



T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**PERİODONTAL TEDAVİLERİN ÇENE KEMİĞİNİN
TRABEKÜLER YAPISI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN FRAKTAL
ANALİZ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

Furkan ÖZTOPRAK
UZMANLIK TEZİ

PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Ziya ŞENYURT
Tez Danışmanı

Gaziantep
2025



T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**PERİODONTAL TEDAVİLERİN ÇENE KEMİĞİNİN
TRABEKÜLER YAPISI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN FRAKTAL
ANALİZ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

Furkan ÖZTOPRAK
UZMANLIK TEZİ

PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Ziya ŞENYURT
Tez Danışmanı

Gaziantep
2025

BEYAN

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

Furkan Öztoprak

17.11.2025

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanmasında bilgi, birikim ve rehberliğiyle bana yol gösteren, üzerimde büyük emeği olan çok kıymetli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Ziya ŞENYURT'a;

Eğitimim boyunca her zaman destek ve teşvikleriyle yanımda olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Kamile ERCİYAS'a;

Uzmanlık sürecimde birlikte güzel anılar biriktirdiğimiz, her daim yardımlarını ve dostluklarını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Haluk GÖREN, Ozan KARADUT, değerli Filiz TAPAR ablama ve katkı sunan tüm arkadaşlarıma;

Bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan, sevgileri ve emekleriyle her zaman yanımda olan kıymetli annem Nilgün ÖZTOPRAK ve sevgili anneannem Latife ÇAY'a;

Hayatım boyunca desteklerini her daim hissettiğim canım kardeşim Sena ÖZTOPRAK'a;

Ve her adımında yanımda olan, sevgisiyle gücüm olan değerli eşim Özgecan ÖZTOPRAK'a ve hayatımın neşesi kızım Irmak ÖZTOPRAK'a;

Sonsuz sevgi, minnet ve saygılarımla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
RESİMLER LİSTESİ.....	vi
SİMGE ve KISALTMALAR	vii
ÖZET	1
ABSTRACT.....	2
1. GİRİŞ ve AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Periodonsiyum Anatomisi.....	5
2.2. Periodontal Hastalıklar	5
2.2.1. Periodontal Hastalık Sınıflandırılması.....	7
2.2.2. Periodontal Sağlık ve Gingival Sağlık.....	7
2.2.3. Gingivitis	8
2.2.4. Periodontitis	9
2.3. Periodontal Hastalık Histopatolojisi	13
2.3.1. Başlangıç Lezyonlar	14
2.3.2. Erken lezyon	15
2.3.3. Yerleşmiş Lezyon	16
2.3.4. İlerlemiş Lezyon	17
2.4. Periodontal Tedaviler.....	17
2.4.1. Periodontal Tedavi Sınıflandırması	17
2.4.2. Cerrahi Olmayan Periodontal Tedaviler (Faz I Tedavi)	19
2.4.3. Cerrahi Periodontal Tedaviler (Faz II Tedavi)	21
2.5. Periodontal Tedavilerin Sert ve Yumuşak Dokular Üzerine Etkileri	22
2.6. Kemik Dokusu	23
2.6.1. Kemik Hücreleri	25
2.6.2. Kemik Yapım ve Yıkım Mekanizması	26

2.7.	Radyografik Görüntüleme	27
2.7.1.	Periodontolojide Radyografi	28
2.7.2.	Periapikal Radyografi	29
2.7.3.	Bite-Wing Radyografisi	29
2.7.4.	Panoramik Radyografi	30
2.7.5.	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT)	30
2.8.	Fraktal Geometri ve Fraktal Boyut Analiz Yöntemi	31
3.	GEREÇ ve YÖNTEM	38
3.1.	Çalışma Gruplarının Belirlenmesi	38
3.2.	Radyografik Görüntüleme	39
3.3.	Fraktal Boyut Analizi.....	40
3.4.	İstatistiksel Analiz.....	45
4.	BULGULAR.....	46
4.1.	Sosyodemografik Bulgular	46
4.2.	Fraktal Boyut Ölçümleri	46
4.2.1.	Detertraj Tedavi Grubu Bulguları.....	46
4.2.2.	Subgingival Küretaj Tedavi Grubu Bulguları.....	48
4.2.3.	Periodontal Flep Cerrahisi Tedavi Grubu Bulguları.....	49
4.2.4.	Tedavi Öncesi Periodontal Tedavi Grupları Arası Bulgular	50
4.2.5.	Tedavi Sonrası Periodontal Tedavi Grupları Arası Bulgular.....	52
4.2.6.	Periodontal Tedavi Grupları Arası Tedavi Sonrası ve Tedavi Öncesi Değişim Bulguları	53
5.	TARTIŞMA	56
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
7.	KAYNAKLAR	65

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2. 1. Periodontal hastalık ve durumlar	7
Tablo 2. 2. Gingival sağlık ve plağa bağlı gingivitisin ayırıcı tanıları.....	8
Tablo 2. 3. Periodontitis evreleri.....	10
Tablo 2. 4. Periodontitis dereceleri	13
Tablo 2. 5. Faz 1 tedavi.....	18
Tablo 2. 6. Faz 2 tedavi.....	18
Tablo 2. 7. Faz 3 tedavi.....	18
Tablo 2. 8. Faz 4 tedavi.....	19
Tablo 2. 9. Diş hekimliğinde kullanılan radyografik yöntemler	28
Tablo 2. 10. FB hesaplamasına yönelik analiz metotları	36
Tablo 3. 1. Grupların incelenecek panoramik radyografi sayısı	39
Tablo 4. 1. Sosyodemografik bulguların gruplar arası dağılımı	46
Tablo 4. 2. Detertraj tedavi grubu tedavi öncesi ve tedavi sonrası bulguları.....	47
Tablo 4. 3. Subgingival küretaj tedavi grubu tedavi öncesi ve tedavi sonrası	48
Tablo 4. 4. Periodontal flep cerrahisi tedavi öncesi ve tedavi sonrası	49
Tablo 4. 5. Tedavi öncesi periodontal tedavi grupları arası bulgular.....	51
Tablo 4. 6. Tedavi sonrası periodontal tedavi grupları arası bulgular	52
Tablo 4. 7. Periodontal Tedavi Grupları Arası Tedavi Sonrası ve Tedavi Öncesi Değişim Bulguları	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekiller 2. 1. Periodontal hastalıklarda biyofilm.....	6
Şekiller 2. 2. Başlangıç lezyonlar.....	15
Şekiller 2. 3. Erken lezyon	16
Şekiller 2. 4. Çene kemiğinin kortikal ve spongios yapısı.....	24
Şekiller 2. 5. Kemik hücreleri	26
Şekiller 2. 6. Self-similarity karakteristiği sergileyen yapı.....	32
Şekiller 2. 7. Mandelbrot'un fraktal seti	33
Şekiller 2. 8. Waclaw Sierpinski'nin tanımladığı Sierpinski Üçgeni.....	33
Şekiller 2. 9. Von Koch tarafından tanımlanan kar tanesi modeli	34
Şekiller 2. 10. Fraktal ağaç.....	34

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3. 1. Planmeca Promax XC panoramik cihazı.....	40
Resim 3. 2. Panoramik radyografide ROİ bölgeleri	41
Resim 3. 3. Dublike edilen görüntü.....	42
Resim 3. 4. Gaussian filtresi uygulanmış görüntü.....	42
Resim 3. 5. Subtraction işlemi.....	42
Resim 3. 6. 128 gri ton eklenmesi	43
Resim 3. 7. Threshold uygulaması	43
Resim 3. 8. Invert uygulaması	43
Resim 3. 9. Erode ve Dilate uygulaması	44
Resim 3. 10. Skeletonize uygulanması.....	44
Resim 3. 11. Fractal box count metodu ile FB değeri hesaplanması	45

SİMGE ve KISALTMALAR

FA	Fraktal Analiz
PR	Panoramik Radyografi
FB	Fraktal Boyut
ROİ	Region of Interest
DOS	Diş Eti Oluğu Sıvısı
hsCRP	C reaktif protein
PMNL	Polimorfonükleer lökosit
SRP	Scaling Root Planing
TME	Temporomandibular Eklem
CBCT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
BT	Bilgisayarlı Tomografi
DOS	Diş eti oluğu sıvısı
PTH	Paratiroid hormonu
TB	Topolojik boyut
HB	Hausdorff boyutu

ÖZET

PERİODONTAL TEDAVİLERİN ÇENE KEMİĞİNİN TRABEKÜLER YAPISI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

Furkan Öztoprak

Uzmanlık Tezi, Periodontoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Ziya Şenyurt

Kasım 2025, 79 sayfa

Periodontal hastalıklar, başlangıçta yumuşak dokularda gelişen enflamatuar bir yanıtla ortaya çıkan; tedavi edilmediğinde daha derin periodontal dokulara ilerleyerek alveoler kemikte destrüksiyona yol açan kronik inflamatuvar hastalıklardır. Periodontal hastalığın şiddet ve yayılımlarına bağlı olarak, çene kemiklerinde meydana gelen rezorptif değişiklikler, trabeküler kemik mimarisinde yapısal düzensizliklerin oluşmasına yol açabilmektedir. Periodontal hastalıkların tedavisinde, çene kemiklerinin etkilenme düzeyine bağlı olarak diş yüzey temizliği, subgingival küretaj ve periodontal flep cerrahisi gibi farklı tedavi yaklaşımları uygulanabilmektedir. Bu tedavi yaklaşımlarıyla periodontal hastalıkların ilerlemesinin durdurulması ve alveoler kemiğin trabeküler yapısının korunması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda çalışmamızın amacı, farklı periodontal tedavi yöntemlerinin çene kemiğinin trabeküler yapısında oluşturabileceği olası değişimleri, panoramik radyografiler (PR) üzerinde gerçekleştirilen fraktal analiz (FA) yöntemiyle değerlendirmektir. Bu çalışma kapsamında, Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'na farklı dönemlerde başvuran ve sistemik olarak sağlıklı 150 bireyin PR'leri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Bireylere uygulanan periodontal tedavi türlerine göre üç gruba ayrılmıştır: Grup I – Detertraj (50 PR), Grup II – Subgingival Küretaj (50 PR) ve Grup III – Periodontal Flep Cerrahisi (50 PR). Her bireyin tedavi öncesi (TÖ) ve tedavi sonrası (TS) olmak üzere iki PR'si incelenmiş, toplamda 300 PR (150 TÖ + 150 TS) FA yöntemiyle değerlendirilmiştir. TÖ ve TS ölçümleri arasındaki grup içi karşılaştırmalar incelendiğinde, Grup I'de tüm ROI bölgeleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Grup II'de ROI 2, ROI 3, ROI 4 ve ROI 2-3-4-5 ortalama değerlerinin TS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek tespit edilmiştir ($p<0,05$). Grup III'de ROI 2, ROI 3, ROI 4, ROI 5 ve ROI 2-3-4-5 ortalama değerlerinin TS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek tespit edilmiştir ($p<0,05$). TS ve TÖ arasındaki değişimlerin gruplar arası karşılaştırmalarında ROI 3, ROI 2-3-4-5 ortalama değerlerindeki artışın Grup II ve Grup III' de anlamlı oranda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu çalışma, farklı periodontal tedavilerin çene kemiği trabeküler yapısı üzerindeki etkilerini non-invaziv FA yöntemiyle karşılaştırmalı olarak değerlendiren ilk çalışmadan biri olup daha geniş örneklemli ve farklı ROI bölgelerini içeren ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Çene Kemiği, Fraktal Analiz, Periodontal Tedaviler, Trabeküler Yapı

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PERIODONTAL TREATMENTS ON THE TRABECULAR STRUCTURE OF THE JAW BONE USING FRACTAL ANALYSIS METHOD

Furkan Öztoprak

Specialist Thesis, Periodontology Department

Thesis Advisor: Asst. Prof. Süleyman Ziya Şenyurt

November 2025, 79 pages

Periodontal diseases are chronic inflammatory conditions that begin with a soft tissue inflammatory response and, if left untreated, progress to involve deeper periodontal tissues, leading to alveolar bone destruction. Depending on the severity and extent of the disease, resorptive changes may occur in the jawbone, resulting in structural irregularities within the trabecular bone architecture. Various treatment approaches, such as dental scaling, subgingival curettage, and periodontal flap surgery, are employed according to the degree of bone involvement. These therapeutic modalities aim to halt disease progression and preserve the trabecular integrity of the alveolar bone. The present study aimed to evaluate the potential changes induced by different periodontal treatment modalities on the trabecular structure of the jawbone using the fractal analysis (FA) method applied to panoramic radiographs (PRs). In this retrospective study, panoramic radiographs of 150 systemically healthy patients who presented to Gaziantep University, Faculty of Dentistry, Department of Periodontology, at different periods were analyzed. Participants were divided into three groups based on the type of periodontal treatment received: Group I – Scaling (50 PRs), Group II – Subgingival Curettage (50 PRs), and Group III – Periodontal Flap Surgery (50 PRs). Each patient had two radiographs—pre-treatment (PT) and post-treatment (PoT)—resulting in a total of 300 PRs (150 PT + 150 PoT) evaluated through FA. In intra-group comparisons, no significant differences were observed among the ROIs in Group I. In Groups II and III, the FA values of ROI 2, 3, 4, and the mean ROI 2–3–4–5 showed statistically significant increases after treatment ($p<0.05$). Inter-group comparisons revealed that the increase in ROI 3 and mean ROI 2–3–4–5 values was significantly higher in Groups II and III ($p<0.05$). This study represents one of the first comparative evaluations of the effects of different periodontal treatment methods on alveolar trabecular bone using a non-invasive FA approach. Further studies with larger sample sizes and a broader range of ROI regions are warranted to validate and expand upon these findings.

Keywords: Fractal Analysis, Jaw Bone, Periodontal Treatment, Trabecular Structure

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Periodontal hastalıklar, dişin destek dokularını oluşturan periodontal ligament, alveoler kemik ve diş etinde gelişen kronik inflamatuvar hastalıklar olarak tanımlanmaktadır. Periodontal hastalıklar, diş ve diş eti yüzeylerinde biriken mikrobiyal dental plak içerisindeki mikroorganizmaların neden olduğu gingivitis ile başlar. Hastalığın ilerlemesiyle, diş çevreleyen destek dokularda meydana gelen yıkım sonucunda, diş eti çekilmesi ve sondalama cep derinliğinde artışla karakterize periodontitis tablosu ortaya çıkar. Periodontitiste gözlenen kemik yıkımının düzeyi, konak savunma yanıtı ile mikrobiyal dental plak arasındaki etkileşimin sonucunda şekillenmektedir. Bu yıkım süreci, hem fizyolojik kemik döngüsünün bir parçası olarak hem de patolojik bir süreç şeklinde gelişebilmektedir. Alveoler kemikte meydana gelen rezorptif değişiklikler ise trabeküler kemik yapısında düzensizliklere ve mikro yapıda bozulmalara yol açabilmektedir.

Periodontal hastalıkların tedavi yaklaşımı, basit ağız hijyeni eğitimi ve diş taşı uzaklaştırılmasından, ileri düzey periodontal cerrahi işlemlere kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Diş taşları, tükürükte bulunan kalsiyum tuzlarının, bakteri plağı aracılığıyla diş yüzeyine tutunması sonucu oluşur. Bu yapılar, yüksek düzeyde bakteri içermeleri nedeniyle periodontal dokularda inflamasyonun başlıca nedenlerinden biridir. Hastalığın erken evrelerinde, rutin detertraj uygulamasıyla etkili bir tedavi sağlanabilir. Ayrıca, periodontal sağlığın korunması amacıyla rutin klinik ve radyografik kontrollerin altı ayda bir yapılması önerilmekte; aktif periodontal hastalığı bulunan bireylerde ise hekim tarafından belirlenen aralıklarla profesyonel temizlik işlemlerinin tekrarlanması gerekmektedir. Subgingival küretaj, kök yüzeyine tutunmuş bakteri plağı ve sert birikintilerin, özel periodontal küretler yardımıyla uzaklaştırılması ve böylece sağlıklı kök yüzeyinin açığa çıkarılarak diş etinin bu yüzeye yeniden tutunması amaçlanan bir periodontal tedavi yöntemidir. Eğer subgingival küretaj uygulaması sonrasında periodontal cep derinliğinde anlamlı bir azalma elde edilemiyorsa, cep epiteli ve granülasyon dokusunun cerrahi olarak eksize edilmesi gerekebilir. Derin periodontal ceplerde ise, periodontal flep cerrahisi yapılarak kök yüzeyinin tam görünür hale getirilmesi ve kök yüzey düzleştirme işlemlerinin gerçekleştirilmesi tercih edilir. Bu aşamada, etkilenen alveolar kemiğin desteklenmesi ya da kemik rejenerasyonunun

uyarılması gerektiğinde, sert doku greftleri veya hastadan elde edilen otojen kemik greftleri defekt bölgesine uygulanarak kaybedilen dokuların yeniden oluşumu hedeflenir.

Periodontitisin, periodontal dokular üzerinde geri dönüşü olmayan yıkıcı etkiler oluşturarak diş kaybına yol açabilen progresif seyri dikkate alındığında, erken tanı ve uygun tedavi yaklaşımları büyük klinik önem arz etmektedir. Gingivitis ve periodontitisin ayırıcı tanısı, klinik parametrelerin yanı sıra radyografik değerlendirmelerin bütüncül biçimde analiz edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Periodontal muayene sırasında cep derinliği ölçümlerinin atlanması veya eksik değerlendirme yapılması, hastalığın fark edilmeden ilerlemesine neden olabileceğinden, radyograflerin dikkatli ve ayrıntılı biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Fraktal analiz (FA), doku yapılarının karmaşıklığını nicel olarak tanımlamak amacıyla kullanılan bir yöntem olup, diş hekimliğinde de çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Bu analiz, trabeküler kemik yapısında meydana gelebilecek erken veya ileri düzeydeki morfolojik değişimlerin saptanmasında değerli bir matematiksel değerlendirme aracıdır. Geleneksel dental radyograflerin çoğu, yalnızca görsel incelemeye dayalı niteliksel değerlendirmeler sunmaktadır. Buna karşın FA, kemik dokusunun morfolojik karmaşıklığını kantitatif olarak tanımlayan, noninvaziv ve güvenilir bir yöntemdir. Bu özellikleri sayesinde FA, periodontal hastalıklarda trabeküler kemik mimarisinin değerlendirilmesi ve kemik mikro yapısındaki değişikliklerin objektif olarak analiz edilmesinde etkili bir tanısal araç olarak kullanılabilir.

Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı; periodontal tedavilerin çene kemikleri üzerinde meydana getirebileceği trabeküler değişiklikleri değerlendirmektir. Olası trabeküler değişiklikler, periodontal tedavi öncesi ve sonrasında hastalardan kontrol amaçlı rutin olarak alınan panoramik radyografler (PR) üzerinde FA yöntemi kullanılarak tespit edilecektir. Bu araştırmada elde edebileceğimiz olumlu veriler neticesinde periodontal tedavilerin hastaların çene kemiğinin trabeküler yapısındaki değişiklikleri kantitatif olarak ifade edilebilecek ve literatüre önemli katkılar sunabilecektir. Bu da periodontal hastalıkların teşhisinde, erken tanısında ve tedavi prosedürlerinin belirlenmesinde yol gösterici bir parametre olabilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Periodonsiyum Anatomisi

Periodonsiyum, dişleri çevreleyen ve destekleyici görev üstlenen tüm dokuları kapsayan bir kavramdır. Periodonsiyum dıştan içe olacak şekilde 4 bölümden oluşur (1). Bunlar:

- Diş eti
- Periodontal ligament
- Alveol kemiği
- Sement

Her bir bileşen farklı fonksiyonlara sahip olmakla birlikte, bu yapılar koordineli bir şekilde çalışmaktadır. Diş eti, epitel hücrelerinden oluşan ve mine-sement birleşiminden yaklaşık 1–2 mm koronal yönde uzanan, soluk pembe renkli bir yumuşak dokudur (2). Diş eti, altında bulunan dokuları oral mikroorganizmalara karşı koruyucu bir bariyer görevi üstlenir. Yoğun fibroblast içeriği ve tip I kolajen lifleri ile periodontal ligament, sement yüzeyi ile kemik soketi arasında bağlantıyı güçlendiren bir bağ dokusudur. Fibroblastlar ise, bu dokunun iyileşme ve onarım fonksiyonlarında belirleyici rol oynamaktadır (2). Sement, kök dentinini örten ve periodontal ligament liflerinin tutunmasına aracılık eden mineralize bir dokudur. Yapısal olarak hücreli ve hücresiz tipleri mevcuttur (3). Çenelerde dişlerin yerleştiği soketli bölgelere alveoler kemik adı verilir. Alveolar kemik, dişlerin ağız içerisindeki konumunu desteklerken aynı zamanda periodontal ligamentin bağlantısını da güçlendirir (2). Bu kemik dokusu, rezorpsiyon ile yeni kemik oluşumu arasındaki sürekli döngü aracılığıyla diş pozisyonundaki ve oklüzal kuvvetlerdeki değişimlere adaptasyon gösterir (4).

2.2. Periodontal Hastalıklar

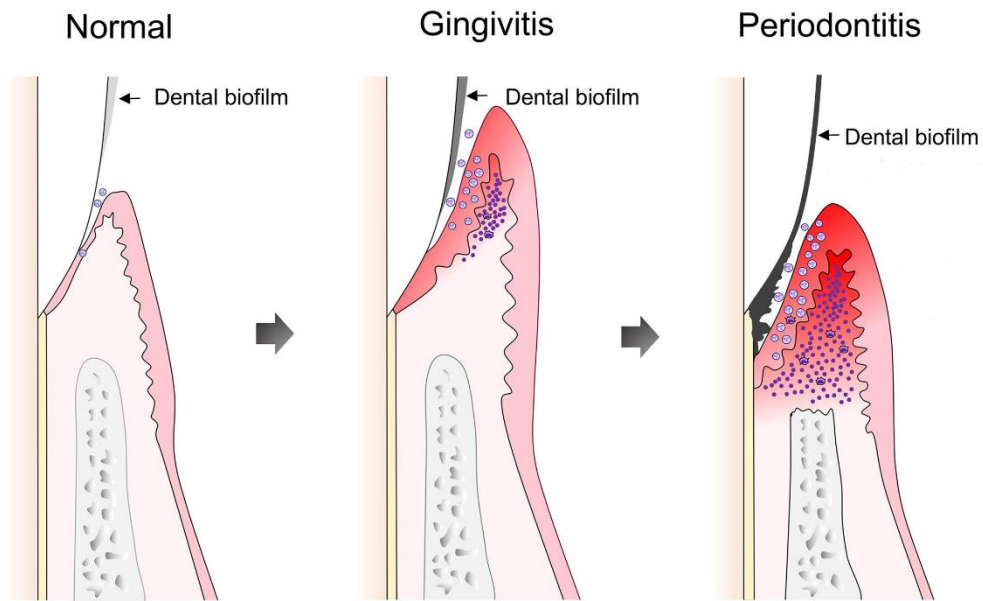
Periodontal hastalık diş destekleyen dokuların kronik inflamatuvar bir hastalığıdır. Periodontal hastalık oluşumunda dental plak içinde yer alan mikroorganizmalar etkilidir. Diş etinin lokalize iltihabı olan gingivitis ile başlayan periodontal hastalık, daha sonra

periodontal dokulara ilerleyerek ataşman kaybı ve alveolar kemik kaybı ile periodontitise dönüşür (1,5).

