



**PERİ-İMLANTİTİSİN ÇEVRESEL ALVEOLAR KEMİĞE ETKİSİNİN  
FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Abdulkadir Kemal BİNİCİ**

**DOKTORA TEZİ  
PERİODONTOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2024**

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

Bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Abdulkadir Kemal BİNİCİ

04/07/2024

# PERİ-İMLANTİTİSİN ÇEVRESEL ALVEOLAR KEMİĞE ETKİSİNİN FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Abdulkadir Kemal BİNİCİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2024

## ÖZET

Peri-implantitis, peri-implant dokuda inflamasyon ve ilerleyen kemik kaybı ile karakterizedir. Peri-implantitisin tanısı, prognozu ve tedavisi, klinik ve radyografik verilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesine bağlıdır. Çeşitli araştırmaların sonuçlarına göre, peri-implantitisin prevalansı, hasta popülasyonunda %4,7-%45 arasında ve implant popülasyonunda %3,6-%22,1 arasındadır. Radyografiler peri-implantitis dahil periodontal hastalıkların teşhisinin yanı sıra şiddetinin ve kapsamının doğru bir şekilde anlaşılabilmesi ve tedavi sürecinde alveoler kemik desteğinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan etkin teşhis araçlarıdır. Fraktal Analiz (FA), tıp alanında radyografiler üzerinde görüntü analizi yaparak, potansiyel hastalıkları teşhis etmek veya mevcut hastalıkların şiddeti ve ilerleyişi hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir yöntemdir. Kemik içindeki düzensiz trabeküler yapılar FA ile belirlenerek kemik yapısı değerlendirilebilir. Bu çalışmanın amacı, FA'nın panoramik radyografiler kullanılarak sağlıklı peri-implant mukozası ve peri-implant hastalığı olan bireyler arasında peri-implant trabeküler kemiği ayırt edemeyeceğini belirlemek ve yine hesaplanan fraktal değerlerin kişilerin klinik bulguları ile korale olup olmadığını değerlendirmektir. Çalışmamızda, FA parametrelerinin hesaplanması amacıyla, 2022-2024 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'nda implant tedavisi görmüş ve muayene kayıtları bulunan hastaların panoramik radyografileri kullanıldı. Mandibula molar bölgelerinde tek dental implant bulunan, klinik muayene kayıtlarına göre, kontrol grubunu oluşturacak peri-implantitis açısından sağlıklı 53 ve test grubunu oluşturacak peri-implantitis tespit edilmiş 50, toplam 103 hasta ile çalışma gerçekleştirildi. Peri-implantitisli ve sağlıklı implantların FB değerleri karşılaştırıldığında test grubunun ortalama FB değerlerinin istatistiksel olarak seviyede daha düşük olduğu tespit edildi. Çalışma sonuçlarına göre FA'nın peri-implantitisin trabeküler kemik üzerine etkisinin değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olabileceği düşünüldü.

Bilim Kodu : 1048  
Anahtar Kelimeler : Peri-implantitis, Fraktal analiz, Panoramik  
Sayfa Adedi : 83  
Danışman : Prof. Dr. Fitnat Deniz ÖZBAY ÇETİNER

# EVALUATION OF THE EFFECT OF PERI-IMPLANTITIS ON THE PERIPHERAL ALVEOLAR BONE USING THE FRACTAL ANALYSIS METHOD

(Ph. D. Thesis)

Abdulkadir Kemal BİNİCİ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

July 2024

## ABSTRACT

Peri-implantitis is characterized by inflammation and progressive bone loss in the peri-implant tissue. The diagnosis, prognosis and treatment of peri-implantitis depend on the accurate evaluation of clinical and radiographic data. According to the results of various studies, the prevalence of peri-implantitis is between 4.7% and 45% in the patient population and 3.6% and 22.1% in the implant population. Radiographs are effective diagnostic tools used to diagnose periodontal diseases, including peri-implantitis, as well as to accurately understand their severity and extent and to evaluate alveolar bone support during the treatment process. Fractal dimension analysis is a method used in the field of medicine to perform image analysis on radiographs, to diagnose potential diseases or to obtain information about the severity and progression of existing diseases. Irregular trabecular structures within the bone can be determined by Fractal Dimension Analysis and bone structure can be evaluated. The aim of this study is to determine whether fractal analysis can distinguish peri-implant trabecular bone between healthy peri-implant mucosa and individuals with peri-implant disease using panoramic radiographs and to evaluate whether the calculated fractal values correlate with the clinical findings of the individuals. In our study, panoramic radiographs of patients who received implant treatment at the Department of Periodontics, Faculty of Dentistry, Gazi University between 2022-2024 and whose examination records were available were used to calculate the fractal dimension analysis parameters. The study was conducted with a total of 103 patients with a single dental implant in the mandibular molar region, 53 healthy patients in terms of peri-implantitis who would constitute the control group according to the clinical examination records and 50 patients with peri-implantitis who would constitute the patient group. When the FB values of the peri-implantitis and healthy implants were compared, it was determined that the average FB values of the patient group were statistically significant and less. According to the study results, it was thought that FBA could be an effective method in evaluating the effect of peri-implantitis on trabecular bone.

