izlenir (Kakehashi et al., 1965; P. Nair, 1998). Apikal periodontitis akut olan haricinde çoğunlukla semptomsuz ilerlediği için rutin radyografik muayene sırasında periapikal ya da panoramik röntgenlerden teşhis edilir (I. Bender, 1982; Scarfe, 2011).

Periapikal filmler apikal doku değerlendirilmesinde birincil basamağı oluşturur. Hem kullanımı pratik hem de değerlendirme yapılması basittir. Dezavantajları, superpozisyonların görülebilmesi ve iki boyutlu değerlendirme imkanı sunmasıdır (S Patel & Horner, 2009). Radyolojik olarak kök ucu bölgesinin, lamina dura ve periodonsiyumun belli başlı özellikleri vardır. Apikal periodontitis normal yapılar düşünülerek teşhis edilir. Radyografide apikal periodontitis ile beraber komşu anatomik oluşumlar da değerlendirilmelidir (Shanon Patel & Durack, 2019).

Lamina dura, periodontal ligament aralığına komşu kemiği tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Shanon Patel & Durack, 2019). Lamina dura diş kökü etrafındaki kemiğin röntgende iki boyutlu olarak izlenen yapının adıdır. Lamina duranın radyografide devamlılık gösteriyor olması önemli bir kriterdir (Wood, 1984).

Periodontal ligament aralığı sement ve alveoler kemik arasındaki boşluk alanıdır. Normal radyografide ince bir radyolüsent hat olarak izlenir (Shanon Patel & Durack, 2019). İleri apikal periodontitiste diş hareketinde artış, röntgende periodontal ligament aralığında genişleme izlenir. Kompakt kemikte radyografik değişikliklerin gözlenebilmesi için en az % 30- % 60 oranında ilgili bölgede madde kaybı olması gerekmektedir (Van der Stelt, 1985). Enfekte bölgede yavaş yavaş rezorbsiyon başladığı için spongioz kemik yapısı yoğunluğunda azalma ve düzensizlikler başlar (Goaz, 1994). Periapikal lezyonların indeks halinde sınıflaması yapılmıştır, hekimler arasında fikir birliği olmuştur. İlk kez 1986 yılında yayınlanan periapikal indeks (PAI), araştırmalarda en çok kullanılan indeks sistemidir (Ørstavik, Kerekes, & Eriksen, 1986).

PAI apikal periodontitisin röntgen üzerindeki görünümüne göre 1 den 5 e kadar olan sınıflamayı ifade etmektedir (Ørstavik et al., 1986; Ørstavik, 1988). PAI skorlamasına göre 1 ve 2 değerleri sağlıklı durumu ifade ederken; 3, 4 ve 5 değerleri hastalık durumunu ifade etmektedir (Zanini, Decerle, Hennequin, & Cousson, 2020).

PAI 1 : Normal apikal periyodonsiyum

PAI 2: Kemikte değişiklikler var ancak radyografide gözlenebilecek kadar kemik kaybı mevcut değildir.

PAI 3: Apikal periodontitis tanısı konmuş kemikte gözlenen yapısal değişimler mevcuttur.

PAI 4: Sınırları belirgin olarak izlenen kemik kaybı mevcuttur.

PAI 5: Kemikte ileri düzeyde kayıp olup geniş radyolüsent alanlar izlenmektedir.

Son yıllardaki büyük teknolojik gelişmelerle birlikte, dijital radyografi, dansitometri yöntemleri, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT), manyetik rezonans görüntüleme, ultrason, nükleer teknikler gibi uygulanabilir tanı araçları olarak dental radyolojiye yeni görüntüleme modaliteleri eklenmiştir (Arai, Tammissalo, Iwai, Hashimoto, & Shinoda, 1999; Cotton, Geisler, Holden, Schwartz, & Schindler, 2007; Huuonen & Ørstavik, 2002). AP'nin tespiti için geleneksel radyografilerin limitasyonları ve üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin mevcudiyeti göz önüne alındığında, yeni periapikal indekslerin geliştirilmesi bir zorunluluk gibi görünmektedir. Yapılan bir çalışmada CBCT' ye dayalı yeni bir PAI değerlendirmesi bildirilmiştir (Estrela, Bueno, Azevedo, Azevedo, & Pécora, 2008).

Skor	Mineral Yapıdaki Kantitatif Kemik Değişiklikleri
0	Sağlam periapikal kemik yapıları
1	Periapikal radyolüsent alan çapı > 0.5-1 mm
2	Periapikal radyolüsent alan çapı > 1-2 mm
3	Periapikal radyolüsent alan çapı > 2-4 mm
4	Periapikal radyolüsent alan çapı > 4-8 mm
5	Periapikal radyolüsent alan çapı > 8 mm
Score (n)	
+E*	Periapikal kortikal kemikte genişleme
Score (n)	
+D*	Periapikal kortikal kemiğin yok olması

şeklinde bildirilmiştir (Estrela et al., 2008)

### 2.3. KÖK KANAL TEDAVİSİ

Periapikal doku hastalıklarının gelişiminden çok çeşitli patojenlerin sorumlu olduğu bilinmektedir (Kakehashi et al., 1965; Göran Sundqvist, 1976). Kök kanal tedavisi ile kök kanal boşlukları içerisindeki inflame doku çıkarılıp kanal boşlukları genişletilerek dezenfeksiyon sağlanır (Chandler & Chellappa, 2019).

Birçok dişte kök kanal tedavisi başarısızlığı kanal içi enfeksiyonun yeterince kontrol altına alınamamasından veya periradiküler bölgedeki enfeksiyonun kalıcılığından kaynaklanır (L. M. Lin, Skribner, & Gaengler, 1992; H. P. Lopes & Siqueira Junior, 1999; P. R. Nair, Sjögren, Krey, & Sundqvist, 1990).

#### 2.3.1. Kök Kanal Tedavisi Başarısını Etkileyen Faktörler

Kök kanal tedavisinin başarısını etkileyen 4 önemli durum vardır; periradiküler dokularda tedavi öncesi radyolüseni olmaması, kök kanal dolgusunun boşluksuz bir şekilde tamamlanması, kanal dolumunun radyografik apeksten en fazla 2 mm uzakta bitirilmesi, sızdırmazlık sağlayan daimi restorasyonun yapılması olarak sıralanır (Ng, Mann, Rahbaran, Lewsey, & Gulabivala, 2008).

Periapikal enfeksiyonların en önemli nedeni kolonize olmuş mikroorganizmalardır (José Freitas Siqueira Jr, 2001). Kök kanal dolumu tamamlanmadan önce patojenler kabul edilebilir düzeyde ortadan kaldırılırsa veya kök kanal dolumu tamamlandıktan sonra herhangi bir mikroorganizma sızıntısı olmazsa

tedavinin başarı oranı artmaktadır (Anders Byström, Happonen, Sjögren, & Sundqvist, 1987; U Sjögren et al., 1997). Yapılan çalışmalarda başarısız kök kanal tedavilerinin birçoğunda preparasyon sırasında yapılan hatalardan bağımsız olarak kök kanal boşluğunun bir kısmına hiç dokunulmadan kaldığı belirtilmiştir (L. M. Lin, Pascon, Skribner, Gängler, & Langeland, 1991; José F Siqueira Jr, Araujo, Garcia, Fraga, & Dantas, 1997). Birkaç mikrobiyal tür ortamda çok az besin maddesi bulursa bile uyum sağlayarak kök kanal tedavisinin başarısızlığına yol açabilmektedir. Kök kanallarındaki isthmuslar, lateral kanallar, dentin tübülleri yapılan dezenfeksiyon işlemlerinden yoksun kalarak patojenlerin en çok çoğaldığı yerler olarak bildirilmiştir (L. M. Lin et al., 1991; Siqueira, De Uzeda, & Fonseca, 1996).

Enfeksiyonun periapikal dokulara yayılımını engellemek için vücut bir savunma mekanizması geliştirir. Fagositler ve diğer savunma elemanları periapikal bölgeye göç ederek içinde bağışıklık hücrelerini barındıran granüloamatöz bir doku oluşturur. İlgili bölgedeki kemikte rezorbsiyon meydana gelir (José F Siqueira Jr et al., 1997). Polimorfonükleer lökositler veya apikalde bulunan epitel bariyer patojenlerin periapikal dokulara çıkışını engeller (P. R. Nair, 1987).

Kök kanal dolumu eğer apikal forameni geçerse taşkın dolum sonucu kök kanal tedavisi başarı oranı azalmaktadır (Engstrom, 1964; L. Z. Strindberg, 1956). Kök kanal dolum malzemeleri biyouyumlu malzemeler olmasına rağmen apeksten taşıdığı zaman sitotoksik olabilmektedir, o nedenle dikkatli kullanılmalıdır (Barbosa, Araki, & Spångberg, 1993; H. P. Lopes & Siqueira Junior, 1999; Spangberg, 2002). Taşkın dolum yapılmış dişlerdeki başarısızlık, eşlik eden kanal içi ya da dışından kaynaklanan enfeksiyondan dolayı gerçekleşmektedir (José Freitas Siqueira Jr, 2001).

Bir diğerk başarısızlık nedeni ise koronal sızıntı olarak bildirilmiş olup bu durumun da birçok sebebi vardır. Kök kanalları geçici ya da kalıcı restorasyonların sızdırmazlık özelliğini yitirmesi sonucu kontamine olabilmektedir. Kalıcı ya da geçici restorasyonlarda; düşme, kırılma, dış yapısında kırılma sonucu kök kanallarının açık hale gelmesi, tekrarlayan çürük, geçici restorasyon ile uzun süre bekleme gibi durumlar söz konusu olduğuz zaman yapılan tedavinin başarı oranı oldukça düşmektedir (J. Siqueira Jr & Lopes, 1999). Klinik olarak tükürüğe maruz kalan kök kanallarının kontamine olup olmadığını tam olarak belirlemek imkansızdır. Geçici restorasyonların basınca karşı dayanımları düşük olduğundan ve suda çözünme özellikleri olduğuz için mümkün olduğunca kısa sürede tedavisi tamamlanmış dişlerin daimi restorasyonları yapılmalıdır (José Freitas Siqueira Jr, 2001).

Başarısızlığa sebep olan bir diğerk neden; kök kanal preparasyonu sırasında kullanılan el aletleri ya da motorla kullanılan aletlerden kaynaklı oluşabilecek komplikasyonlardır. Seçilen döner aletler öneriler doğrultusunda kurallarına uygun kullanılmalıdır. Aletler uygun kullanılmadığında kök kanallarında kırılabilir. Özellikle orta üçlüde kırıldığı zaman apikal bölgeye ulaşım imkansız hale gelmektedir. Sonuç olarak apikal bölge dezenfekte edilememekte, patojenler elimine edilememektedir (Engström & Lundberg, 1965; Kerekes & Tronstad, 1979; Simon, Machtou, Tomson, Adams, & Lumley, 2008). Kullanılan enstrümanın kırıldığı nokta prognoz aşamasında önemlidir (Kerekes & Tronstad, 1979). Yapılan bir çalışmada; kırık aletlerin prognoz ile ilişkisi değerlendirilmiş olup tedavi öncesi eşlik eden enfeksiyon olmadığında ve periradiküler dokulara taşmadığı zaman prognozu büyük olasılıkla etkilemeyeceği bildirilmiştir (Crump & Natkin, 1970).

Kök kanal tedavisi başarısızlığının en önemli nedeni mikroorganizmalar olsa da bazı durumlarda mikrobiyal faktörlerden bağımsız olarak başka sebepler öne çıkmaktadır. Yapılan bir çalışmada kök ucu bölgesinden cerrahi olarak çıkarılan doku periapikal kist olarak teşhis edilmiştir. Kistik epitelin etrafındaki bağ dokusunda çok sayıda kolesterol kristali belirlenmiştir, araştırmacılar başarısızlığın nedenini kolesterol kristallerine karşı gelişen yabancı cisim reaksiyonuna bağlamışlardır (P. R. Nair, Sjögren, & Sundqvist, 1998). İçsel nedenlere ek olarak dışsal faktörlerde endodontik tedavide başarısızlığa yol açabilir.

Kanal içi tekrarlayan enfeksiyonlara bağlı başarısızlık durumlarında cerrahi olmayan kök kanal tedavisi tekrarı yapılmalıdır. Kök kanal tedavisi tamamlandıktan sonra takip eden bir hafta içinde kalıcı restorasyon yapılmalıdır (Jorgen, 1996). Cerrahi tedavinin endike olduğu durumlar; çıkarılması mümkün olmayan kırık alet parçalarının olduğu, aşılması imkansız olan basamakların bulunduğu, açılmayan tıkanıklık olduğu durumlar olarak sayılabilir (Gutmann & Harrison, 1991; H. Lopes & Siqueira Jr, 1999).

### ***2.3.2. Tek ya da Çok Seansta Kök Kanal Tedavisi***

Endodontik tedavinin tek ya da çok seansta tamamlanması; pulpa ve perapikal dokuların durumları, hekim tecrübesi, teknik zorluklar, hasta motivasyonu gibi çok sayıda faktöre bağlanmaktadır. Herhangi bir enfeksiyonu olmayan vital dişler eğer koşullar uygunsa tek seansta tedavi edilmelidir. Enfeksiyon olan dişlere özellikle anatomik zorlukların olduğu durumlarda tedaviye yaklaşım farklı olmalıdır. Kemomekanik işlemler ve irrigasyon kök kanalı enfeksiyonlarının kontrol altına alınmasında hayati



önem taşmaktadır (A Byström & Sunqvist, 1985; Rôças & Siqueira Jr, 2011; José F Siqueira Jr et al., 2007). İrrigasyon solüsyonu olarak sodyum hipoklorit ve klorheksidin kullanıldığında bile kanalların büyük bir kısmında bakteri artıkları tespit edildiği bildirilmiştir (A Byström & Sunqvist, 1985; McGurkin-Smith, Trope, Caplan, & Sigurdsson, 2005; Paquette, Legner, Fillery, & Friedman, 2007). Yapılan çalışmalarda iki ya da daha çok seansta yapılan kök kanal tedavilerinde seanslar arasında kanal içi medikament olarak kalsiyum hidroksit kullanıldığı zaman tedavinin başarı oranlarının % 10- 20 oranlarında arttığı bildirilmiştir (U Sjögren et al., 1997; ULF Sjögren et al., 1990).

### ***2.3.3. Retreatment ( Kök Kanal Tedavisi Tekrarı )***

Yapılan çalışmalarda ilk kök kanal tedavisindeki başarı oranı % 90 lara kadar ulaşmaktadır (Ricucci, Russo, Rutberg, Burleson, & Spångberg, 2011). Yine de bazı durumlarda % 14- 15 oranlarında başarısızlık oranları da bildirilmiştir (Ng, Mann, Rahbaran, Lewsey, & Gulabivala, 2007; Torabinejad et al., 2007). Yapılan çalışmalarda ikincil kök kanal tedavisinin ilk tedaviye göre başarı oranlarının düştüğüne dair genel bir inanış vardır (Friedman, Löst, Zarrabian, & Trope, 1995; Pekruhn, 1986; Selden, 1974; ULF Sjögren et al., 1990).

Retreatment işlemleri sırasında daha önce kanal tedavisi yapılmış dişlerden kanal dolum malzemeleri çıkarılarak yeniden şekillendirme prosedürleri uygulanır. Nikel-Titanyumdan (Ni-Ti) üretilen kök kanal eğeleri sürtünme ve ısı ile guta perkanın şekil değiştirmesine ve rotasyon hareketiyle çıkarılmasına olanak sağlar. İrrigasyonun bol miktarda yapılması ile guta perka parçaları kök kanalından uzaklaştırılır. Guta perkanın

çözünmesini sağlayan kloroform, haloten, ksilen gibi çözücülerdir. Bu çözücüler, dentinin mekanik özellikleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Diş tedavi edilemeyecek durumdaysa alternatif olarak endodontik cerrahi ya da çekim düşünülmelidir (Chandler & Chellappa, 2019).

