



**SAĞLIKLI VE PERİODONTİTİSLİ BİREYLERİN ÇENE
KEMİĞİNE AİT TRABEKÜLER YAPIDAKİ
DEĞİŞİKLİKLERİN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**

Abubekir LALOĞLU
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU

Doktora Tezi-2022

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI VE PERİODONTİTİSLİ BİREYLERİN ÇENE
KEMİĞİNE AİT TRABEKÜLER YAPIDAKİ
DEĞİŞİKLİKLERİN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE
KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ**

Abubekir LALOĞLU

Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi
Doktora Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU

ERZURUM
2022

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	III
ÖZET	IV
ABSTRACT.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLOLAR DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Anatomi	2
2.2. Periodontal Hastalıklar	3
2.2.1. Periodontal Hastalıkların Patogenezi.....	3
2.2.2. Periodontal Hastalıklarda Oral Bulgular.....	4
2.2.3. Periodontal Hastalıkların Radyolojisi	5
2.2.4. Periodontal Hastalıkların Sınıflaması	7
2.2.5. Periodontal Hastalıkların Tedavisi.....	9
2.3. Kemik Dokusu ve Yapısı	10
2.3.1. Kemik Hücreleri	11
2.3.2. Kemik Dokusunun Yapım ve Yıkım Süreçleri	12
2.3.3. Kemik Mineral Metabolizması ile İlgili Hormonlar	13
2.4. Kemik Kalitesini Belirleme Yöntemleri	13
2.4.1. Single Foton Absorbsiyometresi	14
2.4.2. Dual Foton Absorbsiyometresi	14

2.4.3. Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometresi	14
2.4.4. Radyolojik Görüntülemelerde Kullanılan Sistemler ve Analizler	15
2.4.4.1. Bilgisayarlı Tomografi	15
2.4.4.3. Dijital Panoramik Radyografiler.....	17
2.5. Fraktal Boyut Analiz Yöntemi.....	19
3. MATERYAL VE METOT.....	25
3.1. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi	25
3.2. Anamnez ve Klinik Muayene	25
3.3. Radyografik Muayene.....	28
3.3.1. Panoramik Radyografi	28
3.4. Fraktal Boyut (FB) Analizi	30
3.5. İstatistiksel Analiz.....	34
4. BULGULAR.....	35
5. TARTIŞMA.....	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	63
EKLER	73
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	73
EK-2. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU.....	74
EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU	75
EK-4. HASTA ONAM BELGESİ	77

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen hocam Sayın Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU'na en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Doktora eğitimim sürecince bilimsel ve akademik alanda yetişmemde büyük katkıları olan Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyoloji A.D.'daki tüm hocalarıma ve yükü beraber göğüslediğimiz sevgili asistan arkadaşlarıma,

Çalışmalarım sırasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen beraber mesai yaptığımız çalışma arkadaşlarıma,

Yoğun eğitim ve birlikte yürüttüğüm çalışma dönemim boyunca sabırla beni destekleyen eşim Dt. Fatma TOKUR LALOĞLU'na, vakitlerini çaldığım sevgili yavrularımız; Beril, Selim Kağan ve Beren'imize ve çok kıymetli aileme teşekkür ederim.

Abubekir LALOĞLU

ÖZET

Sağlıklı ve Periodontitisli Bireylerin Çene Kemiğine Ait Trabeküler Yapıdaki Değişikliklerin Fraktal Analiz Yöntemi İle Karşılaştırmalı İncelenmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı sağlıklı ve periodontitisli bireylerin çene kemiklerinde meydana gelen trabeküler değişiklikleri, dijital panoramik radyografi (PR)'ler üzerinde fraktal analiz yöntemini kullanarak karşılaştırmalı incelemektir. Bu araştırmada elde edebileceğimiz olumlu veriler neticesinde periodontitisli bireylerin çene kemiğindeki trabeküler yapıdaki değişiklikler kantitatif olarak ifade edilebilecek ve periodontal hastalıklarda trabeküler yapıdaki değişikliklerin ölçülmesi sonucu yeni sınıflama ortaya koyulabilecektir. Bu da periodontal hastalıkların teşhisinde, erken tanısında ve tedavi prosedürlerinin belirlenmesinde yol gösterici bir parametre olabilecektir.

Materyal ve Metot: Bu çalışmaya Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalına başvuran ve çalışmaya katılmayı kabul eden 20-40 yaş arası 41 sağlıklı, 41 gingivitisli, 41 hafif periodontitisli, 41 orta şiddetli periodontitisli ve 41 şiddetli periodontitisli olarak sınıflandırılmış toplam 205 erkek birey dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan bireylerin periodontal muayeneleri; NHANES (Ulusal Sağlık ve Beslenme Muayene Anketi) kriterlerine göre belirlenmiş olup, her bir hastadan, rutin olarak istenen PR'leri çekilmiştir. PR'ler üzerinde ikisi maksillada on tanesi mandibulada olmak üzere bilateral olarak toplam on iki ROI (region of interest) bölgesi belirlenmiştir. Fraktal boyut (FB) analizi için gerekli işlemler aynı bilgisayarda, aynı kişi tarafından National Institute of Health Image'in bir versiyonu olan ve "http: rsb.info.nih.gov" adlı internet adresinden kullanımına ücretsiz olarak izin verdiği ImageJ 1.49x görüntü analiz programı ile White ve Rudolph tarafından tasarlanan yöntem kullanılarak ölçülmüştür.

Bulgular: Sadece erkek hastaların incelendiği çalışmamızda yaş açısından karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p=0,085$). FB analizi uygulanan on iki ROI bölgesinden ROI1, ROI6, ROI7 ve ROI10 da gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$) görüldü. Diğer sekiz ROI bölgesinde ise sağlıklı gruptan şiddetli periodontitise doğru gidildikçe FB değerinin düştüğü ve çeşitli gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı değerlerin olduğu görüldü ($p<0,05$).

Sonuç: Periodontal sağlık kötüleştikçe çenelere ait trabeküler yapılarda değişimler olduğu görülmektedir. Periodontal sağlık ve risk açısından bireylerin değerlendirilip fraktal analiz uygulamasıyla elde edilecek kantitatif değerler ile beraber tedavi planının belirlenmesi ve hastanın bu yönde uyarılması ilerleyen dönemde sağlık uygulamaları açısından önem arz eden bir durum haline gelebilir.

Anahtar Kelimeler: Çene kemikleri, fraktal analiz, periodontitis, trabeküler kemik

ABSTRACT

Comparative Analysis of Changes in Trabecular Structure of Jaws Healthy and Periodontitis Individuals with Fractal Analysis Method

Aim: The aim of this study is to comparatively examine the trabecular changes in the jaw bones of healthy and periodontitis individuals by using fractal analysis method on digital panoramic radiographs. As a result of the positive data we can obtain in this study, the changes in the trabecular structure of the jawbone of individuals with periodontitis can be expressed quantitatively and a new classification can be revealed as a result of measuring the changes in the trabecular structure in periodontal diseases. This can be a guiding parameter in the diagnosis, early diagnosis and treatment procedures of periodontal diseases.

Material and Method: A total of 41 healthy, 41 with gingivitis, 41 with mild periodontitis, 41 with moderately severe periodontitis, and 41 with severe periodontitis, aged 20-40 years, who applied to Atatürk University, Faculty of Dentistry, Department of Oral, Dental and Maxillofacial Radiology and accepted to participate in the study, were included in this study 205 male individuals were included. Periodontal examinations of the individuals participating in the study; It was determined according to the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) criteria and routinely requested panoramic radiographs were taken from each patient. A total of twelve ROI (region of interest) regions were identified bilaterally, two in the maxilla and ten in the mandible, on panoramic radiographs. The processes required for fractal dimension (FB) analysis are on the same computer, by the same person, ImageJ 1.49x image analysis, which is a version of the National Institute of Health Image and is freely available from the internet address "[http: rsb.info.nih.gov](http://rsb.info.nih.gov)" measured using the method designed by White and Rudolph.

Results: In our study, in which only male patients were compared, there was no statistically significant difference between the groups in terms of age ($p=0.085$). It was observed that there was no significant difference between the groups in ROI1, ROI6, ROI7 and ROI10 from the twelve ROI regions where FB analysis was applied ($p>0.05$). In the other eight roi regions, the FB value decreased from the healthy group to severe periodontitis, and statistically significant values ($p<0.05$) were observed between the various groups.

Conclusion: As periodontal health worsens, it is seen that there are changes in the trabecular structures of the jaws. Evaluating individuals in terms of periodontal health and risk, determining the treatment plan together with the quantitative values to be obtained by fractal analysis and warning the patient in this direction may become an important situation in terms of health practices in the future.

Key Words: Fractal analysis, jaw bones, periodontitis, trabecular bone

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

FB	:	Fraktal Boyut
DEXA	:	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometrisi
JPEG	:	Joint Photographic Experts Group
KMY	:	Kemik Mineral Yoğunluğu
NHANES	:	National Health and Nutrition Examination Survey (Ulusal Sağlık ve Beslenme Muayene Anketi)
PR	:	Panoramik Radyografi
ROI	:	Region of Interest

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Periodonsiyum.....	2
Şekil 2.2. Periodontal Anatomi.....	2
Şekil 2.3. Periodontal Sağlık Aşamaları.....	5
Şekil 2.4. Periodontal Hastalıkların 2017 Sınıflaması.....	7
Şekil 2.5. NHANES III Kriterlerine Göre Periodontitis Gruplandırılması	8
Şekil 2.6. Periodontitisin Aşamaları	9
Şekil 2.7. Fraktal Şekiller	20
Şekil 2.8. Fraktal Analiz Hesaplamalarında Uygulanan Metodlar	22
Şekil 3.1. Sağlıklı ve periodontitisin klinik görüntüsü	26
Şekil 3.2. Çalışma Grupları ve Panoramik Görüntüleri.....	27
Şekil 3.3. Gingivitisli Bireyin Klinik Görüntüsü.....	28
Şekil 3.4. Sağlıklı Bireyin Klinik Görüntüsü	28
Şekil 3.5. Panoramik Röntgen Cihazı ve PR Çekimi	29
Şekil 3.6. Çalışmada Kullanılan ROI Bölgelerinin Lokalizasyonu.....	30
Şekil 3.7. Çalışmada Ölçümü Yapılan ROI Bölgeleri:.....	31
Şekil 3.8. FB Analizi İçin İşlem Basamakları	31
Şekil 3.9. Görüntü-Boyutlarının Belirtilen Piksellerde Karelere Bölünmesi	33
Şekil 3.10. (A) FB Değerinin Gösteren Doğrunun Eğimi, (B) FB İçin Analiz Verileri.	33

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No

Sayfa No

Tablo 2.1. Fraktal Geometrik Analizlerde Cross SS Tarafından Kullanılan Çeşitli Yaklaşımlar.	23
Tablo 4.1. Demografik Veriler	35
Tablo 4.2. ROI Ölçüm Sonuçları	36
Tablo 4.3. ROI1 (sağ maksiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	37
Tablo 4.4. ROI2 (sağ kondiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	38
Tablo 4.5. ROI3 (sağ angular) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	39
Tablo 4.6. ROI4 (sağ molar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	40
Tablo 4.7. ROI5 (sağ premolar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	41
Tablo 4.8. ROI6 (sağ kanin-premolar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	42
Tablo 4.9. ROI7 (sol kanin-premolar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	43
Tablo 4.10. ROI8 (sol premolar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	44
Tablo 4.11. ROI9 (sol molar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	45
Tablo 4.12. ROI10 (sol angular) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	46
Tablo 4.13. ROI11 (sol kondiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması ...	47
Tablo 4.14. ROI12 (sol maksiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması ...	48

1. GİRİŞ

Periodontal hastalıklar, dişetinde başlayıp alveol kemiğinde yıkımla devam ederek diş kayıplarına neden olan kronik inflamatuvar hastalıklardır. Periodontitis; diş ve kemik dokuları etkileyen, yumuşak doku ataçman kaybı ve alveol kemiğinin rezorpsiyonu ile karakterize patolojik bir süreçtir. Çene kemiklerinde ortaya çıkan bu alveoler kemik kaybı trabeküler yapıda düzensizliklere neden olabilir. Bir doku analiz yöntemi olan fraktal analiz, fraktal yapıların karmaşıklığını tanımlamada kullanılır ve diş hekimliğinde farklı kullanım alanları mevcuttur. Fraktal boyut (FB) analizi trabeküler kemik yapının boyutunda ortaya çıkabilecek başlangıç veya ilerlemiş her tür bozulmanın belirlenmesinde değerli bir matematiksel tespit yöntemidir. Daha önce yapılan çalışmalarda alveoler kemiğin dansitesi ve FB değeri arasında anlamlı düzeyde bir korelasyon tespit edilmiştir.

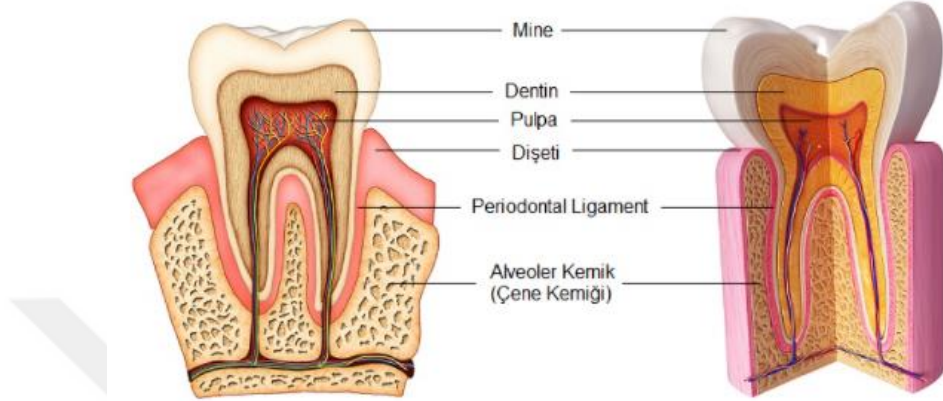
Periodontitis teşhisi, klinik ve radyografik incelemelerden elde edilen bulgulara dayanmaktadır. Dental radyografilerin mevcut standart kullanımı, genellikle kantitatif analiz olmaksızın görsel incelemedir. Fraktal analiz, karmaşık morfolojik özelliklerin kantitatif tanımı için yararlı ve invaziv olmayan yöntemdir. Fraktal analiz, periodontal hastalarda trabeküler kemik modellerini incelemek için kullanılabilir.

Bu çalışmanın amacı; sağlıklı ve periodontitisli bireylerin çene kemiklerinde meydana gelen trabeküler değişiklikleri, dijital PR (panoramik radyografi)'ler üzerinde fraktal analiz yöntemini kullanarak karşılaştırmalı incelemektir. Bu araştırmada elde edebileceğimiz olumlu veriler neticesinde periodontitisli bireylerin çene kemiğindeki trabeküler yapıdaki değişiklikler kantitatif olarak ifade edilebilecek ve periodontal hastalıklarda trabeküler yapıdaki değişikliklerin ölçülmesi sonucu yeni sınıflama ortaya koyulabilecektir. Bu da periodontal hastalıkların teşhisinde, erken tanısında ve tedavi prosedürlerinin belirlenmesinde yol gösterici bir parametre olabilecektir. Elde edilebilecek tüm bu veriler ışığında yapılacak sağlık harcamalarının maliyetinin azaltılması noktasında önemli ölçüde yararı olacağı düşünülmektedir.

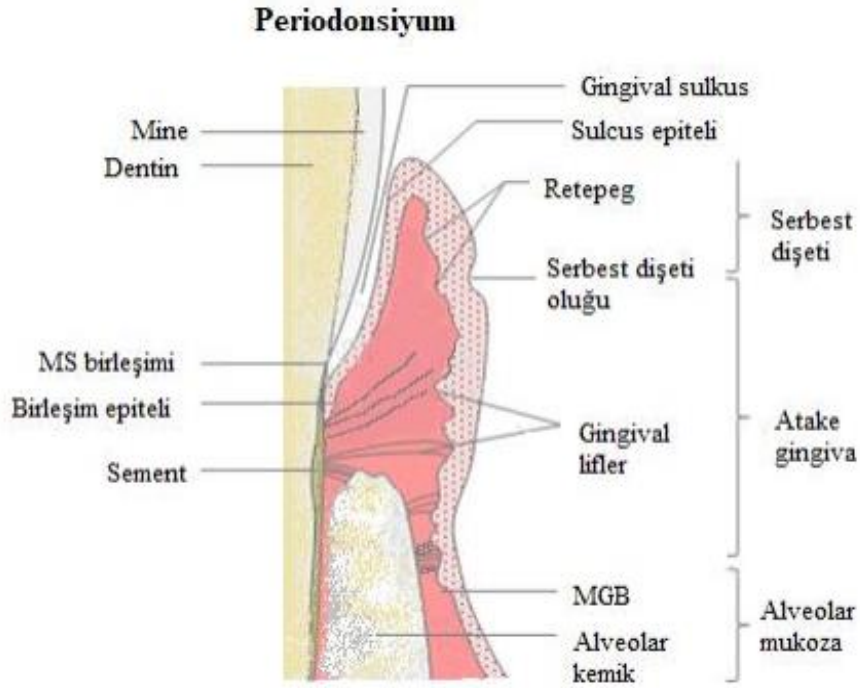
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Anatomi

Periodonsiyum; dişeti, periodontal ligament, alveol kemiği ve sementten oluşmaktadır.