Erişkinlerin %70'i periodontal hastalıktan dolayı diş kayıpları yaşamaktadır (6). Yapılan araştırmalara göre dünya nüfusunun ise %10 ile %15'i periodontitis nedeniyle diş kayıpları yaşamaktadır. Ayrıca periodontitis hastalığı en fazla yetişkinleri etkilemektedir (7).

Periodontitis, etiolojisinde çok sayıda faktörün rol oynadığı kompleks bir inflamatuvar hastalıktır. Sigara kullanımı, hormonal değişiklikler, diyabet, çeşitli ilaçlar, sistemik hastalıklar ve genetik faktörler gibi etmenler, periodontitis ilerleyişinde önemli bir rol oynamaktadır.

Dental biyofilm kompleks bir yapıdan oluşmaktadır ve bu yapı içerisinde az sayıda bulunan patojenler periodontal hastalıklara neden olmaktadır (Şekil 2.2) (8,9). Dental biyofilm içinde yer alan bakterilerin tamamı patojenik değildir. Patojen bakterilerin miktarı az olsa bile periodontal dokulara zarar vermektedir. Klinik ve deneysel araştırmalar göstermiştir ki bazı bakterilerin gingivitis ve periodontitise neden olduğu bilinmektedir ve bu bakterilere periodontal patojenler denir (10).



Şekiller 2. 1. Periodontal hastalıklarda dental biyofilm (11)

2.2.1. Periodontal Hastalık Sınıflandırılması

2017 Dünya Çalıştayı'nda, periodontal hastalıkların ve ilgili durumların sınıflandırılması amacıyla, 1999 Uluslararası Periodontal Hastalıklar Sınıflandırması'ndan sonra elde edilen bilimsel ve klinik gelişmeler dikkate alınarak kapsamlı bir revizyon yapılmış ve yeni bir sınıflandırma sistemi ortaya konulmuştur (12). 1999 sınıflandırmasında agresif periodontitis ve kronik periodontitis olarak tanımladığı durumlar artık periodontitis adıyla tek bir kategoride bildirilmiştir. Yeni sınıflandırma sisteminde periodontitis; nekrotizan periodontal hastalıklar, sistemik hastalıklarla ilişkili periodontitis ve periodontitis olmak üzere üç ana kategori altında tanımlanmıştır (Tablo 2.1).

Tablo 2. 1. Periodontal hastalık ve durumlar

Periodontal Hastalık ve Durumlar
Periodontal Sağlık ve Gingival Sağlık
Periodontal sağlık ve gingival sağlık
Dental plağa bağlı oluşan gingivitis
Dental plakla ilişkili olmayan gingival hastalıklar
Periodontitis
Nekrotizan periodontal hastalıklar
Periodontitis
Sistemik hastalıklarla ilişkili periodontitis
Gelişimsel ve Kazanılmış Deformite ve Durumların Periodonsiyuma Etkisi
Sistemik hastalık veya durumların periodonsiyuma etkisi
Periodontal apseler ve endodontik periodontal lezyonlar
Mukogingival deformite ve durumlar
Travmatik okluzal kuvvetler
Dişler ve protezle ilişkili faktörler

2.2.2. Periodontal Sağlık ve Gingival Sağlık

Sağlıklı diş eti açık pembe renk veya gül kurusu rengindedir. Diş eti marjini bıçak sırtı, yüzey yapısı ise portakal kabuğu görünümündedir. Diş eti interproksimal alanı dolduran, diş ve kemiği sıkı sıkıya saran yapıdadır. Sağlam periodonsiyumda sondalamada kanama, ödem, eritem, ataşman kaybı ve kemik kaybı görülmez. Ayrıca periodontal tedavi geçmişi

olan gingivitis ve periodontitis hastalarında da periodontal ve gingival sağlık gözlemlenebilir.

2.2.3. Gingivitis

Periodontal hastalıkların en hafif şekli gingivitistir. İnsan popülasyonunun %90'ında görülür. Ağız hijyeninin yetersiz olması sonucunda diş yüzeylerinde mikrobiyal biyofilm tabakasının oluşması, konakta lokal ve sistemik immün yanıtları tetikleyerek enflamatuvar sürecin başlamasına neden olur. Bu süreç; eritem, ödem, ağrı, ısı artışı, diş eti oluğu sıvısında (DOS) artış ve fonksiyonel kayıp gibi klinik belirtilerle karakterize edilir. Klinikte diş eti iltihabının belirteçleri; Diş eti marjinde kızarıklık, sondalamada kanama, diş eti marjini kaybı, papillanın küntleşmesi ve şişliktir. Hasta tarafından bildirilen şikayetler ise diş etlerinde kanama, ağız kokusu (Halitosis), yeme zorluğu, yaşam kalitesinde azalma ve estetik olarak kırmızı ve şişmiş diş etleridir (13).

2017 Dünya Çalıştay raporunda gingivitisin ayırt edilebilmesi için 3 ayrı durum vardır (Tablo 2.2) (12).

Tablo 2. 2. Gingival sağlık ve plağa bağlı gingivitisin ayırıcı tanıları

Bozulmamış Periodonsiyum	Sağlık	Gingivitis
Ataçman Kaybı	Yok	Yok
Cep Derinliği	≤ 3 mm	≤3 mm
Sondalamada Kanama	<%10	≥ %10
Radyolojik Kemik Kaybı	Yok	Yok
Periodonsiyumu Azalmış	Sağlık	Gingivitis
Ataçman Kaybı	Evet	Evet
Cep Derinliği	≤3 mm	≤3 mm
Sondalamada Kanama	<%10	≥ %10
Radyolojik Kemik Kaybı	Mümkün	Mümkün
Başarılı Tedavi Edilmiş Periodontitis Hastası	Sağlık (Stabil)	Periodontitis Öyküsü Olan Bir Hastada Gingival İnflamasyon (Remisyon)
Ataçman Kaybı	Evet	Evet
Cep Derinliği	≤4 mm (BoP+ olan 4 mm alan yok)	≤4 mm (BoP+ olan 4 mm alan yok)
Sondalamada Kanama	<%10	≥ %10
Radyolojik Kemik Kaybı	Evet	Evet

Periodonsiyumun bozulmadığı gingivitiste; sulkus derinliği 3mm ve altı, sondalama sonucu kanama %10 ve üzeri bölgede olmalı ayrıca ataşman kaybı ve radyolojik olarak kemik kaybı olmamalıdır.

Periodonsiyumun azaldığı fakat periodontitis olmayan hastada görülen gingivitiste; ataşmanda kayıp vardır. Sulkus derinliği 3 mm ve altındadır, sondalama sonucu %10 ve üzeri kanama bölgesi mevcuttur. Alveolar kemikte kayıp olasılığı vardır.

Başarılı periodontal tedavi sonrasında remisyon dönemine giren hastalarda, enflamasyonun diş etiyle sınırlı kaldığı, sondalama sırasında kanamanın bulunmadığı ve cep derinliğinin 4 mm veya altında olduğu alanlar görülebilir. Ancak ağız genelinde sondalamada kanama oranı %10 veya üzerinde olabilir. Bu hastalarda daha önceki periodontitis sürecine bağlı olarak ataşman kaybı ve alveolar kemik rezorpsiyonu kalıcı şekilde izlenmektedir (12).

Başarılı periodontal tedavi sonrasında, sondalama sırasında kanama tespit edilen bölgelerde hastalığın yeniden tekrarlama riski ve ataşman kaybı olasılığı vardır. Tedavi sonrası klinik stabilite, sondalamada kanama bulunmayan ve 4 mm veya daha az cep derinliğine sahip alanlarla tanımlanır. Ancak sondalamada kanama görülen ve 4 mm'nin üzerinde cep derinliği tespit edilen bölgeler, artık kapalı cep olarak kabul edilmez ve “kararsız periodontitis” olarak sınıflandırılır. Bununla birlikte, tedavi sonrası dönemde 5–6 mm derinlikte ancak kanamasız ceplerin varlığı, aktif hastalık göstergesi olarak değerlendirilmemelidir (12).

Gingivitisin en önemli özelliği enflamasyonun diş eti ile sınırlı olmasıdır. Diş destekleyen dokulardan olan periodontal ataşmanlar etkilenmemiştir. Kemik seviyeleri fizyolojik sınırdadır ve mine sement sınırının 1.0 mm ile 3.0 mm apikalinde yer alır. Gingivitis plağın uzaklaştırılması ve yeterli ağız hijyeninin sağlanması ile geri dönüşümü olan bir durumdur (14).

2.2.4. Periodontitis

Periodontitis dünyadaki yetişkin nüfusun %10 ile %15'ini etkilen iltihabi bir hastalıktır (15). Tedavi edilmezse diş destekleyen dokuların kaybı ve diş kayıplarına neden olur (16,17).

1999 periodontal hastalık sınıflandırmasında kronik periodontitis, agresif periodontitis, sistemik hastalıklara bağlı periodontitis ve nekrotizan periodontitis olarak 4 gruba ayrılan periodontitis, 2017 sınıflandırmasında evreleme ve derecelendirme sistemleri ile tek bir kategori altında yer almıştır. Evre hastalık şiddetini ve tedavideki karmaşıklığı gösterirken, derecelendirme ise hastalıktaki ilerleme hızı, bireyi etkileyen çevresel faktörler, geçmişte yapılan tedavi yetersizlikleri ve hastalık biyolojisi hakkında bilgi verir (18).

2.2.4.1. Evre (Stage)

Periodontitisin evrelemesi dört ana kategoriden (Evre I, II, III ve IV) oluşmaktadır. Hastalığın evresi, klinik ataşman kaybı miktarı ve alveolar kemik kaybı yüzdesinin yanı sıra; sondalama cep derinliği, açıl kemik defektlerinin varlığı ve kapsamı, furkasyon tutulumunun derecesi, diş mobilitesi ve diş kaybına ilişkin diğer klinik parametreler dikkate alınarak belirlenmektedir (Tablo 2.3).

Tablo 2. 3. Periodontitis evreleri

Periodontitis Evresi		EVRE 1	EVRE 2	EVRE 3	EVRE 4
Şiddet	Klinik Ataşman Kaybı	1-2 mm	3-4 mm	≥5mm	≥5mm
	Radyografik Kemik Kaybı	Koronal üçlüde <%15	Koronal üçlüde %15-%33	Kökün orta ya da apikal üçlüsüne	Kökün orta ya da apikal üçlüsüne uzanan
	Diş Kaybı	Periodontitis kaynaklı diş kaybı olmayacak		Periodontitis kaynaklı diş kaybı ≤4 diş	Periodontitis kaynaklı diş kaybı ≥5 diş
Komplekslik	Lokal	Maksimum sondalama derinliği ≤4mm Çoğunlukla horizontal kemik kaybı	Maksimum sondalama derinliği ≤5mm Çoğunlukla horizontal kemik kaybı	Evre 2'nin kompleksliğine ilave olarak: Sondalama derinliği ≥6mm Vertikal kemik kaybı ≥3mm Sınıf 2 ya da 3 furkasyon içeriği Moderate (ortalımlı) kret defekti	Evre 3'ün kompleksliğine ilave olarak Mastikasyon disfonksiyon Sekonder okluzal travma (Diş mobilitesi derecesi ≥2) Şiddetli kret defekti Bite collapse (ısıрма zayıflığı), flaring (açılma), migrasyon 2den az diş kalması
		Her bir evre için Lokalize <%30 Generalize Molar/keser dağılımı			
Yaygınlık ve Dağılım	Tanımlayıcı olarak evreye ekle				

Evre 1 Periodontitis: Başlangıç periodontitistir. Gingivitis ile periodontitis arasında, ataçman kaybının ilk başladığı zamanı temsil eder. Evre 1 periodontitis teşhisinde periodontal sondalama yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple evre 1 periodontitis teşhisinde yeni görüntüleme teknikleri ve tükürük biyobelirteçleri yardımcı olabilir (18). İnterdental bölgedeki kemik kaybı miktarı 1-2 mm'dir. Radyografide görülen kemik kaybı koronal üçlüde %15'den azdır. Genellik horizontal kemik kaybı görülür.

Evre 2 Periodontitis: Orta şiddette periodontitisi ifade eder. Evre 2 periodontitisin tedavisi nispeten basittir. Düzenli periodontal tedavilerin uygulanması, kişisel ve profesyonel olarak oral hijyenin sağlanması ile periodontal hastalığın ilerlemesinin önüne geçilir. Bu hastalarda standart periodontal tedavi prosedürlerine yanıt dikkatli değerlendirilmelidir (18). İnterdental bölgede gözlenen kemik kaybı miktarı 3–4 mm düzeyindedir. Radyografik incelemede, kemik kaybının koronal üçlünün %15 ila %33'ü arasında olduğu görülmektedir. Periodontitise bağlı herhangi bir diş kaybı bulunmamaktadır. Sondalama derinliği en fazla 5 mm olup genellikle horizontal tipte kemik kaybı izlenmektedir.

Evre 3 Periodontitis: Dişlerin fazla kaybı için potansiyel risk teşkil eden şiddetli periodontitistir. Ataçman kaybı belirgin olup tedavi edilmediği takdirde diş kayıpları görülebilmektedir (18). İnterdental bölgedeki kemik kaybı miktarı 5 mm veya 5 mm'den fazladır. Radyografide görülen kemik kaybı kökün orta üçlüsünden apikal üçlüsüne kadar uzanır. Periodontitise bağlı en fazla diş kaybı miktarı 4'tür. Sondalamada ki cep derinliği 6 mm ya da 6 mm'den fazladır. Vertikal kemik kaybı miktarı 3 mm ya da 3 mm'den fazladır. Sınıf 2 ve sınıf 3 furkasyon tutulumları görülür. İmplant cerrahisini zorlaştıran lokalize alveolar kemik defektleri görülür.

Evre 4 Periodontitis: Dişi destekleyen dokularda aşırı miktarda kayıplar, fazla diş kaybına bağlı olarak ise çiğneme fonksiyon kaybı görülür. Uygun ve yeterli periodontal tedaviler uygulanmaz ise dentisyon kaybı riski vardır (18). İnterdental bölgedeki kemik kaybı miktarı 5 mm veya 5 mm'den fazladır. Radyografide görülen kemik kaybı kökün orta üçlüsünden apikal üçlüsüne kadar uzanır. Çiğneme fonksiyon bozuklukları, sekonder okluzal travma ve alveolar kemikte defektler mevcuttur.

2.2.4.2. Derece (Grade)

Periodontitisin derecelendirme sistemi, hastalığın ilerleme potansiyelini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş olup; genel sağlık durumu, sigara kullanımı ve diyabette metabolik kontrol düzeyi gibi ek faktörleri de dikkate alır. Buna göre, hastalık üç risk düzeyinde sınıflandırılır: derece A (düşük risk), derece B (orta risk) ve derece C (yüksek risk) (Tablo 2.4). Bu yaklaşım, klinisyenlerin bireysel hasta özelliklerini tanıya entegre etmesine olanak tanır. Ayrıca, periodontitisin ilerleme oranı, belirlenen evrelerden bağımsız şekilde farklı hızlarda seyredebilir (19).

Derece A: Son 5 yılda radyografik kemik kaybı veya periodontal ataçman kaybı yoktur. Kemik kaybının yüzdesinin yaş ile oranı 0.25'ten azdır. Biyofilm miktarının fazla olmasına rağmen yıkım düşüktür. Risk faktörlerinden olan sigara ve diyabet yoktur. Ayrıca C reaktif protein (hsCRP) seviyesi 1mg/L'den azdır.

Derece B: Son 5 yılda radyografik kemik kaybı veya periodontal ataçman kaybı 2 mm'den azdır. Kemik kaybı yüzdesinin yaş ile oranı 0.25 ile 1.0 arasındadır. Biyofilm miktarı ile yıkım uyumludur. Risk faktörlerinden olan sigara günde 10 adetten azdır. Diyabetli hastalarda HbA1c değeri %7'den azdır. hsCRP seviyesi ise 1-3 mg/L arasındadır.

Derece C: Son 5 yılda radyografik kemik kaybı veya periodontal ataçman kaybı 2 mm'den azdır. Kemik kaybının yüzdesinin yaş ile oranı 1.0'dan fazladır. Biyofilmin miktarına göre yıkım daha fazladır. Bu ise erken başlangıçlı hastalığa işaretler. Risk faktörlerinden olan sigara günde 10 adetten fazladır. Diyabetli hastalarda HbA1c değeri %7'e eşit ya da daha fazladır. hsCRP seviyesi ise 1-3 mg/L'den fazladır.

Tablo 2. 4. Periodontitis dereceleri

Periodontitis Derecesi (GRADE)			Derece A Düşük Risk Yavaş Hızda İlerleme	Derece B Orta Risk Orta Hızda İlerleme	Derece C Yüksek Risk Yüksek Hızda İlerleme
Primer Kriter	İlerlemenin Direkt Kanıtı	Longitudinal data (RBL veya CAL)	5 yıldan fazla kayıp yok	<2mm 5 yıldan fazla	≥ 2mm 5 yıldan fazla
	İlerlemenin İndirekt Kanıtı	% Kemik Kaybı/ Yaş	< 0.25	0.25-1	>1
		Fenotip	Fazla biyofilm depoziti ile yavaş yıkım	Biyofilm depozitleri ile uyumlu yıkım	Biyofilm depozitini aşan yıkım Hızlı ilerleyen ve/ veya erken başlayan hastalığın spşifik klinik paterni (örn, molar kesici paterni, standart tedaviye beklenen yanıtın olmaması)
Derece Modifiye Ediciler	Risk Faktörleri	Sigara	Sigara İçmeyen	Günde 10'dan az	Günde ≥10 sigara içen
		Diyabet	Normoglisemik/ diabet teşhisi olmayan	HbA1c <%7 olan diabet hastaları	HbA1C ≥%7 olan diabet hastaları

2.3.Periodontal Hastalık Histopatolojisi

Periodontal hastalık için patojenlere karşı duyarlı bir konağa ihtiyaç vardır. Sadece patojen bakterilerin olması periodontal hastalık oluşumu için yeterli değildir. Plak içinde bulunan patojen bakterilere yanıt olarak gingival ve periodontal dokularda immün-inflamatuar konak cevabı oluşur. Bu konak cevabı sonucunda periodontal dokuların yıkımı ile sonuçlanan bir süreç görülür (20).

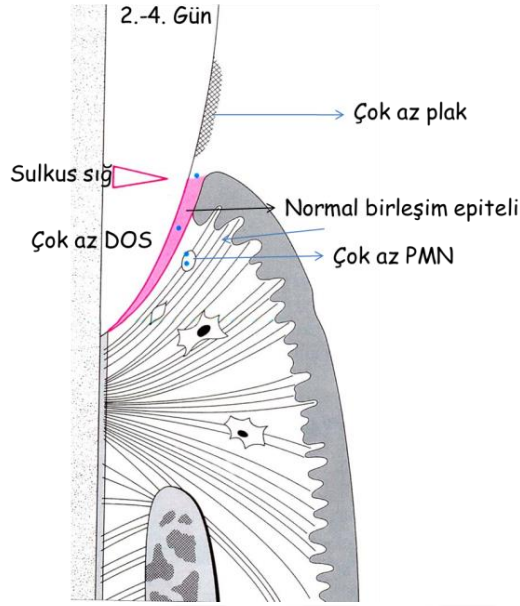
Kemik rezorpsiyonu fizyolojik bir süreçtir (21). Alveolar kemiğe inflamasyon yaklaştıkça osteoklastlara bağlı kemik rezorpsiyonu süreci başlamaktadır (22). Her ne kadar bu süreç, bakteriyel invazyonu engelleme açısından koruyucu bir mekanizma olarak görev yapsada, ilerleyen dönemde diş mobilitesi ve diş kayıpları ile sonuçlanmaktadır. İnflamasyonun etkisiyle periodontal ligament yapısında meydana gelen bozulma, alveolar kemik rezorpsiyonu ile eş zamanlı olarak ortaya çıkmaktadır. Kemik kaybının oluşup oluşmayacağını belirleyen iki temel faktör bulunmaktadır. İlk olarak, gingival dokularda bulunan inflamatuvar mediyatörlerin konsantrasyonunun, kemik rezorpsiyonunu başlatan biyokimyasal yolları aktive edecek düzeye ulaşması gerekmektedir. İkinci olarak ise, bu mediyatörlerin alveolar kemiğe belirli bir kritik mesafeye kadar nüfuz etmesi gerekmektedir (23). Proinflamatuvar sitokinler ve diğer inflamatuvar mediyatörlerin etkisiyle aktive olan osteoklastlar kemik dokusunu yıkarken, alveolar kemik inflamasyonun ilerlediği alandan geriye doğru çekilmektedir (24).