#### **2.3.4. Enfeksiyonlu Dişlerde Kök Kanal Preparasyonu ve İrrigasyonu**

Apikal periodontitisli enfekte dişlerde ilk ya da cerrahi olmayan ikinci endodontik tedavinin amacı kök kanallarından patojenlerin olabildiğince uzaklaştırılmasıdır (Ørstavik, 2003). Kök kanallarının kemomekanik preparasyonu; kök kanalı temizliği, şekillendirilmesi, antimikrobiyal ajanlar ile etkili bir şekilde irrigasyonunu kapsar (Dalton, Ørstavik, Phillips, Pettiette, & Trope, 1998; Ørstavik, Kerekes, & Molven, 1991). Enfekte kök kanallarının tedavisinde apikal preparasyonun boyutu prognozu önemli ölçüde etkilemektedir. Yapılan *in vitro* çalışmalar kök kanalları apikal boyutları ne kadar çok büyütülürse kanallardaki bakteri oranlarının önemli ölçüde azaldığını ortaya koymuştur (Mickel, Chogle, Liddle, Huffaker, & Jones, 2007; Rollison, Barnett, & Stevens, 2002; José F Siqueira Jr, Lima, Magalhães, Lopes, & de Uzeda, 1999). Büyük apikal boyutların kök kanal aletlerinin daha fazla oranda kök kanal duvarına temasını artırarak smear tabakası ve enfekte olmuş dentini kaldırmada daha etkili olduğu bildirilmiştir (Peters, Arias, & Paqué, 2015). Kök kanal boyutunun artması sonucu irrigasyon iğneleri daha rahat hareket etmekte ve apikal bölgeye ulaşan irrigasyon solüsyonu artmaktadır (Falk & Sedgley, 2005). Koronal genişletmenin fazla olması durumunda dişin kırılmaya yatkınlığı artmaktadır (Rundquist & Versluis, 2006)

## 2.4. FRACTAL ANALİZİ

‘Fraktal’ kelimesi ‘kırık, parça’ anlamlarına gelen ‘fractus’ kelimesinden türetilmiştir. Fraktal kavramı birbiri ile alakası ve belli bir geometrik şekli olmayan dağınık yapıları tanımlayabilmek için kullanılmaktadır. Öklid ve kartezyen geometriler gibi öğretilen tipik geometrilerden farklı olarak kendine benzer formlarla ilgilenen bir geometriyi adlandırmak için kullanılmıştır. Karmaşık şekillere yönelik bu yaklaşım, birçok bilimsel alanda diş hekimliği de dahil olmak üzere kullanılmıştır (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

Fraktal kavramı ilk kez 1960'larda ve 1970'lerde ünlü matematikçi Benoit Mandelbrot tarafından kullanıldı (Fazzalari & Parkinson, 1997; Geraets & Van Der Stelt, 2000; R. Lopes & Betrouni, 2009). Mandelbrot, karmaşık geometrik yapıları anlatabilmek için kullanılan matematiksel fonksiyonlar hakkında bilgiler bildirdi ve "fraktal" terimi revize edildi (Borowska, Szarmach, & Oczeretko, 2015; Geraets & Van Der Stelt, 2000; B. Mandelbrot, 1967). Fraktal geometrisine göre her bir parça aslında cismin bütününe yansıtmaktadır (Geraets & Van Der Stelt, 2000). Fraktal analizi yapıların, kompleks cisimlerin niceliksel olarak tanımlanmasını sağlayan sayısal bir metoddur. FB olarak kısaltılarak sayılarla ifade edilir.

Trabeküler kemiğin mineral yüzeyi, osteoblast ve osteoklast hücre aktivitesi alanıdır. Süngerimsi kemik yapısını tanımlayan parametreleri tahmin etmek için kullanılan yapısal değişken alanıdır (Fazzalari & Parkinson, 1996). Trabeküler kemik yüzeyi hücresel aktivitelere yanıt olarak bir takım değişikliklere uğrar ve bunun sonucunda yüzey alanlarında değişimler olur. Osteoklastik aktivasyon kemik yüzeyine taraklı bir görünüm kazandırarak yüzey alanını artırırken, osteoblastik aktivite sonucu

yüzey alanı azalmaktadır. Trabeküler kemik yüzey alanının belirsizliği nedeniyle , trabeküler kalınlık, trabeküller arası boşluk ve sayının hesaplanması temel öneme sahiptir (Fazzalari & Parkinson, 1996).

FB ne kadar yüksek ise yapı o kadar karmaşıktır, FB ne kadar düşük ise yapının iç düzeni o kadar seyrek olup aralarda boşluklar var anlamına gelmektedir. Fraktallerin etrafı tam manasıyla ölçülemez, çünkü kendilerini sürekli tekrarlarlar. Fraktal boyutları rasyonel değerlerle ifade edilirler (B. B. Mandelbrot, 1983).

#### ***2.4.1. Fractal Analizinin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları***

Ağız, diş ve çene cerrahisi alanında, özellikle implant cerrahisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. İmplantlar yerleştirildikten sonra iyileşmenin takibinde fraktal analizi kullanılabilir (Sánchez & Uzcátegui, 2011). Bununla ilgili çok sayıda yapılmış çalışmalar mevcuttur. Kemik mikro yapısının fraktal analizi, implant yiv tasarımını iyileştirmeye yardımcı olabilir (Sánchez & Uzcátegui, 2011). Ortognatik cerrahide ameliyat öncesi ve sonrası panoramik röntgenler ile karşılaştırılarak kemik iyileşme süreci değerlendirilebilir (Heo et al., 2002). Epitel-bağ dokusu arayüzünün fraktal boyutu, malign ve premalign lezyonların teşhisine yardımcı olabilir (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

Yapılan çalışmalarda endodonti alanında kök kanal tedavisi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra alınan radyografiler kaydedilerek bölgedeki lezyon iyileşmesi takibi fraktal analizi ile yapılmıştır (S.-K. Chen et al., 2005). Alınan 3 aylık takip röntgenleri

sonucunda bölgede yapılan analiz sonucu fraktal boyutunda anlamlı ölçüde artışlar kaydedilmiştir (S.-K. Chen et al., 2005).

Çeşitli patolojik durumlarda dilaltı alanlardan alınan dijital radyografiler üzerinde yapılan fraktal analizi sonucu ile bölgedeki artmış vaskülarizasyon teşhis edilebilir (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

Bazı sistemik hastalıkların çene kemikleri üzerine etkilerini saptamak için fraktal analizi kullanılabilir (Kurşun-Çakmak & Bayrak, 2018).

Periodontal hastalıklarda kemik kaybının ilerleyişi tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Burada fraktal analizleri kemik yapısı ve diş hareketi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için kullanılmaktadır (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

Kemik yapı bütünlüğünün değerlendirilmesi diş hekimliği alanında en önemli fraktal analizi uygulamasının nedenidir. Bunun nedeni ağız ortamı kemik bütünlüğü değerlendirilmesinde fraktal analizinin objektif ve nicel olanaklar sunmasından kaynaklanmaktadır. Birçok sistemik hastalık çene kemiklerinde semptom gösterirken, periodontitiste de kemik yapıda bozulmalar izlenir (Sánchez & Uzcátegui, 2011).

#### ***2.4.2. Fraktal Boyutu Hesaplama Metodları***

Fraktal boyutu bilgisayar algoritması ile belirlenen bir sayıya karşılık gelir. FB, standartlaştırılmamış radyografilerde kemik değişikliklerini, periapikal iyileşmeyi ve kemiği , osteoporoz gibi sistemik durumları saptamak için süngerimsi kemik yapısını

değerlendirmek ve ölçmek için yaygın olarak kullanılır (Molon et al., 2015). Fraktal boyutu hesaplanmasında her birinin kendine özgü temelleri olan çok sayıda yöntem vardır. Üç temel başlık olarak bahsetmek gerekirse ; ilk olarak kullanılan nesnenin boyutu ölçülür, ölçülen miktarlar ve alınan adım boyutları arasında grafik çizilir ve son olarak fraktal boyutu regresyon çizgisinin eğimi olarak tahmin edilir. Metodları kendi aralarında sınıflandırmak gerekirse ; kutu sayma metodları, kesirli Brown hareketi metodları, alan ölçüm metodları olarak sıralanır (R. Lopes & Betrouni, 2009). Trabeküler kemik ve kemik iliği boşluk alanlarının incelendiği kutu sayma metodu en çok tercih edilen yöntemdir. Trabeküler kemik için, kutu sayma metodu ile hesaplanan FB değerleri genellikle 1 ile 2 arasındadır. 1'e yakın değerler daha düşük fraktal boyutuna sahip basit yani trabeküller arasında daha boşluklu yapıları temsil ederken, 2' ye yakın değerler daha karmaşık kemik yapılarını temsil etmektedir (Tolga Suer, Yaman, & Buyuksarac, 2016). Kutu sayma metodunda kutular içeren bir ölçek, boyutu hesaplanacak olan trabeküler yapının üzerine yerleştirilir. Boyutları 2-64 piksel arasında değişen kutulardan oluşturulan ölçeklerde trabeküler kemik içeren kutular sayılır. Trabeküler kemik içeren kutu sayısı ile kılavuzdaki toplam kutu boyutunun logaritmik ölçekte grafiği çizilir ve elde edilen doğrunun eğimi ile FB tespit edilir (Demirbaş, Ergün, Güneri, Aktener, & Boyacıoğlu, 2008).

Fraktallar dijital kaydedilmiş görüntülerden hesaplanabilir, ancak bu görüntülerin önceden işlenmesi gereklidir. White ve Rudolph tıbbi görüntülere dayanarak, trabeküler kemiğin morfolojik özelliklerini ölçen bir bilgisayar programı tanımladılar. Yazarlar, çalışmalarında trabeküler kemiği vurgulamak için görüntü standardizasyonunun adımlarını ayrıntılı olarak açıklamışlardır. ImageJ 1.3 yazılımı(ImageJ; US National Institutes of Health, Bethesda, MD) kullanılmıştır. Görüntü kaydedildikten sonra,

farklılıkları önlemek için yüksek çözünürlüklü ve sıkıştırılmış görüntüler kaydedildi. Sekans, ilgili bölgelerin kırılması (ROI), ROI'nin çoğaltılmasını ve bulanık bir Gauss filtresi ( $\sigma = 35$  piksel) ile parlaklıktaki büyük ölçekli varyasyonların kaldırılmasını içeriyordu. ROI'nin orijinal görüntüden çıkarılması, her piksel konumuna 128 gri değer eklenmesi, 'Threshold', 'Erode', 'Dilate', 'Invert' ve 'Skeletonize' de bu dizideki aşamalar olmuştur (White & Rudolph, 1999). Fraktal boyut hesaplanmasında kolay olduğu düşünüldüğü için en sık kullanılan yöntemin kutu sayma metodu olduğu bildirilmiştir (Arsan, Köse, Çene, & Özcan, 2017; Leite et al., 2015; Tolga Suer et al., 2016).

Bu çalışmanın amacı geniş çapta lezyon büyüklüğü olan dişlere yapılan birincil endodontik tedavi ve retreatment arasındaki 24 aylık iyileşmenin fraktal analizi kutu sayma metodu ile değerlendirilmesidir. Hipotezimiz; birincil endodontik tedavi ve retreatment arasındaki iyileşmenin değerlendirilmesi sonucu başarı oranlarının benzer olduğu yönündedir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından 20- KAEK-248 proje numarasıyla onaylanmıştır. (Ek-1)

Bu çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi arşivlerinden belgelenen hastaların kayıtlı panoramik radyografilerinin kullanıldığı tek merkezli retrospektif bir çalışmadır. Veriler toplanmadan önce örneklem büyüklüğünü tahmin etmek için G \* Power 3.1.9.2 (Franz Faul, Christian- Albrechts-Universität, Kiel, Almanya) ile güç analizi yapıldı. Örneklem büyüklüğü; % 80 güven aralığında, 0.05 anlamlılık seviyesinde ve etki büyüklüğü 0.60 olarak hesaplandığında en az 72 diş olarak belirlendi.

Çalışmamıza Mart 2013–Şubat 2020 tarihleri arasında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı' nda tedavi görmüş 10028 hasta arasından dahil etme kriterlerine uygun 76 hasta, 83 tane alt çene diş seçilmiş ve dişler 2 gruba ayrılmıştır. Çalışmamızın dahil edilme kriterleri şu şekildedir :

1. 18-63 yaş aralığında sistemik olarak sağlıklı hastalar
2. Apikal periodontitis tanısı konulmuş 5 mm ve üzeri çapta kök ucunda lokal lezyon alanları bulunan ilk kez ya da 2. Kez kanal tedavisi uygulanmış ve 24 aylık takibi panoramik röntgenler ile yapılmış hastalar,
3. Kök içinde kırık alet bulunmayan, perforasyon olmayan, apikalden 2 mm sınırları içerisinde dolumu tamamlanmış, eksik ya da taşkın dolum, iç ya da dış kök rezorbsiyonu olmayan hastalar,



4. Gönüllü onam formunu okuyarak kayıtlı röntgenlerinin çalışmada kullanılmasına onay vermiş hastalar,

Dahil etmeme kriterleri şu şekildedir :

1. 18 yaşından küçük 63 yaşından büyük hastalar,
2. Apikal bölgede 5 mm den küçük lezyon alanları olan takipleri yapılmamış hastalar
3. Sistemik hastalığı olan hastalar,
4. Kanal dolumu sırasında kök içinde alet kırığı, perforasyon, iç ya da dış kök rezorbsiyonu olan hastalar,
5. Kanal dolumu yetersiz ya da taşkın yapılmış hastalar,
6. Panoramik röntgen kayıtlarının kullanılmasına izin vermeyen hastalar.

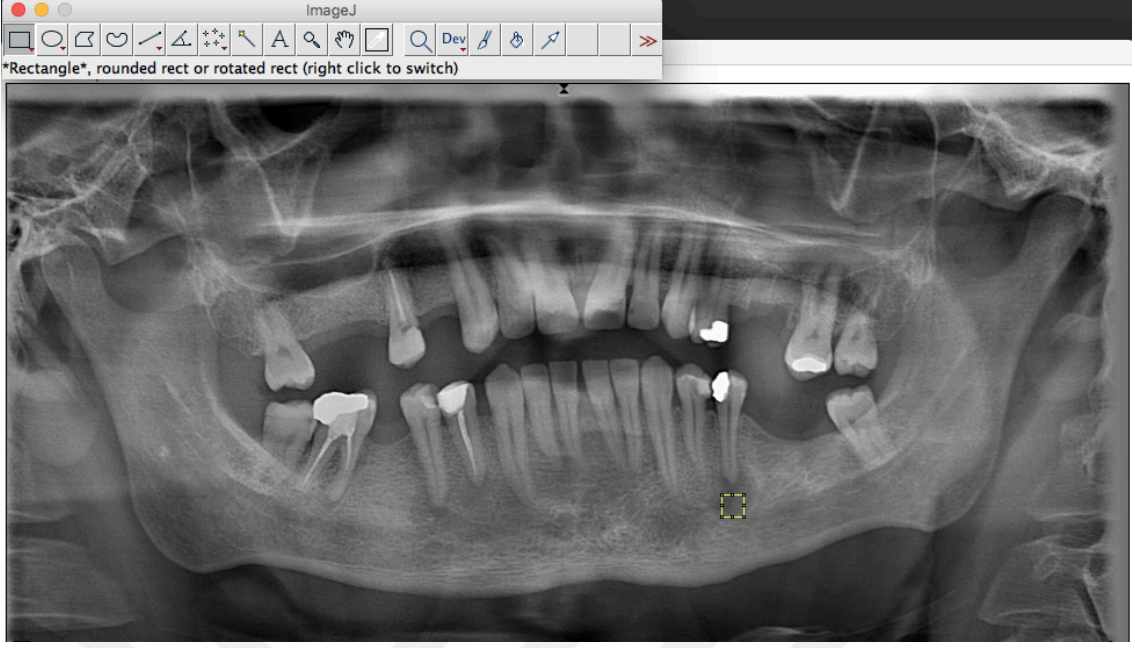
### **3.1. DİŞ GRUPLARININ OLUŞTURULMASI**

Klinikte tedavileri tamamlanmış panoramik takip röntgenleri alınmış hastalar belirlendi. Tüm panoramik radyografiler bir Morita Veraviewepocs 2D (Kyoto, Japonya) kullanılarak 70 kVp ve 10 mA'da 9 saniye süreyle çekildi. Hastalar konumlandırılırken üreticinin tavsiyelerine uyuldu. Bunlardan anatomik oluşum süperpozisyonu bulunduran, görüntü kalitesi uygun olmayan, magnifikasyon ve distorsiyon oranı fazla olan panoramik röntgenler çıkarıldıktan sonra retreatment grubundan 35 hasta 41 diş, ilk endodontik tedavi grubundan 41 hasta 42 diş değerlendirilmek üzere kaydedildi.

İlk tedavi grubunda 25 kadın, 16 erkek hasta; retreatment grubunda 20 kadın, 15 erkek hasta olduğu belirlendi.

ImageJ 1.3 (ImageJ; US National Institutes of Health, Bethesda, MD) programına panoramik röntgenler aktarıldı. Panoramik röntgende, gerçek uzunluğu bilinen bir referansın ImageJ de ölçümü yapıldı. Bu ölçümler panoramik röntgenlerde anterior, premolar ve molar bölgede tekrarlanarak üç bölge için ayrı magnifikasyon miktarları belirlendi. Elde edilen katsayı ile kalibrasyon sağlanarak lezyonun en uzak iki noktası arasındaki mesafe hesaplandı. 5 mm ve üzeri çaptaki lezyon alanlarına sahip dişler seçilerek kaydedildi. Çok köklü dişlerde lezyon boyutu daha büyük olan diş kökleri çalışmaya dahil edildi. Lezyon boyutları belirlenirken; aynı büyütme, yüksek çözünürlüklü panoramik röntgenler kullanıldı.