Şekil 2.1. Periodonsiyum



Şekil 2.2. Periodontal Anatomi

2.2. Periodontal Hastalıklar

Periodontal hastalıklar, dişin destek dokuları olan periodontal ligamentler, alveolar kemik ve dişetin kronik enflamatuvar hastalıkları olarak bilinmektedir. Bu hastalıklar, diş ve dişetinde tutunan mikrobiyal dental plaktaki mikroorganizmalarca oluşturulan gingivitis (diş etinin lokalize iltihabı) ile başlar. Daha sonra diş çevresi dokularını etkileyen, dişeti çekilmesi ve sondlama derinliği artışı veya ikisinin birlikte görülmesiyle karakterize periodontal ligament ve alveolar kemik yıkımıyla sonuçlanan periodontitise evrilir.^{1, 2} Periodontitisteki kemik yıkımının seviyesi, konak cevabı ile mikrobiyal dental plak arasında oluşan etkileşim ile tespit edilir.^{3, 4} Bu patolojik ve fizyolojik durum, mikrobiyal dental plağın diş yüzeyinden uzaklaştırılması ya da periodontitisli dişlerin aktivite kaybı ve durgunluk dönemleriyle enflamasyon azalıncaya kadar sürer.⁵

Dünyada yaşayan insanların %10-15'inin diş kaybının nedeni olan kronik periodontitis; yetişkinleri daha fazla etkilemekte ve diş destek yapılarının büyük bir kısmının kaybedilmesiyle oluşan diş kayıplarına neden olmaktadır.⁵

Periodontal hastalıkların, kompleks dental biyofilm içindeki nispeten az sayıda bulunan periodontal patojenlerden kaynaklandığı varsayılmaktadır.⁶⁻¹⁴ Dental biyofilm bakterilerinin yalnızca küçük bir kısmı periodontal dokular için patojeniktir. Bu bakteriler çok küçük miktarlarda bulunsalar bile periodontal yapılara zarar verebildikleri bilinmektedir. Klinik ve deneysel kanıtlar, periodontal ortamdaki bazı bakteri türlerinin, gingivitis ve kemik yıkımını tetikleyebileceğini desteklemektedir. Bahsi geçen bu bakteriler periodontal patojenler olarak ifade edilmektedir.¹⁰

2.2.1. Periodontal Hastalıkların Patogenezi

Periodontal hastalığın oluşması için bakteriler gerekli olsa da, duyarlı bir konakçıya da ihtiyaç vardır. Plak bakterilerinin kronik varlığına yanıt olarak gingival ve

periodontal dokularda gelişen immün-inflamatuar yanıt, periodonsiyumun yapısal bileşenlerinin yıkımına neden olur ve nihayetinde klinik periodontitis belirtilerine yol açar. Bir bireyin periodontal hastalık riski, plak birikimine yanıt olarak gingival inflamasyon (kanama) ile bağlantılı olabilir.¹⁵⁻¹⁸ Konak yanıtı esasen koruyucudur, ancak bazılarının aşırı duyarlılığı ileri derecede doku tahribatına neden olabilir.¹⁹

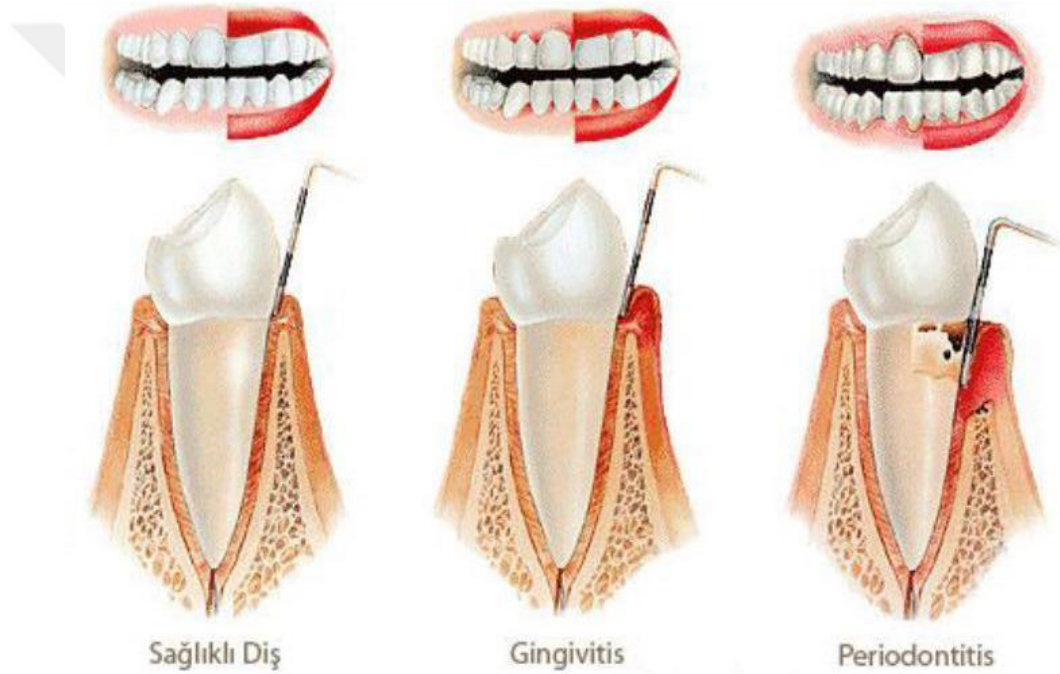
Hem konakçı hem de periodontal biyofilmdeki bakteriler dokuya zarar veren proteolitik enzimler salgılar. Polimorfonükleer lökositler kemotaktik faktörleri serbest bırakırlar; bu hücreler dokuları parçalayan çeşitli enzimler salgırlar. Yüzlerce hatta binlerce mikrobiyal antijen, hem humoral antikor aracılı hem de hücre aracılı bağışıklık tepkilerini uyandırır. Bu tepkiler genellikle koruyucudur, ancak yukarıda belirtilen risk faktörlerinin varlığında sürekli bir mikrobiyal tehdit, sitokin ve prostanoit kaskadlarının aracılık ettiği hem yumuşak hem de sert dokuların parçalanmasıyla sonuçlanır. Histolojik olarak, ilerleyici olmayan inflamatuvar odaklar ağırlıklı olarak T lenfositlerden ve makrofajlardan oluşma eğilimindedir, bu da hücre aracılı yanıtın hastalığı kontrol edebileceğini düşündürür. Destruktif lezyonlara B lenfositler ve plazma hücreleri hakimdir, bu da humoral bağışıklığın her zaman etkili olmadığını akla getirir.²⁰

Bir periodontal cep oluştuğunda ve bakterilerle dolduğunda, durum büyük ölçüde geri döndürülemez hale gelir. Dişeti epiteli, cebi doldurmak için çoğalır, bu süreç iltihabı giderse ve bir miktar kemik ve bağ dokusu yenilense bile, kaybedilen diş desteğinin tam olarak restorasyonu imkânsızdır. Yeterli tedavi olmadan aktif periodontitis diş kaybına yol açar.²¹

2.2.2. Periodontal Hastalıklarda Oral Bulgular

Sağlıklı dişetleri; gülkurusu ya da açık pembe renkli olup interproksimal bölgeyi doldurur. Diş eti marjinde bıçak sırtı sonlanır, alveol kemiğine ve diş sıkı bir şekilde bağlanır. Yüzey yapısı portakal kabuğu benzeri bir görüntüye sahiptir. Gingivitis;

ataçman kaybı olmaksızın gingiva ile sınırlı enflamasyon belirtileri gösteren bir hastalıktır. Dişeti rengi açık pembeden kırmızıya döner, interdental papiller kabarıp, gingival marjin bıçak sırtı gibi sonlanmaz. Periodontitiste ise ataçman kaybı mevcut olup; klinik olarak açık pembe renk kaybolup diş eti koyu kırmızı mavimsi renk alır. Kalınlaşmış dişeti kenarı, körleşmiş krater tarzında papillar kanama, plak ve diş taşı birikimi, farklı derinliklerde periodontal cepler, yatay ve dikey kemik kaybı ve bazen de dişte mobilite olarak karşımıza çıkar. Bunların yanında supurasyon klinik tabloya eşlik edebilir veya görülmeyebilir.²²⁻²⁴



Şekil 2.3. Periodontal Sağlık Aşamaları

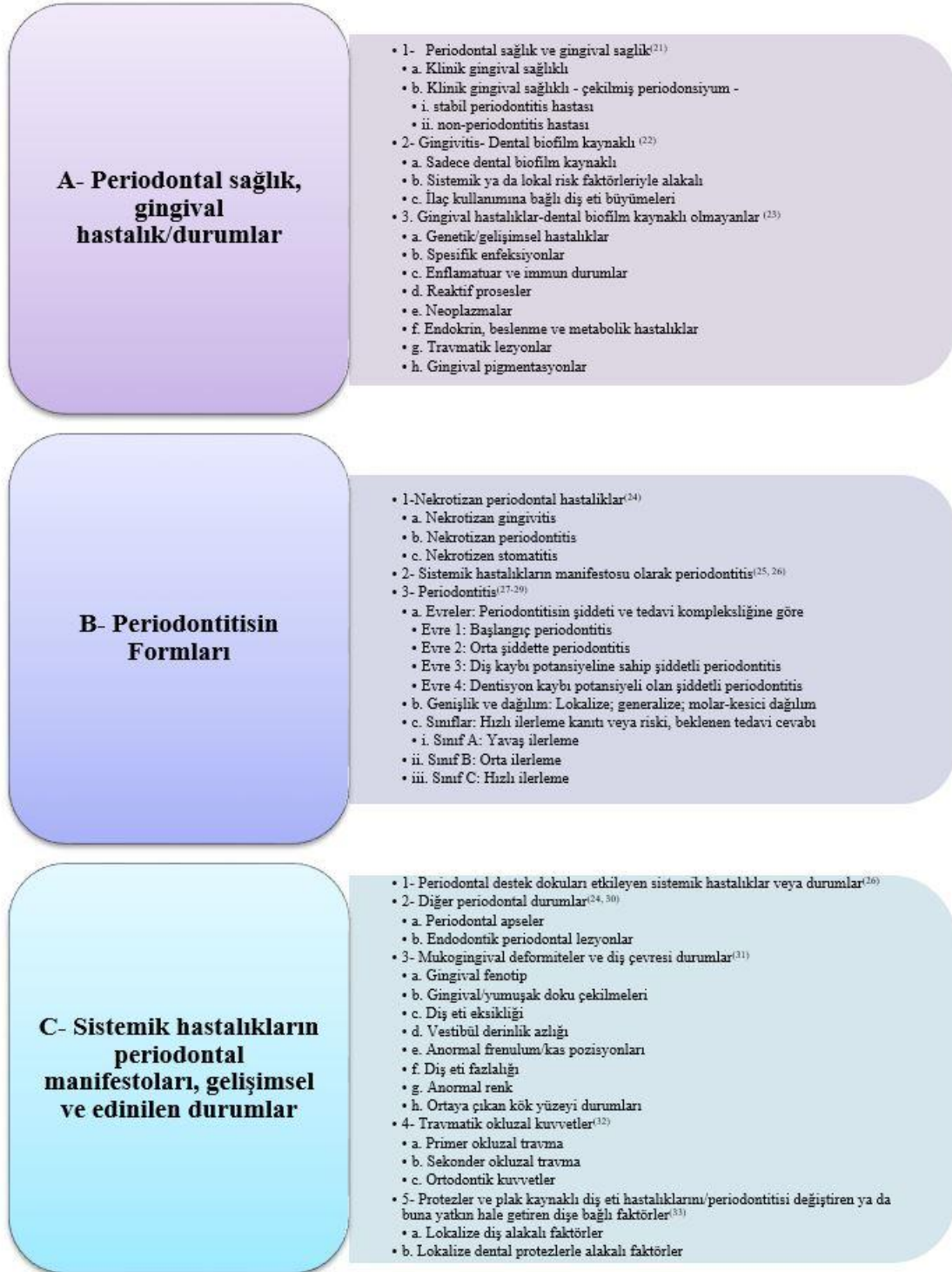
2.2.3. Periodontal Hastalıkların Radyolojisi

Periodontal hastalıkların radyolojik tanısında bite-wing tekniği ve paralel teknik güvenilir sonuçlar veren görüntüleme tekniklerindendir. Bite-wing radyografide dişlerin kuronal yapıları ve alveol kret tepesinin yanında supragingival diş taşları da görüntülenebildiği için kretin tepe noktasındaki kemik kayıpları izlenebilir. Paralel teknik, teşhis ve tedavi seyrinin izlenmesi noktasında en güvenilir, ucuz ve uygun

tekniklerden biridir. Uzun kon tekniđi olarak da bilinen paralel teknikte 30-40 cm.'lik uzun konlar kullanılarak ışın diőe ve filme dik bir őekilde gönderilir. Bu teknikte diő boyutları ve alveoler kemik seviyesi gerćek boyutlarına oldukça yakın bir őekilde izlenir. Bunun yanında, üst ćene arka bółgede (maksilla posterior) zygomatik arkın süperpozisyonunu önleyerek radyografin dođru deđerlendirilmesini kolaylaőtırır. Bu tekniklerin yanı sıra son zamanlarda teknolojinin geliőmesiyle beraber periodontal hastalıđa bađlı kemik kaybının deđerlendirilmesinde bilgisayarlı ve ileri görüntüleme sistemleri de kullanıma girmiőtir. Örneđin subtraction radyografilerde hastalıđın seyri boyunca deđerlik zamanlarda alınan radyografilerde, alveoler kemikteki ćok küçük kemik kayıplarının miktarı daha iyi tespit edilebilmesine rađmen, tekniđin pratikte uygulanabilirliđi güćtür. PR'ler ćok fazla detay vermemesine ve görüntü distorsiyonu ve magnifikasyonuna rađmen her iki ćeneyi de aynı düzlemde görme imkânı vermesi ve diő hekimliđi pratiđinde ćok yaygın kullanılmasından dolayı genellikle teőhise götüreren ilk radyografik tekniktir.^{25,26}

2.2.4. Periodontal Hastalıkların Sınıflaması

Periodontal hastalıklar 2017 sınıflanmasına göre aşağıdaki şekildedir:



Şekil 2.4. Periodontal Hastalıkların 2017 Sınıflaması

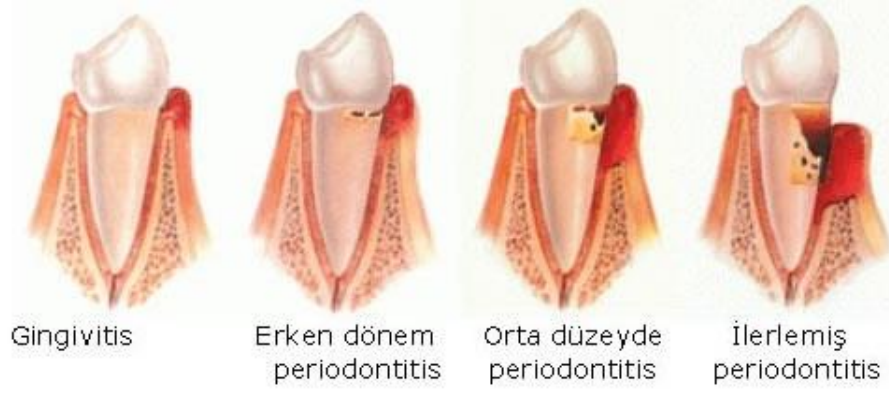
NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey) III sınıflaması

Ulusal Sağlık ve Beslenme Muayene Anketi (NHANES) Amerika Birleşik Devletleri'nde çocukların ve yetişkinlerin beslenme ve sağlık durumlarını değerlendirmek için geliştirilmiş bir program olup periodontitisin şiddetini değerlendirmek için de kullanılabilir.

NHANES III kriterlerine göre periodontitise sahip hastalar aşağıdaki şekilde gruplandırılabilirler:²⁷⁻²⁹

a) Şiddetli periodontitis hastaları:	• 2 veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 6 mm ve üzeri klinik ataçman kaybı; 2 veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 5 mm ve üzeri sondalama derinliğine sahip hastalar.
b) Moderate periodontitis hastaları:	• 2 veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 6 mm den az, 4 mm ve 4mm den fazla klinik ataçman kaybı; 2 veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 5 mm ve üzeri sondalama derinliğine sahip hastalar.
c) Hafif periodontitis hastaları:	• 2 veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 4 mm den az, 3 mm den fazla klinik ataçman kaybı; 2 veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere veya tek bir alanda 4 mm ve üzeri sondalama derinliğine sahip hastalar.

Şekil 2.5. NHANES III Kriterlerine Göre Periodontitisin Gruplandırılması



Şekil 2.6. Periodontitisin Aşamaları

2.2.5. Periodontal Hastalıkların Tedavisi

Periodontal hastalıkların tedavisi oral hijyen eğitimi ve diş taşı temizliğinden, ileri periodontal cerrahiye kadar değişmektedir.