Gingivitisten periodontitise doğru ilerleyen periodontal hastalığın gelişimi sırası ile 4 aşamadan oluşur (25). Bunlar;

1. Başlangıç Lezyonlar
2. Erken Lezyonlar
3. Yerleşik Lezyonlar
4. İlerlemiş Lezyonlar

2.3.1. Başlangıç Lezyonlar

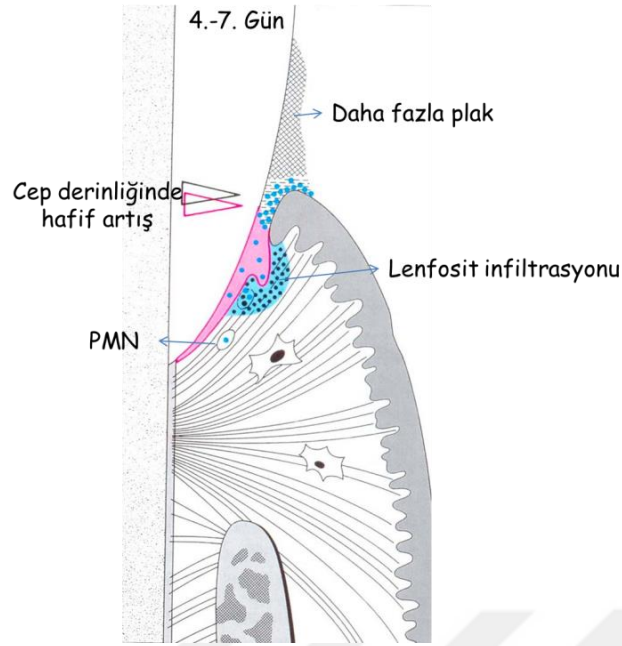
Dişlerin yüzeyinde plak birikimi ile başlayıp 4. güne kadar olan kısım başlangıç lezyonu olarak tanımlanır. Bu lezyon subklinik bir lezyondur ve sadece histolojik olarak görülür. Başlangıç lezyonunun karakteristik özellikleri DOS artışı, polimorfonükleer lökositlerin (PMNL) akümüülasyonunda artış, ödem, vazodilatasyon ve bağ dokuda başlayan yıkımdır. Plak ortamdan uzaklaştırılmadıkça bakteriyel enzimler ve metabolik son ürünleri birleşim epitelindeki geçirgenliği arttıracak ve bakteriyel ürünlerin dokuya daha fazla girmesine neden olacaktır. Mast hücresinden TNF- α salınımı olur ve PMNL'lerin diş eti oluşuna göçü başlar. PMNL'ler biyofilm içinde bulunan bakterileri fagosite edemedikleri için lizozomal enzimlerini diş eti oluşuna boşaltırlar. Salınan lizozomal enzimler bağ dokuda yıkımlara neden olur. Ancak bu yıkım dokunun %5-10'u kadardır (Şekil 2.2) (25,26).



Şekiller 2. 2. Başlangıç lezyonlar

2.3.2. Erken lezyon

Erken lezyon, başlangıç lezyonunu takiben gelişen bir evredir; ancak bu iki aşamayı kesin bir sınırla birbirinden ayırmak mümkün değildir. Başlangıç lezyonunun olduğu bölgede plak birikiminin başlamasından yaklaşık 4-7 gün sonra erken lezyon gelişimi gözlenir. Erken lezyonda kapillerin proliferasyonu sonucu perivasküler enflamatuvar infiltrat ve DOS artışı olur. Dokuya PMNL, makrofaj ve lenfosit infiltrasyonu olur (27). Lezyon boyutu perivasküler infiltratın birleşip çoğalması ile giderek artar ve 12-21. Günlerde klinik olarak belirginleşir. Birleşim epiteline infiltre olan PMNL sayısında 4 kat artış olur (28). IL-8 üretimi ve hücrenin adezyon moleküllerinde artış olur. Bu aşamada diş etinde bulunan kollajenlerin %60-70'i bozulur (Şekil 2.3).



Şekiller 2. 3. Erken lezyon

Bağ dokudaki perivasküler lenfositler ve makrofaj infiltratları gecikmiş tip (Tip 4) aşırı duyarlılık reaksiyonlarının özelliğidir (29). Tip 4 aşırı duyarlılık reaksiyonları 12-24 saat arasında gelişen, 48 saatte pik noktasına ulaşan ve 1 hafta sonunda da kaybolan kontrolü iyi immünolojik bir yanıttır. Bu bağlamda diş etinin iltihabı da kontrolü iyi sağlanabilen immünolojik bir yanıt olarak kabul edebiliriz, fakat diş yüzeyinde ki biyofilm kalıcılığından dolayı immünolojik yanıtın çözülmesinden çok kalıcıdır. Sulkus içindeki PMNL'ler ve doku içindeki makrofajlar patojen mikrobiyallerin neden olduğu tehditleri ortadan kaldıramaz. Enflamatuar yanıtın uzun süreli olmasından dolayı da diş etindeki iltihabın kronikleşmesine neden olur. Birçok insanda immün cevap ile patojen mikrobiyallerin tehditleri kontrol altına alınabilse de mikrobiyal tehditlerin ortadan kaldırılması sadece mekanik temizleme ile sağlanır. Erken lezyonda %70'e varan kollajen yıkımları olur fakat ataşmanda kayıp olmaz. Dokuda görülen harabiyet reversibldir. Dental plağın mekanik temizleme ile uzaklaştırılması sonucu doku tekrardan eski haline dönebilir (25,30).

2.3.3. Yerleşmiş Lezyon

Bazı insanlarda; genetik yatkınlık, çevresel faktörler veya her ikisine bağlı olarak adaptif immün yanıt aktive olur. İmmün yanıtın aktive olması sonucu periodontal bağ dokuda plazma hücreleri ve B lenfositler baskın duruma gelir. IL-1, IL-6, TNF- α ve PGE2

retimindeki artışa bağlı olarak bağ dokuda yıkımlar görülür ancak kemik kaybı ve periodontal ligamentte yıkım yoktur (31,32).

Bağ doku yıkımı sonucu birleşim epiteli cep epiteline dönüşür ve patolojik cep oluşumu başlamıştır. Cep epitelinde geçirgenliğin artması sonucu daha fazla IL-1, IL-6, PGE2 ve TNF- α gibi sitokinlerin üretilmesine neden olur ve doku yıkımında artışa neden olur (25,30).

2.3.4. İlerlemiş Lezyon

Periodontal tedavi yapılmazsa yerleşmiş lezyon ilerlemiş lezyona dönüşür. İlerlemiş lezyonun hücresel mekanizması ile ilerlemiş lezyonun ki aynıdır. İlerlemiş lezyondaki fark lezyonun alveolar kemiğe yayılması ve kemik kaybının başlamasıdır. TNF- α , PGE2 ve IL-1 seviye artışı makrofaj ve fibroblastların uyarılmasına neden olur. Uyarılan makrofaj ve fibroblastlardan MMP salınımı olur (33,34). MMP ise kollajenlerin denatüre ederek kemikte yıkımlara neden olur (25,30).

2.4. Periodontal Tedaviler

Periodontal tedavinin öncelikli amacı, inflamatuvar süreci kontrol altına alarak hastalığın progresyonunu engellemek ve periodontal dokuların yenilenmesini desteklemektir. Bu yaklaşımla, hastaya hem fonksiyonel hem de biyolojik açıdan ideal bir periodontal sağlık durumu kazandırılması hedeflenmektedir. Uygulanan tedavi protokolleri cerrahi ve cerrahi olmayan yöntemleri içermektedir.

2.4.1. Periodontal Tedavi Sınıflandırması

Günümüzde uygulanan modern periodontal tedaviler, ilk olarak 1953 yılında Ramfjord tarafından geliştirilmiş olup, dört ana fazdan (Faz I, Faz II, Faz III ve Faz IV) oluşmaktadır (35).

Tablo 2. 5. Faz 1 tedavi

Faz I Tedavi (Başlangıç Tedavisi)
1.Plak Kontrolü ve Oral Hijyen Eğitimi
Diyet kontrolü
Diş yüzey temizliği, Kök yüzey temizliği
Protetik ve restoratif iritanların düzeltilmesi
Çürüklerin temizlenip geçici veya kalıcı dolgu yapılması
Lokal veya sistemik antimikrobiyal tedavi
Okluzal uyumlama ve tedavisi
Minör ortodontik tedaviler
Geçici splintleme ve protezler
2.Tedavi Sonuçlarının Kontrolü ve Yeniden Değerlendirme
Sondalama derinliği ve diş eti iltihabının değerlendirilmesi
Ağız bakım değerlendirilmesi
Plak, diş taşı ve çürüklerin değerlendirilmesi

Tablo 2. 6. Faz 2 tedavi

Faz II Tedavi (Cerrahi Tedavi)
Periodontal Tedavi
Endodontik Tedavi
Dental İmplant Tedavisi

Tablo 2. 7. Faz 3 tedavi

Faz III Tedavi (Restoratif Tedavi)
Kalıcı Restorasyonlar
Sabit Protezler ve Hareketli Protezler
Periodontal Muayene

Tablo 2. 8. Faz 4 tedavi

Faz IV Tedavi (Destekleyici Periodontal Tedavi)
1.Periyodik Kontroller
Plak ve Diş Taşı Kontrolü
Diş Etinin Cep ve Enflamasyon Durumu Kontrolü
Oklüzyon ve Mobilite Kontrolü
Diğer Patolojik Değişiklikler

2.4.2. Cerrahi Olmayan Periodontal Tedaviler (Faz I Tedavi)

Amerikan Periodontoloji Birliği cerrahi olmayan periodontal tedaviyi; supragingival ve subgingival diş taşlarının uzaklaştırılması, diş yüzeyindeki biyofilm tabakasının kaldırılması, kötü restorasyonların düzeltilmesi, çürük lezyonlarının giderilmesi ve günlük kapsamlı bir şekilde plak kontrolünün yapıldığı tedavi konsepti olarak tanımlamaktadır (36).

Periodontal tedavinin bütün aşamalarında temel işlemler olarak cerrahisiz periodontal tedavi aşamaları uygulanır. Cerrahi olmayan periodontal tedavi Faz I tedavidir ve periodontal tedavinin uzun dönem başarısında en önemli fazdır. Cerrahi olmayan periodontal tedavi ile diş ve kök yüzeyindeki plak, diş taşı, biyofilm tabakalarının uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Buna bağlı olarak periodontal dokulardaki enfeksiyonun kontrol altına alınmaya çalışılır. (37).

Cerrahi olmayan periodontal tedavi; subgingival ve supragingival diş taşlarının uzaklaştırılması, subgingival küretaj, restorasyonlardaki hataların düzeltilmesi, okluzal düzenlemeler, geçici protezler, periodontal splintler ve endodontik tedavileri içerir (Tablo 2.5) (38).

Cerrahi olmayan periodontal tedavi ile öncelikle bakteriyel etkenlerin ve metabolitlerinin ortamdan uzaklaştırılması hedeflenmekte; ayrıca kök yüzeyindeki düzensizliklerin giderilmesi yoluyla yeniden bakteriyel kolonizasyonun önlenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, cerrahi olmayan tedavi ile periodontal cep derinliğinin azaltılması, gingival inflamasyonun ortadan kaldırılması ve bağlantı epiteli aracılığıyla dokuların iyileşmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Cerrahi olmayan periodontal tedavinin etkinliği, periodontal enfeksiyonların kontrolünde başarılı sonuçlar verdiğini gösteren çok sayıda klinik

Çalışma ile desteklenmektedir (39). Bu tedavi yöntemi hem tek başına uygulanabilmekte hem de ileri cerrahi müdahalelere hazırlık amacıyla kullanılabilmektedir.

2.4.2.1. Oral Hijyen Eēitimi

Biyofilm ve plak kontrolü, periodontal tedavinin başarısında temel bir rol oynamakta olup, bu sürece yönelik hasta eēitimi tedavi planlamasının ilk aşamasında başlatılmalıdır. Ancak bu eēitime geçilmeden önce, hastanın tedaviye aktif katılım gerekliliēini kavraması büyük önem taşır. Bu baēlamda, hastaya periodontal hastalıēın etiyopatogenezi hakkında bilgi verilmesi, hastalıēın nedenlerinin anlaşılması açısından kritik öneme sahiptir. Hastalıēın doēasını kavrayan bireylerde, etkili aēız hijyen alışkanlıklarının kazandırılması ve sürdürülmesi daha kolay hale gelmektedir.

Bireye, dental plak ya da biyofilmin uzaklaştırılması amacıyla uygulanması gereken doēru aēız hijyen teknikleri ēretilmelidir. Bu kapsamda, özellikle diş fırçasının, klinik kuron ile diş eti kenarının birleřtiēi bölgedeki gingival l alana yönlendirilmesi gerektiēi vurgulanmalıdır. Literatürde bu uygulama 'hedefe yönelik aēız hijyeni' olarak tanımlanmakta olup, genellikle Bass fırçalama tekniēi ile eşanamlı olarak deēerlendirilmektedir. Ek olarak, interdental bölgelerin temizliēini saēlamak üzere diş ipi ve arayüz fırçalarının doēru kullanımı konusunda da hastaya eēitim verilmelidir.

Faz I periodontal tedavide, çok seanslı bir tedavi yaklaşımının tercih edilmesi, hastanın aēız hijyenine ilişkin becerilerinin deēerlendirilmesine, eksiklerinin pekiştirilmesine ve davranışlarının iyileştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sistematik yaklaşım, hem tedavi başarısını artırmakta hem de uzun dönemli periodontal stabilitenin saēlanmasına katkı sunmaktadır (35)

2.4.2.2. Diş Taşı Temizliēi ve Subgingival Küretaj (SRP)

Diş taşı temizliēi ve kök yüzeyi düzleştirilmesi (SRP), cerrahi olmayan periodontal tedavinin temel bileşenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Bu işlemin temel amacı, subgingival bölgede yer alan tüm diş taşı ve mikrobiyal biyofilmin etkin biçimde uzaklaştırılmasıdır. Periodontitisli bireylerde gerçekleştirilen çok sayıda klinik alışma, SRP sonrasında subgingival bakteri yükünde ve özellikle spesifik periodontal patojenlerde anlamlı düzeyde azalma meydana geldiēini bildirmektedir (40). SRP,

periodontal cep derinliğinin azaltılmasında ve inflamasyonun kontrol altına alınmasında klinik olarak etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Öte yandan, SRP uygulaması yüksek düzeyde teknik yeterlilik gerektiren bir girişimdir. Deneyimli klinisyenler, bu işlemin başarılı şekilde uygulanabilmesi için yalnızca teorik bilgi değil; aynı zamanda yeterli klinik deneyim, manuel beceri, sabır ve zaman yönetimi gibi faktörlerin bir arada bulunması gerektiğinin bilincindedir (41) .

Periodontal sağlığın sürdürülebilmesi için oral mikrobiyotanın konak ile uyumlu bir dengeye kavuşturulması ve diş yüzeylerindeki bakteri yükü ile mineralize birikintilerin ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla uygulanan SRP, hem el aletleri (scaler ve küretler) hem de ultrasonik temizleyiciler aracılığıyla benzer düzeyde etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (42). Klinik uygulamalarda SRP genellikle sonik veya ultrasonik cihazlarla başlatılmakta, ardından el aletleri ile tamamlanmaktadır. Kök yüzeyinin mekanik olarak düzgünleştirilmesi bakteriyel adezyonu azaltarak periodontal iyileşmeyi desteklemektedir (43)

2.4.3. Cerrahi Periodontal Tedaviler (Faz II Tedavi)

“Periodontal hastalıkların tedavisinde temel yaklaşım, bakteriyel plağın ve kalkulusun fiziksel olarak uzaklaştırılması; kontamine sement dokusunun kazınarak elimine edilmesi ve kök yüzeyinin düzgünleştirilmesi yoluyla ya da gerektiğinde cerrahi müdahale ile sağlanmaktadır (Tablo 2.6). Ancak, cerrahi yöntemler uygulanmaksızın gerçekleştirilen kök yüzeyi düzleştirme işlemlerinde, sınırlı görüş alanı nedeniyle subgingival birikintilerin tam anlamıyla temizlenmesi her zaman mümkün olmamaktadır. Özellikle derin periodontal ceplerin bulunduğu, kök morfolojisinin komplike olduğu ya da yoğun mineralize depozitlerin yer aldığı durumlarda, yapılan işlemlere rağmen kök yüzeyinde diş taşlarının kalabileceği bildirilmektedir (44,45). Bu gibi durumlarda, rezidüel depozitlerin etkin şekilde uzaklaştırılması ve kök yüzeyinde düzgün bir yapı oluşturulabilmesi için, konvansiyonel kazıma ve kök yüzeyi düzleştirme işlemlerine ek olarak flep operasyonu uygulanarak cerrahi müdahale tercih edilebilmektedir (46).

2.4.3.1. Periodontal Flep Cerrahisi

Periodontal tedavilerde temel hedef, kök yüzeylerinin etkin bir şekilde temizlenmesi ve periodontal cep derinliğinin azaltılmasıdır. Flep operasyonu sırasında, genellikle alveoler

kemik dokusuna da müdahale edilir. Bu tür müdahaleler literatürde 'kemik cerrahisi uygulamaları' olarak tanımlanmaktadır. Flep cerrahisi sırasında diş eti dokusu kaldırıldıktan sonra, nekrotik yumuşak dokular, kök yüzeylerinde biriken birikintiler ve kemik içi defektlerin içerikleri dikkatli bir şekilde temizlenir. Bu aşama, cerrahi alanın doğrudan gözlemlenmesini ve mevcut kemik morfolojisinin değerlendirilmesini mümkün kılar. Ardından, kemik konturlarındaki düzensizlikler rezektif cerrahi tekniklerle düzeltilerek anatomik forma benzetilmeye çalışılır ya da rejeneratif tedavi yöntemleri uygulanarak kemik defektleri iyileştirilir ve kaybedilen kemik seviyesi yeniden kazandırılmaya çalışılır (47).

2.5. Periodontal Tedavilerin Sert ve Yumuşak Dokular Üzerine Etkileri

Detertraj tedavisi, periodontal tedavi sürecinin en temel aşamalarından birini oluşturmaktadır. Bu uygulama ile supragingival plak ve diş taşlarının uzaklaştırılması sonucunda, yumuşak dokulardaki inflamatuvar yanıtın azaldığı, ödemin gerilediği ve kanama eğiliminin belirgin şekilde azaldığı bildirilmiştir. Sert dokular üzerindeki doğrudan etkisi sınırlı olsada, mikrobiyal yükün ortadan kaldırılması alveoler kemikteki rezorptif aktivitenin yavaşlamasına ve mevcut kemik seviyesinin korunmasına katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle detertraj, periodontal dokuların biyolojik stabilitesinin sürdürülmesinde ve ileri doku yıkımının önlenmesinde önemli bir basamak olarak değerlendirilmektedir (48).

Subgingival küretaj, kök yüzeyinde yer alan subgingival diş taşının ve enfekte sement tabakasının uzaklaştırılmasını amaçlayan bir periodontal tedavi yöntemidir. Bu işlem sonrasında periodontal cep derinliğinde azalma, gingival inflamasyonun gerilemesi ve bağ dokusunun yeniden düzenlenmesi gibi olumlu klinik sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir. Yumuşak dokular üzerine etkileri değerlendirildiğinde, subgingival küretaj tedavisi gingival ödem ve eritemin azalmasına, bağ dokusunun daha sağlam ve rezilient bir yapıya kavuşmasına katkı sağlamaktadır. Sert dokular üzerine etkileri ise, alveoler kemikteki rezorptif sürecin yavaşlamasına ve trabeküler yapının yeniden organize olmaya başlamasına katkı sağlamaktadır (49).

Periodontal flep cerrahisi, periodontal dokuların doğrudan gözlemlenmesini ve tedavi alanına optimum erişim sağlanmasını mümkün kılan ileri düzey bir cerrahi yaklaşımdır. Bu yöntemle, subgingival patojenlerin yanı sıra cep epiteli ve granülasyon dokusu

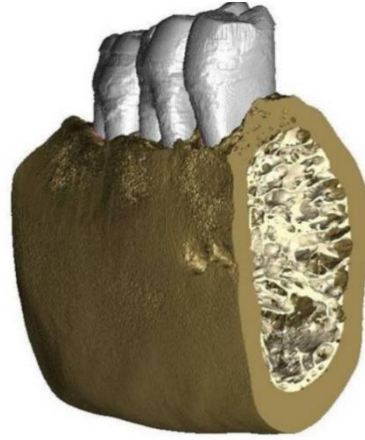
uzaklaştırılarak hem yumuşak hem de sert dokular üzerinde anlamlı düzeyde rejeneratif etkiler elde edilmektedir. Histopatolojik incelemeler, flep operasyonu sonrasında yeni sement oluşumu, periodontal ligament liflerinin yeniden yapılanması ve alveoler kemikte rejenerasyon süreçlerinin aktive olduğunu göstermektedir. Kısa dönemde gingival marjinde sınırlı düzeyde çekilme gözlenebilmekle birlikte, uzun vadede periodontal dokuların yeniden adaptasyonunun sağlandığı ve doku stabilitesinin arttığı rapor edilmiştir. Yumuşak dokular açısından değerlendirildiğinde, flep cerrahisi inflamatuvar dokuların eliminasyonunu ve sağlıklı gingival dokunun yeniden şekillenmesini desteklemektedir. Sert dokularda ise, özellikle intrabony defektlerde kemik kazanımını teşvik ettiği, alveoler kemikte trabeküler organizasyonun iyileşmesini sağladığı ve periodontal ligamentin yeniden yapılanma sürecine katkıda bulunduğu bildirilmektedir. Bu bulgular, periodontal flep cerrahisinin yalnızca hastalıklı dokuların uzaklaştırılmasını değil, aynı zamanda periodontal rejenerasyonu destekleyen bir biyolojik ortam oluşturduğunu ve uzun dönemli periodontal stabilitenin sürdürülmesinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (50).

Detertraj tedavisi inflamasyon kontrolünde ve mevcut dokuların korunmasında etkilidir. Subgingival küretaj, cep derinliğinin azalmasına ve yumuşak dokularda iyileşmeye katkı sağlar; kemik yapıda sınırlı ama olumlu etkiler yaratır. Periodontal flep cerrahisi ise hem sert hem yumuşak dokularda en belirgin yapısal değişiklikleri sağlayan tedavi modalitesidir.

2.6. Kemik Dokusu

Kemik dokusu, metabolik olarak aktif bir yapıya sahip olup; beslenme alışkanlıkları, mekanik uyarılar ve hormonal değişimlere bağlı olarak sürekli olarak yenilenme ve yeniden yapılanma süreci içinde bulunan canlı bir dokudur. Kemik dokusu, kortikal (kompakt) ve spongios (trabeküler ya da kansellöz) olmak üzere iki ana yapısal bölümden oluşur (Şekil 2.4). Elastik yapısıyla mekanik esneklik sağlayan kansellöz kemik, trabeküler ağlar şeklinde düzenlenmiştir (51). Trabeküler kemik yapısı, dış kısmında kortikal kemik tarafından bir kılıf gibi çevrelenmiş durumdadır. Kortikal kemik, osteonların sıkı organizasyonu ve yüksek derecede mineralize olmuş kollajen matriksi sayesinde oldukça yoğun ve sert bir doku özelliği sergiler (52–54). İskelet sisteminde kortikal kemik, mekanik etkilere karşı koruyucu bir bariyer görevi üstlenirken; trabeküler

kemik, yoğun vaskülarizasyonu ve geniş yüzey alanı sayesinde metabolik faaliyetlerin etkin biçimde yürütülmesinde rol alır.



Şekiller 2. 4. Çene kemiğinin kortikal ve spongioz yapısı (55)

Fizyolojik koşullar altında, osteoklastların kemik rezorpsiyonu ile osteoblastların kemik formasyonu arasındaki karşılıklı etkileşim sonucu sürdürülen dengeli süreç, “kemik remodeling’i” olarak tanımlanmaktadır. Bu fizyolojik denge, sistemik hormonların yanı sıra çeşitli lokal biyokimyasal faktörler tarafından düzenlenmektedir (53,54).