Science Code : 1048  
Key Words : Peri-implantitis, Fraktal analysis, Panoramic  
Page Number : 83  
Supervisor : Prof. Dr. Fitnat Deniz ÖZBAY ÇETİNER

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca tüm değerli mesleki tecrübesi ve bilgisinin yanında sevgisini de benimle paylaşan, hoşgörüsüne ve akademisyenliğine hayran olduğum, yollarımız iyi ki kesişti dediğim, çok sevdiğim ve çok saygı duyduğum değerli danışmanım Prof. Dr. F. Deniz ÖZBAY ÇETİNER'e,

Tez çalışmam sırasında gösterdikleri tüm emek, yardım ve özverileri için Prof. Dr. Ahu URAZ ÇÖREKÇİ ve Prof. Dr. Sedat ÇETİNER'e,

Üzerimde emekleri olan ve bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşıp esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet YALIM'a,

Doktora eğitimim boyunca desteğini ve sevgisini hep hissettiğim, bilgisi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, başarılarıyla mutluluk duyduğum Doç. Dr. Umut PAMUKÇU'ya,

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım, tüm zorlukları keyifli hale getiren, çok sevdiğim ve her zaman yanımda olacaklarını bildiğim meslektaşlarım, Dt. Çağlar KALKAN'a, Dr. Dt. Seher ARSEVEN TUNÇ'a, Dt. Halil Samet DEDEOĞLU'na, Uzm. Dt. Ceyda Gizem TOPAL'a, Uzm. Dt. Ömer Onur GÜMÜŞ'e, Dr. Dt. Aykut GÖNDER'e, Dr. Dt. Nazife HAMURCU'ya, Dr. Dt. Özkan ÖZKOÇER'e, Dt. Ömer Faruk BAKI'ye, Dt. Emre MAÇ'a, Dt. Engin MAYA'ya Uzm. Dr. Burak ŞİŞİK'e,

İyi ve kötü günümde yanımda olan, her zorluğu beraber göğüslediğimiz ve doktora eğitimimde beni cesaretlendiren yol arkadaşım, sevgilim Dyt. Gamze YILMAZ'a,

Hayatı boyunca her zaman her yerde bana hep destek olan, sevgilerini ve varlıklarını her zaman hissettiğim, tüm eğitim hayatım boyunca benim yanımda bulunan ve aile olmanın güzelliğini bana her zaman hissettiren canım kardeşim Zülal BİNİCİ'ye canım annem Fatma BİNİCİ ve canım babam Mustafa BİNİCİ'ye

Sonsuz teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ .....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Dental İmplantlar .....	3
2.2. Peri-implant Dokular .....	4
2.2.1. Peri-implant epitelyal ataçman .....	4
2.2.2. Peri-implant bağ dokusu .....	4
2.2.3. Biyolojik genişlik.....	5
2.2.4. Peri-implant cep anatomisi .....	5
2.2.5. Alveol kemik.....	6
2.3. Peri-implant ve Periodontal Dokuların Farklılıkları .....	6
2.4. Peri-İmplant Hastalıkların Sınıflandırılması.....	7
2.4.1. Peri-implant mukozitisin peri-implantitise dönüşümü .....	9
2.4.2. Peri-implantitisin histopatolojisi.....	9
2.4.3. Peri-implantitisin immünolojik özellikleri.....	10
2.4.4. Peri-implantitis.....	10
2.5. Peri-implantitis Risk Faktörleri .....	12
2.5.1. Hastayla ilgili risk faktörleri .....	12