Diş taşı temizliği

Dental calculus (diş taşı), tükürükteki kalsiyum tuzlarının bakteri plağı yardımıyla dişe tutunmasıyla meydana gelir. Dişetini tahriş etmesinin yanı sıra, diş taşının hastalık oluşturmadaki temel sebebi yoğun bakteri içermesidir. Dental calculus, diş ve diş çevresi dokularda tutunarak dental plağın temizlenemeyeceği alanlarda oluşmasına yol açar. Dental calculus, diş yüzeylerinde oluşabildiği gibi protezlerde de oluşabilir. Diş eti hastalıkları ilk dönemlerinde rutin detertraj işlemiyle tedavi edilebilir. Periyodik kontroller ve diş taşı temizliği altı ayda bir yapılırken, periodontal hastalığı olan veya bu hastalığa yatkın kişilerde doktor tarafından belirlenen aralıklarla temizleme işlemi yapılır.³⁰

Küretaj (Kök yüzeyi düzleştirilmesi)

Küretaj, kök yüzeyine yapışık olan birikintilerin özel periodontal küretler aracılığıyla kürete edilerek yüzeyden uzaklaştırılmasını ve sağlıklı kök yüzeyini ortaya çıkararak diş etinin kök yüzeyine tekrar tutunmasını sağlayan bir işlemdir.^{31,32}

Flap operasyonu

Küretaj işlemiyle periodontal cepler sıkıştırılamıyorsa, cebi oluşturan diş eti cerrahi olarak çıkarılır. Çok derin ceplerde diş etinin tamamı kaldırılır ve kök yüzeyinin gerekli düzleştirilmesi yapılır. Etkilenen alveol kemiğin bu aşamada desteklenmesi gerekiyorsa veya o bölgede kemik rejenerasyonu olabileceği düşünülüyorsa, defekt sahasına sert doku greftleri ya da hastanın otojen kemik greftleri koyularak kaybedilen dokuların rejenerasyonu amaçlanır.³¹⁻³³

Gingivektomi ve gingivoplasti

Bazı durumlarda enflamatuvar, kalıtsal veya ilaca bağlı olarak dişeti büyümesi görülebilir. Kemik kayıplarının eşlik etmediği dişeti büyümelerinde ya da kemik oluşturmamızı gerektiren derinlikte ataçman kaybı olmadığı durumlarda, diş ile dişeti arasındaki cebin yumuşak doku duvarı kesilerek cep elimine edilebilir. Bu işlem gingivektomi olarak isimlendirilir. Dişetinin cerrahi metotlarla onarılarak normal fizyolojisine ve yapısına geri kazandırılmasına ise gingivoplasti denir.³³

2.3. Kemik Dokusu ve Yapısı

Kemikler; kemik iliği, kemik dokusu ve periosteumdan oluşan çok sayıda vaskülerize ve nöral yapılardan oluşmaktadır. Kemik, vücudu destekleyen, koruyan ve vücudun hareket etmesini sağlayan iskelet sisteminin en önemli unsuru olmakla birlikte, hematopoezi sağlayan kemik iliği gibi özel dokuların da korunma ve üretim yeridir.²¹ Vücuttaki kalsiyumun (Ca) neredeyse tamamı (%99.0) kemiklerde depolanır ve günlük kalsiyum ihtiyacı kemik dokusundan karşılanır. Kemikten kalsiyum salınması; kanın pıhtılaşması, kasların kasılması, hücre zarının geçirgenliği ve nöral sinyallerin iletilmesi gibi fonksiyonlarda gerekli olduğundan, yaşam için oldukça kritiktir.²² Diğer organlarda olduğu gibi kemik dokularda da, makro-nano arasında değişen boyutlardaki yapıları içeren hiyerarşik bir organizasyon bulunmaktadır. Kemik dokusu mekanik, metabolik

ve genetik unsurlar tarafından etkilenen kalsiyum-fosfat kristallerinin çökmesiyle güçlendirilmiş organik matriksten oluşan mineralize bir dokudur. Buradan hareketle, kemik dokusunun doğal kompozit bir malzeme olduğu anlaşılmaktadır.²³

2.3.1. Kemik Hücreleri

Kemik çok sert mineralize bir yapı olmakla beraber çeşitli hücre tipleri, kan damarları ve sinirlerden oluşan canlı bir dokudur. Kemik hücreleri; osteoblastlar, osteoklastlar, osteositler ve osteoprojenitör (osteoblast öncülü) hücrelerdir.²³ Osteoblastlar, osteositler ve osteoprojenitör hücreler kemik iliğinin stromal (mezenkimal) kök hücrelerinden meydana gelirken; osteoklastlar kemik iliğinin hemopoietik hücrelerinden meydana gelir.²⁴ Osteoprojenitör hücreler, osteoblastlar, osteositler birbirlerine dönüşebildiklerinden dolayı, aynı hücre türünün farklı işlevsel aşamaları olarak düşünülebilirler. Kemik iliğinden dönüşen osteoklastlar ise kan dolaşımındaki monositlerden meydana gelmektedir. Köken ve görevlerine göre sahip olduğu farklı yapılarıyla diğer üç hücreden farklı karakteristik özellikler sergilemektedir.^{25,26} Osteoblastların ana görevi kemik oluşumunu sağlamasıdır. Osteoblastlar, gelişmekte olan kemiğin kemikleşen kısmındaki periosteumunun kemiğe temas eden derin kısımlarında sıralı olarak bulunurlar. Yeni bir matriks oluşturmak için kısa silindirik veya kübik epitel hücreleri bir araya gelerek tabaka oluştururlar. Metabolik aktivitesi yüksek olan osteoblastlar, 15-20 mikron boyutlarında olup kısa uzantılarıyla birbirlerine tutunurlar. Kalsiyum tuzlarının birikmesiyle kalsifikasyona uğramış kemik matriksinde hapsolan osteoblastlara osteosit denir. Yani osteositler kemikteki ana hücrelerdir. Osteositler, içinde bulunduğu lakün olarak adlandırılan boşluğun şekliyle uyumlu olan gövdesi ve yassı şekilli iskeleti olan ince stoplazmik uzantılara sahiptir. Kanalikuli olarak bilinen söz konusu uzantılar küçük kemik kanalcıklarından geçerek komşu osteositlerle bağlanırlar. Osteositlerin lakünler

içerisinde tek başına sıkışmadıkları, delik geçit bölgeleri ya da neksuslarla komşu lakünlerle değme noktalarında birbirlerine bağlandıkları bilinir. Osteositlerin kandan gelen hormonlarla uyarılma nedeninin; delik geçit bölgelerindeki düşük elektrik direncindeki küçük iyon ve moleküllerin karşılıklı geçişine imkân sağlama özelliğinden kaynaklandığı ifade edilebilir.^{38,39}

Dinamik bir doku olan kemik sürekli yıkılıp, kalsiyum ihtiyacı gibi etmenlerle yeniden oluşturulur. Kemiğin demineralizasyonunda görevli olan osteoklastlar, kalsiyumun çevre dokularca emilmesinden sorumlu çok çekirdekli hücreler olup, vücut sıvılarında kalsiyum homeostazinde oldukça önemli işlevleri bulunur. Ayrıca bu hücreler 20-100µm çapında ve ortalama elliye yakın çekirdeği olabilen, kemik yıkım bölgelerine yakın bulunan dev hücrelerdir. Osteoklastların yer aldığı kemik yüzeyindeki Howship lakünleri sığ çukurlar olarak bilinir. Kemik yıkımında görevli olan osteoklastlar arasında belirgin bir polarizasyon görülür. Osteoklastların çekirdekleri çoğunlukla hücrenin dışına yakın kısımlarda düzgün sınırlı olarak bulunurlar ve girintili-çıkıntılı olan bölgelerde (hücre zarı gibi) kemiğin demineralizasyonundan sorumludurlar.^{25, 26}

2.3.2. Kemik Dokusunun Yapım ve Yıkım Süreçleri

Osteoblastlar, genel olarak kemik yapımında önce organik matriks oluşturur, sonrasında kollajen örgünün boşluklarında $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ kristalleri birikerek kemiğin organik ve inorganik yapısını meydana getirirler. Osteoblastların çeşitli mekanizmalarla kemik yapımında kısmen de kemik yıkımında görev aldığı söylenebilir. Osteoblastlar kemik rezorpsiyonu mekanizması üzerinde de çeşitli etkilere sahiptir. Kemik rezorpsiyonunu tetikleyen hormonal faktörlerin büyük çoğunluğu osteoblastlar üzerinde de etkilidir. Osteoblastlar kemik rezorpsiyonunu organize eden bazı salgılar üretirler.

Ayrıca osteoblastlar, kemiği osteoklastik rezopsiyona hazırlamak için osteoklastların aktivitesini sınırlayan kemik yüzeyi proteinlerini parçalayan maddeler salgırlar. Hematopoietik bir hücreden köken aldığı bilinen çok çekirdekli yapıdaki dev hücrelerden olan osteoklastlar, aynı zamanda kemik yıkımından da sorumludur. Osteoklastlar, lakünlerde asidik bir ortam oluşturarak demineralizasyona sebebiyet verirler. Sonrasında, salgıladıkları proteazlar sayesinde organik matrikste yıkım oluştururlar. Çok çekirdekli ve dev hücreler olan osteoklastlar, monosit hücrelerden olan hematopoietik prekürsörlerden farklılaşır ve bölünmezler.⁴⁰

Kemik yıkımını artıran bazı maddeler de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; D vitamini, PTH, bazı sitokinler, aktif heparin ve prostoglandin sentezini uyarak etki eden çeşitli ligantlardır. Kemikteki yıkımı baskılamak için ise kalsitonin görev yapar.

2.3.3. Kemik Mineral Metabolizması ile İlgili Hormonlar

İnsan vücudunda bulunan birçok mineral ve hormon kemik yapım ve yıkım döngüsü üzerinde etkili olmaktadır. Bunların başlıcaları; kalsiyum, fosfor ve D vitamini. Kemik metabolizması üzerinde etki eden bu mineral, vitamin ve hormonların miktarı sistemik olarak kemiğin yapısını etkilemektedir. Araştırmamızda sadece lokal etkileri tespit etmek amaçlandığı için çalışmamıza dahil edilen bireylerde bilinen vitamin, mineral ve hormon eksikliği olmaması aranmış, sistemik hastalığı olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

2.4. Kemik Kalitesini Belirleme Yöntemleri

Kemik kalitesi kavramı; trabeküler ve kortikal kalınlık ile ifade edilen ve özelde kemik mineral yoğunluğu (KMY) olarak isimlendirilen çeşitli etmenleri içerir. Kemik kalitesinin tayininde günümüzde altın standart olarak KMY ölçümleri kabul edilmektedir.³⁶ KMY'yi, kemik mineral içeriğini veya kemik kütlesini belirleyerek bölgesel kemik kütlesi ile toplam vücut kalsiyumunu belirleyen ve osteoporozu

tanımlayan metotların bazıları şunlardır: DPA (dual foton absorpsiyometrisi), SPA (single foton absorpsiyometrisi), DEXA (dual enerji X ışını absorpsiyometrisi) ve QCT (kantitatif bilgisayarlı tomografi). Bunların yanında, diş hekimliğinde dijital görüntüleme yöntemleri ve konvansiyonel radyografilerle çene kemiklerinde yoğunluk ölçümleri gerçekleştirilerek kantitatif ve kalitatif değerlendirmeler de gerçekleştirilebilmektedir.²⁷

2.4.1. Single Foton Absorbsiyometresi (SPA)

Osteoporoz tanısında kullanılan SPA; iodine gama ışınını kullanan ve yumuşak doku eşdeğeri materyal kullanımını gerektiren bir metottur. Bu nedenle, sistemin santral ölçüm amacıyla uygulanmasına olanak vermemektedir ve yalnızca bilek, ön kol ve topuktaki kortikal kemik kaybını ölçebilmektedir. Söz konusu periferik bölge ölçümlerinin kalça kırıkları ve vertebral kompresyon kırıkları ile uyumlu sonuç vermediğinin bildirilmesi, cihazın kullanımını kısıtlayan bir diğer faktördür.²⁷

2.4.2. Dual Foton Absorbsiyometresi (DPA)

SPA'nın uygulama alanlarının sınırlı olması nedeniyle geliştirilen bir foton absorpsiyometri yöntemidir. Gadolinyum foton enerji kaynağının kullanıldığı bu sistemde, yumuşak doku ve kemik emilimlerinin ayrıştırılması amacıyla farklı iki enerji demeti kullanılır. DPA osteoporoz tanılanmasında yeterli derecede kesinlik vermekle birlikte, kişinin kendisinde süreç içinde oluşan değişikliklerin tespitinde yetersiz kalır^{27,28}

2.4.3. Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometresi (DEXA)

Kemik mineral dansitesi belirlenmesinde en gelişmiş metot olan DEXA, DPA yöntemine benzeyen bir temele dayanmakla birlikte bu yöntemde foton emisyon kaynağı yerine iki farklı X ışını demeti kullanılır.²⁸ Burada amaç, kemik ve yumuşak dokudan geçen farklı radyasyon enerjilerinin atenuasyon katsayılarının ölçülmesidir.

Yüksek enerjili ışınlar kemiği geçerken, düşük enerjili olanlar yumuşak dokular tarafından tutulurlar. DEXA yöntemiyle, kemik ölçümlerine etki eden yumuşak dokuların ortaya çıkarılması ve etkisinin giderilmesiyle beraber kemik yoğunluğu kesin bir şekilde analiz edilebilir.²⁹ DEXA, KMY'nin in vivo ortamda tespit edilmesinde kullanılan ve "altın standart" olarak kabul edilen oldukça güvenilir bir metottur.³⁰ DEXA görüntülerinde kemik anatomisi açık bir şekilde gözlenebilmekte ve incelenmesi istenen bölge kolaylıkla tespit edilebilmektedir.²⁸ Sistem için belirlenen bölge cm^2 , kemik mineral içeriği gram, kemik mineral dansitesi gr/cm^2 şeklinde belirlenmektedir.²⁷ Diş hekimliğinde iskeletin mineral durumunun çenelerle ilişkisini DEXA ile inceleyen çalışmalarda sistemik osteoporozun çene kemiklerindeki etkisinin yanı sıra, çene kemiklerinin osteoporoz tanısındaki yeri değerlendirilmiştir. İskeletin diğer bölümlerinin osteopenisi ile mandibular kemik kaybı arasında bir ilişki olduğu çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir.^{30, 31} Ayrıca, çene kemiklerinin yoğunluğu ile iskeletsel kemik kütlesi arasında bir ilişkinin bulunmadığını ifade eden çalışmalar da literatürde bulunmaktadır.^{27, 32} Ancak bu araştırmalarda vücudun çeşitli bölümlerinde ve çalışma şekilleri farklı olan metotların kullanılmış olması sebebiyle, bulguların çok güvenilir olmadığı görülmektedir.^{30, 33}

2.4.4. Radyolojik Görüntülemeye Kullanılan Sistemler ve Analizler

2.4.4.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT, yönlendirilmiş X ışını kullanılarak, incelenmesi istenen yapının kesitsel görüntüsünü oluşturan radyolojik yöntemdir. Bu metotta X-ışınları objeyi geçerek, X-ışını tüpünün karşısına konumlandırılan dedektörlerce algılanıp görüntü oluşturulur. Bu sistemle hasta fazladan radyasyona maruz kalmaksızın yüksek çözünürlüklü rekonstrükte görüntüler elde edilerek küçük lezyonların merkezinden, güvenilir bir şekilde dansite ölçümü yapılabilir.⁴⁶ Ayrıca spiral veya konvansiyonel BT ile dansite

değerleri eş zamanlı bir şekilde gr/cm^3 birimiyle hesaplanabilmektedir. Kantitatif bilgisayarlı tomografi olarak adlandırılan bu metotta, Ca(OH)_2 kristallerinden meydana gelen referans kalibrasyon fantomu cihazın bünyesinde mevcut olabildiği (Osteo BT) gibi, görüntü elde etme sırasında da kullanılabilmektedir. Çekim sonrası veriler bilgisayara aktarılarak basamaklı fantomun atenuasyon değerleri HU değerlerine çevrilir ve incelenecek kemiğin her piksel atenuasyon değeri de KMY olarak hesaplanır.³⁴

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), kompakt ve trabeküler kemiği ayrı olarak analiz edebilen tek metottur.³⁵ Bu önemli avantajına rağmen yöntemin pahalı olması ve radyasyon dozunun diğer yöntemlere kıyasla fazla olması gibi dezavantajları mevcuttur. Diş hekimliğinde, standardizasyon zorluğu sebebiyle ex vivo çalışmalar yapılabilmiş ve bu çalışmalarda sonuçlar anlamlı olarak bulunmuştur.⁴⁰⁻⁴⁹

2.4.4.2. Konvansiyonel Dental Radyografik Görüntüleme Yöntemleri

Radyografik kemik yoğunluğu dental radyografilerle iki şekilde incelenebilir

1. Morfometrik analiz (lineer ölçümler yapılarak elde edilen yöntemler): Panoramik Mandibular İndeks (PMI), Mandibular Kortikal Kemik İndeks (MKK).
2. Dansitometrik analiz (Kemiğin optik dansitesinin ölçülerek referans step wedge ile karşılaştırılması): Dansitometrik analizlerde, radyografide belirlenen bir alandan geçen ışık miktarı optik dansitometrelerle tespit edilir ve bu değer optik radyodansite şeklinde tanımlanır.⁵¹ Mikrodansitometre veriler sıfır değerine yaklaştıkça gelen ışığın tümünün röntgeni geçtiği varsayılır; bu nedenle kemik söz konusu olduğunda osteoporotik olmayan kemiğin optik dansite değerlerinin de sıfırdan uzaklaşması beklenir. Dental panoramik ve periapikal filmler

üzerinde dansitometrik analizlerle saptanan mandibular yoğunluğun iskeletsel KMY ile uyumlu olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır.^{22,43,16,62}

2.4.4.3. Dijital Panoramik Radyografiler

X-ışınlarının 1895 yılında keşfinden sonra, diş hekimliği alanındaki ilk radyografik görüntüleme teknikleri çeşitli Avrupa ülkelerinde ve ABD’de elde edilmiştir. Röntgen cihazları, 1930’lu yıllardan bu yana benzer teknolojiklerle üretilmeye devam etmektedir. Paetero, ilk PR cihazının tanıtımını 1940’lı yılların sonunda yapmıştır. 1987’lerde ise dijital radyografi ilk defa direkt olarak diş hekimliği alanında konvansiyonel radyografiler için alternatif olmuş ve halen güncel bir şekilde kullanılarak konvansiyonel yöntemlerin yerini neredeyse tamamen almıştır.³⁶ Dijital radyografi tekniklerini iki başlık halinde inceleyebiliriz.

İndirekt dijital radyografi, konvansiyonel filmlerin tarayıcıdan geçirilerek radyogramdaki görüntünün dijital görüntüye dönüştürülme işlemidir.³⁷

Direkt dijital radyografi (DDR), cisimlerin radyografik görüntüsünü anında dijital bir şekilde oluşturabilen yeni bir metottur. Bu metotta, konvansiyonel radyografik filmlere alternatif olarak direkt sensör sistemleri ve direkt görüntü plakları adı verilen fosfor plak sistemleri adıyla iki farklı türde görüntü reseptörü kullanılmaktadır.³⁸

PR cihazları maksillofasiyal ve oral cerrahi uygulamalarında sıkça tercih edilen araçlar olup, son dönemlerde bu cihazların dijital olanları tercih edilmektedir. Konvansiyonel özellikli dijital PR’lerin oldukça hızlı ve net görüntüler sunması, görüntü üzerinde çeşitli ayarlamaların yapılabilmesi, karanlık oda gerektirmemeleri, banyo hatalarının ve banyo işleminden kaynaklı zaman kaybının ortadan kaldırılması ve hastanın daha az radyasyon dozuna maruz kalması gibi çok çeşitli avantajları mevcuttur.^{53,54}

PR'ler; dental arklar ile komşu dokuları bir imaj tabakasında elde etmeyi amaçlayan, tomografi prensibine göre çalışan ve bimaxiller yapıların tamamını tek bir düzlemde gösterebilen cihazlardır. Maksillofasiyel yapıların görüntüsü, dar X-ışını hüzmesinin dairesel bir şekilde taranmasıyla elde edilir. Çekimi hedeflenen alanın hareketli bir alıcıya/filme kaydedilmesi ilkesine dayanır. Üç boyutlu tomografi görüntülerini elde etmenin ana amacı analiz edilecek vücut bölgesinin daha önceden belirlenmesidir. İmaj tabakasında cismin görüntüsü açık/net iken imaj tabakasının önünde ya da arkasında kalan alanlarda distorsiyon, bulanıklık ve magnifikasyon oluşur.^{39, 40} Bu nedenden dolayı magnifikasyon iki düzlemde de belirli oranda bulunur. Bu husus film-obje ve obje-fokal spot mesafelerinden etkilenip horizontal ve vertikal büyütme (magnifikasyon) olarak görülür. PR'lerde oluşan magnifikasyon ve distorsiyon boyutsal doğruluğu kısıtlamaktadır.⁵⁴

Son yıllarda dijital ortamlardaki veriler elde edilip işlenebilir, değiştirilebilir, dosyalanabilir ve ortak kullanıma sunulabilir. Bu gelişmelerle birlikte dijital dental görüntüleme teknolojileri de hızla gelişerek daha farklı uygulamalarda da kullanılmaya başlanmıştır.³⁸

Dijital radyograflerde uygulanan kemik yoğunluk analizleri;

1. *Fraktal Analizler:* KMY'nin trabeküler kemik yapısının analiz edilmesiyle belirlendiği bir yöntemdir. Horizontal olarak yerleşen trabeküllerin osteoporotik kemikte daha fazla miktarda kaybolduğu ve bu sebeple radyograflerde kemiğin vertikal çizgilenmelerinde bariz bir artış gözlemlendiği bilinmektedir.^{41, 42} Yoğun trabekülasyon (yüksek FB) yüksek KMY' nin, seyrek trabekülasyon (düşük FB) ise düşük KMY'nin göstergesi kabul edilir.⁴² Zira bazı araştırmacılar osteoporotik, ileri derecede aşınmış ve ince mandibuler korteksi olan hastaların panoramik ve periapikal röntgen filmlerinde FB'nin daha yüksek olduğunu

saptamışlardır.⁴³ Fraktal analiz ile ilgili detaylı bilgiler diğer bölümlerde anlatılacaktır.