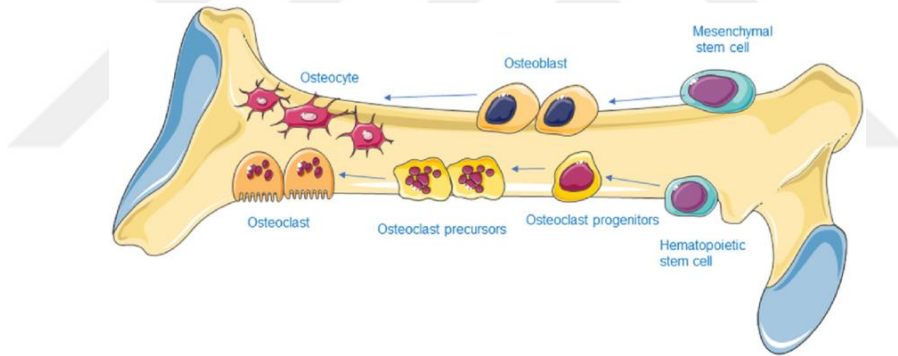
İskelet sisteminde remodeling sürecine katılmayan kemik yüzeyleri, yüzey hücreleri ve osteositler tarafından kaplanmakta olup, bu hücreler interstisyel sıvı ve dolaşımdaki kalsiyum düzeylerinin hassas bir şekilde kontrolünü sağlamaktadır (56). Bu bağlamda, kemik rezorpsiyonu yalnızca doku yenilenmesinde değil, aynı zamanda iskelet ve serum kalsiyum homeostazında da temel bir rol oynamaktadır. Kemik dokusunun sağlıklı biçimde gelişimi ve yeniden yapılanması için, osteoklastik yıkımın osteoblastik yapım süreciyle dengeli biçimde düzenlenmesi zorunludur. Kemik kalitesi ve hacmi, bu biyolojik süreci etkileyen ya da dengeyi bozan her türlü faktörden doğrudan etkilenir (53,54). Osteoporoz, Paget hastalığı, artrit ve periodontitis gibi çeşitli metabolik ya da enflamatuvar kemik hastalıklarında bu dinamik denge bozulmuştur (57).

Periodontitis sürecinde alveolar kemiğin kaybıyla birlikte, ortaya çıkan boşluk alanları genellikle bağ doku ve epitel hücreleri tarafından doldurulur. Bu hücresel proliferasyon, osteoblastların lezyon bölgesine göçünü engelleyerek yeni kemik dokusunun oluşumunu sınırlar (57).

2.6.1. Kemik Hücreleri

Kemik, yoğun şekilde mineralize olmuş sert bir yapı olmasının yanı sıra, çeşitli hücre tipleri, vasküler yapılar ve sinir liflerini içeren dinamik ve canlı bir dokudur. Kemik dokusunu oluşturan hücreler arasında osteoblastlar, osteoklastlar, osteositler ve osteoblastlara farklılaşabilen osteoprogenitör hücreler yer almaktadır (Şekil 2.5) (58). Osteositler, osteoblastlar ve osteoprogenitör hücreler kemik iliğinde bulunan mezenkimal (stromal) kök hücrelerden farklılaşırken, osteoklastlar ise hemopoietik kök hücre serisinden gelişen hücrelerdir (59). Osteoblastlar, osteositler ve osteoprogenitör hücreler, birbirlerine dönüşebilme yetenekleri nedeniyle aynı hücresel serinin farklı işlevsel evreleri olarak değerlendirilebilir. Buna karşılık, osteoklastlar kemik iliğinden köken almakta olup, dolaşımdaki monositlerin farklılaşmasıyla oluşurlar. Farklı embriyonik kökenleri ve işlevsel rolleri nedeniyle, osteoklastlar morfolojik ve biyolojik özellikleri bakımından diğer üç hücre tipinden belirgin şekilde ayrılmaktadır (60,61). Osteoblastların temel işlevi, yeni kemik dokusunun sentezlenmesini sağlamaktır. Bu hücreler, gelişmekte olan kemik dokusunda ossifikasyonun gerçekleştiği alanlarda, periosteumun kemiğe komşu olan derin katmanlarında düzenli sıralar halinde yer alırlar. Yeni kemik matriksinin sentezi için kısa, silindirik ya da kübik epitel benzeri hücreler bir araya gelerek organize bir hücre tabakası oluştururlar. Yüksek metabolik aktiviteye sahip olan osteoblastlar, yaklaşık 15–20 mikron boyutlarında olup kısa hücresel uzantılar aracılığıyla birbirlerine temas halindedir. Osteoblastların salgıladığı matriksin kalsiyum tuzlarıyla mineralize olması sonucunda, bu hücreler kalsifiye dokuda hapsolür ve farklılaşarak osteosit adını alırlar. Osteositler, kemik dokusunda yer alan temel hücre popülasyonunu oluştururlar. Osteositler, içinde bulundukları lakün adı verilen boşlukların formuna uygun bir hücre morfolojisine sahip olup, yassı biçimli ve ince sitoplazmik uzantılar içerirler. Bu uzantılar, kanalikuli adı verilen mikroskobik kemik kanalcıkları boyunca ilerleyerek komşu osteositlerle bağlantı kurar ve böylece hücreler arası iletişim ve madde alışverişi sağlanır. Osteositlerin, bulundukları lakünler içerisinde tamamen izole halde yer almadıkları; aksine, delikli geçit bölgeleri ya da neksuslar aracılığıyla komşu lakünlerdeki osteositlerle temas halinde oldukları bilinmektedir. Bu hücrelerin, kandaki hormonlara duyarlılık göstermelerinin ise, söz konusu bağlantı bölgelerinde düşük elektriksel direnç sayesinde küçük iyon ve moleküllerin hücreler arası geçişine imkân tanınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (62,63).

Dinamik bir yapıya sahip olan kemik dokusu, çeşitli fizyolojik gereksinimler doğrultusunda sürekli olarak yıkıma uğrar ve yeniden inşa edilir. Bu yeniden şekillenme sürecinde görev alan osteoklastlar, kemik matriksinin demineralizasyonundan sorumlu çok çekirdekli hücrelerdir. Osteoklastlar, kalsiyumun çevre dokulara salınımını sağlayarak vücut sıvılarındaki kalsiyum dengesinin korunmasında kritik bir rol üstlenir. Ayrıca osteoklastlar, 20–100 µm çapında olabilen, ortalama olarak 50’ye yakın çekirdek içeren ve genellikle kemik yıkım bölgelerinde konumlanan çok çekirdekli dev hücrelerdir. Bu hücrelerin yer aldığı kemik yüzeyleri, ‘Howship lakünleri’ olarak adlandırılan sığ çukurcuklardır. Kemik rezorpsiyonunda esas rol alan osteoklastlar, belirgin hücresel polarizasyon özellikleri gösterirler. Bu hücrelerin çekirdekleri genellikle hücrenin dış kısımlarına yakın bölgelerde, düzenli bir şekilde konumlanmıştır. Hücre zarının düzensiz, girintili-çıkıntılı alanlarında yer alan fonksiyonel yapılar aracılığıyla osteoklastlar, kemik dokusunun demineralizasyonunu gerçekleştirirler (60,61).



Şekiller 2. 5. Kemik hücreleri

2.6.2. Kemik Yapım ve Yıkım Mekanizması

Osteoblastlar, kemik oluşum sürecinde öncelikle organik matriksi sentezler; ardından, bu matriks içerisinde kollajen lifleri arasına $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ kristallerinin birikimiyle kemik dokusunun hem organik hem de inorganik bileşenleri oluşur. Osteoblastların temel görevi kemik sentezi olmakla birlikte, belirli mekanizmalar aracılığıyla kemik yıkımı sürecinde de dolaylı olarak rol oynadıkları bildirilmektedir. Kemik rezorpsiyonunu uyarıcı nitelikteki birçok hormonal faktör, osteoblastlar üzerinde de etkili olup bu hücrelerin fonksiyonel yanıtlarını etkilemektedir. Osteoblastlar, kemik yıkım sürecini yönlendiren çeşitli biyolojik ajanları salgılayarak rezorpsiyonun dolaylı düzenleyicisi olarak rol

üstlenmektedir. Osteoblastlar ayrıca, osteoklastların aktivitesini engelleyici nitelikte olan kemik yüzeyindeki proteinleri parçalayarak, kemiği rezorptif sürece hazırlayan çeşitli biyolojik maddeler salgılamaktadır. Bu şekilde osteoblastlar, osteoklastik kemik yıkımına dolaylı olarak zemin hazırlar. Hematopoietik kökenli bir hücre dizisinden farklılaşan çok çekirdekli dev hücreler olan osteoklastlar, kemik rezorpsiyonundan sorumlu başlıca hücrelerdir. Bu hücreler, yer aldıkları lakünlerde asidik bir mikro çevre oluşturarak mineral yapının çözünmesini sağlar. Ardından, salgıladıkları proteolitik enzimler aracılığıyla kemik dokusunun organik matriksini parçalayarak rezorptif süreci tamamlarlar. Monosit serisine ait hücrelerden türeyen osteoklastlar, çok çekirdekli yapılarıyla karakterizedir ve mitotik bölünme göstermezler (64).

Kemik yıkımını artırıcı etkiye sahip çeşitli biyokimyasal ajanlar bulunmaktadır. Bu maddeler arasında bazı sitokinler, paratiroid hormonu (PTH), D vitamini, aktif heparin ile prostaglandin sentezini uyarak etkili olan çeşitli ligandlar yer almaktadır. Öte yandan, kemik yıkımını inhibe eden temel hormonlardan biri ise kalsitonindir.

2.7. Radyografik Görüntüleme

Diş hekimliği uygulamalarında, dişlerin, çevre alveolar kemik dokusunun, temporomandibular eklemin (TME) ve komşu anatomik yapıların değerlendirilmesinde radyografik incelemeler sıklıkla kullanılmaktadır. Uygun radyografik görüntüleme yönteminin seçimi; değerlendirilmesi planlanan anatomik bölge ya da bölgelerin özellikleri, hastanın klinik şikayetleri ve bireysel faktörlerin bütüncül olarak ele alınmasıyla belirlenmektedir. Diş hekimliğinde kullanılan radyografik yöntemler, iki boyutlu ya da üç boyutlu görüntüler sağlayabilmektedir. İki boyutlu radyografik teknikler ise temel olarak intraoral ve ekstraoral görüntüleme yöntemleri şeklinde sınıflandırılmaktadır (Tablo 2.9).

İki boyutlu görüntüleme yöntemlerine ek olarak, ileri düzeyde anatomik detayların değerlendirilmesini mümkün kılan üç boyutlu görüntüleme teknikleri de mevcuttur. Bu teknikler arasında bilgisayarlı tomografi (BT) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) öne çıkmaktadır (65).

Tablo 2. 9. Diş hekimliğinde kullanılan radyografik yöntemler

İNTRAORAL RADYOGRAFİ	EXTRAORAL RADYOGRAFİ
Periapikal	Panoramik Radyografi
Bitewing	Sefalometrik Radyografi
Oklüzal	Lateral Sinüs Grafisi
	Lateral Çene Grafisi
	Lateral Kondil Grafisi
	Posteroanterior Kafa Projeksiyonu
	Posteroanterior Mandibula Projeksiyonu
	Lateral Kafa Projeksiyonu
	Posteroanterior Maksiller Sinüs Projeksiyonu
	Lateral Sinüs Projeksiyonu
	Bregma-menton Projeksiyonu
	İnferosuperior Zygomatik Ark Projeksiyonu
	Posteroanterior Frontal Sinüs Projeksiyonu

2.7.1. Periodontolojide Radyografi

Periodontal hastalıkların tanısında ve takibinde radyografik değerlendirme temel bir tanı aracıdır. Periodontal kemik kayıplarının, furkasyon tutulumlarının, plak birikimine zemin hazırlayan lokal faktörlerin saptanması; ilgili dişlerin prognozunun belirlenmesi ve kemik dokusuna ait patolojilerin tespiti, radyografik incelemeler sayesinde mümkün olmaktadır. Periodontoloji pratiğinde radyografik değerlendirme, klinik muayeneyi tamamlayıcı nitelikte olup, tanısal sürecin vazgeçilmez bir parçasıdır.

Periodontal hastalıkların teşhisinde gerekli olan birçok parametre radyografik görüntüler aracılığıyla değerlendirilebilmektedir. Bu konuyla ilgili literatürde çeşitli görüşler yer almakla birlikte, söz konusu kriterlerin periodontal değerlendirme sürecine uygulanması konusunda sınırlı bir fikir birliği bulunmaktadır (66,67). Genel diş hekimliği uygulamalarında, periodontal hastalıkların değerlendirilmesine yönelik uygun radyografik tekniklerin seçimi ve kullanımı açısından kayda değer bir çeşitlilik gözlemlenmektedir (66,68).

2.7.2. Periapikal Radyografi

Periapikal radyografiler, sınırlı anatomik bölgelerin detaylı incelenmesi gerektiğinde sıklıkla tercih edilen görüntüleme yöntemlerindendir. Özellikle bite-wing radyografilerin apikal bölgelerin değerlendirilmesinde yetersiz kaldığı durumlarda periapikal görüntüleme tercih edilmektedir. Bu radyografiler, panoramik radyografilerde yeterince net görüntülenemeyen anterior ve premolar diş bölgelerindeki interproksimal alveolar kemik yapılarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Periapikal radyografilerin yüksek çözünürlük ve detay sağlama avantajı nedeniyle, periodontal hastalıkların değerlendirilmesinde tam ağız periapikal radyografilerinin kullanımı pek çok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir (69). Ancak tam ağız periapikal radyografilerin tercih edilmesinde en önemli çekince, panoramik radyografiye kıyasla hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunun daha yüksek olmasıdır. Buna ek olarak, görüntüleme sürecinin daha uzun sürmesi ve intraoral uygulama gerektirmesi, hasta konforunun azalmasına ve toleransın düşük olmasına neden olan sınırlayıcı faktörlerdir (70,71). Periapikal radyografilerin sahip olduğu dezavantajlar göz önünde bulundurulduğunda, bazı araştırmacılar tanisal yeterliliği artırmak amacıyla, panoramik radyografilerin belirli bölgelerde alınacak sınırlı sayıda periapikal film ile desteklenmesini alternatif bir yaklaşım olarak önermektedir (72).

2.7.3. Bite-Wing Radyografisi

Isırma aparatının filmin ortasına yerleştirilerek hastanın ısırması ile elde edilen bu radyografik teknik, filmin dişlere paralel konumlandırılmasını mümkün kılmaktadır. Bu yöntemle yüksek kaliteli görüntüler elde edilebilmektedir. Maksiller ve mandibular dişlerin kron kısımları ile alveolar kemiğin bir bölümünü aynı anda görüntüleme olanağı sunan bu radyografiler, genellikle erken dönem çürüklerin teşhisinde kullanılmakla birlikte, posterior bölgelerdeki başlangıç seviyesindeki periodontal hastalıklarda alveolar kemik kayıplarının saptanmasında da etkili bir tanı aracıdır (69). Bite-wing radyografiler yatay konumda alındığından, dişlerin apikal bölgelerine ilişkin yeterli bilgi vermemektedir (73). Kemik kaybının gözlemlendiği periodontitis olgularında, apikal bölgelerin daha ayrıntılı değerlendirilebilmesi amacıyla film dikey pozisyonda yerleştirilerek vertikal bite-wing tekniğinden yararlanılabilmektedir (74).

2.7.4. Panoramik Radyografi

Panoramik radyografi, maksilla ve mandibula ile her iki dental arkın yanı sıra çevredeki anatomik yapıların tamamını tek bir görüntüde sunabilen ekstraoral bir görüntüleme tekniğidir. Bu çevresel yapılar arasında maksiller sinüsler, temporomandibular eklemler, nazal septum ve burun konkaları yer almaktadır (75).

Panoramik radyografiler, diş hekimliğinde yaygın kullanım alanına sahip olup çeşitli avantajları nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Bu avantajlar;

- Maksilla, mandibula ve tüm dişlerin tek bir görüntüde geniş bir alanı kapsayacak şekilde değerlendirilmesi,
- Tüm ağız yapılarının görüntülenmesinde hastanın düşük radyasyon dozuna maruz kalması,
- Hasta pozisyonlandırmasının kolaylığı ve ekstraoral bir yöntem olması sayesinde ağız açıklığı sınırlı ya da kusma refleksi olan bireylerde de uygulanabilirliği,
- Panoramik görüntülerin hastalar tarafından daha kolay anlaşılabilir olması ve hasta bilgilendirme sürecine olumlu katkı sağlaması.

Panoramik radyografilerin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar;

- Başlangıç çürüklerinin teşhisinde yetersizlik,
- Hava yolu ve yumuşak dokuların neden olduğu radyolüsent görüntülerin çene ve diş yapılarının detaylarını gizleyebilmesi,
- Büyütme (magnifikasyon) ve şekil bozulmaları (distorsiyon),
- Görüntüde hayalet imajlar (ghost images) ve artefakt oluşumu,
- Premolar bölgelerde sıkça karşılaşılan süperpozisyonlar,
- Servikal vertebraların anterior bölgedeki yapıların üzerine süperpoze olması (76).

2.7.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT)

Diş hekimliğinde sıkça kullanılan, periapikal radyografi ve bite-wing radyografiler, üç boyutlu anatomik yapıların yalnızca iki boyutlu görüntülerini sunabilmektedir. Bu görüntüleme yöntemlerinde, kemik veya dişlerin bukkal ve palatinal yüzeylerinin süperpoze olmasından dolayı alveolar kemik seviyesinin kesin ve ayrıntılı biçimde değerlendirilememesi, önemli bir dezavantaj olarak öne çıkmaktadır (77). Yapılan

araştırmalar, erken evre vertikal kemik defektlerinin yalnızca %4'ünün periapikal radyografilerde ve %1'inin panoramik radyografilerde tespit edilebildiğini ortaya koymuştur (67).

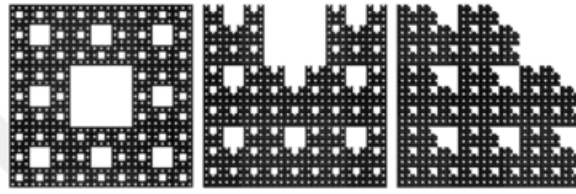
İki boyutlu görüntüleme yöntemlerinin anatomik yapıları sınırlı biçimde yansıtmalarından dolayı üç boyutlu görüntüleme tekniklerinin kullanımını kaçınılmaz hale getirmiştir (65). Üç boyutlu görüntüleme olanağı sağlayan bu radyografik yöntemlerin en belirgin dezavantajı ise konvansiyonel radyografik tekniklerle karşılaştırıldığında hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunun belirgin şekilde daha yüksek olmasıdır (78). CBCT'nin diğer dezavantajları ise görüş alanı içerisinde yer alan metalik yapılar nedeniyle görüntü kalitesinde bozulmalara yol açmasıdır. Metal kaynaklı artefaktların, özellikle dental implant çevresindeki osseointegrasyonun veya kemik defektlerinin değerlendirilmesini zorlaştırdığı; ayrıca kanal içi post bulunan endodontik tedavi görmüş dişlerle ilişkili periradiküler lezyonların tanısını güçleştirdiğı literatürde bildirilmektedir (79). Amerikan Periodontoloji Akademisi'nin 2017 yılında yayımladığı konsensüs bildirisine göre, CBCT'nin periodontal hastalıkların tanı ve tedavi planlamasında rutin olarak kullanımının, konvansiyonel radyografi yöntemlerine kıyasla belirgin bir üstünlük sunmadığı ifade edilmiş ve bu nedenle klinik pratikte öncelikli tercih olarak önerilmemiştir (80). Bununla birlikte, vertikal kemik defektlerinin belirlenmesi ve furkasyon tutulumuna sahip dişlerin periodontal dokularının ayrıntılı değerlendirilmesinde CBCT'nin sağladığı görüntüleme avantajları göz önünde bulundurularak, rejeneratif periodontal tedavi öncesinde CBCT kullanımının gerekli olduğunu savunan çok sayıda çalışma da bulunmaktadır (81,82).

2.8. Fraktal Geometri ve Fraktal Boyut Analiz Yöntemi

Latince 'fraktus' kelimesinden türetilen 'fraktal' terimi, kırık veya parçalanmış anlamına gelmektedir. Benoit B. Mandelbrot, gerçekteştirdiğı çalışmalar sonucunda, doğada sıkça rastlanan ancak klasik geometrik yaklaşımlarla açıklanamayan karmaşık yapıdaki formları tanımlamak amacıyla 'fraktal' kavramını literatüre kazandırmıştır. Mandelbrot, 'Bulutlar küre, dağlar koni, kıyıları daire değildir, şimşek düz bir yol izlemez, doğadaki pek çok şekil örüntüler halinde, parçalı bir düzendedir' şeklindeki ifadesiyle, doğada gözlemlenen yapıların klasik geometrik formlara uymadığını ve bu yapıların fraktal özellikler sergilediğini ortaya koymaya çalışmıştır (83). Mandelbrot, doğadaki girintili çıkıntılı, düzensiz ve karmaşık yapıların tanımlanmasında klasik Öklid geometrisinin

yetersiz kaldığını; bu tür formların ancak fraktal geometri ile anlamlandırılabilirliğini ve matematiksel olarak hesaplanabilirliğini vurgulamıştır (84).

Fraktallerin sahip olduğu karmaşıklık, yapılarında bulunan sonsuz düzeyde tekrar eden detaylardan kaynaklanmaktadır. Fraktal geometriyi tanımlayan başlıca iki temel özellik; şeklin farklı ölçeklerden incelendiğinde her parçasının bütüne benzerlik göstermesi olarak tanımlanan ‘öz-benzerlik’ (self-similarity) ilkesi ve ölçek değişimine bağlı olarak yapının varyasyonudur. Başka bir deyişle, gözlemlenen alan büyütüldüğünde ya da küçültüldüğünde, her ölçekte şekil bütünüyle benzer bir yapısal düzen sergilemektedir (85).



Şekiller 2. 6. Self-similarity karakteristiği sergileyen yapı

Self-similarity (öz-benzerlik) özelliği gösteren nesneler (86), bütünü oluşturan parçaların yapısal olarak bütüne benzediği, yani farklı ölçeklerde benzer görünüm sergileyen yapılardır (Şekil 2.6). Hem doğada hem de matematiksel modellerde buna örnek gösterilebilecek birçok nesne vardır.