Görüntüleri fraktal analizi yöntemi ile analiz etmek için ImageJ programında görüntü kayıtları teker teker oluşturuldu.



**Şekil 3.1:** Radyografi üzerinden ROI alanı seçimi

Fraktal analizi White & Rudolph ( 1999 ) tarafından geliştirilen yöntem ile gerçekleştirildi. İşlem basamakları şu şekildedir:

- a. Panoramik radyografi ImageJ programına aktarıldı. Çalışmak istenilen ilgili bölge seçimi (ROI) 60X60 kare piksel boyutunda seçildi. Seçilen ROI kesilerek JPEG formatında kaydedilip duplike edildi. Seçilen ROI alanlarının diş kökü ve mandibular kanal gibi anatomik oluşum içermemesine dikkat edildi.
- b. Kemik üzerindeki yumuşak doku ve farklı kemik kalınlıklarından kaynaklı yüksek ve orta parlaklıktaki alanları bulanıklaştırmak için 'Gaussian Blur' sigma 35 piksel filtresi uygulandı.
- c. 'Substract' uygulaması ile bulanık görüntü asıl görüntüden çıkarıldı.
- d. 'Add ' uygulaması ile her piksel için 128 gri tonu eklenerek ortalaması 128 olan

görüntü elde edildi.

e. Ardından 'Threshold' seçeneği ile görüntü iki renkli siyah ve beyaz olacak şekilde bir görüntüye dönüştürüldü. Böylece kemik iliği ve trabeküler yapı ayırt edilebilir hale geldi.

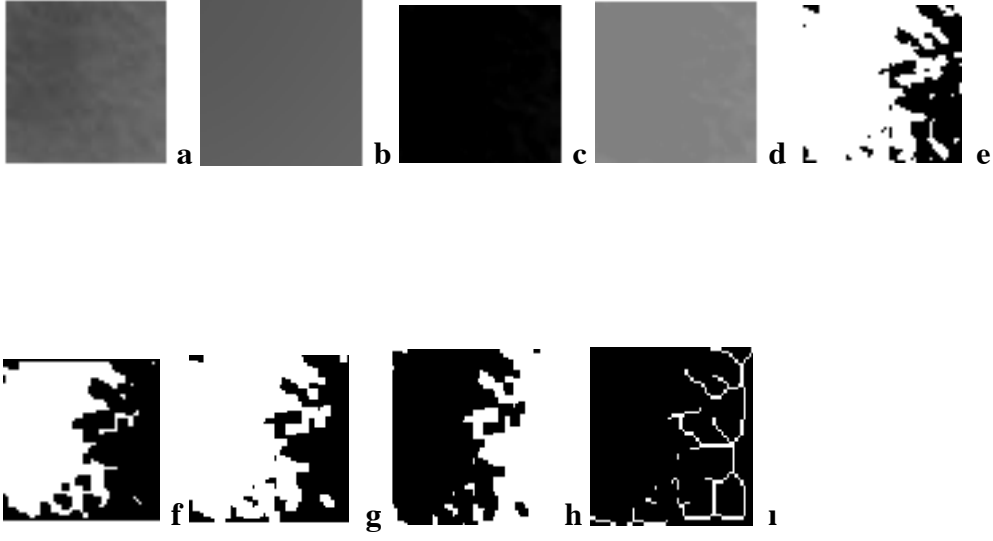
f. Görüntüdeki parazit alanları 'Erode' seçeneği ile azaltıldı.

g. Bulunan alanlar 'Dilate' seçeneği ile genişletildi.

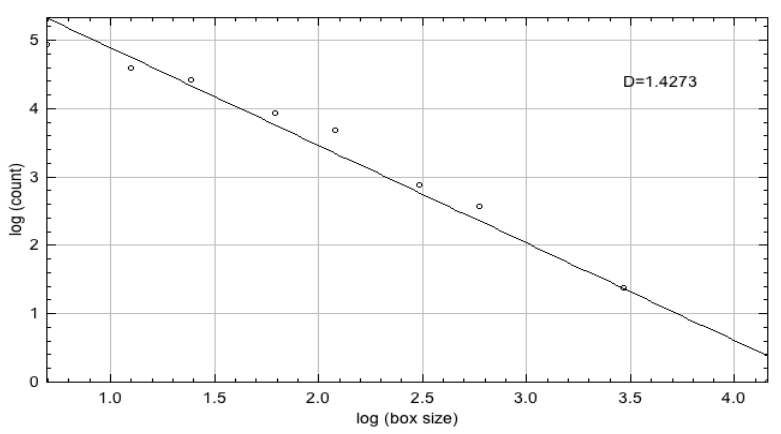
h. Daha sonra kullanılan 'İnvert' seçeneği ile beyaz alanlar siyaha siyah alanlar beyaza çevrildi. Trabeküler kemiğin ana hatları ortaya çıkarıldı.

ı. 'Skeletonization' seçeneği ile trabeküler kemiğin iskelet hatları ortaya çıkarıldı.

FB kutu sayma metoduna göre 2, 3, 4, 6, 12, 16, 32, ve 64 piksel karelere bölünerek eğrinin doğrusal regresyonunun negatif eğimi olarak hesaplandı. Elde edilen eğim seçilen alanın fraktal boyutunu ifade etmektedir.



Şekil 3.2: Fraktal analiz yöntemi kutu sayma metodu aşamaları



Şekil 3.3 : Eğrinin doğrusal regresyonunun negatif eğimi ile fraktal boyutunun belirlenmesi

### 3.2. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışma gruplarının genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı analizler yapılmıştır. Nicel değerlere ait veriler Ortalama  $\pm$  Standart Sapma; nitel değerlere ait veriler ise n (%) şeklinde verilmiştir. Nicel değerlere ilişkin gruplar arası farklar parametrik özellikler gözetilerek Bağımsız Örneklem T Testi veya Mann Whitney U Testi ile incelenmiştir. Nitel değerlere ilişkin gruplar arası farklar ise Ki\_Kare testi ile değerlendirilmiştir. p değerleri 0.05'den küçük hesaplandığında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Hesaplamalarda hazır istatistik yazılımı kullanılmıştır (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY).

#### 4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen hastaların cinsiyet ve uygulanan tedavi seçenekleri şekil 4.1 de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Hastaların cinsiyet ve uygulanan tedavi protokollerine göre dağılımı

Çalışmaya dahil edilen diş grupları ve cinsiyet kategorileri tedavi seçenekleri ile tablo 4.1 de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Kategoriye göre grupların yüzdesel dağılımı

Parametre	Alt Kategoriler	Birincil Endodontik Tedavi	Retreatment
Cinsiyet	Kadın	25 (60,9)	20 (57,1)
	Erkek	16 (39,1)	15(42,9)
Diş Grupları	Alt Çene Anterior	4 (9,5)	4 (9,7)
	Alt Çene Kanin	3 (7,1)	0 (0)
	Alt Çene Premolar	10 (23,8)	10 (24,3)
	Alt Çene Molar	25 (59,5)	27 (65,8)

#### 4.1. ORTALAMA FRAKTAL BOYUTU DEĞERLERİNİN ZAMANA BAĞLI DAĞILIMI

Her iki grupta da tedavi öncesi fraktal boyutları 24 aylık takip röntgenlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olmaksızın daha düşüktür ( $p > 0.05$ ) (Tablo 4.2 ).

Tablo 4.2. Fractal Boyut Değerlerinin, Tedavi Gruplarının Öncesi ve Sonrasına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (n=83)

	Tedavi		P1
	Birincil Endodontik Tedavi (N=42)	Retreatment (N=41)	
Tedavi Öncesi	1,48±0,11	1,45±0,16	0,334
Tedavi Sonrası	1,52±0,12	1,50±0,15	0,595
P2	0,101	0,073	

p değeri 0,05 düzeyinde anlamlı kabul edilir.

#### 4.2. FRAKTAL BOYUT FARK DEĞERLERİNİN CİNSİYETE GÖRE DAĞILIMI

Gruplar arası ve grup içi karşılaştırmalarda birinci endodontik tedavi ve retreatment sonrasında cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p>0.05$ ). Bununla beraber fraktal boyutları birinci endodontik tedavi ve retreatment tedavisi grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmaksızın erkeklerde daha yüksektir (Tablo 4.3 ).



Tablo 4.3. Fractal Boyut Fark Değerlerinin, Tedavi Gruplarının Cinsiyete Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (n=83)

	Tedavi				p2	p3
	Birincil Endodontik Tedavi		Retreatment			
	Kadın (n=26)	Erkek (n=16)	Kadın (n=22)	Erkek (n=19)		
Fractal Boyut	0,11±0,08	0,15±0,15	0,16±0,10	0,17±0,14	0,114	0,730
p1	0,310		0,770			

(p2:Kadınlar için; p3:Erkekler için), p değeri 0,05 düzeyinde anlamlı kabul edilir.

### 4.3. FRAKTAL BOYUT FARKLARININ TEDAVİ GRUPLARINA GÖRE DAĞILIMI

Fraktal boyut farkları arasında zamana bağlı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fraktal boyut farkı retreatment grubunda daha yüksek bulunmuştur; ancak iyileşme açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0.05$ ) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Fraktal Boyut Fark Değerlerinin, Tedavi Gruplarına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (n = 83 )

	Tedavi		P
	Birincil Endodontik Tedavi (N=42)	Retreatment (N=41)	
Fractal Boyut Fark	0,13±0,11	0,16±0,12	0,188

p değeri 0,05 düzeyinde anlamlı kabul edilir.

#### 4.4. PAI SKORLAMA DEĞERLERİNİN TEDAVİ GRUPLARININ ÖNCESİ VE SONRASINA GÖRE DAĞILIMI

PAI değerlendirmeleri her iki grupta da zamana bağlı düşüşler açısından istatistiksel olarak anlamlı bulunamamış ( $p>0.05$ ), ancak grup içi karşılaştırmalarda birinci endodontik tedavi ve retreatment grubunda tedavi öncesi ve sonrası PAI skorlarında istatistiksel olarak anlamlı düşüşler izlenmiştir ( $p < 0.001$ ). Hem birincil endodontik tedavi hem de retreatment grubunda tedavi sonrası iyileşmeler açısından istatistiksel olarak fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.5, 4.6).

Tablo 4.5. Periapikal İndeks Skorlama Değerlerinin, Tedavi Gruplarının Öncesi ve Sonrasına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (n=83)

Pai Skoru	Tedavi		p
	Birincil Endodontik Tedavi (N=42)	Retreatment (N=41)	
Tedavi Öncesi	4	7(41,2)	0,549
	5	35(53,0)	
	1	30(54,5)	0,559
	2	4(40,0)	
Tedavi Sonrası	3	2(28,6)	
	4	2(40,0)	
	5	4(66,7)	
		25(45,5)	
		6(60,0)	
		5(71,4)	
		3(60,0)	
		2(33,3)	

Tablo 4.6. Periapikal İndeks Skorlama Değerlerinin, Tedavi Gruplarının Öncesi ve Sonrasına Göre Dağılımının Ortalama ve Standart Sapma Değerleri (n=83)

	Tedavi	
	Tedavi 1 (n=42)	Tedavi 2 (n=41)
Pai (Tedavi Öncesi)	4,83±0,38	4,76±0,43
Pai (Tedavi Sonrası)	1,71±1,33	1,80±1,21
p	<b>&lt;0,001*</b>	<b>&lt;0,001*</b>

## 5. TARTIŞMA

Apikal periodontitis, bakterilerin sebep olduğu, kök kanal sisteminin ve periyodonsiyumun akut ya da kronik bir enfeksiyonudur (Figdor, 2002).

Kök kanal tedavisinin en önemli hedefi; apikal periododontitisi engellemek ya da patojenleri elimine ederek var olan hastalığı iyileştirmektir (Ørstavik, 2019). Mikroorganizmaların kök kanalından uzaklaştırılması, kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesi ile antibakteriyel irrigasyon solüsyonları ve dezenfeksiyon tekniklerinin kullanılması esasına dayanmaktadır. Sadece mekanik şekillendirme patojenlerin eliminasyonunda yetersiz olduğundan kök kanal sisteminde aktive edilmiş irrigasyon solüsyonları da kullanılır (Gulabivala, Patel, Evans, & Ng, 2005; P. Nair, Henry, Cano, & Vera, 2005). Kök kanallarının apikal periodontitis varlığında daha büyük boyutlarda hazırlanması gerektiği ve kullanılan irrigasyon solüsyonları konsantrasyonlarının daha yüksek olması gerektiği önerilmiştir (Card, Sigurdsson, Ørstavik, & Trope, 2002; Parris, Wilcox, & Walton, 1994; Rollison et al., 2002). Ancak; yapılan çalışmalar daha büyük numaralı eğeler ile preparasyonun bitirilmesi ve daha yüksek konsantrasyonlu irrigasyon solüsyonu kullanımının dentini zayıflattığını ve dişin sağ kalım oranları üzerinde olumsuz etkileri olduğunu ortaya çıkarmıştır (J. O. Andreasen, Farik, & Munksgaard, 2002; Grigoratos, Knowles, Ng, & Gulabivala, 2000; Sim, Knowles, Ng, Shelton, & Gulabivala, 2001).

Apikal periodontitisli dişlerde yapılan ilk kanal tedavisi ya da retreatment başarı oranları, klinik belirti, bulgu ve radyografik değerlendirmelerin analizine dayanmaktadır (Jolley, Majumdar, & Kapila, 2006). İlk kez yapılan kanal tedavisi için % 97'ye varan başarı oranları bildirilmiş olsa da tedaviden sonra, patojenik floranın yeterli düzeyde

uzaklaştırılmaması sebebiyle başarısızlık meydana gelebilir (Ng, Mann, & Gulabivala, 2010) . İnatçı apikal periodontitis veya daha önce tedavi edilmiş bir dişte tedavi sonrası iyileşme gözlenmezse, dişi korumak için retreatment ve periapikal cerrahi olmak üzere iki tedavi alternatifi mevcuttur (Friedman, 2002). Birincil kök kanal tedavisinin başarısız olduğu durumlarda cerrahi olmayan kanal tedavisi tekrarı ilk seçenektir (Torabinejad, Corr, Handysides, & Shabahang, 2009).

Yapılan bir sistematik derlemede, kök kanal tedavisi sonrası sağ kalım oranları ve 2007'ye kadar yayınlanan literatüre dayalı prognostik faktörler değerlendirilmiştir; bu derlemeye göre kanal tedavisinden 2-10 yıl sonra dişlerde sağ kalım oranının % 86 ile % 93 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ng et al., 2010). Apikal periodontitis olmayan vakalardaki başarı oranlarının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Fleming, Litaker, Alley, & Eleazer, 2010; Ng, Mann, & Gulabivala, 2011; Ricucci et al., 2011).

Endodontik vakalarda, kök ve periapikal bölgenin sağlığını değerlendirmek için ağız içi radyografileri gereklidir (Pendlebury, Horner, & Eaton, 2004). Tedavi öncesinde alınan radyografi, hekimin çalışma boyunu tahmin etmesine ve kök kanal sisteminin eğimini öngörmesine olanak tanırken, tedavi sonrasında alınan radyografi ilerleyen dönemlerde periapikal lezyon varlığındaki iyileşmeyi değerlendirmek için yol göstericidir (Hansrani, 2015). Endodontik tedavi sonrası yapılan takip seanslarında klinik ve radyografik olarak herhangi bir semptom ve radyolüsent alan yoksa, diş ve çevre dokular yapılan tedavi sonrası iyileşmiş olarak kabul edilir. Takip süresinde radyografik olarak radyolüsent alan değişmeden kaldıysa, daha da büyüdüyse ya da yeni radyolüsent alanlar eklendiyse klinik olarak semptom olmasa bile bu durumlar ilgili bölgede bir hastalığın işareti olarak kabul edilir (Murphy, Kaugars, Collett, & Dodds, 1991).

Fraktal geometri, karmaşık ve kendine benzeyen objeleri karakterize etmek için sayılabilir bir araç sunar ve uygulanabilirliği de bundan kaynaklanır. Fraktal boyut (FB) kavramı, karmaşıklığı ölçen nicel bir parametre olup tipik olarak kesirli sayılarla ifade edilir (Sánchez & Uzcátegui, 2011). Fraktal analizi yöntemi; tıbbi radyolojide osteoporoz sebeb olan hastalıklar ve meme kanseri tanısında (Lee, Dacre, & James, 1997; Sankar & Thomas, 2010), dental radyolojide ise; apikal periodontitis, kemik cerrahisi, periodontal hastalıklar ve sistemik hastalıkların çene kemiklerindeki bulgularının teşhisinde kullanılmaktadır (Bollen, Taguchi, Hujoel, & Hollender, 2001; S.-K. Chen et al., 2005; Ergün, Saracoglu, Güneri, & Özpınar, 2009; Heo et al., 2002; Updike & Nowzari, 2008; Y.-Y. Yu et al., 2009).