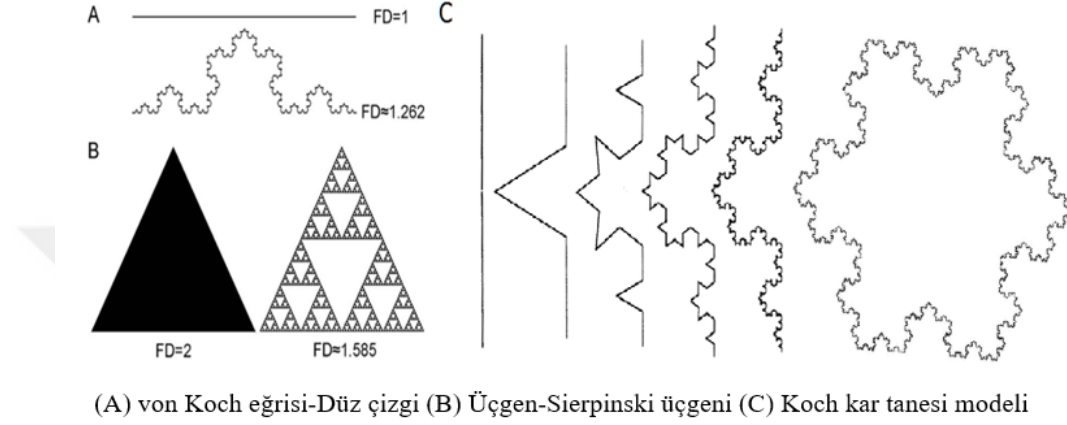
2. *Piksel İntensite Analizleri*: Hildebolt ve ark.⁴² tarafından ilk defa geliştirilen bu metot, dijital görüntülerdeki siyahlık-beyazlık değerlerini tespit ederek kemik kalitesini saptamaktadır. Bu metodun kemik kalitesinin tespitinde etkili olduğu ve güvenilir veriler verdiği iddia edilmektedir.⁴⁴

3. *TACT (Tuned Aperture Computed Tomography)*: 2D görüntü oluşturan sistemler olarak bilinen dijital ve konvansiyonel radyografiler, 3D'ye ilişkin bilgiyi sağlayamazlar. Webber ve arkadaşları⁴⁵ buna alternatif olarak TACT görüntülemesinde, belirlenen doku hacmi boyunca elde edilen kesit görüntülerinin analizi ile etkileşimli bir muayene gerçekleştirilebilen sistem geliştirmişlerdir. TACT yönteminin diş hekimliğinde primer/sekonder çürük teşhisi ve gömük diş lokalizasyonu gibi alanların yanı sıra, periodontal lezyon tanısı ve prognozun değerlendirilmesinde de kalitatif inceleme sağladığı gösterilmiştir.

2.5. Fraktal Boyut Analiz Yöntemi

Geniş bir sistemin özellikleri istatistiksel fiziğin ölçekleme yasaları dikkate alınarak küçük ölçekli bir model üzerinden belirlenir. Benoit Mandelbrot 1970'lerde, birbirlerine benzeyen objeleri 'fraktal' kavramını kullanarak tanımlamıştır. Latince 'parça, kırık' manasındaki 'fractus' kelimesinden türetilen 'fraktal' kavramı, dağınık noktalar, yüzeyler, eğriler ve standart geometrideki benzersiz amorf yapıların tanımlanmasında kullanılır. Fraktal geometride çeşitli ölçeklerde incelenen şekillerin her parçası, cismin bütünüyle benzeşmektedir.⁴⁶ Fraktal özellikteki şekillerin, standart geometrideki kare, daire, üçgen gibi temel şekillerden farklılığı söz konusudur. Fraktal şekiller kendisine benzer parçalardan oluşur. Koch Kar Tanesi Modeli buna örnek

olarak verilebilir. Fraktal şekil oluşturmak için öncelikle birim uzunluktaki bir doğru parçası eşit bir şekilde üç kısıma ayrılır. Parçalardan ortadaki çıkarılarak yerine aynı uzunluktaki diğer iki parça yerleştirilir. Böylece 4 eş kısımdan meydana gelen yeni bir geometrik şekil oluşturulmuş olur.⁴⁷ Koch Kar Tanesi Modelinde (şekil 2.5.) her basamakta bir önceki aşamada oluşan doğru parçalarına benzer işlem uygulanır.



Şekil 2.7. Fraktal Şekiller

Fraktal yapılara ait alan uzunluk hesaplamaları, bilinen geometrik şekillerin hesaplamalarından farklıdır. Bu fraktal yapıların alanları ve uzunlukları farklı ölçeklerden görüntülendiğinde değişir. Fraktallerin yapısal detayları, ölçek büyüdükçe daha da belirginleşir ve ölçümlerin değerleri (FB değerleri) artar. Nitekim fraktalların bahsi geçen özelliklerini göstermek amacıyla Mandelbrot İngiltere'nin sahil kenarı uzunluğunu ölçmüştür. Ölçüm yapılan bu çalışmada küçük ölçekli bir haritada görülemeyen kıyı girinti-çıkıntıları, büyük ölçekli haritada gösterilmiştir. Mandelbrot, bu duruma yönelik olarak aşağıdaki eşitliği kullanmıştır:

$$L(d)=N \times l$$

Bu eşitlikte N kıyı girinti çıkıntılarının sayısını, d toplam kıyı şeridi uzunluğunu ve l kıyı girinti çıkıntılarının uzunluğunu gösterir. Eşitliğe göre, haritanın ölçek miktarı arttıkça (N) ve (l) değişkenleri daha belirgin hale gelerek, L(d) artar. Bunun yanı sıra

Mandelbrot'un 1983 yılında yayınladığı "Doğanın Fraktal Geometrisi" isimli bir diğer araştırmada evrende de bilinen geometrik şekiller ile gösterilemeyen fraktal yapıların bulunduğu vurgulanmıştır.^{47, 48} Mandelbrot, yaptığı diğer araştırmasında ise fraktalleri, topolojik boyutun (TB) Hausdorff boyutundan (HB) küçük şekiller olduğunu tanımlamış, fraktallerin iç yapısındaki kompleks durumunu vurgulamıştır. Şeklin HB'si, "N" (desen sayısı) ile "r"nin (desenlerin birbirine benzeme oranı) resiprokali arasında mevcut olan doğal logaritmik oranla hesaplanır. HB, FB değerine eşittir.^{47, 49} Doğal yapıların ideal geometrik çizimlerle açıklanamadıkları ve genellikle düzensiz oldukları bilinir. Fraktal geometri; fizyoloji, matematik, akışkanlar mekaniği gibi farklı alanlarda etkilerinin gözlemlendiği yeni bir geometri sistemidir. Fraktal geometride 'kendine benzerlik' özelliği önemlidir. Bir nesne kendisine ne kadar benzerse, nesnenin parçaları da nesnenin tamamına o kadar benzerdir; Dağınık detaylar veya desenler gittikçe küçülen bir ölçekte tekrarlanır ve bir parça büyütüldüğünde, parça daha büyük parçalara ve bütüne benzer.⁵⁰ Zaman içerisinde fraktal analiz, borsa fiyatlarının hesaplanması, hücrenin sınırlarının belirlenmesi, pulmoner dallanmanın incelenmesi, kalp ve temporomandibular eklem seslerinin dinlenmesi gibi farklı amaçlarla pek çok alanda kullanılmıştır. Ayrıca bu yöntemin klinik çalışmalarda aksiyel kemikler, iliak kretler ve tümörlerin analizinde, pulmoner sistem, arteryal dallanmalar gibi biyolojik fenomenlerin tanımlanmasında ve biyosinyallerin incelenmesinde de kullanıldığı bilinmektedir.^{51, 52} Tıp alanındaki radyoloji araştırmalarında fraktal analizin; açılardırma, ışınlama geometrisi ve dansite farklılıklarından etkilenmediği belirtilmiştir.⁵² Trabeküler kemiğin kompakt kemiğe oranla yenilenme oranının ve metabolizmasının daha yüksek seviye ve aktiviteye sahip olması, bu kemiğin yapısal analizinin sıklıkla tercih edilmesine neden olmaktadır.⁵³ Trabeküler kemik fragmanı, fraktal özellikli dallı bir yapıda olduğundan, kemik yapısı FB ölçümü ve dolayısıyla

fraktal analizle incelenebilir. Matematiksel bir radyografik analiz metodu olan fraktal analiz, ekonomik, non-invaziv ve kullanımı basit bir tekniktir.⁵⁴

Görüntülerin incelenmesinde kullanılan fraktal analiz, özellikle tıbbi röntgen görüntülerinde, olası anormallikler ve var olan bir hastalığın seyri ve şiddetiyle ilgili bilgileri elde etmek ya da muhtemel bir hastalığı teşhis etmek için sıklıkla kullanılır.⁵⁵

FB analizi D sembolü ile temsil edilir ve uygulanan çeşitli metotlarda ölçeğin hacim, yüzey ve uzunluk gibi özelliklerini ölçer.

FB analizi hesaplamasında uygulanan metotlar aşağıdaki gibidir:

1. Till-counting metodu
2. Caliper metodu
3. Pixel-dilatation yöntemi
4. Hurst yöntemi
5. Intensite varyans yöntemi
6. Varyans yöntemi
7. Power spectrum yöntemi
8. Blanket yöntemi
9. Box-counting yöntemi ⁽⁷⁰⁾

Şekil 2.8. Fraktal Analiz Hesaplamalarında Uygulanan Metotlar

Tablo 2.1. Fraktal Geometrik Analizlerde Cross SS Tarafından Kullanılan Çeşitli Yaklaşımlar.

Boyut	Sembol	Sinonimi	Kullanım yeri
Fraktal Boyut	D		Genel terim
Hausdorff Boyutu	D_H	Hausdorff- Beisicovitch Dimension	Matematikte en sık kullanılan doğal objelerde kullanılmaz.
Minkowski- Bouligand Boyutu	D_{MB}	Kolmogorov Dimension	D_H ile aynıdır. Hesaplanması daha kolaydır.
Similarity Boyutu	D_s		D_H ile benzerdir.
Bölen Boyutu	D_D	Divider Dimension	Biyolojik verilerin fraktal hesaplanmasında kullanılır
Lyapunov Boyutu	D_L		Zaman-seri analizlerinde kullanılır.
Paketleme Boyutu	D_p	Packing Dimension	Farklı çaplardaki küçük daireler kullanılarak hesaplama yapar.
Kutu Sayma Boyutu	D_B	Box-Counting Dimension	Biyolojik verilerin fraktal hesaplanmasında kullanılır. ⁽⁷¹⁾

Kutu sayma yöntemi, biyolojik verilerin FB analizinde kullanılır. Bu yöntemde, farklı boyutlardaki kutulardan oluşan gridler, nesnenin kenarlarına yansıtılır. Çerçevenin kenarlarını kapsayan kutulara ait logaritmalara göre kutu boyutlarının grafiği logaritmik skalada çizildiğinde, FB analiz değerini negatif eğim grafiğindeki düz kısım gösterir. Bahsi geçen yöntem gri tonlamalı görüntüler için kullanılıyorsa,

görüntünün binary formata dönüştürülmesi gerekir. Daha sonra iskeletleştirme için bir görüntü alınır ve FB analizi kullanılır.⁵⁶ Bu metotta kullanılan formülasyon: $\log N(E) \setminus \log E = D$ 'dir.

Kemik mikromimarisine bakıldığında trabeküller ile aralarındaki boşluğu yapı görülür. FB analizi ile kemiğin düzensiz şekilli trabeküler yapısı belirlenir ve kemik yapısı gözlemlenir.⁵⁷ Radyografilerde görülen FB'nin kemik yoğunluğundaki değişikliklerle ilişkili olduğu ve kemik mineral kaybını gösterdiği bulunmuştur.⁵⁸

Fraktal analiz metodunda projeksiyon açısının yanında alveolar kemikteki odaklanılan alanın belirlenmesinden etkilenmemiş olması, bu metodun klinik koşullardaki yapılabilirliğini artırır ve hekimlerin radyografileri değerlendirmesini kolaylaştırır.⁵⁸ Periapikal radyografilerde elde edilen FB'nin, diş kökünün çevresindeki trabeküler kemik mimarisini yansıttığını ortaya koymuştur. Aynı hastanın periapikal ve PR'lerindeki FB değerleri kıyaslandığında, PR'lerden elde edilen FB değerlerinin, periapikal radyografilerden elde edilen FB değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Panoramik röntgenlerin çözünürlüğü periapikal röntgenlere göre daha düşük olduğu için panoramik röntgenlerde daha az detay vardır ve sadece kalın trabeküler yapılar görülebilir. PR'lerden elde edilen FB değerleri periapikal radyografilere göre daha düşük olmakla birlikte trabeküler kemikteki osteoporotik değişiklikleri saptamada yeterli bulunmuştur.⁴³

.

3. MATERYAL VE METOT

Bu tez araştırmasının etik kurul belgesi Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Etik Kurulu'nun 20.01.2021 tarih, 01/2021 sayı ve 02 nolu kararı ile alınmıştır (EK-3).

Atatürk Üniversitesi bünyesinde hizmet veren Diş Hekimliği Fakültesi'ne bağlı Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi bölümünde 2020-2022 yılları arasında yürütülen bu tez çalışması bilimsel etik kurallara uygun olarak sürdürülmüş, araştırmaya katılan her gruptaki bireyler çalışmanın kapsamı hakkında bilgilendirilerek katılımcıların onayları alınmıştır (EK-4).

3.1. Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Çalışmaya; Atatürk Üniversitesi bünyesinde hizmet veren Diş Hekimliği Fakültesi'ne bağlı Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na herhangi nedenden dolayı müracaat eden ve çalışmaya katılmayı kabul eden 20-40 yaş arası hiçbir sistemik hastalığı ve sürekli kullandığı ilaç bulunmayan toplam 205 erkek birey dahil edilmiştir. Hasta grupları oluşturulurken bireylerin rutin dental muayenelerine ilave olarak ileri periodontal muayeneleri de yapılarak gruplar oluşturulmuştur. Gruplar sağlıklıdan başlayarak gingivitisli, hafif periodontitisli, orta şiddetli periodontitisli ve şiddetli periodontitisli olarak periodontal sağlığın aşamalarını kapsayacak şekilde toplam 5 (beş) grup halinde şekillendirilmiştir.

3.2. Anamnez ve Klinik Muayene

Çalışma kapsamındaki bireylerin ilk muayenelerinin ardından kemik yapısında değişime neden olabilecek diğer bütün faktörleri etki dışı bırakmak için herhangi bir sistemik hastalığı bulunmayan, hormonal ve sürekli ilaç kullanımı olmayan bireyler seçilmiş ve çalışma hakkında bilgilendirme yapıp onamları alındıktan sonra ileri periodontal muayeneye geçilmiştir. Bu çalışmada sadece periodontal hastalıkların çene

kemiğindeki trabeküler yapıda oluşturdıkları değişiklikleri tespit etmek amaçlanmıştır. Bu nedenle kadınlarda belirgin olduğu bilinen hormonal değişikliklerden çalışmanın etkilenmemesi için sadece erkek bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Yine aynı amaçla yaştan çene kemiği üzerindeki etkilerini azaltmak için mümkün olduğunca dar ve genç bir yaş aralığından bireyler seçilmiş ve daha önce hiç ileri periodontal tedavi görmemiş kişiler dahil edilmiştir.

Çalışmaya katılan hastaların periodontal muayeneleri; NHANES ölçütlerine göre belirlenmiş; her bir hastadan, randomize bir şekilde bir üst yarım, bir alt yarım çeneden periodontal ölçümler alınmıştır. Belirlenen çenelerde, 3. büyük azılar dışındaki tüm dişlerin mevcut olmasına dikkat edilmiştir.

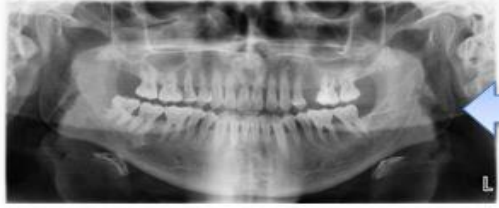


Şekil 3.1. Sağlıklı ve periodontitisin klinik görüntüsü

Periodontal muayenede aşağıdaki protokoller izlendi.

1. Her bir dişte mid-bukkal ve mesio-bukkal noktalarda sondalama derinlikleri ve klinik ataçman kaybı ölçülmüştür.
2. Klinik ataçman kaybı, cep tabanı ile mine-sement birleşimi arasındaki mesafe olarak kaydedilmiştir.
3. Sondalama derinliği, cep tabanı ile serbest diş eti marjini arasındaki mesafe olarak kaydedilmiştir.