Doğal Örnekler;

1. Kıyı çizgileri: Hangi ölçekte bakılırsa bakılsın girintili-çıkıntılı yapıları benzerlik gösterir.
2. Ağaç dallanması: Gövde, ana dal, yan dal ve ince dallar benzer yapıyı tekrar eder (Şekil 2.10).
3. Brokoli ve Romanesco: Özellikle Romanesco brokoli, spiral yapılarında açıkça fraktal ve self-similar özellik gösterir.
4. Kardiyovasküler sistem: Damarlar, dallanarak daha küçük damarlara ayrılırken benzer morfolojik düzeni tekrarlar.

5. Kar taneleri: Kristal yapıları büyüdükçe simetrik ve benzer desenler oluşur (Şekil 2.9).

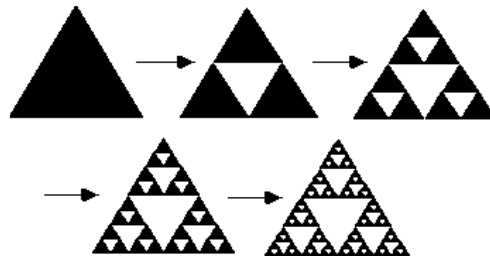
Matematiksel fraktal örnekler;

1. Koch eğrisi
2. Sierpinski üçgeni (Şekil 2.8)
3. Mandelbrot kümesi (Şekil 2.7)
4. Cantor kümesi
5. Barnsley eğreltiotu (fern)

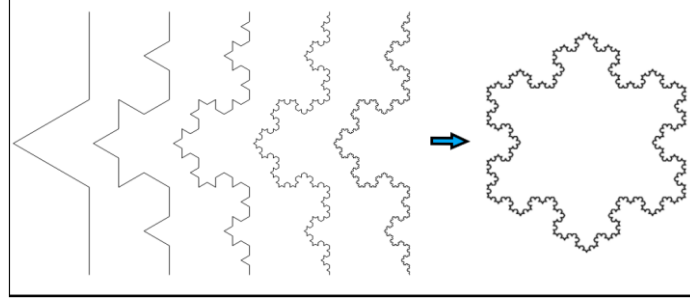
Bu tür yapılar, fraktal geometri içinde self-similarity ilkesinin temel örnekleridir (87).



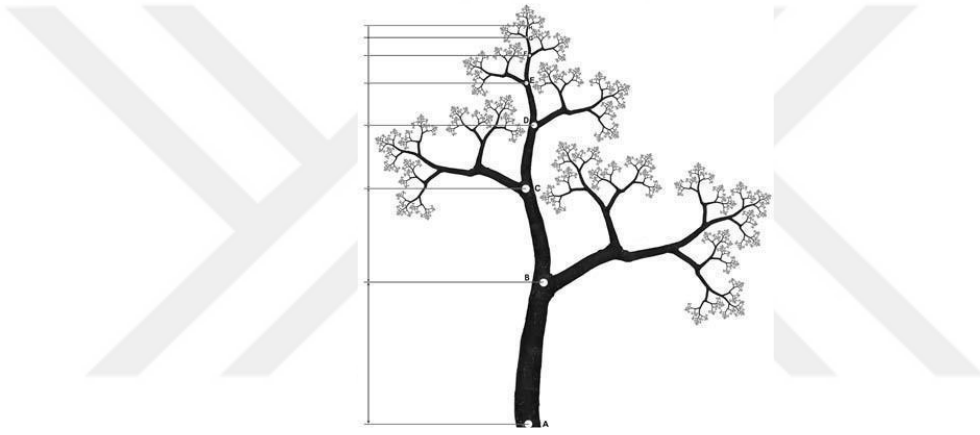
Şekiller 2. 7. Mandelbrot'un fraktal seti



Şekiller 2. 8. Waclaw Sierpinski'nin tanımladığı Sierpinski Üçgeni



Şekiller 2. 9. Von Koch tarafından tanımlanan kar tanesi modeli



Şekiller 2. 10. Fraktal ağaç

1980’li yıllarda fraktal geometri kavramı, birçok bilim dalında olduğu gibi diş hekimliğinde de radyografik görüntülerin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere araştırmalara konu olmuştur (88). FA, karmaşık geometrik şekillerin ve yapısal örüntülerin nicel olarak değerlendirilmesini sağlayan, ‘fraktal boyut’ adı verilen sayısal bir değer ile ifade edilen bir analiz yöntemidir (89,90). FB, dokunun pürüzlülük derecesini, diğer bir ifadeyle trabeküler ağ içerisinde yinelenen gri skala yapı örüntülerini nicel olarak ifade eden bir parametredir (88,90,91). Diş hekimliği alanında FB analizi, çoğunlukla osteoporozlu hastalarda kemik kalitesinin değerlendirilmesi ve periodontal hastalıkların çevreleyen kemik dokusu üzerindeki etkilerinin ortaya konulması amacıyla kullanılmaktadır (92,93). Bir nesne, farklı büyüklükteki değerlendirme ölçeklerinde benzer yapısal özellikler gösteriyorsa, fraktal olarak nitelendirilir (94). FA, radyografik görüntüler üzerinde matematiksel işlemler uygulanarak kemik trabeküllerinin sayısının

değerlendirildiği, objektif ve nicel bir yöntemdir. Bu analiz sonucunda, incelenen kemik bölgesinin yapısal karmaşıklığını yansıtan FB değeri elde edilir. Kemik dokusuna ilişkin noninvaziv bilgi sağlayan FA, apikal periodontitis, kemik cerrahisi, sistemik hastalıklar ve periodontal hastalıklarla ilişkili kemik değişikliklerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (95).

Fraktal yapılara ilişkin alan ve uzunluk ölçümleri, klasik geometrik şekillerin hesaplama yöntemlerinden farklılık göstermektedir. Bu yapılarda alan ve uzunluk değerleri, farklı ölçeklerde incelendiğinde değişkenlik arz eder. Ölçek büyütüldükçe fraktallerin yapısal ayrıntıları daha belirgin hale gelir ve buna bağlı olarak FB değerlerinde artış gözlenir. Fraktallerin söz konusu özelliklerini ortaya koymak amacıyla Mandelbrot, İngiltere'nin kıyı uzunluğunu ölçmüştür. Bu ölçüm çalışmasında, küçük ölçekli haritalarda fark edilemeyen kıyı şeridindeki girinti ve çıkıntılar, daha büyük ölçekli haritalarda ayrıntılı olarak gözlemlenebilmiştir. Mandelbrot, bu durumu açıklamak üzere $L(d) = N \times l$ eşitliğini kullanmıştır. Bu eşitlikteki N , kıyı şeridindeki girinti ve çıkıntıların sayısını; d , toplam kıyı uzunluğunu; l ise girinti ve çıkıntıların uzunluğunu ifade etmektedir. Eşitliğe göre, haritanın ölçeği büyüdükçe N ve l değişkenleri daha belirgin hale gelmekte ve buna bağlı olarak $L(d)$ değeri artmaktadır. Ayrıca, Mandelbrot'un 1983 yılında yayımladığı *Doğanın Fraktal Geometrisi* adlı çalışmasında, evrende bilinen klasik geometrik şekillerle ifade edilemeyen fraktal yapıların varlığı vurgulanmıştır (96,97). Mandelbrot, bir diğer araştırmasında fraktalleri, topolojik boyutun (TB) Hausdorff boyutundan (HB) daha küçük olduğu yapılar olarak tanımlamış ve bu oluşumların iç yapılarındaki karmaşık organizasyona dikkat çekmiştir. Bir şeklin HB değeri, 'N' (desen sayısı) ile 'r'nin (desenler arasındaki benzerlik oranı) tersinin doğal logaritmik oranı kullanılarak hesaplanır. HB, FB ile eşdeğer kabul edilmektedir (96,98). FA, zamanla kullanım alanını genişleterek borsa fiyatlarının modellenmesi, hücre sınırlarının belirlenmesi, pulmoner dallanma yapılarının incelenmesi ile kalp ve temporomandibular eklem seslerinin değerlendirilmesi gibi pek çok farklı amaçta uygulanmıştır. Bunun yanı sıra, klinik araştırmalarda aksiyel kemikler, iliak kreter ve tümörlerin analizi; pulmoner sistemin ve arteriyel dallanmaların tanımlanması ile biyosinyallerin değerlendirilmesinde de bu yöntemden yararlanıldığı bilinmektedir (99,100). Tıp alanında gerçekleştirilen radyoloji çalışmalarında, FA yönteminin açığı farklılıkları, ışınlama ve dansite değişimlerinden etkilenmediği ortaya konmuştur (100). Trabeküler kemiğin, kompakt kemiğe kıyasla daha yüksek yenilenme hızı ve metabolik aktiviteye sahip olması, bu dokunun yapısal

analizlerde sıklıkla tercih edilmesinin başlıca nedenidir (101). Kemik dokusu, fraktal özellik gösteren dallı bir yapıya sahip olduğundan, FA yöntemi ile değerlendirilebilmektedir. Matematiksel temelli bir radyografik analiz yöntemi olan fraktal analiz, non-invaziv, ekonomik ve uygulanması kolay bir teknik olarak öne çıkmaktadır (102).

FA, herhangi bir görüntünün incelenmesinde, özellikle tıbbi radyografilerde; olası patolojik değişikliklerin belirlenmesi, mevcut hastalıkların seyri ve şiddetinin değerlendirilmesi ile potansiyel hastalıkların teşhisine yönelik olarak sıklıkla başvuru alan bir yöntemdir (103). FB analizi, 'D' harfi ile sembolize edilmekte olup, uygulanan farklı metotlar ile incelenen yapının hacim, yüzey alanı ve uzunluk gibi parametreleri değerlendirilmektedir.

FB hesaplamasına yönelik analiz metotları aşağıdaki gibidir (104):

Tablo 2. 10. FB hesaplamasına yönelik analiz metotları

1. Till-counting	
2. Caliper metodu	
3. Pixel-dilatation yöntemi	
4. Hurst yöntemi	
5. İntensite varyans yöntemi	
6. Varyans yöntemi	
7. Power spectrum yöntemi	
8. Blanket yöntemi	
9. Box-counting yöntemi	

Kutu sayma yöntemi, biyolojik verilerin FB analizinde sıkça tercih edilen bir yaklaşımdır. Bu teknikte, farklı boyutlarda kutulardan oluşan ızgaralar nesnenin sınırları üzerine yerleştirilir. Kutu sayılarının logaritmaları ile kutu boyutlarının logaritmik değerleri arasındaki ilişki, logaritmik ölçekte grafikte gösterildiğinde, FB değeri negatif eğime

sahip düz kısımdan hesaplanır. Gri tonlamalı görüntülerde uygulanacaksa, öncelikle görüntünün ikili (binary) formata dönüştürülmesi gerekir. Daha sonra iskeletleştirme işlemi gerçekleştirilerek FB analizi yapılır (105). Bu yöntemin matematiksel ifadesi şu şekilde tanımlanır: $D = \log N(E) / \log E$ 'dir.

Kemik mikromimarisi incelendiğinde, trabeküler yapılar ile bunlar arasında yer alan boşluklu alanlar gözlenir. FB analizi, kemiğin düzensiz morfolojiye sahip trabeküler yapısını tanımlamaya ve kemik dokusunun yapısal özelliklerini değerlendirmeye olanak sağlar (106). Yapılan araştırmalar, radyografilerden elde edilen FB ölçümlerinin, kemik yoğunluğundaki değişimlerle bağlantılı olduğunu ve bu yöntemin kemikteki mineral kaybını ortaya koyabildiğini göstermiştir (107).

FA yönteminin, projeksiyon açısındaki farklılıklardan ve alveolar kemikte odaklanılan alanın seçiminden etkilenmemesi, bu tekniğin klinik koşullarda uygulanabilirliğini artırmakta ve hekimlerin radyografik değerlendirmelerini kolaylaştırmaktadır (107). Periapikal radyografilerden elde edilen FB değerlerinin, diş kökü etrafındaki trabeküler kemik yapısını yansıttığı gösterilmiştir. Aynı bireyde periapikal radyografiler ile PR'ler karşılaştırıldığında, PR kaynaklı FB değerlerinin periapikal radyografilere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. PR'lerin çözünürlüğünün periapikal radyografilere kıyasla daha düşük olması, bu görüntülerde ayrıntı seviyesinin sınırlı olmasına ve yalnızca daha kalın trabeküler yapıların izlenebilmesine neden olmaktadır. PR'lerden elde edilen FB değerleri, periapikal radyografilere göre daha düşük olsada, trabeküler kemikteki osteoporotik değişimlerin tespitinde yeterli bulunmuştur (108).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırmanın yürütülebilmesi için gerekli etik onay, 29.05.2024 tarihinde 2024/188 protokol numarasıyla Gaziantep Üniversitesi Müdahalesiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından verilmiştir.

Gaziantep Üniversitesi bünyesinde hizmet veren Diş Hekimliği Fakültesi'ne bağlı Periodontoloji bölümünde 2024-2025 yılları arasında yürütülen bu tez çalışması bilimsel etik kurallara uygun olarak sürdürülmüştür.

3.1.Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Çalışmamız, 01.01.2019–01.05.2024 tarihleri arasında Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'nda, gingivitis veya periodontitis tanısı konulmuş, tedavileri yapılmış 18–65 yaş arası bireylerin tedavi öncesi ve 6. ay tedavi sonrası PR'leri üzerinden retrospektif olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmaya, herhangi bir sistemik veya oral patolojisi bulunmayan, ölçüm yapılacak bölgelerde birinci molar dişleri ağızda mevcut olan ve radyografik görüntü kalitesi ile çözünürlüğü yeterli bireylerin PR'leri dahil edilmiştir.

Kemik metabolizmasını etkileyen sistemik hastalık öyküsü veya ilaç kullanımı bulunan, maksillofasiyal travma geçirmiş olan, ilgili bölgede taşkın restorasyon, endodontik tedavi, kist, tümör ya da başka bir patolojik lezyon tespit edilen bireyler ile ölçüm yapılacak bölgedeki dişleri bulunmayan hastaların PR'leri çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

01.01.2019–01.05.2024 tarihleri arasında Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'nda periodontal tedavi görmüş toplam 4357 hastaya ait PR'ler retrospektif olarak incelenmiştir. Sistemik hastalık öyküsü bulunan ve yaş kriterlerini karşılamayan 1243 hasta çalışma kapsamına alınmamıştır. Mandibular birinci molar diş eksikliği, kanal tedavisi veya taşkın restorasyonu olan 1918 hasta ile görüntü kalitesi düşük olan 1046 hastanın radyografileri de değerlendirme dışı bırakılmıştır. Tüm bu eleme süreci sonunda dahil edilme kriterlerini karşılayan ve en iyi röntgen kalitesine sahip 150 hastanın PR'leri FA için seçilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen hastalar, uygulanan periodontal tedavi yöntemlerine göre üç gruba ayrılmıştır: detertraj, subgingival küretaj ve periodontal flep cerrahisi. Her grupta 50 hasta yer almakta olup, toplam 150 hasta değerlendirilmiştir. Bu hastalara ait tedavi öncesi ve tedavi sonrası PR'lerden oluşan 300 görüntü FA yöntemiyle incelenmiştir.

Tablo 3. 1. Grupların incelenecek panoramik radyografi sayısı

Grup	Periodontal Tedavi	Hasta Sayısı	Tedavi Öncesi Panoramik Radyografi	Tedavi Öncesi Panoramik Radyografi	Toplam Panoramik Radyografi
I	Detertraj	50	50	50	100
II	Subgingival Küretaj	50	50	50	100
III	Periodontal Flep Cerrahisi	50	50	50	100
Toplam		150	150	150	300

3.2.Radyografik Görüntüleme

3.2.1. Panoramik Radyografi

Bu çalışmada kullanılan PR'ler, Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda, aynı teknisyen tarafından Planmeca Promax XC cihazı (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) (Resim 3.1) kullanılarak elde edilmiştir. Çekimler, ortalama 62 kVp, 4 mA ve 16,2 saniye pozlama parametreleriyle standart protokol kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Maksiller ve Mandibular çene kemiklerinin trabeküler mikro mimarisinin radyografik analizi kapsamında hastalardan tanı ve tedavi sonrası kontrol amacıyla alınan PR'lerin standardizasyonu sağlandı.



Resim 3. 1. Planmeca Promax XC panoramik cihazı

PR'lerden elde edilen görüntülerin ideal bir görüntü olması için; üretici firmanın belirlediği referans noktalarına uyulmuştur. Radyoloji teknisyeni tarafından çekim sırasında hastaların sagittal düzlemi yere dik ve frankfurt düzlemi yere paralel olması sağlanmış ve servikal vertebraların mandibulaya süperpozisyonunu engellemek için hastalar ski pozisyonunda konumlandırılmıştır.

Çalışmaya dahil edilen PR'lerde, ölçüm yapılacak bölgelerin değerlendirme kriterlerine uygun olması esas alınmıştır. Bu kapsamda, yalnızca kortikal kemik sınırlarının net bir biçimde seçilebildiği, mandibular çenedeki belirlenen ROI alanları üzerinde süperpozisyon bulunmayan, artefakt ve distorsiyon içermeyen yüksek kaliteli görüntüler analiz için kullanılmıştır. Bu kriterleri karşılamayan radyografiler çalışma dışında bırakılmıştır.

3.3. Fraktal Boyut Analizi

FA yapıların tekrarlayan geometrik desenlerinin karmaşıklığını sayısal bir değer olan FB ile gösterilmesidir. Kemğin trabeküler yapısı tekrarlayan yapılardan oluştuğundan dolayı çene kemiklerinin incelenmesinde FA yöntemi kullanıldı.

Fraktal analiz işlemleri, Casper marka Desktop-IKKP79U model bilgisayar kullanılarak, National Institute of Health (NIH) tarafından geliştirilen ve <https://imagej.nih.gov> adresinden ücretsiz olarak temin edilebilen ImageJ 1.53k yazılımı üzerinde, tek bir araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. ImageJ 1.53k, radyografik görüntülerin nicel ve nitel analizini gerçekleştirmeye olanak sağlayan, bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir görüntü analiz yazılımıdır. ImageJ 1.53k programı ile ölçümler White ve Rudolph tarafından basamakları belirlenen yöntemler doğrultusunda kutu sayma metodu ile yapıldı. FA değerlendirmesi kapsamında, PR'ler üzerinde simetrik (bilateral) biçimde yer alan toplam altı Region of Interest (ROI) bölgesi belirlenmiştir. Bunlar;

1. Sağ angular bölge
2. Sağ 1. Molar diş distal interdental bölge
3. Sağ 1. Molar diş mesial interdental bölge
4. Sol 1. Molar diş mesial interdental bölge
5. Sol 1. Molar diş distal interdental bölge
6. Sol angular bölge



Resim 3. 2. Panoramik radyografide ROİ bölgeleri

Çalışma gruplarındaki PR'ler FA öncesi IrfanView 64 programı ile 4K (3840*2160) çözünürlüğe dönüştürülmüştür. FA 4K çözünürlüklü JPEG formatında olan görüntüler üzerinde yapılmıştır. PR'ler üzerinde belirlenen ROİ bölgeleri FA için ImageJ 1.53k programında sırası ile aşağıdaki işlemler yapıldı.

- Çalışma gruplarındaki elde ettiğimiz PR'ler ImageJ 1.53k programında açıldı.
- PR'ler üzerinde 25*50 piksel olacak şekilde ROİ alanları seçildi.
- Seçilen ROİ alanları dublike edildi (Resim3.3).



Resim 3. 3. Dublike edilen görüntü

- Görüntülerde sadece büyük dansite farklılıklarının kalmaması için dublike edilen görüntüye Gaussian filtresi ile (sigma=35 piksel) bulanıklaştırma yapılarak farklı kemik kalınlıkların ve kemik yüzeyindeki yumuşak dokuların neden olduğu orta ve yüksek derecelerdeki ayrıntılar yok edilir (Resim 3.4).



Resim 3. 4. Gaussian filtresi uygulanmış görüntü

- Subtraction işlemi ile bulanıklaştırılan görüntü orijinal görüntüden çıkarıldı (Resim 3.5).



Resim 3. 5. Subtraction işlemi

- Görüntüde trabeküler kemik ile kemik iliği arasındaki dansite farklılığını çıkartmak için her bir piksele 128 gri ton eklendi (Resim 3.6).



Resim 3. 6. 128 gri ton eklenmesi

- Görüntüye “Type” özelliği ile 8-bit formatına dönüştürüldü.
- “Threshold” seçeneği kullanılarak görüntü siyah-beyaza dönüştürüldü bu sayede trabeküler yapının ve kemik iliğinin ana hatlarının fark edilmesi sağlandı (Resim 3.7).



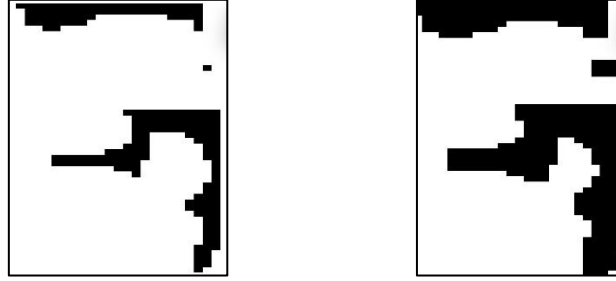
Resim 3. 7. Threshold uygulaması

- Görüntüdeki trabeküler kemiğin ana hatlarını ortaya çıkarmak için “Invert” özelliği ile siyah alanlar ile beyaz alanlar arasında dönüşümler yapıldı (Resim 3.8)



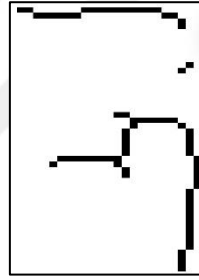
Resim 3. 8. Invert uygulaması

- Görüntüdeki gürültüyü azaltmak için “Erode” seçeneği kullanılarak aşındırma yapıldı daha sonra “Dilate” seçeneğiyle var olan alanlarda genişletmeler yapılarak görünürlük artırıldı (Resim 3.9).