Bu çalışmada apikal periodontitis tanısı konulmuş 5 mm ve üzeri lezyon çapına sahip mandibular dişlerin birincil endodontik tedavisi ve retreatment sonucu 24 aylık takip sonrası lezyon iyileşmesi fraktal analizi ile değerlendirilmiştir. Bildiğimiz kadarıyla literatürde 5 mm ve üzeri büyüklüğünde lezyon çapına sahip dişlerin ilk ve ikinci kök kanal tedavisi karşılaştırması fraktal analizi ile daha önce değerlendirilmemiştir.

Yapılan çalışmalarda kemik yapım ve yıkımını olumsuz etkileyen osteogenez, böbrek yetmezliği, diabetes mellitus, orak hücre anemisi gibi sistemik hastalığı olan hastalarla sağlıklı gruplar karşılaştırılmış ve diabetes mellitus dışında FB değerlerinde fark olduğu gözlenmiştir (Apolinário et al., 2016; Demirbaş et al., 2008; M. A. Fernandes et al., 2016; Gumussoy, Miloglu, Cankaya, & Bayrakdar, 2016; Kurşun-Çakmak & Bayrak, 2018). Klemetti ve ark. (Klemetti, Kolmakov, & Kröger, 1994) ile Bras ve ark. larının (Bras, Van Ooij, Abraham-Inpijn, Kusen, & Wilmink, 1982) yaptıkları bir çalışmada postmenapozal kadınlarda ve kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda, panoramik radyografilerde ölçülen mandibular korteks kalınlığının sağlıklı bireylere göre

daha az olduğu bildirilmiştir (Gumussoy et al., 2016). Bununla beraber bazı yazarlar osteoporozu olan ve olmayan postmenapozal dönemdeki kadınlar arasında CBCT de mandibular korteksin FB değerlerinde anlamlı bir fark bulamamışlardır (Gaalaas, Henn, Gaillard, Ahmad, & Islam, 2014; Mostafa, Arnout, & Abo el-Fotouh, 2016). Bollen ve ark. ise yaptıkları bir çalışmada daha ince ve aşınmış mandibular korteksi olan ve osteoporotik kırık öyküsü olan hastaların panoramik radyografilerinde FB değerlerini daha yüksek bulmuşlardır (Bollen et al., 2001). White ve Rudolph yaptıkları bir çalışmada osteoporozl hastaların çenelerinin trabeküler yapılarında değişiklik olduğunu, terminal trabekül sayısının sağlıklı bireylere göre azaldığını bildirmişlerdir (White & Rudolph, 1999; F. Yasar & Akgunlu, 2005). Yapılan bir başka çalışmada lezyon değerlendirmesinde fraktal boyuttaki artış, kontrol grubunda DM grubundakine göre anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır. DM grubundaki iyileşmenin kontrol grubuna göre daha yavaş olduğu sonucuna varılmıştır (Uğur Aydın, Ocak, Bayrak, Gller Bulut, & Orhan). İleriye dönük yapılan bir başka çalışmaya göre lezyon çapları 2 mm olan dişlerde PAI kullanılarak iyileşme değerlendirilmiş ve mevcut sonuçlarla uyumlu olarak DM hastalarının sağlıklı kontrollere göre daha az periapikal iyileşmeye sahip olduğu bildirilmiştir (Arya et al., 2017).

Yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere FB farklılıkları farklı sistemik hastalıklardan etkilenmektedir. Bu yüzden, çalışmamızda sistemik hastalıklardan kaynaklı olabilecek FB farklarını ortadan kaldıracak için sistemik hastalığı olmayan bireyleri gruplara dahil etmeyi tercih ettik.

Kanal tedavisi sonrası periradiküler dokuların onarımı, kemik, periodontal ligament ve sementi içeren karmaşık bir süreçtir (Huomonen & rstavik, 2002). Yapılan bir prospektif çalışmada; 2 yıl içinde kök ucu lezyonları tamamen iyileşmiş, yalnızca

çalışmalara dahil edilen dişlerin %3-5 lik kısmı 3 ya da daha fazla yıla ihtiyaç duymuştur (Anders Byström et al., 1987). 4 yıllık takip Strindberg (L. Strindberg, 1965) tarafından tam iyileşmenin belirlenmesi için bir standart bir süre olarak önerilmişken, Ørstavik tamamen iyileşmiş lezyonların % 88'inden fazlasının 1 yıldan sonra ilk iyileşme belirtileri gösterdiğini bildirmiştir (Ørstavik, 1996). Bu nedenle; biz de çalışmaya 2 yıllık takip süresine sahip hastaları dahil ettik.

Trabeküler kemiğin kortikal kemiğe göre 8 kat daha yüksek metabolik aktiviteye sahip olduğuna ve uyaranlara oldukça duyarlı olduğuna inanılmaktadır (Lang, Steiger, Faulkner, Glüer, & Genant, 1991). Maksilla ve mandibular kemiklerin özellikle anterior bölgeleri trabeküler kemik açısından oldukça zengindir (Amer, Heo, Brooks, & Benavides, 2012). Üst ene bölgesinde maksillar sinüs, palatinal kanal, sert damak, zigomatik ark gibi anatomik yapılardan kaynaklanan distorsiyon ve superpozisyonların önüne geçebilmek için yalnızca mandibular molar, premolar ve anterior dişler bu çalışmaya dahil edilmiştir. Anterior bölgeye doğru geldikçe panoramik röntgenlerde distorsiyon oranı artmaktadır, ancak kullandığımız panoramik röntgenler yüksek çözünürlükte olduğu için görüntü kalitesi oldukça iyidir. Görüntü kalitesi kötü olan, alt anterior bölgede distorsiyon oranı fazla olan röntgenler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Periapikal lezyonların boyutu arttıkça radiküler kistlerin oranının arttığına dair klinik kanıtlar vardır (M. Fernandes & de Ataide, 2010). Periapikal lezyonlar içinde kist görölme sıklığı % 6 ile 55 arasında değişmektedir. Bununla birlikte, bazı büyük lezyonlar granülom olabilir veya kök kanal sistemiyle doğrudan ilişkili olabilir. Cerrahi olmayan kök kanal tedavisi ile iyileşebilir (P. R. Nair, Pajarola, & Schroeder, 1996). Kök kanallarının enfekte olduğu nekrotik dişlerde cerrahi olmadan kanal tedavisi her zaman ilk seçenek olmalıdır (Leonardo & Leal, 1998). Hoskinson ve ark. yaptıkları bir



çalışmada lezyon çapındaki her 1 mm'lik artışın başarı şansında yaklaşık % 18'lik bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir (Hoskinson, Ng, Hoskinson, Moles, & Gulabivala, 2002). Endodontik enfeksiyonlardan kaynaklanan periapikal lezyonların çapları genel olarak 5-8 mm arasında değişmektedir (Murphy et al., 1991; U Sjögren et al., 1997). Yapılan çalışmalarda 5 mm den büyük lezyon çapına sahip olan dişlerde 5 mm den küçük lezyon çapına sahip olan dişlere göre %4-21 arasında başarı oranlarında azalma olduğu bildirilmiştir (Ericson, Finne, & Persson, 1974; Gorni & Gagliani, 2004; Grung, Molven, & Halse, 1990; Hirsch, Ahlström, Henrikson, Heyden, & Peterson, 1979; O Molven, Halse, & Grung, 1991). Çalışmamızda standardizasyonu sağlamak adına 5 mm ve üzeri lezyon çapına sahip dişlerde cerrahi işlem olmadan birincil kök kanal tedavisi ve retreatment arasındaki iyileşmeyi değerlendirdik.

Kök kanal tedavisinin başarısında kök kanal dolumu kalitesinin ve sonrasında yapılan uygun koronal restorasyonun etkisi yüksektir (Gillen et al., 2011; Marotta et al., 2012). Bu nedenle çalışmamıza radyografik olarak uygun kök kanal tedavisi ve koronal restorasyonu tamamlanmış dişleri dahil ettik.

Literatürde panoramik, periapikal, bite-wing, sefalometrik radyografiler ve CBCT ile ilgili çalışmaların yanı sıra, mikro-BT, ultrason ve siyalografi gibi görüntüleme yöntemleri kullanılarak yapılan fraktal analizi çalışmaları bulunmaktadır. Fraktal analizi yapılmış çoğu çalışmada klinikte kullanım sıklığı ve uygulama kolaylığı nedeniyle daha çok periapikal ve panoramik röntgenler tercih edilmiştir. Panoramik röntgenlerde trabeküler, kortikal mandibular kemik alanları ve mandibular kondil fraktal analizi ile değerlendirilirken, periapikal radyografilerde alveoler kemik tepesi, trabeküler kemik ve periapikal alanlar fraktal analizi ile değerlendirilmiştir. Üç boyutlu ve yüksek çözünürlüklü görüntülerin temel avantajı, kemik kalitesinin doğru bir şekilde

değerlendirilebilmesidir. Düşük doz radyasyon, distorsiyon oranının oldukça az olması ve gerçek boyutta elde edilen görüntü ihtimali düşünüldüğünde, sefalometrik radyografiler panoramik radyografilere göre oldukça avantajlıdır, ancak bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır (Otis, Hong, & Tuncay, 2004). Literatürde intraoral radyografiler; panoramik radyografilere göre daha yüksek çözünürlüğe sahip oldukları, daha kesin ve doğru sonuçlar verdikleri belirtildiğinden FB değerlerini ölçmek için kullanılmıştır. Ancak trabeküler paterni göstermeye yeterli oldukları için panoramik radyografiler de tercih edilmiştir (Gulec, Tassoker, Ozcan, & Orhan, 2020). Periapikal, panoramik, bite-wing ve sefalometrik radyografilerde; distorsiyon, bulanıklaşma gibi standardizasyonu etkileyen birtakım durumlar oluşabilirken, cbct ve mikro-bt de çok daha az distorsiyon meydana gelmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda panoramik ve periapikal röntgenlerden elde edilen FB değerleri görüntülerin ışınlama süresi, voksel boyutu ve çözünürlüklerinden etkilenmektedir. Ancak bu durum panoramik ve periapikal görüntüleme tekniklerinin kullanımına engel değildir (Baksi & Fidler, 2011; Fusun Yasar, Apaydın, & Yılmaz, 2012). Fraktal analizinin önemli bir avantajı projeksiyon açılarındaki küçük değişikliklerden fraktal boyut değerlerinin etkilenmemesi olarak bildirilmiştir (Huang, Chen, Chang, Jeng, & Chen, 2013; Y.-Y. Yu et al., 2009). Yapılan bazı çalışmalarda, kVp, mAs ve X-ışını açılanması gibi radyografik ayarların FB üzerinde minimum etkiye sahip olabileceği bildirilmiştir (Jolley et al., 2006; White & Rudolph, 1999). Bazı çalışmalara göre ise klinik standartlarda elde edilen röntgenlerde radyasyon, tüp açılanması, kontrast gibi faktörlerin FB değerlerini etkilemediği bildirilmiştir (Hayek, Aoun, Bassit, & Nasseh, 2020).

Klinik prokolümüzde büyük lezyonlu dişlere sahip hastalar belli aralıklarla rutin olarak kontrole çağırılmaktadır. Panoramik röntgenler hastalardan rutin olarak alınmakta, standardizasyonu ve pozisyonu sağlamak periapikal röntgenlere göre daha kolay olabilmektedir. Periapikal röntgenleri farklı kişilerin çekmesine bağlı olarak standardizasyonu sağlamak zordur. Periapikal röntgenlerde kullanılan fosfor plaklarda oluşan deformasyonların ve çiziklerin görüntü kalitesini etkileme ihtimallerinden dolayı ve ayrıca hastaların gereksiz radyasyona maruz kalmalarını engellemek için çalışmamızda panoramik röntgenler üzerinden fraktal analizi yapmayı tercih ettik.

Trabeküler kemik yapısının değerlendirilmesi, tıpta ve diş hekimliğinde çeşitli alanları kapsayan birçok farklı ve önemli uygulamalara sahiptir. (Jolley et al., 2006). Fraktal analizi radyografik görüntülerde trabeküler kemiğe uygulandığında, trabeküler kemik mikro yapısının bir yansıması olarak düşünülebileceği bildirilmiştir (Benhamou et al., 1994; Pothuaud et al., 2000). Fraktal analizi, periapikal doku iyileşmesini takiben süngerimsi kemik yapılarında ve çeşitli sistemik hastalıklarda trabeküler yapılardaki değişiklikleri değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Bayrak et al., 2020; Demiralp et al., 2019; Göller Bulut, Bayrak, Uyeturk, & Ankarali, 2018; Kurşun-Çakmak & Bayrak, 2018; Magat & Sener, 2019). Oral radyografiler, diğer bölgelerden alınan radyografilere göre daha sık olarak alınır ve kemik kalitesi kaybının erken dönemlerde fark edilmesine olanak tanır (Sánchez & Uzcátegui, 2011). Bir hastalıktan ve sonrasında meydana gelen kemik yapısındaki değişimleri objektif olarak ölçen FA gibi yöntemler, klinik ve bilimsel araştırmalar için önemli ve vazgeçilmezdir (Kato et al., 2020). Bu nedenle biz de çalışmamızda büyük lezyon çaplarına sahip hastalardan rutin olarak alınan radyografiler üzerinden değerlendirmeye başlayarak tedavi öncesi ve sonrası; nicel, güvenilir, ekonomik olması, kolay uygulanabilmesi, projeksiyon

geometrisi ve radyodensitesi gibi değişkenlerden etkilenmemesi, trabeküler kemik paterni hakkında objektif olması, literatürde yaygın kullanım tercihi nedeniyle bilimsel anlamda daha fazla katkı sağlamak adına kök ucu lezyon iyileşmesini takip etmek için fraktal analizi yöntemi kutu sayma metodunu kullandık.

ROI'lerin boyut olarak farklı olması, FB değerlerindeki farklılıkların gözlemlenmesine yol açar. Yapılan bir çalışmaya göre herhangi bir anatomik yapı yada diş dokusu içermeyen ROI nin FB değeri ile , diş dokusu ya da anatomik yapı içeren diğer iki ROI 'nin FB değeri karşılaştırılmış ve diş dokusu içeren FB değerleri anlamlı ölçüde diğerinden farklı bulunmuş, sonuç olarak dental yapıların ROI sınırlarına dahil edilmemesi gerektiği bildirilmiştir (M. Shrouf, Hildebolt, & Potter, 1997). ROI'lerden kaynaklı olabilecek fraktal boyut farklılıklarının önüne geçebilmek ve standardizasyonu sağlamak için aynı büyütmeye sahip ve aynı koşullarda eşit süre ile çekilmiş panoramik röntgenler üzerinde aynı boyutta ve aynı lokasyondan ROI seçimi ile fraktal analizi çalışmamızı gerçekleştirdik. Seçtiğimiz ROI alanları herhangi bir diş dokusu ya da anatomik yapı içermemektedir. ROI alanları alveoler kemik içindeki geçici değişikliklerin FB üzerindeki etkilerini önlemek ve standardizasyonu sağlamak için mümkün olduğu kadar diş köklerinin apikal alanlarından seçilmiştir.