Hastalar klinik muayene ve ölçümlerin sonuçlarına göre şekil 3.2'teki gibi gruplandırılmıştır.

	a) Şiddetli periodontitis grubu:	İki veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 6 mm ve üzeri klinik ataçman kaybı; iki veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 5 mm ve üzeri sondalama derinliğine sahip hastalar.
	b) Orta şiddetli periodontitis grubu:	İki veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 6 mm'den az, 4 mm ve 4 mm'den fazla klinik ataçman kaybı; iki veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 5 mm ve üzeri sondalama derinliğine sahip hastalar.
	c) Hafif periodontitis grubu:	İki veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere 4 mm'den az, 3 mm'den fazla klinik ataçman kaybı; iki veya daha fazla interproksimal alanda aynı dişte olmamak üzere veya tek bir alanda 4 mm ve üzeri sondalama derinliğine sahip hastalar.
	d) Gingivitis Grubu:	Periodontal muayenede klinik ataçman kaybı olmayan gingival marjinde kızarıklık, ödem ve sondalamada kanama bulgusu olan hastalar.
	e) Kontrol grubu (Sağlıklı Grup):	Periodontal ve sistemik olarak sağlıklı olan 20-40 yaş arası erkek bireyler.

Şekil 3.2. Çalışma Grupları ve Panoramik Görüntüleri



Şekil 3.3. Gingivitisli Bireyin Klinik Görüntüsü



Şekil 3.4. Sağlıklı Bireyin Klinik Görüntüsü

3.3. Radyografik Muayene

3.3.1. Panoramik Radyografi

Mandibular ve maksiller trabeküler kemiklerinin mikro mimarisinin radyografik analizi kapsamında bireylerden tanı ve teşhis için istenen PR'lerin standardizasyonu sağlandı.

Çalışmada kullanılan panoramik radyografilerin standardizasyonu

PR'lerin tamamı; Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi bünyesinde yer alan Ağız, Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'ndaki Planmeca marka ve RPX241781 seri nolu, cihaz kullanılarak 4mA, 62 kVp ve 16,2 s parametrelerinde aynı kullanıcı tarafından radyografi çekimleri yapılarak elde edilmiştir.



Şekil 3.5. Panoramik Röntgen Cihazı ve PR Çekimi

Panoramik görüntülerin standardizasyonunda; üretici firma tarafından tanımlanan referans noktalarına tam olarak uyulmuş ve çekim esnasında hastaların sagittal düzlemi cihazın tam ortasında yere dik, Frankfurt Düzlemi yere paralel ve servikal vertebraların mandibula üzerine süperpozisyonunu engellemek amacıyla hastalar ski pozisyonuna uygun bir şekilde konumlandırılarak sağlanmıştır. Elde edilen PR'lerde; kondilin, mandibulanın, kortikal ve mental foramenin kemik sınırlarının net olarak takip edilebildiği, bimaxiller ROI bölgeleri üzerinde süperpozisyonun olmadığı, ölçülecek alanlarda artefaktın ve distorsiyonun yer almadığı görüntüler ölçümlerde kullanılmıştır.

3.4. Fraktal Boyut (FB) Analizi

Fraktal analizde yapıda tekrarlayan geometrik örüntünün kompleksliğini gösteren FB adı verilen bir değer elde edilir. Trabeküler kemik tekrarlayan yapılara sahip olduğundan, mandibula ve maksilladaki trabeküler kemiğin internal yapısını analiz etmek maksadıyla fraktal analiz yönteminden faydalanılmıştır. FB analizi; 15.6 inch'lik 1080 piksel boyutlu yüksek çözünürlüklü ekran özelliklerine sahip bilgisayarda (Lenovo marka Desktop-Con85n5 cihaz adlı) National Institute of Health Image`in bir sürümü olan, tek kullanıcı tarafından “<https://imagej.nih.gov>” sitesinden ücrete tabi tutulmadan temin edilen ImageJ 1.52b görüntü analiz programındaki box-countig yöntemiyle White ve Rudolph’un^{58,61-80} geliştirdiği yöntemle yapılmıştır. Hastalardan FB analizi için aşağıda belirtilen 12 adet region of interest (ROI) bölgesi bilateral olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).

1. Sağ ve sol maksiller sinüs ön duvarı anterior bölgesinde dişlerin periodonsiyum ve köklerini içermeyecek şekilde 30 x 30 piksel

2. Sağ ve sol mandibular kondil bölgesinden 30 x30 piksel

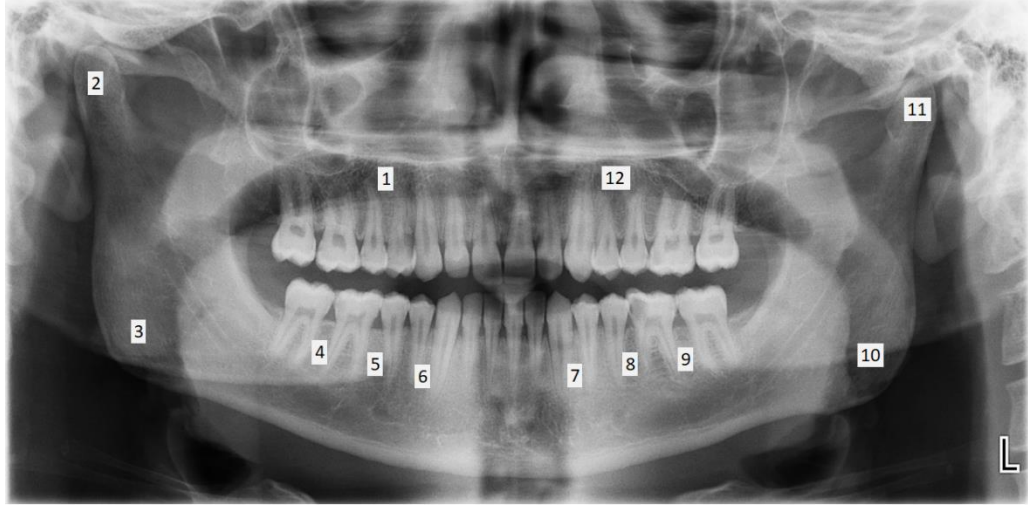
3. Sağ ve sol mandibular angulus bölgesinden 30 x 30 piksel

4. Sağ ve sol mandibular birinci ve ikinci molar arasındaki interdental (dişlerin periodonsiyumlarını, köklerini ve mandibular kanalı içermeyecek şekilde) bölgeden 30 x 30 piksel

5. Sağ ve sol mandibular ikinci premolar ve birinci molar arasındaki interdental bölgeden (dişlerin periodonsiyumlarını, köklerini ve mandibular kanalı içermeyecek şekilde) 30 x 30 piksel

6. Sağ ve sol kanin ve birinci premolar arasındaki interdental bölgeden (dişlerin periodonsiyumlarını ve köklerini içermeyecek şekilde) 30 x 30 piksel

Şekil 3.6. Çalışmada Kullanılan ROI Bölgelerinin Lokalizasyonu

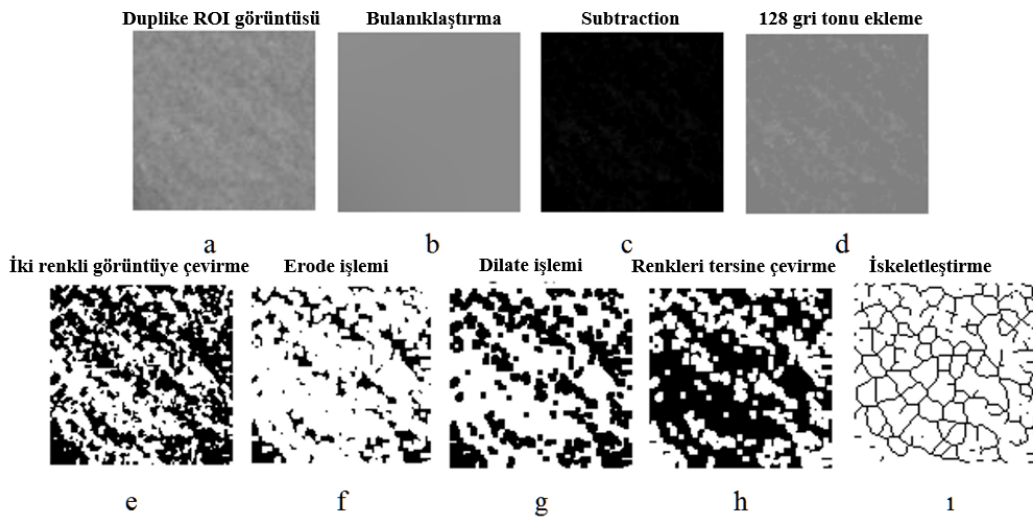


Şekil 3.7. Çalışmada Ölçümü Yapılan ROI Bölgeleri:

1: Maksillar Right (MR), 2: Kondiler Right (KR), 3: Angular Right (AR), 4: Molar - Molar Right (MMR), 5: Molar - Premolar Right (MPR), 6: Premolar - Kanin Right (PKR), 7: Premolar - Kanin Left (PKL), 8: Molar-Premolar Left (MPL), 9: Molar - Molar Left (MML), 10: Angular Left (AL), 11: Kondiler Left (KL), 12: Maksillar Left (ML)

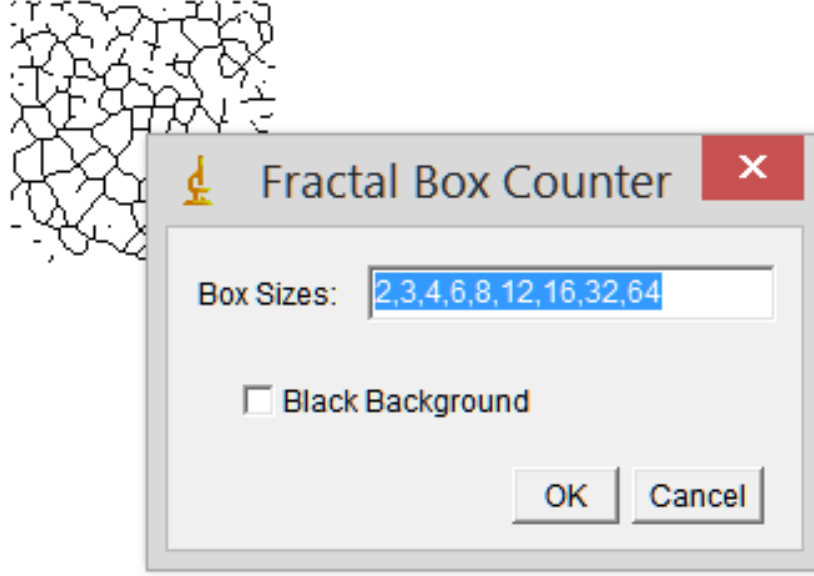
Her bir ROI için FB analiz adımları aşağıda verilen sıra izlenerek yapılmıştır;

1. Kontrol ve hasta grubuna ait bireylerden elde edilen panoramik görüntüleri ImageJ programında açıldı ve panoramik görüntülerde ROI alanı seçildi.
2. Orijinal radyografiden seçilen ROI duplike edildi. (Şekil 3.8a)



Şekil 3.8. FB Analizi İçin İşlem Basamakları

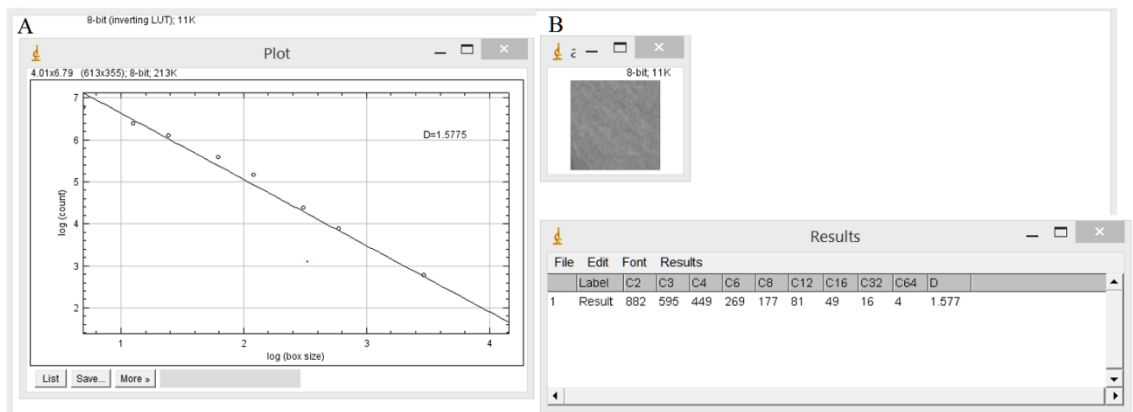
1. Duplike görüntü Gaussian filtresi ($\sigma=35$ piksel) ile bulanıklaştırıldı. Böylece, kemik yüzeyindeki yumuşak dokuları ve değişen kemik kalınlığına bağlı olarak meydana gelen görüntüdeki orta ve yüksek derecedeki ayrıntılar yok edilerek, görüntüde yalnızca büyük dansite farklılıklarının kalması sağlandı. (Şekil 3.8b)
2. Bulanıklaştırılmış olan görüntüde ‘subtraction’ prosesi uygulanarak orijinal görüntüden çıkarıldı (Şekil 3.8c).
3. Görüntünün ortalama 128 gri tonu olan farklı parlaklık alanları, trabeküler yapıyla kemik iliğinin ayrıştırılmasına yardımcı olsun diye her piksele 128 gri tonu eklendi (Şekil 3.8d).
4. Görüntü “Type” seçeneğiyle 8 bit formatına dönüştürüldü.
5. "Threshold" seçeneğiyle daha sonra görüntü siyah-beyaza dönüştürülerek kemik iliği ve trabeküler yapının ana hatları tanımlandı (Şekil 3.8e).
6. Görüntülerdeki gürültüyü azaltmak amacıyla öncelikle “Erode” seçeneği ile aşındırılıp, “Dilate” seçeneğiyle var olan alanlar genişletilir ve görünürlüğü daha da artırıldı (Şekil 3.8 f, g).
7. Görüntülerde “Invert” seçeneğiyle siyah alanlar beyaza ve beyaz alanlar siyaha dönüştürülerek, trabeküler kemiğe ait ana hatlar ortaya çıkarıldı (Şekil 3.8h).
8. Trabeküler yapı ana hatları çizgiler ile iskeletsel olarak “Skeletonize” seçeneğiyle belirlenip fraktal analize hazır hale getirildi (Şekil 3.8 ı).
9. Analyze” sekmesi “Fractal box count” alt seçeneğiyle trabeküllerin kaba hatlarının FB değeri hesaplandı. Görüntülerin boyutları 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, 64 piksel karelere bölündü (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Görüntü-Boyutlarının Belirtilen Piksellerde Karelere Bölünmesi

Farklı boyuttaki her bir piksel için trabeküllü kareler ve görüntüdeki toplam kare sayısı hesaplandı.

10. Farklı boyuttaki her piksel için, görüntüdeki toplam kare sayısı ve trabeküllerin bulunduğu kareler hesaplanarak elde edilen değerlerin logaritmik skalada grafiği çizildi. Bu eğim ile yapıya ait karmaşıklık ölçüsünü işaret eden FB değeri elde edildi (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. (A) FB Değerinin Gösteren Doğrunun Eğimi, (B) FB İçin Analiz Verileri

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın verileri, SPSS paket programıyla istatistiksel olarak (IBM, SPSS 22,0, Chicago, IL) incelenmiştir. Araştırmaya dahil edilen bireyler sağlıklı, gingivitisli, hafif periodontitisli, orta şiddetli periodontitisli ve şiddetli periodontitisli olacak şekilde beş farklı gruba ayrılmıştır. Fraktal analiz sonucu elde edilen FB ölçümlerinin istatistiksel olarak normal dağılıp dağılmadığı, Kolmogorov-Smirnov testiyle tespit edilmiştir. Veriler normal dağılmadığı için belirlenmiş bu beş grubun FB değerlerinin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. Hangi gruplar arasında fark olduğunu ortaya çıkarmak için ise Bonferroni düzeltmesi (post hoc testi) yapılmıştır. Sonuçlar; ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiş ve $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1. Demografik Veriler

	N	Ortalama $\pm$ Standart Sapma	P değeri
Sağlıklı	41	29.63 $\pm$ 6.45	0.085
Gingivitisli	41	30.73 $\pm$ 5.70	
Hafif Şiddetli	41	32.88 $\pm$ 5.43	
Orta Şiddetli	41	32.54 $\pm$ 5.81	
Şiddetli	41	31.42 $\pm$ 6.02	

Değerler ortalama $\pm$ standart sapma olarak gösterildi, *Student t-Test, $p < 0.05$

Tüm gruplar yaş bakımında kıyaslandığında gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p=0.085$) (Tablo 4.1)

Tablo 4.2. ROI Ölçüm Sonuçları

	N	Ortalama	Minimum	Maksimum	Persantiller		P değeri
					25th	75th	
ROI 1	205	1.14	.92	1.40	1.09	1.20	0.433
ROI 2	205	1.22	.83	1.39	1.19	1.27	0.001
ROI 3	205	1.21	.76	1.43	1.16	1.27	0.000
ROI 4	205	1.13	.81	1.37	1.08	1.19	0.000
ROI 5	205	1.12	.74	1.98	1.08	1.18	0.000
ROI 6	205	1.16	.87	1.38	1.10	1.22	0.240
ROI 7	205	1.19	.94	1.40	1.14	1.24	0.238
ROI 8	205	1.14	.84	1.36	1.10	1.19	0.024
ROI 9	205	1.13	.81	1.45	1.08	1.20	0.000
ROI 10	205	1.20	.93	1.42	1.15	1.25	0.085
ROI 11	205	1.23	.99	1.42	1.19	1.28	0.000
ROI 12	205	1.13	.76	1.35	1.09	1.18	0.005

Değerler mean, minimum-maximum ve 25-75. persantiller olarak ifade edildi. *Kruskal Wallis Test

*p<0.05

Tüm ROI ölçümleri Kruskal Wallis testi yapılarak karşılaştırıldı. ROI ölçümleri kıyaslandığında gruplar arasında istatistiksel-anlamli bir farkın varlığı gözlemlendi. Sırasıyla bu anlamli farklılıkların ROI2, ROI3, ROI4, ROI5, ROI8, ROI9, ROI11 ve ROI12 ölçümlerinde olduğu görüldü ($p<0.05$). Bu farkın hangi gruplardan kaynaklandığını görmek için post hoc testi (Bonferroni düzeltmesi) yapıldı.