	<b>Sayfa</b>
2.5.2. Sahaya özel risk faktörleri .....	17
2.6. Osseointegrasyon .....	21
2.7. Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Ölçülmesi.....	21
2.8. Fraktaller.....	23
2.8.1. Fraktal analiz.....	24
2.8.2. Fraktal analizin diş hekimliğinde kullanım alanları .....	26
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>	<b>31</b>
3.1. Çalışma Planı .....	31
3.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri .....	31
3.3. Hariç Tutma Kriterleri .....	32
3.4. Test ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması.....	32
3.4.1. Kontrol grubu.....	33
3.5. Radyolojik Değerlendirme.....	33
3.6. Fraktal Boyut Analizinin Uygulanması .....	34
3.7. İstatistiksel Analiz.....	36
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>37</b>
4.1. Test ve Kontrol Grubunun Değerlendirilmesi .....	37
4.2. Kemik Kaybı Miktarına Göre Oluşturulan Test Gruplarının Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması.....	46
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>51</b>
5.1. Risk Faktörleri .....	56
5.2. Demografik Bulgular .....	58
<b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>59</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>61</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>79</b>
<b>EK-1. Etik Komisyon İzni .....</b>	<b>80</b>

	<b>Sayfa</b>
EK-2. Örneklem Hacmi Gpower Çıktısı.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	83



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Test ve kontrol grubunun dağılımları .....	37
Çizelge 4.2. Test ve kontrol grubu katılımcılarının yaşlara göre dağılımları .....	37
Çizelge 4.3. Test ve kontrol grubu katılımcılarının cinsiyete göre dağılımı.....	38
Çizelge 4.4. Test ve kontrol grubunda bulunan implantların ölçülen FB değerlerinin karşılaştırılması .....	39
Çizelge 4.5. Mezial\distal FB ölçümleri için tekrarlanabilirlik sonuçları.....	40
Çizelge 4.6. Cinsiyete göre ortalama FB değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.7. Yaş ile ortalama FB değerleri arasındaki ilişki.....	42
Çizelge 4.8. Periodontal cep, sondlama kanama ve plak indeksi değerlerinin karşılaştırılması.....	42
Çizelge 4.9. Kuron implant oranlarının karşılaştırılması .....	44
Çizelge 4.10. İmplant yerleştirilmesi ardından geçen sürenin karşılaştırılması.....	44
Çizelge 4.11. Fırçalama sıklığı.....	45
Çizelge 4.12. Test grubunun fraktal analiz ölçüm sonuçlarının diğer değişkenler ile arasındaki ilişki .....	45
Çizelge 4.13. Kontrol grubunun fraktal analiz ölçüm sonuçlarının diğer değişkenler ile arasındaki ilişki .....	46
Çizelge 4.14. Test ve kontrol gruplarına ait FB değerlerin karşılaştırılması .....	47
Çizelge 4.15. Test grupları arasında CD, SK ve PI değerlerinin karşılaştırılması.....	48
Çizelge 4.16. Kron/implant oranı.....	49
Çizelge 4.17. İmplant yerleştirilmesinden sonra geçen süre .....	49
Çizelge 4.18. Fırçalama sıklığı.....	50

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Peri-implant ve periodontal dokuların karşılaştırılması gösterilmiştir.....	7
Şekil 2.2. Koch kar tanesi eğrisi.....	23
Şekil 2.3. Fraktal analiz basamakları.....	25
Şekil 3.1. Seçilen ROI alanının örnek gösterimi .....	35
Şekil 3.2. Fraktal boyut logaritma grafiği .....	35
Şekil 4.1. Test ve Kontrol grupları arasında FB ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği.....	39
Şekil 4.2. Mezial ve distal FB değerleri için Bland-Altman grafiği.....	40
Şekil 4.3. Araştırma grupları arasında kadın ve erkeklerin FB ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği.....	41
Şekil 4.4. Test ve Kontrol grupları arasında Periodontal cep ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği.....	43
Şekil 4.5. Test ve kontrol grupları arasında Kanama indeksi ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği.....	43
Şekil 4.6. Test ve kontrol grupları arasında Plak indeksi ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği .....	44

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

%	Yüzde
<	Küçük işareti
>	Büyük işareti
±	Eksiği veya fazlası
≤	Küçük eşit işaret
≥	Büyük eşit işareti
µm	Mikrometre

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

<b>FA</b>	Fraktal Analiz
<b>FB</b>	Fraktal Boyut
<b>KIBT</b>	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
<b>M.Ö.</b>	Milattan önce
<b>M.S.</b>	Milattan sonra
<b>mm</b>	Milimetre
<b>N</b>	Örneklem Büyüklüğü
<b>Ort.</b>	Ortalama
<b>ROI</b>	Regions of Interest (İlgili Bölge Seçimi)

## 1. GİRİŞ

Peri-implantitis, mikrobiyal biyofilm kaynaklı, dental implantları çevreleyen dokularda meydana gelen inflamasyon ve ilerleyici kemik kaybı ile karakterize patolojik bir hastalıktır[1, 2]. Peri-implantitisin belirtilerinin belirlenmesinde, genellikle mukozada gözlenen kızarıklık, sondlama sırasında kanama varlığı, cep derinliğinde artış, süpürasyonun varlığı veya yokluğu ve radyografik olarak izlenen kemik kaybı gibi faktörler dikkate alınmaktadır[3, 4].