Marquis ve ark. yaptıkları bir çalışmada endodontik tedavi başarısının kadınlarda erkeklere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Marquis, Dao, Farzaneh, Abitbol, & Friedman, 2006). Yapılan bir sistematik derlemede cinsiyet ve yaşın birinci ve ikinci kök kanal tedavisi sonucu periapikal bölgedeki lezyon iyileşmesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (Huang et al., 2013). Tip 2 DM ve sağlıklı bireylerdeki lezyon iyileşmesi değerlendirmesi yapan bir başka çalışmada grup içi ve gruplar arası kadın ve erkekler arasında iyileşme açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (Uğur

Aydın et al.). Gümüşsoy ve ark. larının yaptıkları bir çalışmada kronik böbrek yetmezliği olan ve sağlıklı hastalar karşılaştırılmış, cinsiyet ve FB değerleri arasında bir korelasyon bulunmamıştır (Gumussoy et al., 2016). Cinsiyetin FB zerindeki etkisini inceleyen diğer araştırmalarda genel olarak FB değerlerinin kadınlarda erkeklere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Gulec et al., 2020). Erkeklerde belirlenen daha yüksek FB değerleri, daha karmaşık trabeküler yapılarla ilişkilendirilmiş olup, trabeküler yapının kadınlarda daha gözenekli olduğu ve daha az trabekül içerdiği sonucuna varılmıştır (Podsiadlo, Dahl, Englund, Lohmander, & Stachowiak, 2008). Çalışmamızda ilk tedavi ve retreatment grupları arasında cinsiyete bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki tedavi grubunda da tedavi öncesi ve sonrası fraktal boyut farkları istatistiksel olarak anlamlı olmasada erkek bireylerde daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuç literatürde yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu ile uyumlu bulunmuştur. Erkek bireylerde fraktal boyut farkının fazla çıkması iyileşmenin erkeklerde daha iyi olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Chen ve ark. (S.-K. Chen et al., 2005), başarılı bir kök kanal tedavisinden 1 yıl sonra alınan ağız içi radyografilerde periapikal alandan llen FB değerlerinde artış bildirirken, Yu ve ark. (Y.-Y. Yu et al., 2009), klinik olarak başarılı endodontik tedavilerden sonra, reaktif kemik bölgelerinde FB'de bir azalma gözlemledi. Yapılan çalışmalara göre FB değerleri ne kadar yüksek olursa yapı o kadar karmaşık ve trabeküller arasındaki boşlukların az olduğu anlamına gelirken, FB değerinin düşük olması yapının basit ve kemik trabeküllerinin boşluklu olduğu anlamı taşımaktadır (Arşan et al., 2017). Yapılan bir çalışmaya göre FB değerleri kök ucu çevresinde kök kanal tedavisi sonrası önemli ölçüde artmış, sonunda tamamen iyileşmiş olgularda kök kanal tedavisinden 1 yıl sonra apikal lezyonun hemen üzerindeki komşu bölgede önemli bir azalma tespit

edilmiştir (Huang et al., 2013). Aydın ve ark. larının yaptığı çalışmaya göre; DM grubu ve kontrol grubu arasında bir yıllık takip sonucu kök kanal tedavisi sonrasında öncekine göre FB değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir(Uğur Aydın et al.). Çalışmamızın bulgularına göre grup içi karşılaştırmalarda her iki tedavi grubunda da tedavi öncesi ve 24 aylık takip sonrası FB değerleri istatistiksel olarak anlamlı olmasada kök kanal tedavisi sonrası sayısal olarak daha yüksek çıkmıştır. Gruplar arası karşılaştırmaya göre 5mm ve üzeri lezyon çapına sahip dişlerde ilk endodontik tedavi ve retreatment tedavisinin FB ortalama değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmalar arasındaki farklar kullanılan röntgen türü, lezyon boyutu, takip süresi farklılıklarından kaynaklanıyor olabilir.

Uğur Aydın ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada; apikal cerrahi yapılmış guta perka ve MTA ile tedavi edilen diş gruplarını karşılaştırmışlar, periapikal cerrahiden sonra çekilen ve 1 yıl sonra çekilen radyografilerde fraktal boyut değerlerini belirlemişlerdir. Hem MTA hem de guta perka grubunda fraktal boyutlarında 1 yıl sonra çekilen radyografilerde istatistiksel olarak anlamlı artışlar tespit etmişlerdir. FB farkları açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır (Aydın et al., 2019). Çalışmamızın sonuçlarına göre fraktal boyut farkları açısından birincil endodontik tedavi ve retreatment arasında zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Kök kanal tedavisini takiben radyografilerde periapikal dokulardaki gelişmeleri değerlendirmek için çeşitli indeksler kullanılır. Bu indeksler dahilinde periapikal dokunun sağlığını değerlendirmek için skorlama sistemleri vardır; bu sistemlerin limitasyonları ise elde edilen verilerin öznel olmasıdır (Estrela et al., 2008; Tarcin, Gumru, Iriboz, Turkyaydin, & Ovecoglu, 2015). Fraktal boyut artışının nedenini belirleyebilmek için çalışmada klinik ve histolojik parametrelere de bakılmalıdır, ancak

çalışmamızın retrospektif bir çalışma olmasından dolayı klinik ve histolojik değerlendirmeler yapılamamıştır. Bu yüzden bu çalışmada periapikal durumlar, kök kanal tedavisi sonrası FB değerlerindeki artışın yeni oluşan trabeküler paternden mi yoksa dekalsifikasyondan mı kaynaklandığını belirlemek için PAI indeksi ile değerlendirilmiştir. PAI değerlendirmesi sonucunda zamana bağlı düşüşler açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Her iki grupta da grup içi karşılaştırmada kök kanal tedavisi sonrası PAI değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olmuştur. Burdan yola çıkarak kök kanal tedavisi sonrası FB değerlerindeki artış istatistiksel olarak anlamlı olmasada iyileşmeye bağlı trabekülasyon artışına bağlı olmuştur olabilir. Çalışmamızda Estrela ve ark. ları tarafından tanımlanan yeni PAI sınıflandırmasının tercih edilmemesinin nedeni CBCT nin iyonize radyasyon dozunun ve maliyetinin yüksek olması sebebiyle rutin endodonti protokolünde yer almamasıdır. Fraktal analizi ve PAI değerlendirmesi arasında korelasyon bulunamamasının nedenleri; değerlendirmelerin panoramik röntgenler üzerinden yapılmış olması, fraktal analizi güvenilir bir yöntem olsa demineralizasyonun fraktal boyutunu artırabiliyor olması nedeniyle olabilir.

Çalışmamız büyük çapta lezyonların ilk kez endodontik tedavisi ve retraement sonucu iyileşmesinin fraktal analizi ile değerlendirildiği ilk çalışma olduğu için sonuçlarımızı literatürde direk olarak karşılaştırabileceğimiz bir çalışmaya rastlamadık.

Baksi ve Fidler, dijital radyografilerin görüntü çözünürlüğü ve pozlama süresinin periapikal kemiğin FB'si üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmada FB'nin görüntü çözünürlüğü ve pozlama süresiyle önemli değişiklikler gösterdiğini bildirmişlerdir. Daha yüksek çözünürlüklü radyografilerden elde edilen görüntülerin FB'leri, daha düşük çözünürlüklü radyografilerden elde edilen FB'lere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek

bulunmuştur (Baksi & Fidler, 2012). Panoramik radyografiler periapikal radyografilere göre daha düşük çözünürlüğe sahiptir bu nedenle kemik yapıları periapikal radyografilerde olduğu kadar ayrıntılı göstermemektedir. Yapılan bir çalışmada FB değerleri hem panoramik hem periapikal radyografilerde ölçülmüş; beklendiği gibi FB değerleri panoramik radyografilerde daha düşük gözlenmiştir. Daha düşük çözünürlük nedeniyle, panoramik radyografiler ince trabeküler ayrıntıları gösteremez ve bu da daha büyük trabeküler kalınlığa sahip bir görüntü ile sonuçlanır. (Bollen et al., 2001). Literatürde trabeküler çap arttığında FB değerlerinin azaldığına dair raporlar bulunmaktadır (S. Chen & Chen, 1998). Panoramik radyografilerdeki daha düşük FB, sunulan raporlarla uyumludur.

Tüm fraktal analizi çalışmalarının kontrolünün zor olduğu kabul edilmiştir (M. K. Shrouf, Roberson, Potter, Mailhot, & Hildebolt, 1998). Ayrıca fraktal boyutunun belirlenmesi için kullanılan yöntemler arasında farklılık olabileceği bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda deneysel farklılıklar ve denekler arasındaki anatomik farklılıkların FB değerlerinde değişikliklere neden olabileceği öne sürülmüştür (Caligiuri, Giger, & Favus, 1994). Saeed ve ark. ları yaptıkları bir çalışmada periapikal lezyonların sebep olduğu rezorbsiyon ve demineralizasyonun yüzey porozitesini artırarak FB artışına neden olduğunu bildirmişlerdir (Saeed, Ibraheem, & Alnema, 2014). Ruttimann ve ark. ile Hua ve ark.ları da yaptıkları çalışmalarda benzer sonuçlar bildirmişlerdir (Hua, Nackaerts, Duyck, Maes, & Jacobs, 2009; Ruttimann, Webber, & Hazelrig, 1992). Bazı durumlarda röntgenlerde kemik yoğunluğu azalmasına rağmen FB artışı gözlenebilmektedir, yapılan çalışmalarda bunun nedeni olarak artan demineralizasyon sonucu terminal trabeküllerde artış, ana trabeküllerde ise yıkım olduğu belirtilmiş ve buna bağlı olarak yapının karmaşık hale geldiği bildirilmiştir. Sonuç olarak FB artmıştır



(Aktuna Belgin & Serindere, 2020). Yapılan bir başka çalışmada orta şiddette periododontitis ve şiddetli periododontitis hastalarının trabeküler kemik yapıları değerlendirilmiş; gruplar arasında FB açısından istatistiksel olarak anlamlı bir sonuca ulaşılamamıştır. Ancak artan periodontal hastalık ile FB değerlerinde azalma gözlenmiştir(Updike & Nowzari, 2008). Literatüre göre fraktal boyut ve trabeküler kemik karmaşıklığı arasında fikir birliği yoktur (Law, Bollen, & Chen, 1996). Bazı bulgular osteoporotik durumlarda artan trabeküler kemik karmaşıklığına bağlı olarak fraktal boyutun arttığı fikrini desteklerken (Law et al., 1996); diğerleri hastalıklı durumun trabeküler karmaşıklığını azalttığı ve fraktal boyutunu azalttığı fikrini desteklemektedir (Southard, Southard, Jakobsen, Hillis, & Najim, 1996; Updike & Nowzari, 2008). Corpas ve ark.larının yaptıkları bir çalışmada implant yerleştirilmesinden 3 ay sonra implant çevresindeki kemik dokusu geleneksel ağız içi periapikal radyografiler, konik ışınli bilgisayarlı tomografi ve histolojik görüntüler üzerinde fraktal analizi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak CBCT, ağız içi periapikal röntgenlerde uygulanan fraktal analizi ve histolojik sonuçlar arasında anlamlı bir korelasyon gözlenememiştir (dos Santos Corpas et al., 2011).

Yaptığımız çalışmanın limitasyonları; takip süresi ve çalışmamızın retrospektif doğasından dolayı fraktal analizinin iki boyutlu panoramik röntgenler üzerinden yapılmış olması olabilir. Bu durum çalışmada bazı ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olmasına engel olmuş olabilir. Çalışmanın bulguları gelecekte yapılacak bilimsel çalışmalara ışık tutacaktır. CBCT gibi üç boyutlu görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı daha geniş çaplı araştırmalar yapılması önerilmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Literatürde yapılan çalışmalar ile uyumlu olarak; birincil kök kanal tedavisi ve retreatment arasında başarı yönünden fark bulunamamıştır.
2. Her ne kadar iki boyutlu görüntüler FB değerlendirmesi için önerilse de üç boyutlu görüntüleme teknikleri kullanılarak daha ileri çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.
3. Fraktal analizi güvenilir bir yöntem olsa da fikir birliği sağlanması açısından yapılan çalışmalar klinik ve histolojik parametrelerle desteklenmelidir.
4. Fraktal analizi ile PAI değerlendirmesi arasında korelasyon bulunamamıştır.



## 7. KAYNAKLAR

- Abbott, P. V. (2004). Classification, diagnosis and clinical manifestations of apical periodontitis. *Endodontic Topics*, 8(1), 36-54.
- Ainamo, J., & Talari, A. (1976). The increase with age of the width of attached gingiva. *Journal of Periodontal Research*, 11(4), 182-188.
- Aktuna Belgin, C., & Serindere, G. (2020). Evaluation of trabecular bone changes in patients with periodontitis using fractal analysis: A periapical radiography study. *Journal of Periodontology*, 91(7), 933-937.
- Alaçam, T. (2012). '2 Th Ed', Ankara, Barış Yayınları.
- Amer, M. E., Heo, M.-S., Brooks, S. L., & Benavides, E. (2012). Anatomical variations of trabecular bone structure in intraoral radiographs using fractal and particles count analyses. *Imaging Science In Dentistry*, 42(1), 5-12.
- Andreasen, F. M., & Pedersen, B. V. (1985). Prognosis of luxated permanent teeth—the development of pulp necrosis. *Dental Traumatology*, 1(6), 207-220.
- Andreasen, J. O., Farik, B., & Munksgaard, E. C. (2002). Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dental Traumatology*, 18(3), 134-137.
- Apolinário, A. C., Sindeaux, R., de Souza Figueiredo, P. T., Guimarães, A. T., Acevedo, A. C., Castro, L. C., Leite, A. F. (2016). Dental panoramic indices and fractal dimension measurements in osteogenesis imperfecta children under pamidronate treatment. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(4), 20150400.
- Arai, Y., Tammisalo, E., Iwai, K., Hashimoto, K., & Shinoda, K. (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial Radiology*, 28(4), 245-248.

- Arsan, B., Köse, T. E., Çene, E., & Özcan, İ. (2017). Assessment of the trabecular structure of mandibular condyles in patients with temporomandibular disorders using fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 123(3), 382-391.
- Arya, S., Duhan, J., Tewari, S., Sangwan, P., Ghalaut, V., & Aggarwal, S. (2017). Healing of apical periodontitis after nonsurgical treatment in patients with type 2 diabetes. *Journal of Endodontics*, 43(10), 1623-1627.
- Asgary, S., Verma, P., & Nosrat, A. (2017). Treatment outcomes of full pulpotomy as an alternative to tooth extraction in molars with hyperplastic/irreversible pulpitis: a case report. *Iranian Endodontic Journal*, 12(2), 261.
- Avery, J. K., & Chiego, D. J. (2006). Essentials of oral histology and embryology: a clinical approach: St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier, '4 Th Ed', *A Clinical Approach*, p:232.
- Aydın, Z. U., Toptaş, O., Bulut, D. G., Akay, N., Kara, T., & Akbulut, N. (2019). Effects of root-end filling on the fractal dimension of the periapical bone after periapical surgery: retrospective study. *Clinical Oral Investigations*, 23(9), 3645-3651.
- Azuma, M., Samuel, R., Gomes-Filho, J., Dezan-Junior, E., & Cintra, L. T. A. (2014). The role of IL-6 on apical periodontitis: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 47(7), 615-621.
- Baksi, B. G., & Fidler, A. (2011). Fractal analysis of periapical bone from lossy compressed radiographs: a comparison of two lossy compression methods. *Journal of Digital Imaging*, 24(6), 993-998.

- Baksi, B. G., & Fidler, A. (2012). Image resolution and exposure time of digital radiographs affects fractal dimension of periapical bone. *Clinical Oral Investigations*, 16(5), 1507-1510.
- Barbosa, S. V., Araki, K., & Spångberg, L. S. (1993). Cytotoxicity of some modified root canal sealers and their leachable components. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 75(3), 357-361.
- Bayrak, S., Bulut, D. G., Orhan, K., Sinanoğlu, E. A., Çakmak, E. Ş. K., Mısırlı, M., & Ankaralı, H. (2020). Evaluation of osseous changes in dental panoramic radiography of thalassemia patients using mandibular indexes and fractal size analysis. *Oral Radiology*, 36(1), 18-24.
- Beertsen, W., McCulloch, C. A., & Sodek, J. (1997). The periodontal ligament: a unique, multifunctional connective tissue. *Periodontology 2000*, 13(1), 20-40.
- Bender, I. (1982). Factors influencing the radiographic appearance of bony lesions. *Journal of Endodontics*, 8(4), 161-170.
- Bender, L., & Mori, K. (1985). The radiopaque lesion: a diagnostic consideration. *Dental Traumatology*, 1(1), 2-12.
- Benhamou, C., Lespessailles, E., Jacquet, G., Harba, R., Jennane, R., Loussot, T., Ohley, W. (1994). Fractal organization of trabecular bone images on calcaneus radiographs. *Journal of Bone and Mineral Research*, 9(12), 1909-1918.
- Bergenholtz, G. (1974). Micro-organisms from necrotic pulp of traumatized teeth. *Odontologisk Revy Supplement*, 25(4), 347-358.
- Bergenholtz, G., Hörsted-Bindslev, P., & Reit, C. (2013). Textbook of endodontology: John Wiley & Sons. '2 Th Ed' Gunnar Bergenholtz, p:400.

- Bhuskar, N. (1966). Periapical Lesion Types, Incidence and Clinical feature. *Oral Surg Oral Medicine Oral Pathology*, 21, 656-671.
- Bilodeau, E. A., & Collins, B. M. (2017). Odontogenic cysts and neoplasms. *Surgical Pathology Clinics*, 10(1), 177-222.
- Birkedal-Hansen, H., Butler, W. T., & Taylor, R. E. (1977). Proteins of the periodontium. *Calcified Tissue Research*, 23(1), 39-44.
- Blum, I. (2002). Contemporary views on dry socket (alveolar osteitis): a clinical appraisal of standardization, aetiopathogenesis and management: a critical review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 31(3), 309-317.
- Bollen, A., Taguchi, A., Hujoel, P., & Hollender, L. (2001). Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 30(5), 270-275.
- Borowska, M., Szarmach, J., & Oczeretko, E. (2015). Fractal texture analysis of the healing process after bone loss. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 46, 191-196.
- Bosshardt, D. D., & Selvig, K. A. (1997). Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. *Periodontology 2000*, 13(1), 41-75.
- Bosshardt, D. (2005). Are cementoblasts a subpopulation of osteoblasts or a unique phenotype? *Journal of Dental Research*, 84(5), 390-406.
- Boyle, W. J., Simonet, W. S., & Lacey, D. L. (2003). Osteoclast differentiation and activation. *Nature*, 423(6937), 337-342.
- Bracks, I. V., Armada, L., Gonçalves, L. S., & Pires, F. R. (2014). Distribution of mast cells and macrophages and expression of interleukin-6 in periapical cysts. *Journal of Endodontics*, 40(1), 63-68.