Tablo 4.3. ROI1(sağ maksiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 1	Sağlıklı Bireyler	108.79	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Gingivitisli Bireyler	110.91	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.994
	Hafif Periodontitisli Bireyler	97.73	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	107.93	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	89.63	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	0.994
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI1 değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (p>0.05) (Tablo 4.3).

Tablo 4.4. ROI2 (sağ kondiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 2	Sağlıklı Bireyler	120.70	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.021
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.028
	Gingivitisli Bireyler	118.66	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.036
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.046
	Hafif Periodontitisli Bireyler	113.61	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.561
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.324
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	80.49	Sağlıklı Bireyler	0.021
			Gingivitisli Bireyler	0.036
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.561
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	81.55	Sağlıklı Bireyler	0.028
			Gingivitisli Bireyler	0.046
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.324
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI2 değerlerinin karşılaştırılmasında;

- Sağlıklı bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0,021)
 - Sağlıklı bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.028)
 - Gingivitisli bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.036)
 - Gingivitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.046)
- istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (p<0.05) (Tablo 4).

Tablo 4.5. ROI3 (sağ angular) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 3	Sağlıklı Bireyler	131.39	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Gingivitisli Bireyler	106.74	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.010
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Hafif Periodontitisli Bireyler	109.65	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	63.79	Sağlıklı Bireyler	0.000
			Gingivitisli Bireyler	0.010
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.025
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	103.44	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.025

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI3 değerlerinin karşılaştırılmasında;

- Sağlıklı bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.000)
- Gingivitisli bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.010)
- Hafif şiddetli periodontitisli bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.000)
- Orta şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.025) istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır (p<0.05) (Tablo 4.5).

Tablo 4.6. ROI4 (sağ molar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 4	Sağlıklı Bireyler	129.73	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.288
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.005
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.001
	Gingivitisli Bireyler	116.72	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.252
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.038
	Hafif Periodontitisli Bireyler	105.50	Sağlıklı Bireyler	0.288
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	84.28	Sağlıklı Bireyler	0.005
			Gingivitisli Bireyler	0.252
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	78.77	Sağlıklı Bireyler	0.001
			Gingivitisli Bireyler	0.038
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI4 değerlerinin karşılaştırılmasında;

- Sağlıklı bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.005)
 - Sağlıklı bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.001)
 - Gingivitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.038)
- istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır (p<0.05) (Tablo 4.6).

Tablo 4.7. ROI5 (sağ premolar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 5	Sağlıklı Bireyler	114.89	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.039
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.019
	Gingivitisli Bireyler	135.26	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.001
	Hafif Periodontitisli Bireyler	113.62	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.021
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.026
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	77.12	Sağlıklı Bireyler	0.039
			Gingivitisli Bireyler	0.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.021
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	74.11	Sağlıklı Bireyler	0.019
			Gingivitisli Bireyler	0.001
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.026
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI5 değerlerinin karşılaştırılmasında;

- Sağlıklı bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.039)
- Sağlıklı bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.019)
- Gingivitisli bireyler ile orta şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.000)
- Gingivitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.001)
- Hafif Şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.026) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (p<0.05) (Tablo 4.7).

Tablo 4.8. ROI6 (sağ kanin-premolar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 6	Sağlıklı Bireyler	89.89	Gingivitisli Bireyler	0.338
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Gingivitisli Bireyler	122.70	Sağlıklı Bireyler	0.338
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.123
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Hafif Periodontitisli Bireyler	101.63	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	86.48	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	0.123
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.499
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	114.30	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.499

Değerler Mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI6 değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (p>0.05) (Tablo 4.8).

Tablo 4.9. ROI7 (sol kanin-premolar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 7	Sağlıklı Bireyler	113.24	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.307
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Gingivitisli Bireyler	109.40	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Hafif Periodontitisli Bireyler	100.99	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	85.28	Sağlıklı Bireyler	0.307
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	106.09	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI7 değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (p>0.05) (Tablo 4.9).

Tablo 4.10. ROI8 (sol premolar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 8	Sağlıklı Bireyler	122.90	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.012
	Gingivitisli Bireyler	102.89	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.256
	Hafif Periodontitisli Bireyler	99.24	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.877
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	109.56	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.184
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	80.40	Sağlıklı Bireyler	0.012
			Gingivitisli Bireyler	0.256
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.877
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.184

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI8 değerlerinin karşılaştırılmasında; sağlıklı bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.012) istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (p<0.05) (Tablo 4.10).

Tablo 4.11. ROI9 (sol molar-molar) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 9	Sağlıklı Bireyler	123.27	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.982
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.000
	Gingivitisli Bireyler	117.57	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.000
	Hafif Periodontitisli Bireyler	114.39	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.000
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	104.76	Sağlıklı Bireyler	.982
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.001
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	55.01	Sağlıklı Bireyler	0.000
			Gingivitisli Bireyler	0.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.001

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI9 değerlerinin karşılaştırılmasında;

- Sağlıklı bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.000)
- Gingivitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.000)
- Hafif şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.000)
- Orta şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.001)

İstatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (p<0.05) (Tablo 4.11).

Tablo 4.12. ROI10 (sol angular) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 10	Sağlıklı Bireyler	117.01	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.732
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Gingivitisli Bireyler	98.11	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Hafif Periodontitisli Bireyler	116.74	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.454
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	87.59	Sağlıklı Bireyler	0.732
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.454
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	95.55	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI10 değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür ($p>0.05$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.13. ROI11 (sol kondiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 11	Sağlıklı Bireyler	117.12	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.001
	Gingivitisli Bireyler	103.60	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.049
	Hafif Periodontitisli Bireyler	110.00	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.010
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	117.52	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.001
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	66.76	Sağlıklı Bireyler	0.001
			Gingivitisli Bireyler	0.049
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.010
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.001

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test, Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI11 değerlerinin karşılaştırılmasında;

- Sağlıklı bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.001)
- Gingivitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.049)
- Hafif şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.010)
- Orta şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.001)

İstatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (p<0.05) (Tablo 4.13).

Tablo 4.14. ROI12 (sol maksiller) Ölçümlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	Gruplar	Ortalama	Gruplar	P Değeri
ROI 12	Sağlıklı Bireyler	105.78	Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.399
	Gingivitisli Bireyler	112.67	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.017
	Hafif Periodontitisli Bireyler	109.98	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.033
	Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	115.10	Sağlıklı Bireyler	1.000
			Gingivitisli Bireyler	1.000
			Hafif Periodontitisli Bireyler	1.000
			Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.009
	Şiddetli Periodontitisli Bireyler	71.48	Sağlıklı Bireyler	0.399
			Gingivitisli Bireyler	0.017
			Hafif Periodontitisli Bireyler	0.033
			Orta Şiddetli Periodontitisli Bireyler	0.009

Değerler mean olarak ifade edildi, *Kruskal Wallis Test , Post Hoc (Adjusted test) *p<0.05

Tüm gruplarda ROI12 değerlerinin karşılaştırılmasında;

- Gingivitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.017)
- Hafif şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.033)
- Orta şiddetli periodontitisli bireyler ile şiddetli periodontitisli bireyler arasında (p=0.009) istatistiksel düzeyde anlamlı bir fark ortaya çıkmıştır (p<0.05) (Tablo 4.14).

5. TARTIŞMA

Bu çalışmaya Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Etik Kurulunun 20.01.2021 tarih, 01/2021 sayı ve 02 nolu karar onayı ile başlanmıştır. İncelememize Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'na herhangi nedenden dolayı müracaat eden ve çalışmaya katılmayı kabul eden 20-40 yaş arası hiçbir sistemik hastalığı ve sürekli kullandığı ilaç bulunmayan toplam 205 erkek birey dahil edilmiştir. Hasta grupları oluşturulurken bireylerin rutin dental muayenelerine ilave olarak ileri periodontal muayeneleri de yapılarak gruplar oluşturulmuştur. Gruplar sağlıklıdan başlayarak gingivitisli, hafif periodontitisli, orta şiddetli periodontitisli ve şiddetli periodontitisli olarak periodontal sağlığın aşamalarını kapsayacak şekilde 41'er bireyden oluşacak şekilde toplam beş grup halinde şekillendirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin rutin muayeneleri yapıldıktan sonra kemik yapısında değişime neden olabilecek diğer bütün faktörleri etki dışı bırakmak için herhangi bir sistemik hastalığı, hormonal ve sürekli ilaç kullanımı bulunmayan bireyler seçilmiş ve çalışma hakkında bilgilendirme yapıp onamları alındıktan sonra ileri periodontal muayeneye geçilmiştir. Bu çalışmada sadece periodontal hastalıkların çene kemiğindeki trabeküler yapıda oluşturdukları değişiklikleri tespit etmek amaçlandığı için, kadınlardaki belirgin olduğu bilinen hormonal değişikliklerden kemik yapının etkilenmemesi amaçlandığından çalışmaya sadece erkek bireyler dahil edilmiştir. Yine aynı amaçla yaştan çene kemiği üzerindeki etkilerini azaltmak için mümkün olduğunca genç ve dar bir yaş aralığından bireyler seçilmiştir. Ayrıca çalışmamız, diş kayıplarının ve periodontal tedavilerin kemik yapı üzerindeki etkilerini de ortadan kaldırmak için diş kaybı olmayan ve daha önce periodontal tedavi görmemiş bireylerden oluşturulmuştur. Çalışmamız bölgedeki ileri dental tedavilerin yapıldığı en önemli merkezlerden biri olan

kamuya ait üniversite hastanesinde yapılmış olmasından dolayı Erzurum ve çevre illerin toplam popülasyonunu kapsadığını düşünmekteyiz.

Araştırmamızın temeli herhangi bir sistemik hastalığı olmayan ve sadece periodontal sağlık açısından sınıflandırılmış olan bireylerin dijital panoramik görüntülerine fraktal analizin uygulanması ve bu gruplardan elde edilen fraktal değerlerin hesaplanıp gruplar arasında karşılaştırma yapılmasına dayanmaktadır.

Çalışmaya katılan hastaların periodontal muayeneleri; NHANES kriterlerine göre belirlenmiş olup; her bir hastadan, rastgele bir üst yarım, bir alt yarım çeneden periodontal ölçümler yapılmıştır. Seçilen çenelerde yirmi yaş dişleri dışındaki tüm dişlerin bulunması dikkate alınmıştır.

Günümüzde ileri teknolojik gelişmeler, bilgisayar destekli görüntüleme yöntemlerinin daha fazla kullanılması ve bu tür ölçümlere dijital görüntüleme yöntemlerin imkân tanınması ile birlikte sistemik nedenlerden kaynaklı çeşitli kemik hastalıklarının erken teşhisi mümkün hale gelmiştir. Diş hekimliği alanında bilgisayarlı görüntüleme tekniklerinin kullanılmasıyla osteoporozun tanı/teşhisine yönelik uluslararası ve ulusal bazda çok sayıda araştırmanın bulunmasına rağmen izole olarak periodontal hastalıkların çene kemiğinin çeşitli noktalarında meydana getirebileceği değişikliklere morfometrik analiz yöntemlerinin yapılmamış olması, bu alanda çok yeni bilgiler elde edebileceğimizi düşündürmüştü ve bizi bu çalışmaya teşvik etmiştir. Ayrıca diş hekimine herhangi bir nedenden dolayı müracaat eden hastaların PR'leri üzerinde bilgisayar destekli analizlerle kemik yapının incelenebilmesi, hastaya ilave bir işlem ve ekstra bir radyasyon dozu gerektirmemesi gibi avantajlarının yanında hem hastalığın erken teşhisiyle hem de ilave bir periodontal sınıflama oluşturma imkânı ile tedavi prosedürlerinin ve tedavi zamanlamasının yeniden belirlenebileceğini düşünmekteyiz. Başka bir ilave avantaj olarak da uzun zaman dilimleri içerisinde periodontal kaynaklı

diş kayıplarının önüne geçilmesi ve dolaylı olarak ülkemizdeki sağlık harcamalarının azaltılması açısından etkili olabilecek adımların önünün açılacağını düşünmekteyiz.

Genel olarak literatür incelendiğinde araştırmaların tamamına yakınında maksiller kemik hiç kullanılmamış, sadece mandibular kemiğe ait morfometrik ölçümlerin yapıldığı ve bu çalışmalarda çoğunlukla osteoporozun değerlendirildiği görülmüştür. Biz bu çalışmamızda maksillar kemikten de anatomik bölgelere denk gelmeyecek şekilde iki adet ROI bölgesi dahil edip, maksiller kemikte oluşabilecek morfometrik değişikliklerin tespit edilebileceğini düşündük. Araştırmamızın bu açıdan da literatürdeki ilk araştırmalardan biri olacağını görmekteyiz.

Diş hekimliği alanında özellikle dental implant vakalarında, uygulanacak bölgedeki kemiğin kalitesinin ve kantitesinin değerlendirilmesinde radyomorfometrik indekslerden faydalanılmıştır. Fraktal analiz; organik-inorganik yapıların biçimsel benzerliklerinin morfometrik ve matematiksel ilişkilendirme ve ifadeler vasıtasıyla sayısal değerlere dönüştürülmesidir. Bu yöntem, hastalardaki benzer morfolojik farklılıkların, bilinen landmarklarla sayısal değerlendirilmesinin ve hastalıkların daha gerçekçi ölçülebilir şekilde analiz edilmesinin önünü açmaktadır.⁴⁷ Benzer şekilde periodontal hastalıkların sert dokuda ortaya çıkardığı etkiler göz önüne alındığında, maksilla ve mandibulada oluşabilecek etkisinin sayısal ölçümlerle gösterilebilmesinin mümkün olabileceğini düşünmekteyiz. Sayısal ölçüme dayalı analizlerle kemiği inceleyebileceğimiz ulaşılması kolay verilerden olan dental radyografiler, diğer yöntemlere nazaran daha ucuz, bireylerin alternatif görüntüleme tekniklerine göre daha az radyasyon alması gibi avantajlarından dolayı osteoporozla alakalı yapılan benzer ölçüm çalışmalarına literatürde sıkça rastlanmaktadır.⁴⁴

Reichert⁵⁹ çalışmasında, standardizasyonu sağlanmamış panoramik radyogramlar üzerinde osteoporozun görsel ve gözlemsel olarak değerlendirilmesinin mümkün olabileceğini belirtmiştir.

Gümüşsoy da⁷⁵ on beş adet koyun hemimandibulası üzerinde iki farklı panoramik röntgen cihazlarında aynı parametrelerle çekilen PR'ler üzerinde yaptığı araştırmada farklı FB değerleri ortaya çıkmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığını ifade etmiştir. Bizim çalışmamızda tek cihazda, aynı parametrelerle tek kişi tarafından çekim yapılarak panoramik görüntü standardizasyonu ile muhtemel yanlış sonuçların önüne geçilmesine çalışılmıştır.

Dijital görüntülerin kullanılarak analiz yapılması planlandığında; herhangi bir dijital görüntünün arşivlenmesinde olduğu gibi panoramik görüntülerin bilgisayar ortamına kaydedilmesinde de görüntü kalitesi ve formatının yanında minimum veri kaybı oluşturması da önemlidir. Bundan dolayı, Gürdal ve arkadaşları⁶⁰ üç farklı yazılımla JPEG ile TIFF görüntü formatlarının görüntülerde bulunan gri skala değerlerini koruyabilme başarısını araştırmış ve TIFF uzantılı görüntü formatının JPEG uzantılı görüntü formatına kıyasla daha başarılı olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda, görüntülerdeki veri kaybını azaltmak amacıyla görüntüyü PACS sistemine göndermeden çekim bilgisayarındaki ham görüntüyü TIFF uzantısıyla kaydetmeyi denediyssek de, sistem bu görüntüleri TIFF formatında doğrudan kaydetmeye izin vermemiştir. Bu nedenle, çalışmada kullanılacak görüntüler ilk olarak JPEG formatında kaydedilmiş ve sonrasında ImageJ programı içerisinde TIFF formatına dönüştürülerek FB analizleri yapılmıştır.

Trabeküler kemiğin, makro yapısının dallanması nedeniyle öz benzerlik (self-similarity) ve iyi tanımlanmış bir ölçü biriminin olmayışı (lack of well-defined scale) gibi

fraktal özellik sergilediği bilinmektedir. Bu sebeple fraktal geometrik uygulamaları ve FB analizleri, trabeküler kemiğin karmaşık yapısını açıklamada kullanılabilir.⁶¹ Bu çalışmada maksillar ve mandibular trabeküler kemik yapısını araştırmak amacıyla dental PR'lerde FB analizi uygulanmıştır. Pek çok araştırmacı kemik doku analizinde trabeküler kemik üzerine uygulanan FB analizinin, maksillofasial radyoloji alanında uygulanabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca, FB analizinin kemiğin görsel ve sayısal olarak incelenmesi amacıyla kullanılan antegonial indeks, mandibular kortikal genişlik, mandibular inferior kortikal indeks, mandibular kortikal indeks, panoramik mandibular indeks, mental indeks gibi radyomorfometrik ve dansitometrik ölçümlerin arasında en ekonomik, kolay uygulanabilir ve güvenilir bir metot olduğunu ifade etmişlerdir.⁵⁹⁻⁶¹

Kemik sağlığının değerlendirilmesinde trabeküler kemik yapısının tercih edilmesi, şu kriterlere dayandırılmıştır: Trabeküler kemik, kompakt kemiğe göre metabolik olarak daha aktiftir ve daha yüksek bir hücresel döngü hızına sahiptir. Bu nedenle, metabolik aktivitenin daha iyi bir göstergesidir ve bu yapıdaki değişiklikler gözlemlenebildiğinde teşhise götüren daha değerli bir bilgi kaynağı olabilir.⁶²

Fraktal analizde pek çok farklı yaklaşım olsa da en popüler olanı box-counting (kutu sayma) yöntemidir. Bu bağlamda, çalışmamızda ImageJ programı kullanılmış ve kutu sayma yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmacılar, trabekül ve boşluklarının sayılabildiği kutu sayma yönteminin trabeküler kemiğin karmaşık yapısını incelemede daha uygulanabilir olduğunu ifade etmişlerdir.^{58,61}

Updike ve Nowzari⁷⁶ box-counting, mass-radius, ve pixel-dilatation gibi farklı fraktal analiz yöntemlerinin olduğunu, bu farklı metotlarla çeşitli FB değerlerinin elde edilebileceğini ve bahsedilen farklı yöntemlerinin kullanıldığı araştırmalardaki FB değerlerinin kıyaslanmasının mümkün olamayacağını bildirmişlerdir. Yine Updike ve Nowzari⁷⁶ araştırmacıların yaygın olarak box-counting metodunu

tercih ettiklerini ve bu metodun diğerleriyle karşılaştırıldığında farklı önemli avantajlara sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle, çalışmamız kapsamında Updike ve arkadaşlarının tecrübelerini dikkate alarak box-counting yöntemini kullandık.