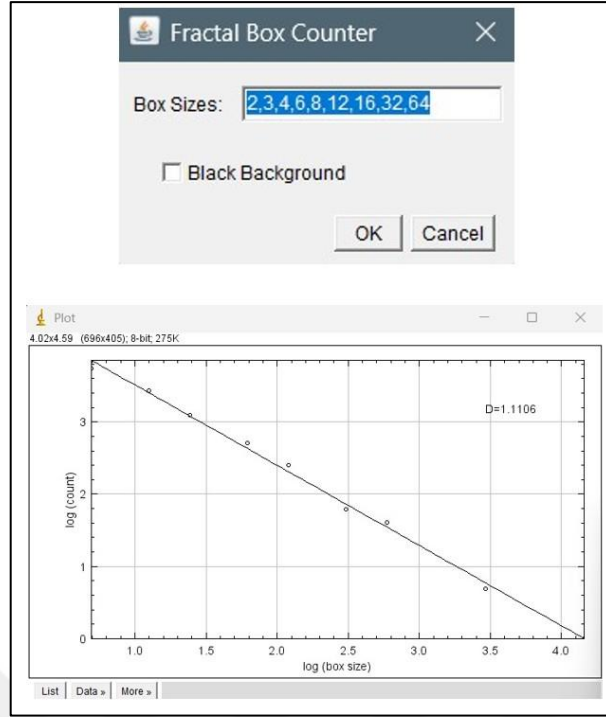
Resim 3. 9. Erode ve Dilate uygulaması

- Son olarak görüntünün FA’ye uygun hale gelebilmesi için “Skeletonize” özelliği kullanıldı. Bu sayede trabeküler kemikteki karmaşık yapının çizgi şeklinde görünmesi sağlandı (Resim 3.10).



Resim 3. 10. Skeletonize uygulanması

- Programdaki ‘Analiz’ sekmesi içinde bulunan ‘Fractal box count’ sekmesi ile trabeküler kemiğin FB değeri hesaplandı. Görüntünün boyutları 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, 64 piksel karelere bölündü (Resim 3.11).



Resim 3. 11. Fractal box count metodu ile FB değeri hesaplanması

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızın güç analizi (power analizi), Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, periodontitisli hastalarda periodontal tedavi sonrası fraktal boyut (FB) değerlerinde $2,9 \pm 1,6$ birimlik değişimin (etki büyüklüğü = 7,7–9) istatistiksel olarak anlamlı bulunabilmesi için, her bir grup için minimum 50 denek gerekliliği belirlenmiştir ($\alpha = 0,05$, $1-\beta = 0,80$).

Çalışmada sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro–Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılım göstermeyen iki bağımlı grup arasındaki karşılaştırmalarda Wilcoxon işaretli sıralar testi, ikiden fazla bağımsız grup arasındaki karşılaştırmalarda ise Kruskal–Wallis testi uygulanmıştır. Gruplar arası farkın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek amacıyla, Dunn’s post-hoc (çoklu karşılaştırma) testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler Ki-kare testi ile analiz edilmiş; veriler, frekans (n) ve yüzde (%) olarak ifade edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, değişkenin dağılımına bağlı olarak ortalama $\pm$ standart sapma veya medyan [25–75 persentil] biçiminde sunulmuştur. Tüm istatistiksel analizler, SPSS for Windows (sürüm 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Sosyodemografik Bulgular

Tablo 4. 1. Sosyodemografik bulguların gruplar arası dağılımı

	DETERTRAJ (Ort±SS) (50)	SUBGİNGİVAL KÜRETAJ (Ort±SS) (50)	PERİODONTAL FLEP (Ort±SS) (50)	<i>P değeri</i>
YAŞ (YIL)	41,36±10,47	44,74±9,77	42,64±9,78	$p>0,05$
CİNSİYET(E/K)	25/25	23/27	23/27	$p>0,05$

Çalışmamızda incelediğimiz detertraj, subgingival küretaj ve periodontal flep gruplarının cinsiyet, yaş gibi sosyodemografik verilerinin dağılımı tablo 4.1’de verilmiştir.

Gruplar, yaş ve cinsiyet dağılımları açısından değerlendirildiğinde, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p> 0,05$).

4.2. Fraktal Boyut Ölçümleri

4.2.1. Detertraj Tedavi Grubu Bulguları

Detertraj tedavi grubundaki hastaların tedavi öncesi (TÖ) ve tedavi sonrası (TS) radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerleri Ort±SS, Median (%25-%75) dağılımı tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4. 2. Detertraj tedavi grubu tedavi öncesi ve tedavi sonrası bulguları

	TEDAVİ ÖNCESİ	TEDAVİ SONRASI	<i>P değeri</i>
	Ort±SS / Median (%25-%75)	Ort±SS / Median (%25-%75)	
ROI 1	1,077±0,12/1,124 (1-1,161)	1,094±0,107/1,129 (1,064-1,164)	<i>p>0,05</i>
ROI 2	1,068±0,112/1,092 (0,993-1,156)	1,073±0,09/1,076 (1,025-1,143)	<i>p>0,05</i>
ROI 3	1,095±0,082/1,106 (1,052-1,146)	1,09±0,089/1,104 (1,05-1,156)	<i>p>0,05</i>
ROI 4	1,097±0,111/1,117 (1,026-1,181)	1,105±0,1/1,116 (1,044-1,177)	<i>p>0,05</i>
ROI 5	1,096±0,086/1,119 (1,06-1,168)	1,097±0,09/1,114 (1,076-1,167)	<i>p>0,05</i>
ROI 6	1,107±0,085/1,119 (1,069-1,159)	1,112±0,078/1,125 (1,062-1,177)	<i>p>0,05</i>
ROI2-3-4-5 ORT	1,09±0,078/1,103 (1,042-1,153)	1,092±0,075/1,1 (1,069-1,141)	<i>p>0,05</i>
ROI1-6 ORT	1,092±0,087/1,115 (1,036-1,149)	1,103±0,079/1,119 (1,073-1,157)	<i>p>0,05</i>

Detertraj tedavi grubundaki hastaların TÖ ve TS radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROI1, ROI2, ROI3, ROI4, ROI5, ROI6, ROI2-3-4-5 ort ve ROI1-6 ort değerlerinin her biri kendi içinde TÖ ve TS FB değerleri kıyaslandığında TS FB değerlerin daha yüksek olduğu tespit edilmekle beraber;

- TÖ ve TS ROI1 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (*p>0,05*).
- TÖ ve TS ROI2 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (*p>0,05*).
- TÖ ve TS ROI3 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (*p>0,05*).
- TÖ ve TS ROI4 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (*p>0,05*).
- TÖ ve TS ROI5 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (*p>0,05*).
- TÖ ve TS ROI6 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (*p>0,05*).
- TÖ ve TS ROI2-3-4-5 ortalamalarının FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (*p>0,05*).

- TÖ ve TS ROİ1-6 ortalamalarının FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

4.2.2. Subgingival Küretaj Tedavi Grubu Bulguları

Subgingival küretaj tedavi grubundaki hastaların TÖ ve TS radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerleri Ort $\pm$ SS, Median(%25-%75) dağılımı tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4. 3. Subgingival küretaj tedavi grubu tedavi öncesi ve tedavi sonrası

	TEDAVİ ÖNCESİ	TEDAVİ SONRASI	
	Ort $\pm$ SS / Median (%25-%75)	Ort $\pm$ SS / Median (%25-%75)	P değeri
ROİ 1	1,055 $\pm$ 0,111/1,057 (0,97-1,134)	1,076 $\pm$ 0,094/1,092 (1,016-1,131)	$p>0,05$
ROİ 2	1,057 $\pm$ 0,112/1,077 (1,017-1,139)	1,116 $\pm$ 0,09/1,136 (1,068-1,174)	$p<0,05$
ROİ 3	1,052 $\pm$ 0,127/1,082 (0,996-1,146)	1,099 $\pm$ 0,122/1,111 (1,031-1,177)	$p<0,05$
ROİ 4	1,07 $\pm$ 0,112/1,095 (1,008-1,158)	1,105 $\pm$ 0,098/1,114 (1,029-1,169)	$p<0,05$
ROİ 5	1,053 $\pm$ 0,127/1,082 (0,966-1,148)	1,092 $\pm$ 0,105/1,11 (1,045-1,153)	$p>0,05$
ROİ 6	1,086 $\pm$ 0,098/1,08 (1,01-1,154)	1,088 $\pm$ 0,092/1,104 (1,011-1,146)	$p>0,05$
ROİ2-3-4-5 ORT	1,058 $\pm$ 0,063/1,058 (1,021-1,108)	1,103 $\pm$ 0,061/1,105 (1,062-1,144)	$p<0,05$
ROİ1-6 ORT	1,07 $\pm$ 0,085/1,068 (1,007-1,127)	1,082 $\pm$ 0,074/1,092 (1,044-1,128)	$p>0,05$

Subgingival küretaj tedavi grubundaki hastaların TÖ ve TS radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerlerinin her biri kendi içinde TÖ ve TS FB değerleri kıyaslandığında TS FB değerlerin daha yüksek olduğu tespit edilmekle beraber;

- TÖ ve TS ROİ1 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- TÖ ve TS ROİ2 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- TÖ ve TS ROİ3 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).

- TÖ ve TS ROİ4 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- TÖ ve TS ROİ5 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- TÖ ve TS ROİ6 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- TÖ ve TS ROİ1-6 ortalamalarının FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- TÖ ve TS ROİ2-3-4-5 ortalamalarının FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).

4.2.3. Periodontal Flep Cerrahisi Tedavi Grubu Bulguları

Periodontal flep tedavi grubundaki hastaların TÖ ve TS radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerleri Ort $\pm$ SS, Median(%25-%75) dağılımı tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4. 4. Periodontal flep cerrahisi tedavi öncesi ve tedavi sonrası

	TEDAVİ ÖNCESİ	TEDAVİ SONRASI	
	Ort $\pm$ SS / Median (%25-%75)	Ort $\pm$ SS / Median (%25-%75)	P değeri
ROİ 1	1,062 $\pm$ 0,113/1,067 (0,992-1,135)	1,078 $\pm$ 0,112/1,074 (1,011-1,164)	$p>0,05$
ROİ 2	1,06 $\pm$ 0,141/1,092 (0,955-1,166)	1,117 $\pm$ 0,119/1,129 (1,053-1,199)	$p<0,05$
ROİ 3	1,066 $\pm$ 0,116/1,109 (0,971-1,153)	1,126 $\pm$ 0,102/1,127 (1,046-1,209)	$p<0,05$
ROİ 4	1,057 $\pm$ 0,126/1,07 (0,972-1,138)	1,118 $\pm$ 0,163/1,113 (1,034-1,192)	$p<0,05$
ROİ 5	1,079 $\pm$ 0,128/1,110 (0,975-1,171)	1,113 $\pm$ 0,132/1,126 (1,026-1,218)	$p<0,05$
ROİ 6	1,097 $\pm$ 0,123/1,109 (1,028-1,189)	1,093 $\pm$ 0,103/1,086 (1,013-1,177)	$p>0,05$
ROİ2-3-4-5 ORT	1,065 $\pm$ 0,08/1,076 (1,028-1,122)	1,119 $\pm$ 0,085/1,123 (1,065-1,165)	$p<0,05$
ROİ1-6 ORT	1,08 $\pm$ 0,089/1,081 (1,013-1,144)	1,086 $\pm$ 0,081/1,091 (1,036-1,144)	$p>0,05$

Periodontal flep cerrahisi tedavi grubundaki hastaların TÖ ve TS radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerlerinin her biri kendi içinde TÖ ve TS FB değerleri kıyaslandığında TS FB değerlerin daha yüksek olduğu tespit edilmekle beraber;

- TÖ ve TS ROİ1 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- TÖ ve TS ROİ2 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- TÖ ve TS ROİ3 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- TÖ ve TS ROİ4 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- TÖ ve TS ROİ5 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- TÖ ve TS ROİ6 bölgesinin FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- TÖ ve TS ROİ2-3-4-5 ortalamalarının FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- Tedavi öncesi ve tedavi sonrası ROİ1-6 ortalamalarının FB değerleri değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

4.2.4. Tedavi Öncesi Periodontal Tedavi Grupları Arası Bulgular

Tedavi öncesi periodontal tedavi gruplarındaki hastaların radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerleri Ort $\pm$ SS, Median(%25-%75) dağılımı tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4. 5. Tedavi öncesi periodontal tedavi grupları arası bulgular

	DETERTRAJ Ort±SS / Median (%25-%75)	SUBGİNGİVAL KÜRETAJ Ort±SS / Median (%25-%75)	PERİODONTAL FLEP Ort±SS / Median (%25-%75)	P değeri
ROİ 1	1,077±0,12/1,124 (1-1,161)	1,055±0,111/1,057 (0,97-1,134)	1,062±0,113/1,067 (0,992-1,135)	$p>0,05$
ROİ 2	1,068±0,112/1,092 (0,993-1,156)	1,057±0,112/1,077 (1,017-1,139)	1,06±0,141/1,092 (0,955-1,166)	$p>0,05$
ROİ 3	1,095±0,082/1,106 (1,052-1,146)	1,052±0,127/1,082 (0,996-1,146)	1,066±0,116/1,109 (0,971-1,153)	$p>0,05$
ROİ 4	1,097±0,111/1,117 (1,026-1,181)	1,07±0,112/1,095 (1,008-1,158)	1,057±0,126/1,07 (0,972-1,138)	$p>0,05$
ROİ 5	1,096±0,086/1,119 (1,06-1,168)	1,053±0,127/1,082 (0,966-1,148)	1,079±0,128/1,110 (0,975-1,171)	$p>0,05$
ROİ 6	1,107±0,085/1,119 (1,069-1,159)	1,086±0,098/1,08 (1,01-1,154)	1,097±0,123/1,109 (1,028-1,189)	$p>0,05$
ROİ2-3-4-5 ORT	1,09±0,078/1,103 (1,042-1,153)	1,058±0,063/1,058 (1,021-1,108) ^α	1,065±0,08/1,076 (1,028-1,122)	$p<0,05$
ROİ1-6 ORT	1,092±0,087/1,115 (1,036-1,149)	1,07±0,085/1,068 (1,007-1,127)	1,08±0,089/1,081 (1,013-1,144)	$p>0,05$

Grup 1-Grup 2 ^α Grup 1-Grup 3 ^β Grup 2-Grup 3 ^α

Çalışmamızda TÖ ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerleri tedavi grupları arasında kıyaslandığında;

- ROİ1 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ2 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ3 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ4 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ5 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ6 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

- ROİ2-3-4-5 ortalama FB değerleri TÖ’de detertaj grubu ile periodontal flep grubu arasında ve subgingival küretaj ile periodontal flep grupları arasındaki kıyaslamada istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ2-3-4-5 ortalama FB değerlerinde TÖ’de detertraj grubundaki FB değeri subgingival küretaj grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- ROİ6 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

4.2.5. Tedavi Sonrası Periodontal Tedavi Grupları Arası Bulgular

Tedavi sonrası periodontal tedavi gruplarındaki hastaların radyografilerinden ölçülen FB değerleri ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerleri Ort $\pm$ SS, Median(%25-%75) dağılımı tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4. 6. Tedavi sonrası periodontal tedavi grupları arası bulgular

	DETERTRAJ Ort $\pm$ SS / Median (%25-%75)	SUBGİNGİVAL KÜRETAJ Ort $\pm$ SS / Median (%25-%75)	PERİODONTAL FLEP Ort $\pm$ SS / Median (%25-%75)	P değeri
ROİ 1	1,094 $\pm$ 0,107/1,129 (1,064-1,164)	1,076 $\pm$ 0,094/1,092 (1,016-1,131)	1,078 $\pm$ 0,112/1,074 (1,011-1,164)	$p>0,05$
ROİ 2	1,073 $\pm$ 0,09/1,076 (1,025-1,143)	1,116 $\pm$ 0,09/1,136 (1,068-1,174) ^a	1,117 $\pm$ 0,119/1,129 (1,053-1,199) ^b	$p<0,05$
ROİ 3	1,09 $\pm$ 0,089/1,104 (1,05-1,156)	1,099 $\pm$ 0,122/1,111 (1,031-1,177)	1,126 $\pm$ 0,102/1,127 (1,046-1,209)	$p>0,05$
ROİ 4	1,105 $\pm$ 0,1/1,116 (1,044-1,177)	1,105 $\pm$ 0,098/1,114 (1,029-1,169)	1,118 $\pm$ 0,163/1,113 (1,034-1,192)	$p>0,05$
ROİ 5	1,097 $\pm$ 0,09/1,114 (1,076-1,167)	1,092 $\pm$ 0,105/1,11 (1,045-1,153)	1,113 $\pm$ 0,132/1,126 (1,026-1,218)	$p>0,05$
ROİ 6	1,112 $\pm$ 0,078/1,125 (1,062-1,177)	1,088 $\pm$ 0,092/1,104 (1,011-1,146)	1,093 $\pm$ 0,103/1,086 (1,013-1,177)	$p>0,05$
ROİ2-3-4-5 ORT	1,092 $\pm$ 0,075/1,1 (1,069-1,141)	1,103 $\pm$ 0,061/1,105 (1,062-1,144)	1,119 $\pm$ 0,085/1,123 (1,065-1,165)	$p>0,05$
ROİ1-6 ORT	1,103 $\pm$ 0,079/1,119 (1,073-1,157)	1,082 $\pm$ 0,074/1,092 (1,044-1,128)	1,086 $\pm$ 0,081/1,091 (1,036-1,144)	$p>0,05$
Grup 1-Grup 2 ^a Grup 1-Grup 3 ^b Grup 2-Grup 3				

Tedavi sonrası ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6, ROİ2-3-4-5 ort ve ROİ1-6 ort değerleri tedavi grupları arasında kıyaslandığında;

- ROİ1 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ2 bölgesinin detertraj grubu FB değeri hem subgingival küretaj grubu hem de periodontal flep grubu FB değerlerinden düşük olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$).
- ROİ2 bölgesinde subgingival küretaj grubu FB değeri ile periodontal flep grubu FB değeri arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ3 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ4 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ5 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ6 bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ2-3-4-5 ortalama bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).
- ROİ1-6 ortalama bölgesinin FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

4.2.6. Periodontal Tedavi Grupları Arası Tedavi Sonrası ve Tedavi Öncesi Değişim Bulguları

Gruplar arası karşılaştırmada ROİ1, ROİ2, ROİ3, ROİ4, ROİ5, ROİ6 ve ROİ2-3-4-5 ortalama bölgelerinin TÖ ve TS FB değerlerindeki değişimler, Ort $\pm$ SS ve Median (%25–%75) dağılımlarıyla birlikte Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 7. Periodontal Tedavi Grupları Arası Tedavi Sonrası ve Tedavi Öncesi Değişim Bulguları

	DETERTRAJ (Ort±SS) (Min/Max)	SUBGİNGİVAL KÜRETAJ (Ort±SS) (Min/Max)	PERİODONTAL FLEP (Ort±SS) (Min/Max)	P değeri
ROI1 (TS-TÖ)	0,169±0,067 (-0,108/0,218)	0,021±0,096 (-0,219/0,291)	0,016±0,118 (-0,241/0,374)	p>0,05
ROI2 (TS-TÖ)	0,005±0,051 (-0,083/0,19)	0,059±0,121 (-0,142/0,389)	0,057±0,154 (-0,236/0,5)	p>0,05
ROI3 (TS-TÖ)	-0,004±0,036 (-0,108/0,071)	0,047±0,143 (-0,289/0,455)	0,06±0,137 (-0,265/0,332) ^β	p<0,05
ROI4 (TS-TÖ)	0,007±0,048 (-0,083/0,199)	0,035±0,113 (-0,213/0,355)	0,061±0,185 (-0,243/0,925)	p>0,05
ROI5 (TS-TÖ)	0±0,05 (-0,135/0,182)	0,038±0,123 (-0,161/0,299)	0,034±0,119 (-0,254/0,37)	p>0,05
ROI6 (TS-TÖ)	0,004±0,069 (-0,148/0,187)	0,002±0,048 (-0,187/0,137)	-0,003±0,116 (-0,281/0,228)	p>0,05
ROI 2-3-4-5 TOTAL	0,002±0,027 (-0,047/0,103)	0,045±0,068 (-0,126/0,192) ^α	0,053±0,088 (-0,133/0,317) ^β	p<0,05

Grup 1-Grup 2 ^α Grup 1-Grup 3 ^β Grup 2-Grup 3 ^Ω

- ROI1 bölgesinde TS-TÖ FB değeri değişimlerine göre kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).
- ROI2 bölgesinde TS-TÖ FB değeri değişimlerine göre kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).
- ROI3 bölgesinde TS-TÖ FB değeri değişimlerine göre kıyaslandığında periodontal flep grubundaki değişim detertraj grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir (p<0,05). Detertraj grubu subgingival küretaj grubu ile ve subgingival küretaj grubu periodontal flep grubu ile kıyaslandığında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).
- ROI4 bölgesinde TS-TÖ FB değeri değişimlerine göre kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).
- ROI2 bölgesinde TS-TÖ FB değeri değişimlerine göre kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).
- ROI2 bölgesinde TS-TÖ FB değeri değişimlerine göre kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (p>0,05).

- ROİ2-3-4-5 ortalamasında TS-TÖ FB değeri değışimlerine göre kıyaslandığında periodontal flep grubundaki FB değeri değışimi detertraj grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca subgingival küretaj grubundaki FB değeri değışimi detertraj grubuna göre de istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir ($p<0,05$). Fakat periodontal flep grubu subgingival küretaj grubu ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$).



5. TARTIŞMA

Çalışmamıza, Gaziantep Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'na periodontal hastalık nedeniyle başvuran ve periodontal tedavileri yapılmış, 18–65 yaş aralığında, sistemik hastalığı veya düzenli ilaç kullanımı bulunmayan 150 hastaya ait PR'ler dahil edilmiştir. Her hastanın TÖ ve TS olmak üzere iki radyografisi değerlendirilmiş, böylece toplam 300 PR analiz edilmiştir. Hastalar, sistem kayıtlarında yer alan uygulanan periodontal tedavi türlerine göre sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda, periodontal tedavi basamaklarını temsil edecek şekilde hastalar detertraj, subgingival küretaj ve periodontal flep cerrahisi olmak üzere üç gruba ayrılmış; her bir grup 50 hastadan oluşmuştur.

Araştırmamızın amacı, herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan ve periodontal tedavileri yapılmış bireylerin TÖ ve TS dijital PR'leri üzerinde FA yöntemi uygulanarak elde edilen FB değerlerini değerlendirmek ve böylece periodontal tedavilerin alveolar kemiğin trabeküler yapısı üzerindeki etkilerini incelemektir.

Çalışmamızın, bölgesel olarak ileri düzey dental tedavilerin uygulandığı önemli bir referans merkezi olan kamuya ait üniversite hastanesinde yürütülmesi, elde edilen verilerin Gaziantep ve çevre illerin geniş popülasyonunu yansıttığını düşündürmektedir.

Genel olarak literatürdeki araştırmalar incelendiğinde periodontal tedaviler sonrasında çene kemiğinin trabeküler yapısındaki değişimlerin FA yöntemi ile incelendiği herhangi bir çalışma tespit edilmemiştir. Çoğunlukla periodontal hastalıkların FB değerlerinin değerlendirildiği görülmüştür. Çalışmamızda, periodontal tedavilerin çene kemiğinin trabeküler yapısına etkide bulunabileceği ve olası morfometrik değişimlerin FA yöntemi ile değerlendirilebileceği düşünülmüştür. Bu bağlamda, çalışmamızın literatürde yer alan öncü araştırmalardan biri olacağını da öngörmekteyiz.