- Brännström, M., & Lind, P. O. (1965). Pulpal response to early dental caries. *Journal of Dental Research*, 44(5), 1045-1050.
- Bras, J., Van Ooij, C., Abraham-Inpijn, L., Kusen, G., & Wilmink, J. (1982). Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex: A diagnostic tool in metabolic bone loss: Part I. Normal state. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 53(5), 541-545.
- Byers, M., Henry, M., & Narhi, M. (2012). Dental innervations and its responses to tooth injury. Hargreaves KM, Goodis HE, Tay FR. Seltzer and Bender's dental pulp. 2nd ed. Chicago, IL: *Quintessence Publishing Co*, p133-158.
- Byström, A., & Sunqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18(1), 35-40.
- Byström, A., Happonen, R. P., Sjögren, U., & Sundqvist, G. (1987). Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Dental Traumatology*, 3(2), 58-63.
- Caligiuri, P., Giger, M. L., & Favus, M. (1994). Multifractal radiographic analysis of osteoporosis. *Medical Physics*, 21(4), 503-508.
- Caliskan, M. (1993). Success of pulpotomy in the management of hyperplastic pulpitis. *International Endodontic Journal*, 26(2), 142-148.
- Caliskan, M., Türkün, M., & Oeztop, F. (1997). Histological evaluation of a tooth with hyperplastic pulpitis and periapical osteosclerosis. *International Endodontic Journal*, 30(5), 347-351.
- Calışkan, M. (1995). Pulpotomy of carious vital teeth with periapical involvement. *International Endodontic Journal*, 28(3), 172-176.

- Calişkan, M., Oztop, F., & Calişkan, G. (2003). Histological evaluation of teeth with hyperplastic pulpitis caused by trauma or caries. *International Endodontic Journal*, 36(1), 64-70.
- Card, S. J., Sigurdsson, A., Ørstavik, D., & Trope, M. (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *Journal of Endodontics*, 28(11), 779-783.
- Carrotte, P. (2004). Endodontics: Part 3 Treatment of endodontic emergencies. *British Dental Journal*, 197(6). p:299-305.
- Cecic, P. A., Hartwell, G. R., & Bellizzi, R. (1983). Cold as a diagnostic aid in cases of irreversible pulpitis: Report of two cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 56(6), 647-650.
- Chandler, N., & Chellappa, D. (2019). Lubrication during root canal treatment. *Australian Endodontic Journal*, 45(1), 106-110.
- Chen, S., & Chen, C. (1998). The effects of projection geometry and trabecular texture on estimated fractal dimensions in two alveolar bone models. *Dentomaxillofacial Radiology*, 27(5), 270-274.
- Chen, S.-K., Oviir, T., Lin, C.-H., Leu, L.-J., Cho, B.-H., & Hollender, L. (2005). Digital imaging analysis with mathematical morphology and fractal dimension for evaluation of periapical lesions following endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 100(4), 467-472.
- CHO, M. I., & Garant, P. R. (2000). Development and general structure of the periodontium. *Periodontology 2000*, 24(1), 9-27.



- Cohen, S., Burns, R. C., Walton, R., & Torabeniadj, M. (1998). *Pathways of the Pulp (1)*. '10 Th Ed', *American Board of Endodontics*.
- Cohenca, N., Paranjpe, A., & Berg, J. (2013). Vital pulp therapy. *Dental Clinics*, 57(1), 59-73.
- Cotton, T. P., Geisler, T. M., Holden, D. T., Schwartz, S. A., & Schindler, W. G. (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1121-1132.
- Crump, M. C., & Natkin, E. (1970). Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *The Journal of the American Dental Association*, 80(6), 1341-1347.
- Cvek, M. (1992). Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Dental Traumatology*, 8(2), 45-55.
- Dalton, B. C., Ørstavik, D., Phillips, C., Pettiette, M., & Trope, M. (1998). Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 24(11), 763-767.
- Demiralp, K. Ö., Kurşun-Çakmak, E. Ş., Bayrak, S., Akbulut, N., Atakan, C., & Orhan, K. (2019). Trabecular structure designation using fractal analysis technique on panoramic radiographs of patients with bisphosphonate intake: a preliminary study. *Oral Radiology*, 35(1), 23-28.
- Demirbaş, A. K., Ergün, S., Güneri, P., Aktener, B. O., & Boyacıoğlu, H. (2008). Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 106(1), 41-48.

- Dhillon, H., Kaushik, M., & Sharma, R. (2016). Regenerative endodontics—creating new horizons. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 104(4), 676-685.
- DiAngelis, A. J., Andreasen, J. O., Ebeleseder, K. A., Kenny, D. J., Trope, M., Sigurdsson, A., Hicks, M. L. (2012). International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dental Traumatology*, 28(1), 2-12.
- Diekwisch, T. (2004). The developmental biology of cementum. *International Journal of Developmental Biology*, 45(5-6), 695-706.
- dos Santos Corpas, L., Jacobs, R., Quirynen, M., Huang, Y., Naert, I., & Duyck, J. (2011). Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clinical Oral Implants Research*, 22(5), 492-499.
- Douglass, G. D., & Trowbridge, H. O. (1993). Chronic focal sclerosing osteomyelitis associated with a cracked tooth: Report of a case. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 76(3), 351-355.
- Ehrlich, P., & Lanyon, L. E. (2002). Mechanical strain and bone cell function: a review. *Osteoporosis International*, 13(9), 688-700.
- Eliasson, S., Halvarsson, C., & Ljungheimer, C. (1984). Periapical condensing osteitis and endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 57(2), 195-199.
- Endodontists, A. A. o. (2003). Glossary of endodontic terms: American Association of Endodontists.'7 Th Ed', Chicago, *American Association of Endodontists*.

- Engstrom, B. (1964). Correlation of positive cultures with the prognosis for root canal therapy. *Odontologisk Revy Supplement*, 15, 257-269.
- Engström, B., & Lundberg, M. (1965). The correlation between positive culture and the prognosis of root canal therapy after pulpectomy. *Odontologisk Revy Supplement*, 16(3), 193.
- Ergün, S., Saracoglu, A., Güneri, P., & Özpınar, B. (2009). Application of fractal analysis in hyperparathyroidism. *Dentomaxillofacial Radiology*, 38(5), 281-289.
- Ericson, S., Finne, K., & Persson, G. (1974). Results of apicoectomy of maxillary canines, premolars and molars with special reference to oroantral communication as a prognostic factor. *International Journal of Oral Surgery*, 3(6), 386-393.
- Estrela, C., Bueno, M. R., Azevedo, B. C., Azevedo, J. R., & Pécora, J. D. (2008). A new periapical index based on cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1325-1331.
- Falk, K. W., & Sedgley, C. M. (2005). The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro. *Journal of Endodontics*, 31(10), 742-745.
- Farges, J.-C., Alliot-Licht, B., Baudouin, C., Msika, P., Bleicher, F., & Carrouel, F. (2013). Odontoblast control of dental pulp inflammation triggered by cariogenic bacteria. *Frontiers in Physiology*, 4, 326.
- Farges, J.-C., Alliot-Licht, B., Renard, E., Ducret, M., Gaudin, A., Smith, A. J., & Cooper, P. R. (2015). Dental pulp defence and repair mechanisms in dental caries. *Mediators of Inflammation*, 2015, pp: 1-16.
- Fazzalari, N., & Parkinson, I. (1996). Fractal dimension and architecture of trabecular bone. *The Journal of Pathology*, 178(1), 100-105.

- Fazzalari, N., & Parkinson, I. (1997). Fractal properties of subchondral cancellous bone in severe osteoarthritis of the hip. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12(4), 632-640.
- Fernandes, M., & de Ataide, I. (2010). Nonsurgical management of periapical lesions. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 13(4), 240.
- Fernandes, M. A., Ribeiro Rosa, E. A., Johann, A. C. B. R., Grégio, A. M. T., Trevilatto, P. C., & Azevedo-Alanis, L. R. (2016). Applicability of fractal dimension analysis in dental radiographs for the evaluation of renal osteodystrophy. *Fractals*, 24(01), 1650010.
- Figdor, D. (2002). Apical periodontitis: a very prevalent problem. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 94(6).
- Fleming, C. H., Litaker, M. S., Alley, L. W., & Eleazer, P. D. (2010). Comparison of classic endodontic techniques versus contemporary techniques on endodontic treatment success. *Journal of Endodontics*, 36(3), 414-418.
- Foster, B. L., Popowics, T. E., Fong, H. K., & Somerman, M. J. (2007). Advances in defining regulators of cementum development and periodontal regeneration. *Current Topics in Developmental Biology*, 78, 47-126.
- Foster, K. H., & Harrison, E. (2008). Effect of presentation bias on selection of treatment option for failed endodontic therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 106(5), 36-39.
- Friedman, S., Löst, C., Zarrabian, M., & Trope, M. (1995). Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *Journal of Endodontics*, 21(7), 384-390.

- Friedman, S. (2002). Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endodontic Topics*, 1(1), 54-78.
- Gaalaas, L., Henn, L., Gaillard, P. R., Ahmad, M., & Islam, M. S. (2014). Analysis of trabecular bone using site-specific fractal values calculated from cone beam CT images. *Oral Radiology*, 30(2), 179-185.
- Gaudin, A., Renard, E., Hill, M., Bouchet-Delbos, L., Bienvenu-Louvet, G., Farges, J.-C., Alliot-Licht, B. (2015). Phenotypic analysis of immunocompetent cells in healthy human dental pulp. *Journal of Endodontics*, 41(5), 621-627.
- Geraets, W., & Van Der Stelt, P. (2000). Fractal properties of bone. *Dentomaxillofacial Radiology*, 29(3), 144-153.
- Gillen, B. M., Looney, S. W., Gu, L.-S., Loushine, B. A., Weller, R. N., Loushine, R. J., Tay, F. R. (2011). Impact of the quality of coronal restoration versus the quality of root canal fillings on success of root canal treatment: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 37(7), 895-902.
- Glickman, G. N. (2009). AAE Consensus Conference on Diagnostic Terminology: background and perspectives. *Journal of Endodontics*, 35(12), 1619-1620.
- Glimcher, M. J. (1989). Mechanism of calcification: Role of collagen fibrils and collagen-phosphoprotein complexes in vitro and in vivo. *The Anatomical Record*, 224(2), 139-153.
- Goaz, P. (1994). Intraoral radiographic examinations. *Oral Radiology Principles and Interpretation*. '5 Th Ed', St. Louis: Mosby, 121-5
- Gorni, F. G., & Gagliani, M. M. (2004). The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *Journal of Endodontics*, 30(1), 1-4.

- Göller Bulut, D., Bayrak, S., Uyeturk, U., & Ankarali, H. (2018). Mandibular indexes and fractal properties on the panoramic radiographs of the patients using aromatase inhibitors. *The British Journal of Radiology*, 91(1091), 20180442.
- Grahnén, H. (1961). The prognosis of pulp and root canal therapy A clinical and radiographic follow-up examination. *Odontologisk Revy Supplement*, 12, 146-165.
- Grigoratos, D., Knowles, J., Ng, Y., & Gulabivala, K. (2000). Effect of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on the modulus of elasticity and flexural strength of dentine. *International Endodontic Journal*, 34(2), 113-119.
- Grossman, L., Oliet, S., & Del Rio, C. (1988). Endodontic surgery. *Endodontic Practice*, 289-312.
- Grung, B., Molven, O., & Halse, A. (1990). Periapical surgery in a Norwegian county hospital: follow-up findings of 477 teeth. *Journal of Endodontics*, 16(9), 411-417.
- Gulabivala, K., Patel, B., Evans, G., & Ng, Y. L. (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics*, 10(1), 103-122.
- Gulec, M., Tassoker, M., Ozcan, S., & Orhan, K. (2020). Evaluation of the mandibular trabecular bone in patients with bruxism using fractal analysis. *Oral Radiology*, 37(1), 36-45.
- Gumussoy, I., Miloglu, O., Cankaya, E., & Bayrakdar, I. S. (2016). Fractal properties of the trabecular pattern of the mandible in chronic renal failure. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(5), 20150389.
- Gutmann, J. L., & Harrison, J. W. (1991). Surgical endodontics: Blackwell scientific publications Boston. *Endodontic Topics*.
- Hahn, C.-L., Falkler Jr, W. A., & Siegel, M. A. (1989). A study of T and B cells in pulpal pathosis. *Journal of Endodontics*, 15(1), 20-26.

- Hammarström, L., Alatli, I., & Fong, C. (1996). Origins of cementum. *Oral Dis*, 2(1), 63-69.
- Hansrani, V. (2015). Assessing root canal fillings on a radiograph—an overview. *British Dental Journal*, 219(10), 481-483.
- Harada, S.-i., & Rodan, G. A. (2003). Control of osteoblast function and regulation of bone mass. *Nature*, 423(6937), 349-355.
- Hargreaves, K. M., Goodis, H. E., & Tay, F. R. (2012). Seltzer and Bender's dental pulp: '2 Th Ed' ,*Quintessence Chicago*.
- Hargreaves, K. M., & Berman, L. H. (2015). Cohen's pathways of the pulp expert consult: '11 Th Ed' , *Elsevier Health Sciences*.
- Harrington, G. W., & Steiner, D. R. (2002). Periodontal-endodontic considerations. *Principles and Practice of Endodontics*, 3rd edn. Philadelphia: WB Saunders, St. Louis, 466-484.
- Harrison, J., & Roda, R. (1995). Intermediate cementum: Development, structure, composition, and potential functions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 79(5), 624-633.
- Hayek, E., Aoun, G., Bassit, R., & Nasseh, I. (2020). Correlating Radiographic Fractal Analysis at Implant Recipient Sites with Primary Implant Stability: An In Vivo Preliminary Study. *Cureus*, 12(1), 6539.
- Hecova, H., Tzigkounakis, V., Merglova, V., & Netolicky, J. (2010). A retrospective study of 889 injured permanent teeth. *Dental Traumatology*, 26(6), 466-475.
- Heo, M.-S., Park, K.-S., Lee, S.-S., Choi, S.-C., Koak, J.-Y., Heo, S.-J., Kim, J.-D. (2002). Fractal analysis of mandibular bony healing after orthognathic surgery. *Oral*

- Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(6), 763-767.
- Hirsch, J.-M., Ahlström, U., Henrikson, P.-Å., Heyden, G., & Peterson, L.-E. (1979). Periapical surgery. *International Journal of Oral Surgery*, 8(3), 173-185.
- Horst, O. V., Horst, J. A., Samudrala, R., & Dale, B. A. (2011). Caries induced cytokine network in the odontoblast layer of human teeth. *BMC Immunology*, 12(1), 1-13.
- Hoskinson, S. E., Ng, Y.-L., Hoskinson, A. E., Moles, D. R., & Gulabivala, K. (2002). A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 93(6), 705-715.
- Hua, Y., Nackaerts, O., Duyck, J., Maes, F., & Jacobs, R. (2009). Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clinical Oral Implants Research*, 20(8), 767-771.
- Huang, C., Chen, J., Chang, Y., Jeng, J., & Chen, C. (2013). A fractal dimensional approach to successful evaluation of apical healing. *International Endodontic Journal*, 46(6), 523-529.
- Huunonen, S., & Ørstavik, D. (2002). Radiological aspects of apical periodontitis. *Endodontic Topics*, 1(1), 3-25.
- Iwasaki, Y., Otsuka, H., Yanagisawa, N., Hisamitsu, H., Manabe, A., Nonaka, N., & Nakamura, M. (2011). In situ proliferation and differentiation of macrophages in dental pulp. *Cell and Tissue Research*, 346(1), 99.
- Izumi, T., Kobayashi, I., Okamura, K., & Sakai, H. (1995). Immunohistochemical study on the immunocompetent cells of the pulp in human non-carious and carious teeth. *Archives of Oral Biology*, 40(7), 609-614.