Fraktal analiz için basit ve geleneksel tanım olarak; klinik bulgularla birlikte biyolojik sistem karakteristiklerinin izah edilmesine imkân veren bir noninvaziv yöntem olduğu söylenebilir. Ek olarak, fraktal analizin -10 ile +30 derece arasında değişen projeksiyon açısı sapmalarından ve radyasyon miktarı gibi standardizasyonu zor olan değişkenlerden etkilenmemesinin yanında kolay ulaşılabilir ve ucuz olması gibi avantajlarından dolayı bu yöntemin daha kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılabilir.⁷⁷

FB hesaplamalarında kullanılan radyograflerin teknik açıdan uygulanma yöntemleriyle incelendiği çalışmalar düşünüldüğünde, bunların bir kısmında araştırmacıların trabeküler ağ yapısında oluşan değişimlerin tespit edilmesi amacıyla PR'leri, bir kısmında ise daha yüksek çözünürlüklü periapikal radyografleri kullanmayı seçtikleri görülmektedir. Bunun yanında hastalıkların kemik yapısında oluşturabileceği muhtemel değişim(ler) ve vücudun çeşitli bölgelerindeki farklı kemiklerin bu durumdan nasıl etkilendiği, alveoler kemiği etkileyebilecek lokal faktörler (periodontal hastalıklar, dişsizlik, çevre yapıların enfeksiyonları ve oklüzal kuvvetler gibi), anatomik varyasyonlar, FB ölçmede kullanılan farklı yöntemler, kullanılan radyograflerin çekim tekniği, iki boyutlu görüntüler için takip edilen yol, analiz edilecek bölgenin (ROI) tayininde belirlenen faktörler gibi değişkenler devreye girmektedir.^{75,77} Dolayısıyla, bu konuda standardizasyonun sağlanamadığı sonucuna varılabilir.

Tez kapsamında ALARA prensibine uygun olacak şekilde ve endikasyon dışı yüksek doz radyasyonun önüne geçmek istenmiş ve rutin istenen PR'ler üzerinde çalışma yapmanın doğru olacağı kanaatini taşıdığımızdan dolayı ilave periapikal film alınmamıştır. Şener ve Cinarcık⁷⁸ tarafından yapılan bir çalışmada trabeküler yapıyı

değerlendirmek için çizgisel ROI kullanımının yetersiz kaldığı ifade edildiğinden çalışma kapsamında düzlemsel ROI seçimi yapılmıştır. Ancak, FB değerlerinin, ROI seçiminde kullanılan boyut, şekil ve yerleştirildiği bölge gibi parametrelerden etkilendiği bildirilmiştir. Benzer şekilde Yaşar ve arkadaşları⁶⁴ da tam ve net bir ROI konumlandırılmasının uzun dönemli çalışmalar için kritik olduğunu ve FB değerlerini ROI bölgesi seçiminin, ROI boyutuna göre daha az etkilediğini vurgulamışlardır. Çenelerdeki alveolar sürecin mineral döngüsü uzun kemiklere göre daha hızlı olduğu için, yapılan araştırmalar rezorpsiyon ve depozisyon arasındaki sistemik bir uyumsuzluğun alveoler kemiklerde vücudun diğer bölgelerine göre daha erken semptomlara neden olduğunu göstermiştir.^{63, 64} Bu çalışmada kemik yapı üzerinde sistemik hastalıkların etkisini ortadan kaldırmak için anamnezde hiçbir sistemik hastalığı olmayan bireyler seçilmiş olmasına dikkat ettik. Ancak kemik yapısı etkileyebilecek sistemik hastalığı olduğunu bilmeyen bireylerinde dahil olmuş olabileceği göz önünde bulundurulmakla beraber bizim kanaatimizce olsa bile istatistiksel anlamı değiştirebilecek düzeyde olmadığını düşünmekteyiz.

Kadın ve erkeklere ait kas, iskelet ve kemik yapıların morfolojik olarak farklı oluşundan trabeküler yapıların da farklı olabileceği, bayanlardaki hormonal yapının farklı olması ve dönemsel olarak hormonal yapılardaki değişimlerin kemik ve trabeküler yapıları etkileyebileceği öngörüsünden hareketle çalışmamızın cinsiyetten kaynaklı farklılıktan etkilenmeyip izole olarak periodontitisin çene kemiğindeki trabeküler yapılarda meydana getirdiği değişimleri ortaya koyabilmesi için sadece erkek bireyler üzerinde incelemede bulunduk. İlerleyen dönemlerde bu konudaki çalışmaların artması ile birlikte kadın ve erkekler için ayrı ayrı ortalama farktal değerler ortaya konulup bunun üzerinden değerlendirme yapılabileceğini öngörmekteyiz.

Bu çalışmaya dahil olan katılımcıların PR'lerinde maksiller ve mandibular trabeküler kemiğin incelenmesi için kıyaslayıcı ve destekleyici olması amaçlanarak sol ve sağ taraflardan simetrik olarak 6'şar adet, toplamda 12 farklı ROI bölgesi belirlenmiştir. Böylece çalışmaya dahil edilen 205 kişide toplamda 2460 farklı alanın FB analizi ölçümleri sonucu çenelerin simetrik olarak değerlendirilmesi de mümkün olmuştur.

Çalışmamızda sınıflandırılmış beş grubun (sağlıklı, gingivitisli, hafif periodontitisli, orta şiddette periodontitisli ve şiddetli periodontitisli) sağlıklıdan şiddetli periodontitise doğru FB sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu belirlenmiştir.

Şener ve arkadaşları⁷⁸ sağlıklı ve orta şiddetli periodontitisli iki grupta toplam 100 hastanın periapikal radyografileri üzerinde yaptığı çalışmada interdental kemikte yapılan ölçümlerden ortalama FB değerlerinde anlamlı bir fark elde edildiğini, fraktal analizin periodontitisin neden olduğu trabeküler bütünlük değişikliklerini nicel olarak ayırt edebilir hale getirdiğini ve bu nedenle periodontitis ile ilişkili trabeküler mimarideki değişikliklerin teşhisi ve izlenmesi için önerilebileceğini bildirmişlerdir.

Updike ve arkadaşları⁷⁶ da sağlıklı, orta ve şiddetli periodontitisli 108 bireyi üç grup halinde incelemişler. Periapikal radyografiler üzerinde yapılan bu çalışmada gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulmuşlardır. Bunun sonucu olarak da fraktal analizin periodontitisten etkilenen ve etkilenmeyen hastalar arasında önemli farklılıklar olduğunu kanıtladığını, FB analiz yönteminin periodontitisin şiddetini nicel olarak tanımlayabileceğini ve mevcut teşhis tekniklerini geliştirmek için kullanılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Biz de bu çalışmada standardize edilmiş PR'ler üzerinde özellikle alveol kret tepesine yakın bölgelerde ortalama FB değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu görmekteyiz.

Khajavi ve arkadaşları⁸³ moderate periodontitisli hastalar ile sağlıklı dişetine sahip hastaların mandibular molar dişlerden alınan periapikal filmler üzerinde fraktal analiz incelemesi yapmışlardır. Elde edilen sonuçlar, moderate periodontitisli hastalara ait fraktal değerlerin sağlıklı diş etine sahip hastalara göre istatistiksel açıdan anlamlı farklılık da olduğunu göstermiştir. Diş hekimliğinde fraktal analiz yöntemi kullanılarak periodontal dokulardaki değişimlerin belirlenmesinde de yararlanılabileceğini vurgulayan bir diğer çalışmada da Shrout ve arkadaşları⁸⁴ periodontitis teşhisi konmuş bireylere ait periapikal radyografileri kullanmışlardır. Bu çalışmada periodontitisli hastaların FB değerleri, sağlıklı ve gingivitisli bireylerden elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında istatistiksel düzeyde anlamlı bir şekilde farklılık göstermiştir. Ancak aynı ekip bir başka çalışmada periodontitisli ve gingivitisli bireyleri karşılaştırmış; fraktal değerlerde kısmi farklılıklar olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.⁸⁵

Cha ve arkadaşlarının⁸⁶ yürüttükleri çalışma, fraktal analiz yönteminin periodontal hastalıkların teşhisinde kullanılabileceği tezini desteklemektedir. Yukarıda belirtilen araştırmalarda; sağlıklı bireylerin, gingivitisli ve periodontitisli hastaların tanısında kullanmak için fraktal analiz metodunun uygun bir yöntem olduğu, bu analizden sağlıklı veri elde edebilmek için standart koşullarda çekilmiş filmlere ihtiyaç olmadığı belirtilmektedir. Tez çalışması kapsamında fraktal analiz verilerini bu tartışmaların dışında tutmak ve analiz yönteminin güvenilirliğini yalın olarak tespit edebilmek için radyografideki standardizasyona uygun bir şekilde hareket edilmiştir.

Coşkunarslan ve ark.⁸⁷ 2019 yılında yaptıkları çalışmada sağlıklı ve periodontitisli bireylerin çene kemiğindeki değişiklikleri fraktal analiz yöntemi ile incelemişlerdir. Değerlendirmeye tabi tutulan 96 hastaya ait konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerinde mandibular birinci ve ikinci molar diş arasındaki alveoler

kemikten alınan crossectional kesitlerde yapılan fraktal analiz değerlendirmesinde FB değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Coşkunarsalan ve arkadaşlarının yaptığı bu çalışmada 1 mm kalınlığındaki kesitlerin kullanılmış olması trabeküler yapının özelliğini tam olarak veremeyebileceği göz önüne alınarak istatistiksel anlamlılık sağlayamayabileceğini düşünmekteyiz. Bizim çalışmamızda PR kullanmış olmamız imaj alanına giren bütün yapıları özellikle çene kemiklerinin trabeküler yapısının tamamını görme imkânı sağladığından trabeküler ağı ve etkilenme oranını daha net görebilme ve kemik mimarisini fraktal analiz ile değerlendirmenin daha doğru olabileceğini düşünmekteyiz.

Periodontal hastalıklar dişetinden başlayıp çene kemiklerine doğru ilerleyen, ataçman kaybı, kemik kaybı ve nihayetinde diş kaybı ile sonuçlanabilen inflamatuvar hastalıklardır. Kemiğin etkilenmesi klinik uygulamalarda radyografiler üzerinde horizontal ve vertikal kayıplar göz önüne alınarak incelenirken; fraktal analiz trabeküler yapının da incelenmesine olanak sağlamaktadır. Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler, trabeküler yapıdaki değişimlerin sadece alveol kemiğinde değil çenelerde incelediğimiz diğer bölgelerde de anlamlı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde periodontal hastalıklar mı FB değerlerinde düşüşe neden olur, yoksa FB değerleri düşük olanlar mı periodontal hastalıklara daha yatkın olur, gibi bir soru aklımıza gelmektedir. Bu sorunun cevabını net verebilmek için çok daha fazla çalışma ve takip gerektiğini düşünmekteyiz.

Parisa Soltani ve ark.⁸⁸ 2021 yılında sağlıklı grupta 22'si kadın 14'ü erkek, hasta grupta ise 27'si kadın 17'si erkek olan toplam 80 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada hasta grubunu hafif, orta ve şiddetli periodontitis olarak sınıflayıp periapikal radyografiler üzerinde fraktal analiz yöntemi ile trabeküler yapıyı incelemiştir. Çalışmanın bulgularına göre sağlıklı grup ile hafif periodontitis arasında fraktal değer

düşmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken; fraktal analizin sağlıklı dişlerde periodontal kemik ile orta ve şiddetli klinik ataçman kaybı olan dişleri ayırt etmede kullanılabileceğini göstermişlerdir. Periapikal radyografilerde, ataçman kaybı olmayanlara kıyasla periodontitisli dişlerin çevresindeki kemikte FB daha düşüktü. Bu çalışma, bizim çalışmamızla kıyaslandığına hem katılan birey sayısı olarak hem de ROI bölgelerinin sayısı açısından çok düşük kalmakla beraber periapikal radyografiler üzerinde de bizim yaptığımız çalışmayı ciddi oranda desteklemektedir. Sonuçları bakımından periapikal ve PR'lerde standardizasyon sağlandığında periodontitisin çene kemiği üzerindeki etkilerini değerlendirmede fraktal analiz yönteminin kantitatif ölçüm olarak kullanılabileceği gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışma periodontitisin, her iki cinsiyette de çene kemiklerindeki trabeküler yapıda değişikliğe neden olduğunu ve değişikliklerin fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilebileceğini göstermiştir.

Aktuna Belgin ve arkadaşları⁸⁹ 35 sağlıklı 35 periodontitisli toplam 70 hastanın periapikal radyografileri üzerinde yaptıkları çalışmada periodontitisli bireylerin fraktal değerlerinin belirgin istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğunu ve fraktal analizin periodontitisli bireylerde çene kemiğini değerlendirmede kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Bizim yaptığımız tez çalışmamızda, periodontal sağlığı beş grupta (NHANNES kriterlerine göre sağlıklı, gingivitisli, hafif periodontitisli, orta şiddetli periodontitisli ve şiddetli periodontitisli olarak) derecelendirilmiş, hiçbir sistemik hastalığı olmayan ve sadece 20-40 yaş arası 205 erkek birey incelemeye dahil edilmiştir. Elde edilen veriler büyük oranda hipotezimizi doğrulamış olup, periodontitis ve periodontal sağlığın; çene kemiğine ait belli bölgelerdeki trabeküler yapıda değişikliklere neden olduğu ve bunun da fraktal analiz yöntemi ile belirlenebileceğini göstermiştir. Ayrıca hem bizim

Çalışmamız hem de bu alandaki diğerkalışmalar periodontitisin çene kemikleri üzerindeki etkilerini tespit etmede mandibular molar bölgelerdeki alveoler kemiğinin önemli derecede bilgi sağladığını, fraktal değerlerdeki değişimin anlamlı olduğunu söyleyebiliriz.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda, klinik olarak NHANNES kriterlerine göre periodontal açıdan sınıflandırılmış bireylerin panoramik görüntülerinde seçilen farklı bölgeler fraktal analiz yöntemi ile karşılaştırmalı bir şekilde incelenmiştir. Bu incelemelerden elde edilen sonuçlara göre;

- Araştırmanın genelinde periodontal sağlık kötüleştikçe çenelere ait trabeküler yapılarda değişim olduğu izlenmiştir.
- İncelenen alanlardan premolar-kanin bölgelerinden yapılan FB ölçümlerinde çalışma kapsamındaki tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.
- Mandibular kondillerden, ikinci molar ile birinci molar dişler arasından ve birinci molar ile ikinci premolar dişler arasındaki trabeküler kemik yapıda sağlıklıdan şiddetli periodontitisli gruplara doğru simetrik olarak FB değerleri düşük olarak saptandı.
- Maksiller bölgede simetrik iki bölgeden alınan FB değerlerinde, sağ tarafta istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmazken; sol tarafta çalışmanın geneline uyumlu sonuç bulunmuştur.
- Angular bölgede simetrik iki bölgeden alınan FB değerlerinde, sağ tarafta çalışmanın geneline uyumlu veriler elde edilirken sol tarafta istatistiksel olarak anlamlı olmayan sonuçlar bulunmuştur
- Fraktal analiz uygulamasının kullanılan PACS sistemine entegre daha kullanışlı ve pratik hale getirilmesini önermekteyiz. Periodontal sağlık ve risk açısından bireylerin değerlendirilip elde edilecek kantitatif değerler ile beraber tedavi planının belirlenmesi ve hastanın bu yönde uyarılmasının

ilerleyen dönemde hem sağlık hem de maliyet açısından önem arz edeceğini düşnmekteyiz.

- lke genelinde yaşı grupları, bölgeler ve cinsiyete göre epidemiyolojik araştırmalar yapılarak ortalama FB değerlerinin bulunmasının, özellikle periodontal hastalıklar olmak üzere bazı sistemik hastalıkların erken tanısına yardımcı olabileceğini düşnmekteyiz.



KAYNAKLAR

1. Gotsman I, Lotan C, Soskolne WA, Rassovsky 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;78:849-58.
2. Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR, Carranza FA. Carranza's Clinical Periodontology: Elsevier Saunders; 2014.
3. Amano A. Host-parasite interactions in periodontitis: subgingival infection and host sensing. *Periodontology*, 2010;52:7-11.
4. Özkan Y, Orbak R. Androjen Hormon Metabolizmasında Görev Alan 5 α -Redüktazın Periodontal Hastalıklarla İlişkinin İncelenmesi, Doktora Tezi. 2019.
5. Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. *Nat Rev Dis Primers* 2017;3:17038.
6. Haffajee AD. Microbial etiological agents of destructive periodontal diseases. *Periodontology*, 2000;5:78-111.
7. Haffajee AD, Socransky SSJP. Microbiology of periodontal diseases: introduction. *Periodontology* 2000;38:9-12.
8. Holt S C, Ebersole JL. Porphyromonas gingivalis, Treponema denticola, and Tannerella forsythia: the 'red complex', a prototype polybacterial pathogenic consortium in periodontitis. *Periodontology* 2000; 38:72-122.
9. Nishihara T, Koseki T. Microbial etiology of periodontitis. *Periodontology* 2000;36:14-26.
10. Paster B J, Olsen I, Aas JA, Dewhirst FE. The breadth of bacterial diversity in the human periodontal pocket and other oral sites. *Periodontology*, 2000; 42:80-87.
11. Popova C, Dosseva-Panova V, Panov V. Microbiology of periodontal diseases. A review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 2013; 27: 3754-3759.