Teknolojik gelişmelerin etkisiyle bilgisayar destekli görüntüleme yöntemlerinin daha yaygın kullanılması ve dijital analiz tekniklerinin sağladığı avantajlar, sistemik etkenlere bağlı çeşitli kemik hastalıklarının erken dönemde teşhis edilmesine olanak tanımaktadır. Diş hekimliğinde bilgisayarlı görüntüleme yöntemlerinin kullanılması ile periodontal hastalıkların çene kemiğinin trabeküler yapısı üzerindeki etkilerini değerlendiren çok

sayıda ulusal ve uluslararası çalışma bulunmasına karşın, periodontal tedavilerin çene kemiğinin farklı bölgelerinde yol açabileceği değişimlerin morfometrik yöntemlerle yeterince incelenmemiş olması, bu konuda yeni veriler elde edilebileceğini düşündürmüş ve çalışmamızın temel motivasyonunu oluşturmuştur. Ayrıca, herhangi bir nedenle diş hekimine başvuran hastaların PR'leri üzerinde bilgisayar destekli analiz yapılabilmesi; ek bir girişim veya ilave radyasyon maruziyeti gerektirmemesi açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

FA, organik ve inorganik yapıların biçimsel özelliklerini morfometrik ve matematiksel yöntemlerle ilişkilendirerek sayısal verilere dönüştüren bir tekniktir. Bu yöntem sayesinde, farklı hastalıklarda görülen morfolojik değişiklikler anatomik referans noktaları üzerinden objektif biçimde değerlendirilebilmekte ve patolojik süreçler ölçülebilir şekilde analiz edilebilmektedir. Benzer şekilde, periodontal hastalıkların sert dokular üzerinde yarattığı etkiler göz önünde bulundurulduğunda, periodontal tedavilerin çene kemiğinde ortaya çıkarabileceği değişikliklerin sayısal yöntemlerle ortaya konulabileceği düşünülmektedir. Bu noktada dental radyografiler, kolay erişilebilir olmaları nedeniyle kemik yapısının incelenmesinde sıkça tercih edilmektedir. Ayrıca, diğer görüntüleme yöntemlerine kıyasla daha düşük maliyetli olmaları ve hastaların daha az radyasyona maruz kalması gibi avantajları, dental radyografilerin FA tabanlı çalışmalar için literatürde yaygın olarak kullanılmasına katkı sağlamaktadır (96,109).

Kemik sağlığının değerlendirilmesinde trabeküler yapıların tercih edilmesinin nedeni, bu dokunun kompakt kemiğe oranla daha yüksek metabolik aktiviteye ve daha hızlı hücresel yenilenme döngüsüne sahip olmasıdır. Dolayısıyla trabeküler kemik, metabolik süreçlerin daha hassas bir göstergesi olarak kabul edilmekte; bu yapıdaki değişimlerin gözlenmesi, tanıya ulaşmada değerli bilgiler sağlamaktadır (110).

FA için çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte, en yaygın kullanılan yaklaşım kutu sayma (box-counting) yöntemidir. Bu doğrultuda çalışmamızda ImageJ yazılımı kullanılmış ve analiz yöntemi olarak kutu sayma tercih edilmiştir. Literatürde, trabeküller ve aralarındaki boşlukların sayılmasına imkân tanıyan bu yöntemin, trabeküler kemiğin karmaşık yapısının değerlendirilmesinde daha uygun bir teknik olduğu vurgulanmaktadır (111,112).

FB hesaplamalarında kullanılan radyograflerin teknik uygulamalarını inceleyen çalışmalarda, bazı araştırmacıların trabeküler ağ yapısındaki değişiklikleri değerlendirmek amacıyla PR'leri tercih ettikleri, diğer araştırmacıların ise daha yüksek çözünürlük sağlayan periapikal radyografleri kullandıkları görülmektedir. Buna ek olarak, hastalıkların kemik yapısında ortaya çıkarabileceği olası değişiklikler, farklı anatomik bölgelerdeki kemiklerin bu süreçten nasıl etkilendiği, alveoler kemiği etkileyen lokal faktörler (örneğin periodontal hastalıklar, dişsizlik, komşu dokulardaki enfeksiyonlar ve oklüzal kuvvetler), anatomik farklılıklar, FB ölçümünde kullanılan yöntem çeşitliliği, radyograflerin çekim teknikleri, iki boyutlu görüntülerin analizinde izlenen yol ve incelenecek bölgenin (ROI) belirlenmesinde kullanılan kriterler gibi pek çok değişken standardizasyonu etkilemektedir (113,114). Dolayısıyla, bu alanda standardizasyonun henüz tam anlamıyla sağlanamadığı sonucuna ulaşılabilir.

Gümüüşsoy'un on beş koyun hemimandibulası üzerinde yürüttüğü çalışmada, iki farklı PR'i cihazı kullanılarak aynı parametrelerle elde edilen görüntülerde FB değerlerinde farklılıklar saptanmış, ancak bu farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Bizim araştırmamızda ise, olası hataları en aza indirmek için panoramik görüntüler tek bir cihazda, aynı parametrelerle ve tek bir röntgen tekniği tarafından alınarak görüntü standardizasyonu sağlanmaya çalışılmıştır (114).

Çalışmamızda, gereksiz radyasyon maruziyetini önlemek amacıyla yalnızca rutin olarak çekilen PR değerlendirilmiş, ek periapikal görüntüler kullanılmamıştır. Şener ve Çınarcık'ın araştırmalarında, trabeküler yapının analizinde çizgisel ROI'nin yetersiz olduğunun belirtilmesi nedeniyle bu çalışmada düzlemsel ROI tercih edilmiştir. Bununla birlikte, FB ölçümlerinin ROI'nin boyutu, şekli ve seçildiği bölge gibi parametrelerden etkilendiği literatürde vurgulanmaktadır (115). Benzer şekilde, Yaşar ve arkadaşları da uzun dönemli çalışmalar açısından ROI'nin doğru ve kesin biçimde konumlandırılmasının büyük önem taşıdığını, ayrıca FB değerlerinin ROI'nin seçildiği bölgeden daha fazla etkilendiğini, ROI boyutundan ise görece daha az etkilendiğini ifade etmişlerdir. Dolayısıyla biz de çalışmamızdaki ROI boyutunu interradiküler alanın izin verdiği en uygun boyutta olacak şekilde belirledik (116).

Çalışmamızda, FA için sağ ve sol mandibular birinci molar dişlerin mesial ve distal bölgeleri ile bu bölgelerin ortalama değerleri, ayrıca sağ ve sol mandibular anguler bölgeler ve bunların ortalama değerleri olmak üzere toplam altı farklı ROI belirlenmiştir.

Anguler bölgelerin ROI olarak seçilmesinin temel nedeni, bu bölgelerin periodontal tedavilerden doğrudan etkilenmeyen anatomik alanlar olmasıdır. Böylelikle, ölçüm sonuçlarımızın güvenilirliğini ve metodolojik doğruluğunu teyit etmek amacıyla bu bölgeler kontrol noktası olarak değerlendirmeye alınmıştır. Mandibular birinci molar dişlerin mesial ve distal bölgelerinin analize dahil edilme gerekçesi, Shrout ve arkadaşlarının bulgularına dayanmaktadır. İlgili çalışmada, alt çene posterior dişlerin tüm ağız içi kemik dokusunun genel yapısını temsil etmede güvenilir referans bölgeleri olduğu belirtilmiştir. Bu literatür doğrultusunda, çalışmamızda periodontal hastalıklardan sıklıkla etkilenen mandibular birinci molar dişlerin mesial ve distal interdental alanları seçilmiş ve bu bölgelerdeki trabeküler yapısal değişiklikler FA yöntemiyle değerlendirilmiştir (117). Ayrıca, elde edilen verilerin simetrik karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla, karşı taraf mandibular birinci molar dişlerin aynı anatomik bölgeleri de incelemeye dahil edilmiştir. Benzer şekilde, Şener ve arkadaşları ve Belgin ve arkadaşları da yürüttükleri çalışmada mandibula posterior bölgelerden iki farklı ROI alanı seçerek analiz gerçekleştirmişlerdir. Bu yaklaşım hem çalışmamızın metodolojik doğruluğunu güçlendirmekte hem de literatürle uyumlu bir değerlendirme modeli oluşturduğumuzu göstermektedir (115,118).

Çalışmamızda, ROI alanları 25×50 piksel boyutlarında dikdörtgen biçiminde belirlenmiştir. Söz konusu boyutun tercih edilmesindeki temel gerekçe, interproksimal alanların anatomik olarak dar yapılar göstermesi ve bu nedenle ölçüm yapılabilecek en uygun maksimum alanın bu boyutta elde edilebilmesidir. ROI seçiminde, interdental kemik dokusunun morfolojik sınırları ve radyografik görünürlük kalitesi belirleyici faktörler olmuştur. Benzer şekilde Şener ve arkadaşları, orta şiddetli periodontitisli bireyler ile sağlıklı kontrol grubunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, periapikal radyografiler üzerinden gerçekleştirdikleri FA’de, interdental kemik alanlarının elverdiği ölçüde birbirine yakın iki farklı piksel boyutunda ROI seçimi yapmışlardır. Bu bulgu, çalışmamızda kullanılan ROI boyutlarının literatürle uyumlu olduğunu ve metodolojik açıdan geçerlilik taşıdığını göstermektedir (115).

Cha ve arkadaşlarının furkasyon tutulumu bulunan periodontitisli bireyler ile sağlıklı bireyleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, üç farklı bölgeden ROI seçimi yapılmıştır: furkasyon alanı, interdental kret tepesi ve interdental orta üçlü bölge. Araştırma bulgularına göre, sağlıklı bireyler ile periodontitisli hastalar arasında furkasyon

bölgesindeki FB değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmişken, kret tepesinden elde edilen ölçümlerde anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (119).

Bu sonuçlar, ROI'nin konumunun periodontal hastalıkların değerlendirilmesinde önemli bir parametre olduğunu göstermektedir. Benzer biçimde, çalışmamızda da periodontal tedavilerin alveoler kemik üzerindeki etkileri araştırıldığından, ROI konumlandırmasının özellikle kret tepesine yakın bölgelerde yapılması, kemik yapısındaki değişimlerin daha doğru biçimde izlenebilmesini sağlamıştır. Bu nedenle, analizlerimizde ROI alanları mümkün olduğunca alveoler kret tepelerine yakın konumlandırılarak FA sonuçlarının duyarlılığı artırılmıştır.

Coşgunarslan ve ark., 2019 yılında yaptıkları çalışmada periodontitisli ve sağlıklı bireylerde çene kemiğinde meydana gelen değişiklikleri FA yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmada, toplam 96 hastadan elde edilen CBCT görüntülerinde mandibular birinci ve ikinci molar dişler arasındaki alveoler kemik bölgesinden alınan kesitler değerlendirilmiştir. Yapılan FA sonucunda FB değerleri karşılaştırıldığında, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Söz konusu çalışmada 1 mm kalınlığındaki kesitlerin kullanılmış olması, trabeküler yapının özelliklerini tam olarak yansıtamamış olabileceği için istatistiksel anlamlılık elde edilememiş olabileceği düşünülmektedir. Buna karşın, bizim araştırmamızda PR tercih edilmesi, görüntü alanına giren tüm yapıları, özellikle de çene kemiklerinin trabeküler mimarisini bütünüyle gözlemlene imkânı sağlamıştır. Bu durum, trabeküler ağın ve etkilenme derecesinin daha net bir biçimde değerlendirilebilmesine olanak tanımakta ve kemik yapısının FA yoluyla incelenmesini daha güvenilir hale getirmektedir (120).

Pârvu ve Țălu, generalize kronik periodontitisli bireylerde scaling root planing (SRP) öncesi ve sonrası diş eti dokusunda meydana gelen yapısal değişimleri FA yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada, 12 hastadan SRP uygulaması öncesinde ve sonrasında alınan gingival biyopsiler histopatolojik incelemeye tabi tutulmuş, elde edilen doku katmanlarını gösteren dijital görüntüler FA'le analiz edilmiştir. Araştırmacılar, SRP sonrasında FB değerlerinin daha yüksek olduğunu belirlemiş ve bu bulgunun SRP'nin periodontitisli hastalarda diş eti hasarını azalttığını ifade etmişlerdir (121). Bizde bu çalışmamızda diş eti dokusunda meydana gelen değişimleri değil trabeküler kemik dokusundaki değişimleri değerlendirdik. Bu çalışma sonucunda detertraj tedavisi yapılan hasta gruplarında trabeküler kemikteki FB değerlerinde Pârvu ve Țălu'nun yapmış olduğu

çalışmayı destekleyecek şekilde FB değerleri anlamlı derecede düşük, subgingival küretaj ve periodontal flep yapılan hasta gruplarında ise yüksek bulunmuştur.

Çalışmamızda, tedavi öncesi periodontal tedavi grupları karşılaştırıldığında sağ ve sol mandibular birinci molar dişlerin ortalama değerlerinde subgingival küretaj tedavi grubunun FB değerleri detertraj tedavi grubuna kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Periodontal flep cerrahisi tedavi grubunda ise FB değerleri detertraj tedavi grubuna göre daha düşük olmasına rağmen bu farklılık istatistiksel açıdan anlamlılık göstermemiştir. Soltani ve ark. tarafından 2021 yılında yapılan çalışmada da orta ve şiddetli periodontitisli bireylerin FB değerlerinin sağlıklı ve hafif periodontitisli bireylere göre anlamlı derecede düşük olduğu rapor etmişlerdir. Bu bulgular, periodontal hastalık ilerledikçe FB değerlerinde azalma eğiliminin görüldüğünü ortaya koymakta ve elde ettiğimiz sonuçların literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmamız, farklı periodontal tedavi gruplarında tedavi öncesi alveoler kemiğin trabeküler yapısının FA yöntemiyle karşılaştırılmasına odaklanması bakımından da literatüre özgün bir katkı sunmakta ve bu yöntemin klinik değerlendirmelerde kullanılabilirliğini desteklemektedir (122).

Ayrıca çalışmamızda tedavi öncesi periodontal tedavi grupları arasında FB değerleri kıyaslandığında genel olarak bütün ROİ bölgelerinde detertraj tedavi grubu FB değerleri subgingival küretaj ve periodontal flep cerrahisi tedavi grubu FB değerlerine göre yüksek olup sadece ROİ 2-3-4-5 ortalamasında istatistiksel olarak anlamlıdır. Mishra ve ark. periodontitisli hastalarda yaptığı çalışmada periodontitisin artan evrelerinde FB değerlerinin düşük olduğu ve periodontitis evresinin artması ile FB değeri arasında negatif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Mishra ve ark. gerçekleştirdiği çalışma, bizim araştırmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir (123).

Subgingival küretaj tedavisi yapılan , tedavi sonrası sağ mandibular birinci moların mesial ve distal bölgelerinde, sol mandibular birinci moların mesialinde ve her iki mandibular birinci moların ortalama değerlerinde FB'un tedavi öncesine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, periodontal flep cerrahisi yapılan grupta da sağ ve sol mandibular birinci molar dişlerin mesial ve distal bölgelerinde, ayrıca bu bölgelerin ortalama ölçümlerinde FB değerlerinde anlamlı artış saptanmıştır. Kurt ve arkadaşlarının endodontik tedavi sonrası periapikal lezyonları FA yöntemiyle inceledikleri çalışmalarında, tedavi öncesi periapikal bölgedeki FB

değerlerinin tedavi sonrası değerlere göre daha düşük bulunması, tedaviyle birlikte trabeküler kemik yapısında yeniden yapılanmayı ortaya koymuştur (124). Bu sonuçlar, periodontal tedaviler sonrası alveoler kemikte gözlenen FB artışına ilişkin bulgularımızı desteklemekte ve literatürle paralellik göstermektedir. Dolayısıyla çalışmamız, FA yönteminin periodontal tedavilerin kemik dokusu üzerindeki etkilerini objektif ve nicel biçimde değerlendirmede kullanılabileceğini ortaya koyan özgün katkılardan biri olarak değerlendirilebilir.

Sağ mandibular birinci molar dişin distal bölgesinde, tedavi sonrasında elde edilen FB değerindeki artışın periodontal flep cerrahisi yapılan grupta, detertraj tedavisi yapılan gruba kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sağ ve sol mandibular birinci molar dişlerin mesial ve distal bölgelerinin ortalamalarında, subgingival küretaj ve periodontal flep cerrahisi yapılan gruplarda, detertraj tedavisi yapılan grubuna göre FB değerlerindeki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, periodontal flep cerrahisi yapılan gruptaki değişim, subgingival küretaj yapılan gruba kıyasla daha yüksek olmasına rağmen bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde Tosun ve ark. endodontik tedavi yenilemesi yapılan hastalarda, tedavi sonrası ve bir yıl sonraki periapikal radyografiler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada da FB değerlerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu bulgular, periodontal tedaviler sonrasında kemik trabeküler yapısında meydana gelen yeniden yapılanma sürecini yansıtan FB artışını desteklemekte olup, mevcut çalışmamızın sonuçlarıyla da uyumluluk göstermektedir.

Yaptığımız bu tez çalışmasında periodontal tedavileri detertraj tedavisi, subgingival küretaj tedavisi ve periodontal flep cerrahisi tedavisi olacak şekilde 3 grupta incelenmiş, 18-65 yaş arası 150 bireyin periodontal tedavi öncesi ve periodontal sonrası olacak şekilde PR'leri incelemeye dahil edilmiştir. Elde edilen veriler hipotezimizi büyük oranda doğrulamış olup, periodontal hastalıkların ve periodontal tedavilerin; çene kemiğinin trabeküler yapısında değişikliğe neden olduğunu ve bu değişimlerin FA yöntemi ile incelenebileceğini göstermiştir. Ayrıca hem diğer çalışmalar hem de bizim çalışmamız periodontal hastalıklar ve periodontal tedavilerin çene kemiği üzerine olan etkilerini tespit etmede mandibular 1.molar bölgesindeki trabeküler kemiğin fazlasıyla bilgi sağladığını FB değerlerindeki değişimlerin anlamlı olduğunu söyleyebiliriz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda periodontal tedaviler açısından gruplandırılmış bireylerin TÖ ve TS PR'lerinde belirlenen bölgeler FA ile incelenmiştir. İncelemelerden elde edilen veriler ışığında...

- Genel değerlendirme, periodontal hastalığın ilerlemesiyle çenelerin trabeküler yapısında yapısal değişiklikler oluştuğunu göstermektedir.
- Analizler, detertraj tedavisi yapılan hastalarda değerlendirilen tüm bölgelerde TS bulguların, tedavi öncesine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermediğini ortaya koymuştur.
- Subgingival küretaj tedavisi yapılan hastalarda, tedavi sonrası elde edilen bulgular TÖ değerlerle karşılaştırıldığında belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Özellikle sağ mandibular birinci molar dişin mesial ve distal interdental bölgelerinde, sol mandibular birinci moların mesial bölgesinde ve her iki birinci moların hem mesial hem de distal bölgelerinin ortalama ölçümlerinde, TS FB değerlerinin TÖ FB değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, subgingival küretajın çene kemiğinin trabeküler yapısı üzerinde bölgesel düzeyde olumlu değişiklikler oluşturduğunu desteklemektedir.
- Periodontal flep cerrahisi yapılan hastalarda, TS elde edilen veriler TÖ değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar ortaya konulmuştur. Özellikle sağ ve sol mandibular birinci molar dişlerin mesial ve distal interdental bölgelerinde, ayrıca bu bölgelerin ortalama ölçümlerinde TS FB değerlerinin TÖ göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, periodontal flep cerrahisinin alveoler kemiğin trabeküler yapısı üzerine bölgesel olarak anlamlı düzeyde değişiklikler oluşturduğunu göstermektedir.
- Tedavi öncesi periodontal tedavi grupları değerlendirildiğinde, subgingival küretaj tedavisi yapılan hastalarda FB değerleri, sağ ve sol birinci molarların mesial ve distal interdental bölgelerin ortalaması ile anguler bölgelerde detertraj grubuna kıyasla daha düşük bulunmuştur. Benzer şekilde, periodontal flep tedavisi yapılan hastalarda da detertraj grubuna göre daha düşük FB değerleri saptanmış, ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlılık göstermemiştir. Bununla birlikte, yalnızca sağ ve sol birinci molarların mesial ve distal bölgelerinin ortalama ölçümlerinde, subgingival küretaj yapılan hastaların

detertraj tedavisi yapılanlara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük FB değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

- Tedavi sonrasında, sağ birinci moların mesial bölgesinde FB değerleri, subgingival küretaj tedavisi ve periodontal flep tedavisinde detertraj tedavisine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgu, her iki tedavi yönteminin de trabeküler kemik yapısı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir.
- Tedavi sonrası FB değerlerindeki değişimlere göre; sağ birinci molar dişin distal bölgesinde periodontal flep cerrahisi tedavisindeki FB değişimi detertraj tedavisindeki FB değişimine kıyasla istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde daha yüksektir. Bunun yanı sıra, sağ ve sol birinci molar dişlerin mesial ve distal bölgelerinin ortalama değerleri incelendiğinde hem subgingival küretaj hem de periodontal flep cerrahisi tedavisinde elde edilen FB değişimleri, detertraj tedavisine göre anlamlı derecede daha yüksektir. Bu sonuçlar, subgingival küretaj ve periodontal flep uygulamalarının, detertraj tedavisine kıyasla alveoler kemiğin trabeküler yapısında daha belirgin değişime yol açtığını ve morfometrik düzeyde daha etkin bir iyileşme sağladığını ortaya koymaktadır.
- Bu çalışmadan elde edilen bulgular, periodontal hastalıkların teşhisinde ve periodontal tedavilerin etkinliğinin değerlendirilmesinde fraktal analiz yönteminin potansiyel bir araç olabileceğini göstermektedir. Ancak, bu alanda daha kapsamlı sonuçlara ulaşılabilmesi için, farklı radyografik tekniklerin kullanıldığı, örneklem büyüklüğü daha geniş olan ve farklı ROI bölgelerinin değerlendirildiği ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle çalışmalar, gelecekte periodontal hastalıkların erken teşhisinde ve tedavi planlamasında non-invaziv yöntemlerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR CFA. Carranza's Clinical Periodontology. Elsevier Saunders; 2014.
2. Schroeder HE, Listgarten MA. The gingival tissues: the architecture of periodontal protection. *Periodontol 2000*. 1997 Feb;13:91-120.
3. Foster BL. Methods for studying tooth root cementum by light microscopy. *Int J Oral Sci*. 2012 Sep;4(3):119-28.
4. Caton JG, Armitage G, Berglundh T, Chapple ILC, Jepsen S, Kornman KS, et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and key changes from the 1999 classification. *J Clin Periodontol*. 2018 Jun;45 Suppl 20:1-8.
5. Gotsman I, Lotan C, Soskolne WA, Rassevsky S, Pugatsch T, Lapidus L, et al. Periodontal destruction is associated with coronary artery disease and periodontal infection with acute coronary syndrome. *J Periodontol*. 2007 May;78(5):849-858.
6. Loesche WJ, Grossman NS. Periodontal disease as a specific, albeit chronic, infection: diagnosis and treatment. *Clin Microbiol Rev*. 2001;14(4):727-752.
7. FK Denis, GS Panagiota, Panos N. Periodontal diseases. *Nat Rev Dis Primers*. 2017 Jun 22;3.
8. Haffajee AD, Socransky SS. Microbial etiological agents of destructive periodontal diseases. *Periodontol 2000*. 1994;5(1):78-111.
9. Winkelhoff AJV, Winkel EG. Microbiological diagnostics in periodontics: biological significance and clinical validity. *Periodontol 2000*. 2005;39:40-52.
10. Paster BJ, Olsen I, Aas JA, Dewhirst FE. The breadth of bacterial diversity in the human periodontal pocket and other oral sites. *Periodontol 2000*. 2006 Oct;42(1):80-87.
11. Kriebel K, Hieke C, Müller-Hilke B, Nakata M, Kreikemeyer B. Oral Biofilms from Symbiotic to Pathogenic Interactions and Associated Disease –Connection of

Periodontitis and Rheumatic Arthritis by Peptidylarginine Deiminase. *Front Microbiol.* 2018 Jan 30;9.