- Jolley, L., Majumdar, S., & Kapila, S. (2006). Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(6), 393-397.
- Jorge, E. G., Tanomaru-Filho, M., Gonçalves, M., & Tanomaru, J. M. (2008). Detection of periapical lesion development by conventional radiography or computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 106(1), 56-61.
- Jorgen, U. (1996). Success and Failure in Endodontics [Odontological Dissertation No. 60]. Umea, Sweden: University of Umea. Abstract No. 60. ISSN 0345-7512, ISBN 917191-153-7.
- Takehashi, S., Stanley, H., & Fitzgerald, R. (1965). The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 20(3), 340-349.
- Kantz, W., & Henry, C. (1974). Isolation and classification of anaerobic bacteria from intact pulp chambers of non-vital teeth in man. *Archives of Oral Biology*, 19(1), 91-96.
- Kato, C. N., Barra, S. G., Tavares, N. P., Amaral, T. M., Brasileiro, C. B., Mesquita, R. A., & Abreu, L. G. (2020). Use of fractal analysis in dental images: a systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(2), 20180457.
- Kerekes, K., & Tronstad, L. (1979). Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *Journal of Endodontics*, 5(3), 83-90.
- Kim, S. (1990). Neurovascular interactions in the dental pulp in health and inflammation. *Journal of Endodontics*, 16(2), 48-53.
- Klemetti, E., Kolmakov, S., & Kröger, H. (1994). Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *European Journal of Oral Sciences*, 102(1), 68-72.

- Kurşun-Çakmak, E. Ş., & Bayrak, S. (2018). Comparison of fractal dimension analysis and panoramic-based radiomorphometric indices in the assessment of mandibular bone changes in patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 126(2), 184-191.
- Lang, P., Steiger, P., Faulkner, K., Glüer, C., & Genant, H. (1991). Osteoporosis. Current techniques and recent developments in quantitative bone densitometry. *Radiologic Clinics of North America*, 29(1), 49.
- Law, A. N., Bollen, A.-M., & Chen, S.-K. (1996). Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *The Journal of the American Dental Association*, 127(12), 1734-1742.
- Lee, R., Dacre, J., & James, M. (1997). Image processing assessment of femoral osteopenia. *Journal of Digital Imaging*, 10(1), 218-221.
- Leite, A. F., de Souza Figueiredo, P. T., Caracas, H., Sindeaux, R., Guimaraes, A. T. B., Lazarte, L., de Melo, N. S. (2015). Systematic review with hierarchical clustering analysis for the fractal dimension in assessment of skeletal bone mineral density using dental radiographs. *Oral Radiology*, 31(1), 1-13.
- Leonardo, M., & Leal, J. (1998). Endodontics: Root canal treatment. Technical and Biological Principles.
- Levin, L. G., Law, A. S., Holland, G., Abbott, P. V., & Roda, R. S. (2009). Identify and define all diagnostic terms for pulpal health and disease states. *Journal of Endodontics*, 35(12), 1645-1657.
- Lew, K. K. (1987). The periodontal microvasculature. *The Journal of Nihon University School of Dentistry*, 29(4), 262-269.

- Lin, L., & Langeland, K. (1981). Innervation of the inflammatory periapical lesions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 51(5), 535-543.
- Lin, L. M., Pascon, E. A., Skribner, J., Gängler, P., & Langeland, K. (1991). Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 71(5), 603-611.
- Lin, L. M., Skribner, J. E., & Gaengler, P. (1992). Factors associated with endodontic treatment failures. *Journal of Endodontics*, 18(12), 625-627.
- Lin, L. M., Ricucci, D., Saoud, T. M., Sigurdsson, A., & Kahler, B. (2020). Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Australian Endodontic Journal*, 46(1), 154-166.
- Lopes, H., & Siqueira JR, J. (1999A). Tratamento Conservador Pulpar. Cap. 12 Endodontia: Biologia e Técnica. Rio de Janeiro: *Medsa*, 223-241.
- Lopes, H. P., & Siqueira Junior, J. F. (1999B). Endodontia: biologia e técnica Endodontia: Biologia e Técnica ( 650-650).
- Lopes, R., & Betrouni, N. (2009). Fractal and multifractal analysis: a review. *Medical image Analysis*, 13(4), 634-649.
- Magat, G., & Sener, S. O. (2019). Evaluation of trabecular pattern of mandible using fractal dimension, bone area fraction, and gray scale value: comparison of cone-beam computed tomography and panoramic radiography. *Oral Radiology*, 35(1), 35-42.
- Mandelbrot, B. (1967). How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. *Science*, 156(3775), 636-638.
- Mandelbrot, B. B. (1983). *The Fractal Geometry of Nature*.

- Marmary, Y., & Kutiner, G. (1986). A radiographic survey of periapical jawbone lesions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 61(4), 405-408.
- Marotta, P. S., Fontes, T. V., Armada, L., Lima, K. C., Rôças, I. N., & Siqueira Jr, J. F. (2012). Type 2 diabetes mellitus and the prevalence of apical periodontitis and endodontic treatment in an adult Brazilian population. *Journal of Endodontics*, 38(3), 297-300.
- Marotti, G., Ferretti, M., Muglia, M. A., Palumbo, C., & Palazzini, S. (1992). A quantitative evaluation of osteoblast-osteocyte relationships on growing endosteal surface of rabbit tibiae. *Bone*, 13(5), 363-368.
- Marquis, V. L., Dao, T., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2006). Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *Journal of Endodontics*, 32(4), 299-306.
- McCauley, L. K., & Somerman, M. J. (2012). Mineralized tissues in oral and craniofacial science: biological principles and clinical correlates: John Wiley & Sons, '2 Th Ed'.
- McGurkin-Smith, R., Trope, M., Caplan, D., & Sigurdsson, A. (2005). Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca (OH) 2. *Journal of Endodontics*, 31(5), 359-363.
- Menzies, R. A., Reiter, A. M., & Lewis, J. R. (2014). Assessment of apical periodontitis in dogs and humans: a review. *Journal of Veterinary Dentistry*, 31(1), 8-21.
- Mickel, A. K., Chogle, S., Liddle, J., Huffaker, K., & Jones, J. J. (2007). The role of apical size determination and enlargement in the reduction of intracanal bacteria. *Journal of Endodontics*, 33(1), 21-23.

- Molon, R. S. d., Paula, W. N. d., Spin-Neto, R., Verzola, M. H. A., Tosoni, G. M., Lia, R. C. C., & Scaf, G. (2015). Correlation of fractal dimension with histomorphometry in maxillary sinus lifting using autogenous bone graft. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 11-18.
- Molven, O. (1976). The frequency, technical standard and results of endodontic therapy. *Den Norske Tannlaegeforenings Tidende*, 86(4-1), 142-147.
- Molven, O., & Halse, A. (1988). Success rates for gutta-percha and Kloroperka N-Ø root fillings made by undergraduate students: radiographic findings after 10–17 years. *International Endodontic Journal*, 21(4), 243-250.
- Molven, O., Halse, A., & Grung, B. (1991). Surgical management of endodontic failures: indications and treatment results. *International Dental Journal*, 41(1), 33-42.
- Moss-Salentijn, L. (1997). Melvin L. Moss and the functional matrix. *Journal of Dental Research*, 76(12), 1814-1817.
- Mostafa, R. A., Arnout, E. A., & Abo el-Fotouh, M. M. (2016). Feasibility of cone beam computed tomography radiomorphometric analysis and fractal dimension in assessment of postmenopausal osteoporosis in correlation with dual X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(7), 20160212.
- Möller, Å. J., Fabricius, L., Dahlen, G., Öhman, A. E., & Heyden, G. (1981). Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *European Journal of Oral Sciences*, 89(6), 475-484.
- Mullender, M., Van Der Meer, D., Huiskes, R., & Lips, P. (1996). Osteocyte density changes in aging and osteoporosis. *Bone*, 18(2), 109-113.

- Murphy, W. K., Kaugars, G. E., Collett, W. K., & Dodds, R. N. (1991). Healing of periapical radiolucencies after nonsurgical endodontic therapy. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 71(5), 620-624.
- Nair, P. R. (1987). Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *Journal of Endodontics*, 13(1), 29-39.
- Nair, P. R., Sjögren, U., Krey, G., & Sundqvist, G. (1990). Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *Journal of Endodontics*, 16(12), 589-595.
- Nair, P. R., Pajarola, G., & Schroeder, H. E. (1996). Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 81(1), 93-102.
- Nair, P. R. (1997). Apical periodontitis: a dynamic encounter between root canal infection and host response. *Periodontology 2000*, 13(1), 121-148.
- Nair, P. (1998A). New perspectives on radicular cysts: do they heal? *International Endodontic Journal*, 31(3), 155-160.
- Nair, P. R., Sjögren, U., & Sundqvist, G. (1998B). Cholesterol crystals as an etiological factor in non-resolving chronic inflammation: an experimental study in guinea pigs. *European Journal of Oral Sciences*, 106(2), 644-650.
- Nair, P., Henry, S., Cano, V., & Vera, J. (2005). Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 99(2), 231-252.
- Nair, P. (2006). On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *International Endodontic Journal*, 39(4), 249-281.

- Newman, M. G., Takei, H., Klokkevold, P. R., & Carranza, F. A. (2011). *Carranza's clinical periodontology: 13 Th Ed 'Elsevier Health Sciences.*
- Ng, Y. L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., & Gulabivala, K. (2007). Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature—part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *International Endodontic Journal*, 40(12), 921-939.
- Ng, Y. L., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature—Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal*, 41(1), 6-31.
- Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2010). Tooth survival following non-surgical root canal treatment: a systematic review of the literature. *International Endodontic Journal*, 43(3), 171-189.
- Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *International Endodontic Journal*, 44(7), 583-609.
- Noble, B. S. (2008). The osteocyte lineage. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 473(2), 106-111.
- Organization, W. H. (1994). Application of the international classification of diseases to dentistry and stomatology: World Health Organization.
- Ørstavik, D., Kerekes, K., & Eriksen, H. M. (1986). The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dental Traumatology*, 2(1), 20-34.
- Ørstavik, D. (1988). Reliability of the periapical index scoring system. *European Journal of Oral Sciences*, 96(2), 108-111.

- Ørstavik, D., Kerekes, K., & Molven, O. (1991). Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *International Endodontic Journal*, 24(1), 1-7.
- Ørstavik, D. (1996). Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *International Endodontic Journal*, 29(3), 150-155.
- Ørstavik, D. (2003). Root canal disinfection: a review of concepts and recent developments. *Australian Endodontic Journal*, 29(2), 70-74.
- Ørstavik, D. (2019). Apical periodontitis: microbial infection and host responses. *Essential endodontology: prevention and treatment of apical periodontitis*, 1-10.
- Otis, L. L., Hong, J. S.-H., & Tuncay, O. C. (2004). Bone structure effect on root resorption. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 7(3), 165-177.
- Palmer, N., Longman, L., Randall, C., & Pankhurst, C. (2012). Antimicrobial prescribing for general dental practitioners. *Faculty of General Dental Practitioners (FGDP)*.
- Panders, A., & Hadders, H. (1970). Chronic sclerosing inflammations of the jaw: Osteomyelitis sicca (Garré), chronic sclerosing osteomyelitis with fine-meshed trabecular structure, and very dense sclerosing osteomyelitis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 30(3), 396-412.
- Paquette, L., Legner, M., Fillery, E. D., & Friedman, S. (2007). Antibacterial efficacy of chlorhexidine gluconate intracanal medication in vivo. *Journal of Endodontics*, 33(7), 788-795.
- Parkar, M., Belgaumi, U., Suresh, K., Landge, J., Bhalinge, P., & Dawoodbhoy, R. (2017). Bilaterally symmetrical infected radicular cysts: Case report and review



- of literature. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, 29(5), 458-462.
- Parris, J., Wilcox, L., & Walton, R. (1994). Effectiveness of apical clearing: histological and radiographical evaluation. *Journal of Endodontics*, 20(5), 219-224.
- Patel, S., & Horner, K. (2009). The use of cone beam computed tomography in endodontics. *International Endodontic Journal*, 42(9), 755-756.
- Patel, S., & Durack, C. (2019). Radiology of Apical Periodontitis. *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*, 179-210.
- Pekruhn, R. B. (1986). The incidence of failure following single-visit endodontic therapy. *Journal of Endodontics*, 12(2), 68-72.
- Pendlebury, M., Horner, K., & Eaton, K. (2004). Selection criteria for dental radiography (Vol. 1): Faculty of General Dental Practitioners (UK) and the Royal College of Surgeons of England.
- Peters, O. A., Arias, A., & Paqué, F. (2015). A micro-computed tomographic assessment of root canal preparation with a novel instrument, TRUShape, in mesial roots of mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 41(9), 1545-1550.
- Podsiadlo, P., Dahl, L., Englund, M., Lohmander, L., & Stachowiak, G. (2008). Differences in trabecular bone texture between knees with and without radiographic osteoarthritis detected by fractal methods. *Osteoarthritis and Cartilage*, 16(3), 323-329.
- Pothuaud, L., Benhamou, C., Porion, P., Lespessailles, E., Harba, R., & Levitz, P. (2000). Fractal dimension of trabecular bone projection texture is related to three-dimensional microarchitecture. *Journal of Bone and Mineral Research*, 15(4), 691-699.

- Programme, S. D. C. E. (2008). Drug prescribing for dentistry: dental clinical guidance: Scottish Dental Effectiveness Programme.'3 Th Ed', *Dundee Dental Education Centre*.
- Renard, E., Gaudin, A., Bienvenu, G., Amiaud, J., Farges, J., Cuturi, M., Alliot-Licht, B. (2016). Immune cells and molecular networks in experimentally induced pulpitis. *Journal of Dental Research*, 95(2), 196-205.
- Ricucci, D., Loghin, S., & Siqueira Jr, J. F. (2014). Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses. *Journal of Endodontics*, 40(12), 1932-1939.
- Ricucci, D., Russo, J., Rutberg, M., Burleson, J. A., & Spångberg, L. S. (2011). A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 112(6), 825-842.
- Rôças, I. N., & Siqueira Jr, J. F. (2011). Comparison of the in vivo antimicrobial effectiveness of sodium hypochlorite and chlorhexidine used as root canal irrigants: a molecular microbiology study. *Journal of Endodontics*, 37(2), 143-150.
- Rollison, S., Barnett, F., & Stevens, R. H. (2002). Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(3), 366-371.
- Rundquist, B., & Versluis, A. (2006). How does canal taper affect root stresses? *International Endodontic Journal*, 39(3), 226-237.

- Ruttimann, U. E., Webber, R. L., & Hazelrig, J. B. (1992). Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone: a possible diagnostic indicator of osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 74(1), 98-110.
- Saeed, S. S., Ibraheem, U. M., & Alnema, M. M. (2014). Quantitative analysis by pixel intensity and fractal dimensions for imaging diagnosis of periapical lesions. *International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering*, 3(5), 138-144.
- Sánchez, I., & Uzcátegui, G. (2011). Fractals in dentistry. *Journal of Dentistry*, 39(4), 273-292.
- Sankar, D., & Thomas, T. (2010). A new fast fractal modeling approach for the detection of microcalcifications in mammograms. *Journal of Digital Imaging*, 23(5), 538-546.
- Santosh, A. B. R. (2020). Odontogenic Cysts. *Dental Clinics*, 64(1), 105-119.
- Scarfe, W. C. (2011). Use of cone-beam computed tomography in endodontics Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 111(2), 234-237.
- Selden, H. S. (1974). Pulpoperiapical disease: diagnosis and healing: a clinical endodontic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 37(2), 271-283.
- Seltzer, S., Bender, I., & Turkenkopf, S. (1963A). Factors affecting successful repair after root canal therapy. *The Journal of the American Dental Association*, 67(5), 651-662.
- Seltzer, S., Bender, I., & Ziontz, M. (1963B). The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp.

*Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 16(8), 969-977.

- Shrout, M., Hildebolt, C., & Potter, B. (1997). The effect of varying the region of interest on calculations of fractal index. *Dentomaxillofacial Radiology*, 26(5), 295-298.
- Shrout, M. K., Roberson, B., Potter, B. J., Mailhot, J. M., & Hildebolt, C. F. (1998). A comparison of 2 patient populations using fractal analysis. *Journal of Periodontology*, 69(1), 9-13.
- Sim, T., Knowles, J., Ng, Y. L., Shelton, J., & Gulabivala, K. (2001). Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *International Endodontic Journal*, 34(2), 120-132.
- Simon, S., Machtou, P., Tomson, P., Adams, N., & Lumley, P. (2008). Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic treatment. *Dental Update*, 35(3), 172-179.
- Siqueira, J. F., De Uzeda, M., & Fonseca, M. E. F. (1996). A scanning electron microscopic evaluation of in vitro dentinal tubules penetration by selected anaerobic bacteria. *Journal of Endodontics*, 22(6), 308-310.
- Sjögren, U., Figdor, D., Persson, S., & Sundqvist, G. (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International endodontic journal*, 30(5), 297-306.
- Siqueira Jr, J. F., Araujo, M., Garcia, P. F., Fraga, R. C., & Dantas, C. (1997). Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *Journal of Endodontics*, 23(8), 499.
- Siqueira Jr, J., & Lopes, H. (1999A). Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *International Endodontic Journal*, 32(5), 361-369.