Çeşitli araştırmaların sonuçlarına göre, peri-implantitisin prevalansı, hasta popülasyonunda %4,7-%45 arasında ve implant popülasyonunda %3,6-%22,1 arasındadır[5].

Radyografiler peri-implantitis dahil periodontal hastalıkların teşhisinin yanı sıra şiddetinin ve kapsamının doğru bir şekilde anlaşılabilmesi ve tedavi sürecinde alveoler kemik desteğinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan etkin teşhis araçlarıdır[6, 7]. Alveolar kemiğin periodontal açıdan radyografik incelenmesi için panoramik radyografi, intraoral radyografi (periapikal, bite-wing) ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) dahil olmak üzere farklı görüntüleme yöntemleri kullanılabilir[8]. Genel olarak radyografiler, önceki alveoler kemik yıkımının incelenmesi için yararlı bir araç olsa da erken değişikliklerin saptanmasında ve mevcut hastalık aktivitesinin değerlendirilmesinde yetersizdir[7]. Bununla birlikte, kemik değişiklikleri ancak kemiğin mineral içeriğinin %30'undan fazlası rezorpsiyona uğramışsa radyografilerde saptanabilmektedir[9]. Bu nedenle, radyografik görüntüler üzerinde uygulanacak bilgisayar destekli analizler, oluşmuş muhtemel değişikliklerin saptanması ile ilgili hassas veriler sunarak bu görüntülerin tanısal potansiyelini geliştirebilir. Bu bağlamda, yeni kalitatif ve kantitatif trabeküler kemik analiz yöntemleri, ilerleyici kemik yıkımı ile karakterize peri-implantitis vakalarının zamanında teşhisi ve kişiye özel takibi için değerli olabilir.

Diş hekimliğinde, kemik mineral yoğunluğunun doğru bir şekilde belirlenmesi, tanı, tedavi planı ve dental işlemlerin başarısı açısından büyük öneme sahiptir. İmplant tedavisinde, kemiğin genişliği ve yüksekliğinin yanı sıra kalitesi ve kantitesi de osseointegrasyon süreci için hayati öneme sahiptir[10].

Çene kemiklerinin radyolojik değerlendirmesinde kullanılan çeşitli yöntemler arasında Mandibular İndeksler, Fraktal Boyut Analizi, Kantitatif Bilgisayarlı Tomografi (KBT), Bilgisayarlı Tomografi (BT), Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), Mikro Bilgisayarlı Tomografi (mikro-BT), Dansitometrik Analiz (DA), Dual Enerjili X-Işını Absorpsiyometri (DXA), Kantitatif Ultrasonografi (KUS) ve Yüksek Çözünürlüklü-MR gibi yöntemler bulunmaktadır[10].

Fraktal analiz (FA) tekniği, trabeküler kemik dokusundaki değişiklikleri hesaplamak için Fraktal boyut (FB) değerini kullanır[11, 12]. Bu, karmaşık yapıları sayısallaştırmak için etkili bir matematiksel tekniktir [13]. FB hesaplamak için birçok metod mevcuttur; Richardson metodu, kutu sayma metodu ve Flook'un dilatasyon metodu (pixel genişletme metodu) bunlardan bazılarıdır [14]. En yaygın olarak kullanılan yöntem kutu sayma metodudur [15]. Bu teknik, bir objenin sınırlarını çevreleyen kutuların ve bu kutuların boyutlarının logaritmalarının karşılaştırmalı grafiğini çizer. Grafiğin negatif eğilimli düz bölümü, FB analiz sonucunu belirtir [16].

FA, tıp alanında radyografiler üzerinde görüntü analizi yapmak, potansiyel hastalıkları teşhis etmek veya mevcut hastalıkların şiddeti ve ilerleyişi hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir yöntemdir[12]. Kemik içindeki düzensiz trabeküler yapılar Fraktal Boyut Analizi ile belirlenerek kemik yapısı değerlendirilebilir. Radyografilerde belirlenen fraktal boyutun kemik yoğunluğundaki değişikliklerle ilişkilendirildiği ve kemikteki mineral kaybını yansıttığı belirtilmektedir [11, 17].