12. Dietrich T, Ower P, Tank M, West NX, Walter C, Needleman I, et al. Periodontal diagnosis in the context of the 2017 classification system of periodontal diseases and conditions - implementation in clinical practice. *Br Dent J.* 2019;226(1):16-22.
13. Chapple ILC, Mealey BL, Van Dyke TE, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz Peter, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018;89(1):S74-S84.
14. Holmstrup P, Plemons J, Meyle J. Non-plaque-induced gingival diseases. *J Clin Periodontol.* 2018;45:S28-S43.
15. Chapple ILC, Milward MR, Dietrich T. The Prevalence of Inflammatory Periodontitis Is Negatively Associated with Serum Antioxidant Concentrations. *J Nutr.* 2007;137(3):657-664.
16. Carcuac O, Berglundh T. Composition of Human Peri-implantitis and Periodontitis Lesions. <http://dx.doi.org/101177/0022034514551754>. 2014;93(11):1083-1088.
17. Linden GJ, Lyons Amy, Scannapieco FA. Periodontal systemic associations: Review of the evidence. *J Clin Periodontol.* 2013;40(SUPPL. 14):S8-S19.
18. Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Periodontol.* 2018;89:S159-S172.
19. Papapanou PN, Sanz M, Buduneli N, Dietrich T, Feres Magda, Fine DH, et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol.* 2018;45:S162-S170.

20. Shi Q, Abbruzzese JI, Huang S, Fidler IJ, Xiong Q XK. Constitutive and inducible interleukin 8 expression by hypoxia and acidosis renders human pancreatic cancer cells more tumorigenic and metastatic. *Clin Cancer Res.* 1999;5(11):3711-3721.
21. Di Benedetto A, Gigante I, Colucci S, Grano Maria. Periodontal disease: Linking the primary inflammation to bone loss. *Clin Dev Immunol.* 2013;2013.
22. Cochran DL. Inflammation and bone loss in periodontal disease. *J Periodontol.* 2008;79(8 Suppl):1569-76.
23. Graves DT, Cochran D. The contribution of interleukin-1 and tumor necrosis factor to periodontal tissue destruction. *J Periodontol.* 2003;74(3):391-401.
24. Nevins M, Mellonig JT. Enhancement of the damaged edentulous ridge to receive dental implants: a combination of allograft and the GORE-TEX membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(2):96-111.
25. Page RC, Schroeder HE. Pathogenesis of inflammatory periodontal disease. A summary of current work. *Lab Invest.* 1976;34(3):235-249.
26. Kinane DF. Causation and pathogenesis of periodontal disease. *Periodontol* 2000. 2001;25(1):8-20.
27. Seymour GJ, Gemmell E, Walsh LJ, Powell RN. Immunohistological analysis of experimental gingivitis in humans. *Clin Exp Immunol.* 1988;71(1):132.
28. LINDHE J, RYLANDER H. Experimental gingivitis in young dogs. *Eur J Oral Sci.* 1975;83(6):314-326.
29. Poulter LW, Seymour GJ, Duke O, Janossy G, Panayi G. Immunohistological analysis of delayed-type hypersensitivity in man. *Cell Immunol.* 1982;74(2):358-369.
30. Kinane DF. Causation and pathogenesis of periodontal disease. *Periodontol* 2000. 2001;25(1):8-20.

31. Seymour GJ, Greenspan JS. The phenotypic characterization of lymphocyte subpopulations in established human periodontal disease. *J Periodontal Res.* 1979;14(1):39-46.
32. Seymour GJ, Dockrell HM, Greenspan JS. Enzyme differentiation of lymphocyte subpopulations in sections of human lymph nodes, tonsils and periodontal disease. *Clin Exp Immunol.* 1978;32(1):169.
33. Cox SW, Eley BM, Kiili M, Asikainen A, Tervahartiala T, Sorsa T. Collagen degradation by interleukin-1 β -stimulated gingival fibroblasts is accompanied by release and activation of multiple matrix metalloproteinases and cysteine proteinases. *Oral Dis.* 2006;12(1):34-40.
34. Nishikawa M, Yamaguchi Y, Yoshitake K, Saeki Y. Effects of TNF α and prostaglandin E2 on the expression of MMPs in human periodontal ligament fibroblasts. *J Periodontal Res.* 2002;37(3):167-176.
35. Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR CFA. Carranza's Clinical Periodontology. 12th ed. Elsevier Saunders; 2015.
36. Parameter on Chronic Periodontitis With Slight to Moderate Loss of Periodontal Support. *J Periodontol.* 2000 May;71(5S):853-855.
37. Aimetti M. Nonsurgical periodontal treatment. *Int J Esthet Dent.* 2014;9(2):251-267.
38. Nevins M, Mellonig J. Periodontal Therapy: Clinical Approaches and Evidence of Success. Vol. Vol 1. Quintessence Publishing; 1988. 1-8. p.
39. Badersten A, Nilveus R, Egelberg J. Effect of nonsurgical periodontal therapy. II. Severely advanced periodontitis. *J Clin Periodontol.* 1984 Jan;11(1):63-76.
40. Cugini MA, Haffajee AD, Smith C, Kent RL, Socransky SS. The effect of scaling and root planing on the clinical and microbiological parameters of periodontal diseases: 12-month results. *J Clin Periodontol.* 2000 Jan;27(1):30-6.

41. Brayer WK, Mellonig JT, Dunlap RM, Marinak KW, Carson RE. Scaling and root planing effectiveness: the effect of root surface access and operator experience. *J Periodontol.* 1989 Jan;60(1):67-72.
42. Babay N. Attachment of human gingival fibroblasts to periodontally involved root surface following scaling and/or etching procedures: a scanning electron microscopy study. *Braz Dent J.* 2001;12(1):17-21.
43. Krishna R, De Stefano JA. Ultrasonic vs. hand instrumentation in periodontal therapy: clinical outcomes. *Periodontol 2000.* 2016 Jun;71(1):113-27.
44. Johnson LR, Stoller NH, Polson A, Harrold CQ, Ryder M, Garrett S. The effects of subgingival calculus on the clinical outcomes of locally-delivered controlled-release doxycycline compared to scaling and root planing. *J Clin Periodontol.* 2002 Feb;29(2):87-91.
45. Kim TS, Schenk A, Lungeanu D, Reitmeir P, Eickholz P. Nonsurgical and surgical periodontal therapy in single-rooted teeth. *Clin Oral Investig.* 2007 Dec;11(4):391-9.
46. Rateitschak-Plüss EM, Schwarz JP, Guggenheim R, Düggelin M, Rateitschak KH. Non-surgical periodontal treatment: where are the limits? An SEM study. *J Clin Periodontol.* 1992 Apr;19(4):240-4.
47. Miller PD, Allen EP. The development of periodontal plastic surgery. *Periodontol 2000.* 1996 Jun;11:7-17.
48. Adriaens PA, Adriaens LM. Effects of nonsurgical periodontal therapy on hard and soft tissues. *Periodontol 2000.* 2004;36:121-145.
49. Shirakata Y, Nakamura T, Setoguchi F, Imafuji A, Shinohara Y, Matsumura S, et al. Histological evaluation of nonsurgical periodontal treatment with and without the use of sodium hypochlorite / amino acids and cross-linked hyaluronic acid gels in dogs. *Clin Oral Investig.* 2024 Apr 27;28(5):281.

50. Meghil MM, Mandil O, Nevins M, Saleh MHA, Wang HL. Histologic Evidence of Oral and Periodontal Regeneration Using Recombinant Human Platelet-Derived Growth Factor. *Medicina (Kaunas)*. 2023 Mar 29;59(4).
51. Lee CA, Einhorn TA. The Bone Organ System: Form and Function. *Osteoporosis*. 2001 Jan 1;3-20.
52. Bostrom MPG, Yang X, Koutras I. Biologics in bone healing. *Current Opinion in Orthopedics*. 2000 Oct;11(5):403-412.
53. Bruzzaniti A, Baron R. Molecular regulation of osteoclast activity. *Rev Endocr Metab Disord*. 2006 Jun;7(1–2):123-39.
54. Teitelbaum SL. Osteoclasts: what do they do and how do they do it? *Am J Pathol*. 2007 Feb;170(2):427-35.
55. McCormack SW, Witzel U, Watson PJ, Fagan MJ, Gröning F. Inclusion of periodontal ligament fibres in mandibular finite element models leads to an increase in alveolar bone strains. *PLoS One*. 2017 Nov 30;12(11):e0188707.
56. Oates TW, Cochran DL. Bone cell interactions and regulation by inflammatory mediators. *Curr Opin Periodontol*. 1996;3:34-44.
57. Feng X, McDonald JM. Disorders of bone remodeling. *Annu Rev Pathol*. 2011;6:121-45.
58. Holmstrup P, Plemons J, Meyle Joerg. Non-plaque-induced gingival diseases. *J Periodontol*. 2018 Jun;89 Suppl 1:28-45.
59. Herrera D, Retamal-Valdes B, Alonso B, Feres M. Acute periodontal lesions (periodontal abscesses and necrotizing periodontal diseases) and endo-periodontal lesions. *J Periodontol*. 2018 Jun;89 Suppl 1:85-102.
60. Jepsen S, Caton JG, Albandar JM, Bissada NF, Bouchard P, Cortellini P, et al. Periodontal manifestations of systemic diseases and developmental and acquired conditions: Consensus report of workgroup 3 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol*. 2018 Jun;89 Suppl 1:237-248.

61. Albandar JM, Susin C, Hughes FJ. Manifestations of systemic diseases and conditions that affect the periodontal attachment apparatus: Case definitions and diagnostic considerations. *J Periodontol.* 2018 Jun;89 Suppl 1:183-203.
62. Doblaré M, García J, Gómez M. Modelling bone tissue fracture and healing: a review. *Eng Fract Mech.* 2004 Sep;71(13–14):1809-40.
63. Kostakoglu L, Valk PE. Assessment of Treatment Response by FDG-PET. In: *Positron Emission Tomography.* Springer London; 2006. p. 387-412.
64. Erdinç Ö, Güneri P. Diş Hekimliğinde Kemik Kalitesinin Belirlenmesi: Radyografik yöntemler ve yorumları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2007 Aug;190-199.
65. Şener E, Baksı B. Peridontontal Patolojilerin Tanısında Kullanılan Görüntüleme Teknikleri Bölüm 1 : İ ki ve Ü ç boyutlu Görüntüleme Sistemleri. *EÜ Diş Hekim Fakltesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD.* 2013;34(2):79–85.
66. Tugnait A, Clerehugh V, Hirschmann PN. The usefulness of radiographs in diagnosis and management of periodontal diseases: a review. *J Dent.* 2000 May;28(4):219-26.
67. Pepelassi EA, Diamanti-Kipioti A. Selection of the most accurate method of conventional radiography for the assessment of periodontal osseous destruction. *J Clin Periodontol.* 1997 Aug;24(8):557-67.
68. Tugnait A, Clerehugh V, Hirschmann PN. Use of the basic periodontal examination and radiographs in the assessment of periodontal diseases in general dental practice. *J Dent.* 2004 Jan;32(1):17-25.
69. Eley BM, Cox SW. Advances in periodontal diagnosis. 1. Traditional clinical methods of diagnosis. *Br Dent J.* 1998 Jan;184(1):12-6.
70. White SC. 1992 assessment of radiation risk from dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1992 Aug;21(3):118-26.
71. González L, Vañó E, Fernández R. Reference doses in dental radiodiagnostic facilities. *Br J Radiol.* 2001 Feb;74(878):153-6.

72. Molander B, Ahlqwist M, Gröndahl HG. Panoramic and restrictive intraoral radiography in comprehensive oral radiographic diagnosis. *Eur J Oral Sci.* 1995 Aug;103(4):191-8.
73. Jeffcoat MK, Wang IC, Reddy MS. Radiographic diagnosis in periodontics. *Periodontol 2000.* 1995 Feb;7:54-68.
74. Mol A. Imaging methods in periodontology. *Periodontol 2000.* 2004;34:34-48.
75. Farman AG. Selected Abstracts. In: *Panoramic Radiology.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2007. p. 205-223.
76. Eric Whaites, ND. *Essentials of Dental Radiography and Radiology.* Elsevier H.; 2013.
77. Brägger U. Radiographic parameters: biological significance and clinical use. *Periodontol 2000.* 2005 Oct 26;39(1):73-90.
78. ÖZER NE, BAKSI ŞEN BG. DENTAL RADYOGRAFİK GÖRÜNTÜLEMEDE ÜÇÜNCÜ BOYUT: BİR LİTERATÜR GÜNCELLEMESİ. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.* 2021 Oct 19;1-1.
79. PAMUKÇU U, İSPİR NG, Toraman Alkurt M, ALTUNKAYNAK B, PEKER İ. Dental implantlardaki komplikasyonların konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile retrospektif olarak değerlendirilmesi. *Selcuk Dental Journal.* 2021 Aug 31;8(2):367-371.
80. Mandelaris GA, Scheyer ET, Evans M, Kim D, McAllister B, Nevins ML, et al. American Academy of Periodontology Best Evidence Consensus Statement on Selected Oral Applications for Cone-Beam Computed Tomography. *J Periodontol.* 2017 Oct;88(10):939-945.
81. Walter C, Schmidt JC, Rinne CA, Mendes S, Dula K, Sculean A. Cone beam computed tomography (CBCT) for diagnosis and treatment planning in periodontology: systematic review update. *Clin Oral Investig.* 2020 Sep 3;24(9):2943-2958.

82. Woelber J, Fleiner J, Rau J, Ratka-Krüger P, Hannig C. Accuracy and Usefulness of CBCT in Periodontology: A Systematic Review of the Literature. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2018 Mar;38(2):289-297.
83. Bovill C, Bechhoefer W. Fractal analysis of traditional housing in Amasya, Turkey. *Tradit Dwellings Settlements Rev*. 1994;6(1):14-5.
84. Sparrow C, Mandelbrot B. The Fractal Geometry of Nature. *J R Stat Soc Ser A*. 1984;147(4).
85. Mandelbrot B. How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension. *Science* (1979). 1967 May 5;156(3775):636-638.
86. Landini G. Fractals in microscopy. *J Microsc*. 2011 Jan;241(1):1-8.
87. Gülderen D. Fraktal geometrinin plastik sanatlarda kullanım. *Güzel Sanatlar Enstitüsü*. Güzel Sanatlar Enstitüsü; 2017.
88. Geraets WG, van der Stelt PF. Fractal properties of bone. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2000 May 1;29(3):144-153.
89. Fazzalari NL, Parkinson IH. Fractal dimension and architecture of trabecular bone. *J Pathol*. 1996 Jan;178(1):100-105.
90. Ruttimann UE, Webber RL, Hazelrig JB. Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone. A possible diagnostic indicator of osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992 Jul;74(1):98-110.
91. Tosoni GM, Lurie AG, Cowan AE, Burleson JA. Pixel intensity and fractal analyses: detecting osteoporosis in perimenopausal and postmenopausal women by using digital panoramic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006 Aug;102(2):235-241.
92. Shrout MK, Potter BJ, Hildebolt CF. The effect of image variations on fractal dimension calculations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1997 Jul;84(1):96-100.

93. Yaşar F, Akgünlü F. The differences in panoramic mandibular indices and fractal dimension between patients with and without spinal osteoporosis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006 Jan;35(1):1-9.
94. Tanabe N, Sato S, Suki B, Hirai T. Fractal Analysis of Lung Structure in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Front Physiol.* 2020 Nov;11:1-12.
95. Uğur Aydın Z, Ocak MG, 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. *Int Endod J.* 2021 Feb;54(2):181-189.
96. Braillon PM, Lapillonne A, Ho PS, Bouvier R, Bochu M, Salle BL. Assessment of the bone mineral density in the lumbar vertebrae of newborns by quantitative computed tomography. *Skeletal Radiol.* 1996 Nov;25(8):711-5.
97. Lindh C, Obrant K, Petersson A. Maxillary bone mineral density and its relationship to the bone mineral density of the lumbar spine and hip. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004 Jul;98(1):102-9.
98. Lindh C, Nilsson M, Klinge B, Petersson A. Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996 Jun;25(3):146-150.
99. Civitelli R, Pilgram TK, Dotson M, Muckerman J, Lewandowski N, Armamento-Villareal R, et al. Alveolar and postcranial bone density in postmenopausal women receiving hormone/estrogen replacement therapy: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Arch Intern Med.* 2002 Jun 24;162(12):1409-1415.
100. Versteeg CH, Sanderink GC, van der Stelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent.* 1997;25(3-4):215-224.
101. Angulo F. [Panoramic radiograph in edentulous and partially edentulous patients]. *Acta Odontol Venez.* 1989;27(2-3):60-67.

102. McDavid WD, Tronje G, Welander U. A method to maintain a constant magnification factor throughout the exposure of rotational panoramic radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 1989 Nov;18(4):160-168.
103. Large AJ. Explorations Into the World of Lewis and Clark V-3 of 3. 2003. p. 1449. Countless students of the Lewis and Clark Expedition.
104. Güleç M, Taşşöker M, Şener S. Fractal Analysis in Medicine and Dentistry. *Journal of Ege University School of Dentistry.* 2019;40(1):17-31.
105. Jonasson G, Bankvall G, Kiliaridis S. Estimation of skeletal bone mineral density by means of the trabecular pattern of the alveolar bone, its interdental thickness, and the bone mass of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001 Sep;92(3):346-352.
106. Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001 Sep;30(5):270-275.
107. Law AN, Bollen AM, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *J Am Dent Assoc.* 1996 Dec;127(12):1734-1742.
108. Hildebolt CF. Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxillofac Radiol.* 1997 Jan;26(1):3-15.
109. Kato CN, Barra SG, Tavares NP, Amaral TM, Brasileiro CB, Mesquita RA, et al. Use of fractal analysis in dental images: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2020 Feb;49(2):20180457.
110. Sparrow C, Mandelbrot B. The Fractal Geometry of Nature. *J R Stat Soc Ser A.* 1984;147(4):616.
111. Law AN, Bollen AM, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *J Am Dent Assoc.* 1996 Dec;127(12):1734-42.
112. Cantürk F. Primer Hiperparatiroidili Hastaların Çene Kemiklerine Ait Radyografik Bulguların Fraktal Analiz Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi Uzmanlık Tezi. 2020.

113. Jolley L, Majumdar S, Kapila S. Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006 Nov;35(6):393-397.
114. Gümüşsoy İ. Panoramik Radyografların Fraktal Analizinde Teknik Faktörler. *Sakarya Medical Journal.* 2019 Sep 16;9(3):492-498.
115. Sener E, Cinarcik S, Baksi BG. Use of Fractal Analysis for the Discrimination of Trabecular Changes Between Individuals With Healthy Gingiva or Moderate Periodontitis. *J Periodontol.* 2015 Dec;86(12):1364-1369.
116. Yasar F, Akgünlü F. Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005 Sep;34(5):261-267.
117. Shrout MK, Hildebolt CF, Vannier MW, Province M, Vahey EP. Periodontal disease morbidity quantification. I. Optimal selection of teeth for periodontal bone loss surveys. *J Periodontol.* 1990 Oct;61(10):618-622.
118. Aktuna Belgin C, Serindere G. Evaluation of trabecular bone changes in patients with periodontitis using fractal analysis: A periapical radiography study. *J Periodontol.* 2020 Jul 1;91(7):933–7.
119. Cha Sang-Yun, Han Won-Jeong, Kim Eun-Kyung. Usefulness of fractal analysis for the diagnosis of periodontitis. *Imaging Sci Dent.* 2001;31(1):35–42.
120. Coşgunarslan A, Aşantoğrol F, Canger EM, Medikoğlu EK, Soydan D. Periodontitis ile ilişkili trabeküler kemik değişikliklerinin fraktal analiz ile incelenmesi. *Selcuk Dental Journal.* 2019;6:341-345.
121. Pârvu AE, Țălu Ș, Crăciun C, Alb SF. Evaluation of scaling and root planing effect in generalized chronic periodontitis by fractal and multifractal analysis. *J Periodontal Res.* 2014 Apr;49(2):186-196.
122. Soltani P, Sami S, Yaghini J, Golkar E, Riccitiell Francesco, Spagnuolo Gianrico. Application of Fractal Analysis in Detecting Trabecular Bone Changes in Periapical Radiograph of Patients with Periodontitis. *Int J Dent.* 2021;2021:3221448.

123. Mishra S, Kumar M, Mishra L, Panda S, Panda S, Lewkowicz N, et al. Estimation of Cancellous Changes Using Fractal Analysis in Patients with Periodontitis. *Biomedicines*. 2023 Sep 16;11(9).
124. Kurt Ö, Koyuncu S, Güleç M, Şimşek E. Endodontik Tedavi Sonrası Takip Verilerinin Fraktal Boyut Analizi: Retrospektif Bir Çalışma. *Akdeniz Diş Hekimliği Dergisi*. 2024 Dec 31;3(3):122-129.