- Siqueira Jr, J. F., Lima, K. C., Magalhães, F. A., Lopes, H. P., & de Uzeda, M. (1999B). Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *Journal of Endodontics*, 25(5), 332-335.
- Siqueira Jr, J. F. (2001). Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International Endodontic Journal*, 34(1), 1-10.
- Siqueira Jr, J. F., Rôças, I. N., Paiva, S. S., Guimarães-Pinto, T., Magalhães, K. M., & Lima, K. C. (2007). Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(1), 122-130.
- Sjögren, U., Hägglund, B., Sundqvist, G., & Wing, K. (1990). Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *Journal of Endodontics*, 16(10), 498-504.
- Smeeks, F., Dulebohn, S., Diep, T., Whitten, R., Gossman, W., Plantz, S., Toney-Butler, T. (2017). Necrosis, Cell (Liquefactive, Coagulative, Caseous, Fat, Fibrinoid, and Gangrenous) *StatPearls*.
- Smulson, M. (1998). Hystophysiology and diseases of the dental pulp. *Endodontic Therapy*, 160-162.
- Soames, J. V., & Southam, J. C. (2005). Oral pathology: Oxford University Press.'4 Th Ed', Oxford, UK Price.
- Southard, T. E., Southard, K. A., Jakobsen, J. R., Hillis, S. L., & Najim, C. A. (1996). Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 82(5), 569-576.

- Spangberg, L. (2002). Instruments, materials, and devices. *Pathways of the pulp*. '10 Th Ed', St. Louis, p:223-282.
- Sridevi, K., Nandan, S. R. K., Ratnakar, P., Srikrishna, K., & Pavani, B. V. (2014). Residual cyst associated with calcifications in an elderly patient. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 8(2), 246.
- Stabholz, A., Shekter, M., & Shwartz, Z. (1982). Condensing osteitis and chronic hyperplastic pulpitis in the same pulpally involved tooth. *Quintessence International, Dental Digest*, 13(2), 137.
- Stahl, S. S., Weiss, R., & Tonna, E. (1969). Autoradiographic evaluation of periapical responses to pulpal injury. I. Young rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 28(2), 249-258.
- Storms, J. (1969). Factors that influence the success of endodontic treatment. *Journal of The Canadian Dental Association*, 35, 83-97.
- Strindberg, L. (1965). The effect of antibacterial dressings in conservative root canal therapy. a comparative bacteriological study. *Svensk tandlakare tidskrift. Swedish Dental Journal*, 58, 219.
- Strindberg, L. Z. (1956). The dependence of the results of pulp therapy on certain factors-an analytical study based on radiographic and clinical follow-up examination. *Acta Odontologica Scandinavica*, 14, 1-175.
- Sunde, P., Tronstad, L., Eribe, E., Lind, P., & Olsen, I. (2000). Assessment of periradicular microbiota by DNA-DNA hybridization. *Dental Traumatology*, 16(5), 191-196.
- Sundqvist, G. (1976). Bacteriological studies of necrotic dental pulps. Umeå University.

- Sundqvist, G., & Figdor, D. (1998). Endodontic treatment of apical periodontitis. *Essential Endodontology*, 242-269.
- Tanomaru-Filho, M., Jorge, E., Duarte, M., Gonçalves, M., & Guerreiro-Tanomaru, J. (2009). Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(3), 442-447.
- Tarcin, B., Gumru, B., Iriboz, E., Turkeydin, D. E., & Ovecoglu, H. S. (2015). Radiologic assessment of periapical health: comparison of 3 different index systems. *Journal of Endodontics*, 41(11), 1834-1838.
- Teitelbaum, S. L. (2000). Bone resorption by osteoclasts. *Science*, 289(5484), 1504-1508.
- Tolga Suer, B., Yaman, Z., & Buyuksarac, B. (2016). Correlation of Fractal Dimension Values with Implant Insertion Torque and Resonance Frequency Values at Implant Recipient Sites. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31(1), 55-62.
- Tomokiyo, A., Wada, N., & Maeda, H. (2019). Periodontal ligament stem cells: regenerative potency in periodontium. *Stem Cells and Development*, 28(15), 974-985.
- Torabinejad, M., Anderson, P., Bader, J., Brown, L. J., Chen, L. H., Goodacre, C. J., Patel, R. (2007). Outcomes of root canal treatment and restoration, implant-supported single crowns, fixed partial dentures, and extraction without replacement: a systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(4), 285-311.
- Torabinejad, M., & Walton, R. (2008). Pulp and periapical pathosis. Endodontics: *Principles and Practice*, 4, 49-68.

- Torabinejad, M., Corr, R., Handysides, R., & Shabahang, S. (2009). Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. *Journal of Endodontics*, 35(7), 930-937.
- Uğur Aydın, Z., Ocak, M., Bayrak, S., Göller Bulut, D., & Orhan, K. The effect of type 2 diabetes mellitus on changes in the fractal dimension of periapical lesion in teeth after root canal treatment: a fractal analysis study. *International Endodontic Journal*, 54(2), 181-189.
- Updike, S. X., & Nowzari, H. (2008). Fractal analysis of dental radiographs to detect periodontitis-induced trabecular changes. *Journal of Periodontal Research*, 43(6), 658-664.
- Van der Stelt, P. F. (1985). Experimentally produced bone lesions. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 59(3), 306-312.
- Veerayutthwilai, O., Byers, M., Pham, T. T., Darveau, R., & Dale, B. (2007). Differential regulation of immune responses by odontoblasts. *Oral Microbiology and Immunology*, 22(1), 5-13.
- Vidal, B., Mello, M. L. S., & Valdrighi, L. (1974). Histochemical and anisotropic aspects of the rat cementum. *Cells Tissues Organs*, 89(4), 546-559.
- Vivaldi, L., & Spuler, M. (1966). Phenomenon of spontaneous healing in chronic hyperplastic pulpitis. *Anales Espanoles De Odontostomatologia*, 25(6), 487.
- Vivaldi, L., Ujevic, E., & Spuler, M. (1968). Polyps of the pulp, periodontal tissues and gingiva. *Revista Odontologica De Concepcion*, 13(3), 114-126.
- Walton, R., Pashley, D., & Dowden, W. (1985). *Pulp pathosis* (398-402): Lea & Febiger.



- White, S. C., & Rudolph, D. J. (1999). Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 88(5), 628-635.
- Wood, N. (1984). Periapical lesions. *Dental Clinics of North America*, 28(4), 725-766.
- Yamada, S., Tomoeda, M., Ozawa, Y., Yoneda, S., Terashima, Y., Ikezawa, K., Murakami, S. (2007). PLAP-1/aspurin, a novel negative regulator of periodontal ligament mineralization. *Journal of Biological Chemistry*, 282(32), 23070-23080.
- Yasar, F., & Akgunlu, F. (2005). Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 34(5), 261-267.
- Yasar, F., Apaydin, B., & Yilmaz, H.-H. (2012). The effects of image compression on quantitative measurements of digital panoramic radiographs. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 17(6), e1074.
- Yoshizawa, T., Takizawa, F., Iizawa, F., Ishibashi, O., Kawashima, H., Matsuda, A., & Endo, N. (2004). Homeobox protein MSX2 acts as a molecular defense mechanism for preventing ossification in ligament fibroblasts. *Molecular and Cellular Biology*, 24(8), 3460-3472.
- Yu, C., & Abbott, P. V. (2007). An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Australian Dental Journal*, 52, 4-6.
- Yu, Y.-Y., Chen, H., Lin, C.-H., Chen, C.-M., Oviir, T., Chen, S.-K., & Hollender, L. (2009). Fractal dimension analysis of periapical reactive bone in response to root canal treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(2), 283-288.

- Zanini, M., Decerle, N., Hennequin, M., & Cousson, P. y. (2020). Revisiting Orstavik's PAI score to produce a reliable and reproducible assessment of the outcomes of endodontic treatments in routine practice. *European Journal of Dental Education*.
- Zero, D. T., Zandona, A. F., Vail, M. M., & Spolnik, K. J. (2011). Dental caries and pulpal disease. *Dental Clinics*, 55(1), 29-46.
- Zhai, Q., Dong, Z., Wang, W., Li, B., & Jin, Y. (2019). Dental stem cell and dental tissue regeneration. *Frontiers of Medicine*, 13(2), 152-159.



## 8. EKLER

### EK-1



T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 83116987 - 843  
Konu : Etik Kurul Kararı  
Toplantı Tarihi : 01.10.2020  
Toplantı No : 2020/13  
Proje No : 20-KAEK-248

15.10.2020

Sayın, Doç.Dr. Hüda Melike BAYRAM

Etik Kurulumuzun 01.10.2020 tarihli toplantısında görüşülen 20-KAEK-248 kayıt numaralı "Büyük Lezyonlu Dişlerde İlk Tedavi ve Retreatment Tedavisi Arasındaki 24 Aylık İyileşmenin Fractal Analizi ile İncelenmesi : Retrospektif Analiz" başlıklı çalışmanız gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına karar verilmiştir.

İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmeliğin 14-4. maddesi ve yönergemizin 18-3. maddesine göre çalışmanız tamamlandıktan sonra sonuç raporunun tarafımıza en geç 90 gün içerisinde bildirilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Dr. Öğretim Üyesi Muzaffer KATAR  
Başkan

## EK-2

**BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU****Araştırmacının/Hekimin Açıklaması**

Çalışmalara daha fazla katkı sağlamak amacıyla bir bilimsel araştırma yapmayı planlamaktayız. Yapılması planlan araştırmanın ismi "Büyük Lezyonlu Dişlerde İlk Tedavi Ve **Retreatment** Tedavisi Arasındaki 24 aylık İyileşmenin **Eractal** Analizi İle İncelenmesi: Retrospektif Analiz Çalışması" **dir.**

Dişlerin kök ucu bölgesine enfeksiyon tanısı konan ilk kez ya da ikinci defa cerrahi olmayan kök kanal tedavisi yapılması gereken hastaların filmleri üzerinde uygulanacak olan bu çalışmaya, tıbbi durumunuz bu koşullara uyduğu için sizi de davet ediyoruz. Ancak hemen belirtilmelidir ki araştırmaya katılıp katılmamak gönüllülük esasına dayalıdır. Bu bilimsel çalışmaya katılma kararını tamamen hür iradeniz ile vermelisiniz. Bu kararı verirken hiç kimse tarafından size telkin ve baskıda bulunulamaz.

Kararınızdan önce söz konusu bilimsel araştırma ve bu araştırmaya katılmayı kabul etmeniz durumunda yapılacak işlemler hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra bu bilimsel araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

**Bilimsel çalışma hakkında bilgiler**

Araştırmaya davet edilmenizden nedeni, 18-63 .yaş aralığında, herhangi bir sistemik rahatsızlığı **rahatsızlığı**, bulunmayan, dişlerin kök ucu bölgesine 5 mm den daha geniş boyutta enfeksiyon tanısı konmuş bir birey olmanızdır. Bu araştırma **Endodonti** Anabilim Dalı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi tarafından gerçekleştirilecektir.

Bu araştırmanın amacı birincil ya da ikincil cerrahi olmayan kök kanal tedavisi yapılmış dişlerinizin fakültemizde çekilmiş kayıtlı röntgenler taranarak dişlerinizde meydana gelen iyileşmenin karşılaştırılmasıdır.

**Çalışma için sizden kan alınacak mı?\***

Hayır.

Eğer araştırmayı kabul ederseniz sizden söz konusu çalışma için ilave kan alınmayacaktır. Bu çalışmaya davet edilmenizden nedeni olan tıbbi durumunuz nedeniyle sizden rutin tetkik işlemleri nedeniyle alınacak ya da alınmış olan kandan artan kalan miktar üzerinde söz konusu analizler gerçekleştirilecektir. Hiçbir şekilde sizden bilimsel çalışma için kan alınmayacaktır.

**\*Çalışma, kan üzerinde analiz gerektiren bir çalışma değil ise bu kısmı onam formundan çıkartınız**

**Gen polimorfizm çalışmaları için açıklama\*\***

Tıbbi durumunuz nedeniyle yapılmasını önerdiğimiz gen **polimorfizm** analizi için sizden daha önceden alınmış olan ya da tıbbi durumunuz nedeniyle rutin poliklinik kontrollerinizde sizden alınacak olan kan numunelerinden artan miktar üzerinde analizler gerçekleştirilecektir. Bu analizler için sizden kesinlikle ilave, rutin dışı bir kan alma işlemi olmayacaktır. Yukarıda belirtildiği gibi rutin tetkik kapsamında alınmış ya da alınacak olan kan numunelerinden genetik materyaliniz izole edilecek ve bu materyal üzerinde söz konusu analizler yapılacaktır. Söz konusu genetik materyal uzun süreler için uygun koşullarda saklanabilir ve gelecekteki bilimsel çalışmalar için de kullanılabilir. İzole edilen genetik materyalinizin bu çalışma dışında gelecekteki bilimsel çalışmalar için de kullanılabilmesi tamamen sizin vereceğiniz onaya bağlıdır.

**\*\*Çalışma gen polimorfizm çalışması ise bu kısım onam formunda olmalıdır. Değilse bu bölümü çıkartınız**

**\*\*\*Açıklama; Çalışmanız, yukarıdaki kutular içerisinde açıklanan materyallerin dışında, komisyonumuzun değerlendirmeye yetkili olduğu materyaller üzerinde analizler içeriyor ise yukarıdaki kutular içerisinde ifade edilene benzer şekilde açıklamalar yapabilirsiniz.**

**\*\*\*Bu kutuyu onam formunuzu yazdırmadan önce siliniz.**

**Çalışma kapsamında bilinmesi gereken durumlar ve araştırmacılar ile gönüllülerin uyması gereken****kurallar**

Araştırmaya katılmanız durumunda;

1. Sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.
2. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme yapılmayacaktır.
3. Hekim ile aranızda kalmaması gereken size ait bilgilerin gizliliğine büyük özen ve saygı gösterilecektir.
4. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgileriniz çok büyük bir hassasiyetle korunacaktır.

Araştırmanın adı :

Araştırma sorumlusu :

Tarih :

İmza :

5. Çalışma sırasında meydana gelebilecek sağlığınız ile ilgili ve diğer olumsuzlukların sorumluluğu araştırmacılara aittir.
6. Gönüllü olarak katıldığınız çalışmanın herhangi bir aşamasında araştırmadan ayrılabilirsiniz. Ancak ayrılmadan önce araştırmacılara bu durumu bildirmeniz önemlidir.
7. Çalışmaya katılmayı kabul etmemeniz durumunda tedavinizde ve klinik izlemlerinizde hiçbir değişiklik olmayacak, her zaman olduğu gibi aynı özen ve ihtimam ile hastalığınızın tedavisi sürdürülecektir.

#### **Katılımcının (Gönüllü) / Hastanın Beyanı**

Sayın Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM tarafından, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı oda bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler tarafıma aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam, hekim ile aramda kalması gereken, bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı gösterileceği, araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı kesin ve net bir şekilde belirtilmiştir.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Benden herhangi bir ücret talep edilmeyeceği ve bana da herhangi bir ödeme yapılmayacağı net ve kesin bir şekilde ifade edilmiştir.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilme hakkına sahip olduğum bildirilmiştir. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağına da bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun, araştırma sürecinde araştırma ile ilgili ortaya çıkabilecek sağlık durumuyla ilgili olumsuzluklarda sorumluluk araştırmacılara ait olup parasal bir yük altına girmeyeceğim.

Araştırma sırasında araştırma ile ilgili bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; günün herhangi bir saatinde Doç. Dr. Hüda Melike BAYRAM a ulaşarak danışabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı herhangi bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (gönüllü) olarak yer alma kararını tamamen hür iradem ile almış bulunuyorum. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllük içerisinde kabul ediyorum.

**İzole edilen genetik materyalin gelecekteki bilimsel çalışmalarda da kullanılmasına onay .....**

*Katılımcı "....." kısmı "veriyorum" ya da "vermiyorum" şeklinde kendisi, vasisi veya görüşme tanığının el yazısı ile yazılması suretiyle sunulacaktır ve yarınsı paraf atılacaktır. Not: Çalışma gen polimorfizm çalışması değil ise bu kutuya ve içindeki açıklamayı formu bastırmadan önce kaldırınız.*

Tarih

#### **Katılımcı (Gönüllü)**

Adı, Soyadı :  
Adres :  
Telefon :  
İmza :

#### **Görüşme Tanığı**

Adı, Soyadı :  
Adres :  
Telefon :  
İmza :

#### **Katılımcı (Gönüllü) ile Görüşen Araştırmacı**

Adı, Soyadı, Ünvanı : Hüda Melike BAYRAM, Doç. Dr.  
Adres : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Telefon :  
İmza :

**(Tüm sayfaları imzalı bu formun bir kopyası katılımcıya verilecektir)**

Araştırmanın adı :  
Araştırma sorumlusu :  
Tarih :  
İmza :