Diş hekimliğinde birçok sistemik patolojinin, periapikal lezyonların tanısının konulması ve osseointegrasyonun değerlendirilmesi amacıyla radyografiler üzerinde FB hesaplaması yapılmaktadır [18, 19].

FA'nın peri-implant hastalıkların teşhisinde rol oynayabileceğini ve prognostik açıdan peri-implant sağlığa katkıda bulunabileceğini düşünmekteyiz. Bu amaçla çalışmamız; panoramik radyografiler üzerinden fraktal boyut analizi yapılarak elde edilen değerlerin sağlıklı ve peri-implant hastalığı olan bireyler arasında peri-implant trabeküler kemikteki değişimi ayırt edip edemeyeceğini belirlemeyi ve yine hesaplanan fraktal değerlerinin bireylerin klinik bulguları ile korele olup olmadığını değerlendirmeyi amaçlamıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Dental İmplantlar

Kelime anlamı olarak, implant latince kökenli olup "içerisine yerleştirmek" anlamına gelen in ve "dikmek, ekmek" anlamlarına gelen planto kelimelerinin birleşimidir[20]. İmplant, fonksiyon kazanmak amacıyla uygun bir alana yerleştirilen organik veya inorganik bir cisimdir. Diş hekimliğinde ise, eksik dişlerin yerine konulması amacıyla çene kemiği üzerine veya içine biyouyumlu ve biyofonksiyonel apareyler yerleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Tarih boyunca, farklı materyaller kullanılarak diş implantları, eksik dişlerin fonksiyonel kaybını gidermek amacıyla yerleştirilmiştir[21]. Bu materyaller tahta parçaları, altın ve gümüş alaşımları içerir[22]. İzmir yakınlarındaki Kalabak Metropolis'deki kazılar, implantlarla ilgili ilk bulguları sağlamıştır; burada takıya benzer kanin dişler M.Ö. 550'ye ait oldukları saptanmıştır. Maya toplumu ayrıca, eksik dişlerin yerini doldurmak için inorganik materyallerin implante edildiği bilinen ilk örneklerden birisi olduğu tespit edilmiştir. M.S. 600 civarında Honduras'taki Poponoe'de yapılan kazılarda bir çene kemiği bulunmuştur, bu çene kemiği deniz kabuklarından yapılan ve diş şeklinde olan implantlarla doldurulmuştur[23]. İmplant teknolojisinin kökeni antik çağlara kadar uzanmasına rağmen, modern dental implant uygulamaları yaklaşık 50 yıl önce saf titanyum implant kullanımıyla başlamıştır. 1965 yılında Branemark, ilk titanyum dental implantları bir kadın hastanın alt çene kemiğine başarıyla yerleştirmiş ve bu implantlar hastanın ağzında yaklaşık 40 yıl kalmıştır [24]. Branemark'ın çalışmaları, dental implant biliminde öncüdür ve bu çalışmalar sayesinde bugün dental implantlar hastalara uygulanabilmektedir.

Dental implant sistemleri, kullanılacakları belirli uygulamalara göre değişik malzemeler, gövde şekilleri, çaplar, boyutlar, platformlar, yüzey nitelikleri ve kaplamalar sunmaktadır [25]. İmplant gövde yapısı genel anlamda; kemik içi kısım, kemik ile ağız boşluğu arasındaki yumuşak dokularla komşu olan transmukozal kısım ve protezlerle bağlantıyı sağlayan protez arayüzü olmak üzere üç ana bölümden oluşur [26]. İmplant gövdeleri temel olarak silindirik veya konik şekillerde ve tek veya çift parçalı implantlar şeklinde olabilir. İmplant tipleri, protez eklemelerine göre; sadece kemik içi birimden oluşan ve transmukozal kısmın destek üzerinde bulunduğu kemik seviyesi (KS) implantları ve kemik içi birimin transmukozal kısmıyla birlikte olan doku seviyesi (DS) implantları olabilir.

## **2.2. Peri-implant Dokular**

Peri-implant dokular, dental implantların başarılı entegrasyonu ve uzun vadeli işlevselliği açısından hayati önem taşımaktadır. Peri-implant dokular, dental implantların çevresindeki canlı dokuları ifade eder ve dişlerden farklı olarak implantların çevresinde semt ve periodontal ligament olmadığı için alveolar kemik implant yüzeyi ile doğrudan temas halindedir.