12. Socransky SS, Haffajee AD. Dental biofilms: difficult therapeutic targets. *Periodontology*, 2000;28:12-55.
13. Socransky SS, Haffajee ADJP. Periodontal microbial ecology. *Journals ekb.eg* 2005;38:135-87.
14. Van Winkelhoff AJ, Winkel EG. Microbiological diagnostics in periodontics: biological significance and clinical validity. *Periodontology* 2000;39:40-52.
15. Shi Q, Abbruzzese JL, Huang S, Fidler IJ, Xiong Q, Xie K. Constitutive and inducible interleukin 8 expression by hypoxia and acidosis renders human pancreatic cancer cells more tumorigenic and metastatic. *Clinical Cancer Research*, 1999;5:3711-21.
16. Koch AE, Polverini PJ, Kunkel SL, Harlow LA, DiPietro LA, Elner VM, et al. Interleukin-8 as a macrophage-derived mediator of angiogenesis. *Science* 1992;258:1798-801.
17. Arenberg DA, Kunkel SL, Polverini PJ, Glass M, Burdick MD, Strieter RM. Inhibition of interleukin-8 reduces tumorigenesis of human non-small cell lung cancer in SCID mice. *The Journal of Clinical Investigation* 1996;97:2792-2802.
18. Richter GW, Solez K. Cytokine-Induced Pathology: Inflammatory Cytokines, Receptors, and Diseases: *Academic Press*; 2013.
19. Mermut S, Bengi AO, Akin E, Kürkçü M, Karaçay Ş. Effects of interferon-gamma on bone remodeling during experimental tooth movement. *The Angle Orthodontist* 2007;77:135-41.
20. Deshmane SL, Kremlev S, Amini S, Sawaya BE. Monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1): an overview. *Journal of Interferon Cytokine Research*, 2009;29:313-326.

21. Lang NP, Bartold PM. Periodontal health. *Journal of Periodontology*, 2018;89:S9-S16.
22. Murakami S, Mealey BL, Mariotti A, Chapple ILC. Dental plaque-induced gingival conditions. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018;89:17-27.
23. Holmstrup P, Plemons J, Meyle J. Non-plaque induced gingival diseases. *Journal of Clinical Periodontology* 2018;45:28-43.
24. Herrera D, Retamal Valdes B, Alonso B, Feres M. Acute periodontal lesions (periodontal abscesses and necrotizing periodontal diseases) and endo-periodontal lesions. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018; 45: S78-S94.
25. 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 2018;89:237-48.
26. Albandar JM, Susin C, Hughes FJ. Manifestations of systemic diseases and conditions that affect the periodontal attachment apparatus: Case definitions and diagnostic considerations. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018;45:171-189.
27. Fine DH, Patil AG, Loos BG. Classification and diagnosis of aggressive periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018;45:95-111.
28. Needleman I, Garcia R, Gkranias N, Kirkwood KL, Kocher T, Iorio AD, Petrie A. Mean annual attachment, bone level, and tooth loss: A systematic review. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018;45:112-129.
29. Billings M, Holtfreter B, Papapanou PN, Mitnik GL, Kocher T, Dye BA. Age-dependent distribution of periodontitis in two countries: Findings from NHANES

- 2009 to 2014 and SHIP-TREND 2008 to 2012. *Journal of Clinical Periodontology*, 2018;45:130-148.
30. Papapanou PN, Sanz M, Buduneli N, Dietrich T, Feres M, Fine DH, Tonetti MS. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, 2018;89:173-182.
31. Cortellini P, Bissada NF. Mucogingival conditions in the natural dentition: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *Journal of Periodontology*, 2018;89: 204-213.
32. Fan J, Caton JG. Occlusal trauma and excessive occlusal forces: Narrative review, case definitions, and diagnostic considerations. *Journal of Periodontology*, 2018;89:214-222.
33. Ercoli C, Caton JG. Dental prostheses and tooth-related factors. *Journal of Periodontology*, 2018;89:223-236.
34. Barrère F, van Blitterswijk CA, de Groot K. Bone regeneration: molecular and cellular interactions with calcium phosphate ceramics. *Int J Nanomedicine*, 2006;1:317-32.
35. Eroschenko V. *Di Fiore Histoloji Atlası Fonksiyonel İlişlileriyle*. 10. Baskı. Palme Yayınevi, Ankara. 2008.
36. Tunçay ÖE. Biyomimetik yöntemle bor katkılı doku iskelelerinin geliştirilmesi ve kemik doku mühendisliğindeki etkinliklerinin araştırılması. 2013.
37. Topaloğlu U, Ketani MA, Saruhan BG. Kemik doku ve kemikleşme çeşitleri. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2017;10:62-71.
38. Doblaré M, Garcia J, Gómez M. Modelling bone tissue fracture and healing: a review. *Engineering Fracture Mechanics*, 2004;71:1809-40.

39. Kostakoglu L, Valk PE. Assessment of treatment response by FDG-PET. Positron Emission Tomography: *Springer*, 2006. p. 387-412.
40. Erinç Ö, Güneri P. Diş Hekimliğinde Kemik Kalitesinin Belirlenmesi: Radyografik yöntemler ve yorumları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2007;8:190-9.
41. Augat P, Fuerst T, Genant H. Quantitative bone mineral assessment at the forearm: a review. *Osteoporosis Int*, 1998;8:299-310.
42. Hildebolt C, Rupich R, Vannier M, Zerbolio Jr D, Shrout M, Cohen S, et al. Inter-relationships between bone mineral content measures: Dual energy radiography (DER) and bitewing radiographs (BWx). *Journal of Clinical Periodontology*, 1993;20:739-45.
43. Hildebolt C. Osteoporosis and oral bone loss. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1997;26:3-15.
44. Horner K, Devlin H, Alsop C, Hodgkinson I, Adams J. Mandibular bone mineral density as a predictor of skeletal osteoporosis. *The British Journal of Radiology*, 1996;69:1019-25.
45. Bryant SR. The effects of age, jaw site, and bone condition on oral implant outcomes. *International Journal of Prosthodontics*, 1998;11:5.
46. Mohajery M, Brooks SL. Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1992;73:112-7.
47. Braillon P, Lapillonne A, Ho P, Bouvier R, Bochu M, Salle B. Assessment of the bone mineral density in the lumbar vertebrae of newborns by quantitative computed tomography. *Skeletal Radiology*, 1996;25:711-5.
48. 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*

- Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2004;98:102-9.
49. Lindh C, Nilsson M, Klinge B, Petersson A. Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1996;25:146-50.
 50. Canger E, Çelenk PD. Türkiye'de Diş Hekimliği Radyolojisinin Gelişimi. *Turkiye Klinikleri J Med Ethics*, 2005;13:48-54.
 51. 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. *Archives of Internal Medicine*, 2002;162:1409-15.
 52. Versteeg C, Sanderink G, Van Der Stelt P. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *Journal of Dentistry*, 1997;25:215-24.
 53. Angulo F. Panoramic radiograph in edentulous and partially edentulous patients. *Acta Odontologica Venezuelana*, 1989;27):60-7.
 54. McDavid W, Tronje G, Welander U. A method to maintain a constant magnification factor throughout the exposure of rotational panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1989;18:160-8.
 55. Large AJ. Countless students of the Lewis and Clark Expedition. *Explorations Into the World of Lewis and Clark* V-3 of 3. 2003;3:1449.
 56. 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 Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2001;92:346-52.

57. Bollen A, Taguchi A, Hujoel P, Hollender L. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2001;30:270-5.
58. Law AN, Bollen A-M, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *The Journal of the American Dental Association*, 1996;127:1734-42.
59. Nair M, Seyedain A, Agarwal S, Webber R, Nair U, Piesco N, et al. Tuned aperture computed tomography to evaluate osseous healing. *Journal of Dental Research*, 2001;80:1621-4.
60. Gürdal, P., Hildebolt, C. F., & Akdeniz, B. G. The effects of different image file formats and image-analysis software programs on dental radiometric digital evaluations. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2001. 30, 50-55
61. Cantürk F. Primer Hiperparatiroidili Hastaların Çene Kemiklerine Ait Radyografik Bulguların Fraktal Analiz Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi. Uzmanlık Tezi. 2020.
62. Degiorgio V. Mandelbrot, BB. The fractal geometry of nature. *Scientia, Rivista di Scienza*, 1984;78.
63. Lopes R, Betrouni N. Fractal and multifractal analysis: a review. *Medical image Analysis*, 2009;13:634-49.
64. Yasar F, Akgunlu F. Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2005;34:261-7.
65. Goldberger AL, West BJ. Fractals in physiology and medicine. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 1987;60:421.
66. Amer ME, Heo MS, Brooks SL, Benavides E. Anatomical variations of trabecular bone structure in intraoral radiographs using fractal and particles count analyses. *Imaging Science in Dentistry*, 2012;42:5-12.

67. Buckland Wright J, Lynch J, Rymer J, Fogelman I. Fractal signature analysis of macroradiographs measures trabecular organization in lumbar vertebrae of postmenopausal women. *Calcified Tissue International*, 1994;54:106-12.
68. Huh KH, Baik JS, Yi WJ, Heo MS, Lee SS, Choi SC, et al. Fractal analysis of mandibular trabecular bone: optimal tile sizes for the tile counting method. *Imaging Science in Dentistry*, 2011;41:71-8.
69. Demirbaş AK, Ergün S, Güneri P, Aktener BO, Boyacıoğlu H. Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2008;106:e41-e8.
70. Güleç M, Taşşöker M, Özcan S. Tıpta ve Diş hekimliğinde fraktal analiz. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2019;40:17-31.
71. Cross SS. The application of fractal geometric analysis to microscopic images. *Micron*, 1994;25:101-13.
72. Haidekker M, Andresen R, Evertsz C, Banzer D, Peitgen H. Assessing the degree of osteoporosis in the axial skeleton using the dependence of the fractal dimension on the grey level threshold. *The British Journal of Radiology*, 1997;70:586-93.
73. Ergün S, Saraçoğlu A, Güneri P, Ozpınar B. Application of fractal analysis in hyperparathyroidism. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2009;38:281-9.
74. Reichert C. Mandibular cortical shape index in non-standardised panoramic radiographs for identifying patients with osteoporosis as defined by the German Osteology Organization. Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie, 2013.

75. Gümüşsoy İ. Panoramik radyografilerde fraktal analiz metodunun uygulanması ve değişik röntgen cihazlarının fraktal boyut değerine etkisi. *Sakarya Tıp Dergisi*, 2019, 9:492-8.
76. Updike SX, Nowzari H. Fractal analysis of dental radiographs to detect periodontitis-induced trabecular changes. *Journal of Periodontal Research*, 2008;43:658-64.
77. Jolley L, Majumdar S, Kapila S. Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 2006;35:393-7.
78. Sener E, Cinarcik S, Baksi BG. Use of fractal analysis for the discrimination of trabecular changes between individuals with healthy gingiva or moderate periodontitis. *Journal of Periodontology*, 2015; 86:1364-1369.
79. Shrout M, Farley B, Patt S, Potter B, Hildebolt C, Pilgram T, et al. The effect of region of interest variations on morphologic operations data and gray-level values extracted from digitized dental radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 1999;88:636-9.
80. Shrout M, Hildebolt C, Potter B. The effect of varying the region of interest on calculations of fractal index. *Dentomaxillofacial Radiology*, 1997;26:295-8.
81. Mohammad A, Alder M, McNally MA. A pilot study of panoramic film density at selected sites in the mandible to predict osteoporosis. *International Journal of Prosthodontics*, 1996;9:3
82. Kribbs PJ, Chesnut III CH, Ott SM, Kilcoyne RF. Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporotic population. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1989;62:703-7.

83. Khajavi MA, Saljoghinezhad M, Sargolazaii N. Feasibility of fractal analysis for detecting primary bone changes in chronic periodontitis. *International Journal of Contemporary Dental & Medical Reviews*, 2017;2017.
84. Shrout MK, Roberson B, Potter BJ, Mailhot JM, Hildebolt CF. A comparison of two patient populations using fractal analysis. *Journal of Periodontology*, 1998;69:9-13.
85. Shrout MK, Hildebolt CF, Potter BJ, Comer RW. Comparison of 5 protocols based on their abilities to use data extracted from digitized clinical radiographs to discriminate between patients with gingivitis and periodontitis. *Journal of Periodontology*, 2000;71:1750-5.
86. Cha SY, Han WJ, Kim EK. Usefulness of fractal analysis for the diagnosis of periodontitis. *Imaging Science in Dentistry*, 2001;31:35-42.
87. 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.
88. Soltani P, Sami S, Yaghini J, Golkar E, Riccitiello F, Spagnuolo G. Application of fractal analysis in detecting trabecular bone changes in periapical radiograph of patients with periodontitis. *International Journal of Dentistry*, 2021, 2021.
89. Aktuna Belgin C, Serindere, G. Evaluation of trabecular bone changes in patients with periodontitis using fractal analysis: A periapical radiography study. *Journal of Periodontology*, 2020;91:933-937.

EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Doğum tarihi: Doğum Yeri: Medeni Hali: Uyruğu: Adres: Tel: Faks: E-mail:
Eğitim
Lise: Lisans: Doktora:
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce:
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
İlgi Alanları ve Hobiler

EK-2. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU¹

Öğrencinin Adı ve Soyadı	Abubekir LALOĞLU
Öğrencinin Numarası	
Ana Bilim Dalı	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora

Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukukî sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Bölümler	Benzerlik Oranı	Maksimum Benzerlik Oranları
I. Giriş	% 00	% 15
II. Genel Bilgiler	% 01	% 35
III. Materyal ve Metod	% 10	% 35
IV. Bulgular	% 06	% 15
V. Tartışma	% 01	% 20

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
----------------------	---------------

EK-3. ETİK KURUL ONAY FORMU



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Sayı : 02

20.01.2021

AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

04.01.2021 tarih ve 01 sayılı yazınız ekinde gönderilen Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU ile Arş. Gör. Dt. Abubekir LALOĞLU'nun birlikte hazırladıkları "*Sağlıklı ve Periodontitisli Bireylerin Çene kemiğine Ait Trabeküler Yapıdaki Değişikliklerin Fraktal Analiz Yöntemi ile Karşılaştırmalı İncelenmesi*" konulu Doktora Tezinin etik kurul başvurusu kurulumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 20/01/2021
Oturum Sayısı: 01/ 2021

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	<i>Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU Arş. Gör. Dt. Abubekir LALOĞLU</i>
Araştırmanın Açık Adı	<i>Sağlıklı ve Periodontitisli Bireylerin Çene Kemikine Ait Trabeküler Yapıdaki Değişikliklerin Fraktal Analiz Yöntemi ile Karşılaştırmalı İncelenmesi</i>
Karar No	02.
Alınan Karar	Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU ile Arş. Gör. Dt. Abubekir LALOĞLU'nun birlikte hazırladıkları " <i>Sağlıklı ve Periodontitisli Bireylerin Çene Kemikine Ait Trabeküler Yapıdaki Değişikliklerin Fraktal Analiz Yöntemi ile Karşılaştırmalı İncelenmesi</i> " konulu Doktora Tezinin Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılması şartıyla; kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına mevcudun oybirliği ile karar verildi.

EK-4. HASTA ONAM BELGESİ

31.12.2020

ETİK KURUL BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE TEZ BAŞVURU FORMU



ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
ETİK KURUL BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE TEZ BAŞVURU FORMU
(GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLMESİ VE RIZASININ ALINMASI PROTOKOLÜ)



GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLDİĞİ VE RIZASININ ALINDIĞI GÖSTEREN ANA ESASLAR

Sağlıklı ve Periodontitisli bireylerin Çene Kemigine Ait Trabeküler Yapıdaki Değişikliklerin Fraktal Analiz Yöntemi ile Karşılaştırmalı İncelenmesi

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılm gönüllülük esasına dayalıdır. Kararımdan önce araştırmaya hakkında sizi bilgilendirmek istiyorum. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

periodontitis hastaları ve sağlıklı bireylerin çene kemiklerindeki kayıpların fraktal analiz yöntemi ile kantitatif olarak ölçülecektir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz [Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU] veya onun görevlendireceği bir hekim/araştırmacı tarafından muayene edileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir. İnceleme sonucunda uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız.

rutin alınan dijital panoramik radyografi üzerinde çalışılacaktır.

Araştırmanın süresi maksimum 10 dakika sürecektir. hastalardan rutin muayene sırasında alına panoramik radyografi kullanılacaktır ,hastalara ilave radyasyon verilmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Proje yürütülmesi esnasında herhangi bir sebep göstermeden aratmadan çekilebilirsiniz(ancak aratmaclar zor durumda brakmamak için aratmadan çekilecelemi önceden bildirmemin uygun olacaktır). Bu durumda da sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi kouluyla aratrmacı tarafından aratma d tutulabilirsiniz.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük talep edilmeyecektir.

Araştırma sadece tanışal incelemeye yönelik olup araştırma esnasında herhangi bir sağlık sorunu oluşması öngörülmemekle birlikte ihtiyaç olduğu takdirde bağlantı kurulacak kişi
Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş VE Çene Radyolojisi A.D. ERZURUM

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı

Ad - Soyad

Adres

Telefon

İmza

Velisi

Ad - Soyad

<https://atauni.edu.tr/uploads/disHekForm2/>

1/2

31.12.2020

ETİK KURUL BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE TEZ BAŞVURU FORMU

Adres
Telefon
İmza

Kabilmacı ile görüşen araştırmacı

Ad - Soyad
Adres
Telefon
İmza

Görüşme Tanığı:

Ad - Soyad
Adres
Telefon
İmza
Görev

HASTA FORMU

KİMLİK NO:

YAŞ:

TLF:

ADI:

BOY:

SOYADI:

KİLO:

CİNSİYET:

DOĞUM YERİ:

YAŞADIĞI ŞEHİR:

SİSTEMİK HASTALIKLAR:

KALP HASTALIKLARI

HİPERTANSİYON

DİYABET

TROİD HASTALIKLARI

ORGAN YETMEZLİĞİ:

KARACİĞER HASTALIĞI

BÖBREK HASTALIKLARI

GİS HASTALIKLARI

ANEMİ VE DİĞER KAN HASTALIKLARI

BAĞ DOKUSU VE MALIGN HASTALIKLAR

DİĞER:

KULLANILAN İLAÇLAR:

KORTİKOSTEROİDLER

HEPARİN-COMADİN

SİKLOSPORİN

ANTİASİT

ANTİEPİLEPTİK

KALSİYUM

VİTAMİNLER

D VİTAMİNİ

SAÇ DÖKÜLMESİ İÇİN

DİĞER

FİZİKSEL AKTİVİTE:

YÜRÜYÜŞ

EGZERSİZ

YÜZME

FUTBOL

BASKETBOL

VOLEYBOL

YÜZME

DİĞER

ZARARLI ALIŞKANLIKLAR:

ALKOL

SİGARA

UYUŞTURUCU

DİĞER