### **2.2.1. Peri-implant epitelyal ataçman**

Diş ve dişeti arasındaki kritik bağlantıyı sağlayan component, dişeti bağlantı epiteli olarak bilinir. Bu komponentin içinde yer alan hücrelerin sağladığı sıkı sızdırmazlık, diş yüzeyine mükemmel bir yapışma sağlar. Bu nitelikleri, dokunun dengesini sağlama ve mikroorganizmaların etkilerine karşı korunmayı sağlama konusunda önemli hale getirir [27]. İmplantlarda da benzer bir şekilde dişeti bağlantı epitelinin varlığı, osseointegrasyonun sürekliliği için hayati öneme sahiptir ve bu evrensel bir kabuldür [28]. Peri-implant mukoza kavramı, keratinize epitelden oluşan bir dış tabaka ve sürekli bir şekilde dişeti oluşunun yan yüzeyini kaplayan bir epitel tabakası ile ilişkilidir. Bu mukozanın epitel yapışması, yapı itibariyle dişlerdeki birleşim epitelinin andırır [29]. Berglundh ve ark. yaptıkları çalışmada peri-implant mukozadaki epitel hücrelerinin, yumuşak doku sınırının 2mm altına ulaştığını ortaya koymuştur. İmplantla ilgili olarak bariyer epitel oluşumunun, implant yüzeyi üzerinde çoğalan epitel hücreleri ve epitel sürekliliği sağlanana kadar devam eden süreç olduğu düşünülmektedir. Bu bariyer epitelyal hücreler, kemik kenarının yaklaşık 1-1.5 mm üzerinde sonlar ve bu noktada kollajen zengini, iltihaplanma olmaksızın ayrılan bir bağ dokusu alanı başlar[30]. İyileşme sürecinde 1. ve 2. haftaların başlangıcında epitel büyümesi gözlemlenir. 6-8 hafta sonunda ise olgun bariyer epitelinin oluştuğu görülür [31]. İmplant cerrahisi sonrası iyileşme döneminde yumuşak dokunun transmukozal ataçmanıyla peri-implant mukoza oluşur[28].

### **2.2.2. Peri-implant bağ dokusu**

Tip I ve Tip III kollajen içeren bağ dokusu, birleşim epitelinin tam altında bulunurken, suprakrestal bağ dokusu bölgesi tamamen tip I kollajenden yapılmıştır. Bu dokular, peri-implant mukozanın stabilitesi ve dayanıklılığı sağlar. Bağ dokusu ataçmanı kret tepesinden

birleşim epiteline kadar uzanır ve yaklaşık  $0,77\pm 0,32$  mm uzunluğunda olduğu bilinir[32]. Berglundh ve ark. dişte karmaşık bir bağ dokusu yapısını tespit etmiş, bunun sementten çıkan ve dişin yumuşak ve sert dokularına doğru çeşitli yönlerde ilerleyen liflerden oluştuğunu belirtmiştir [30]. Schroeder ve ekibi, diş eti liflerini yönlendirmelerine göre sınıflandırmıştır [33]. Peri-implant bağ dokusu ataçmanının, diş ataçmanına çok benzer özellikler taşıdığı, ancak hücre yapısı ve lif yönü bakımından farklılık gösterdiği bilinmektedir. Çevresindeki bağ dokusu, titanyum dioksit yüzeyi ile doğrudan temas halinde olan dental implantlar, yoğun bir kollajen lif ağı içerir. Bu kollajen lifler etkin bir şekilde implant yüzeyine yapışarak, implantın stabilitesini artırır. Doğal diştten farklı olarak, kollajen lifler implant/abutment yüzeyine paralel seyrederek[30]. Berglundh ve ark. yaptıkları çalışmada peri-implant mukozadaki bağ dokusunun, 4-6 hafta içinde organize olurken ve dokunun olgunlaşmasının ise 6-12 haftalık süre zarfında tamamlanacağını belirtmişlerdir[31]. Tomasi ve ark. yaptıkları klinik çalışmada, iyileşmeyi takiben peri-implant bağ dokusunun ilk 8 haftada tamamen oluştuğunu tespit etmişlerdir[34]. Bununla birlikte Moon ve ark. yaptıkları hayvan çalışmasından, implant yüzeyine yakın peri-implant bağ dokusunda çok sayıda fibroblast olduğunu göstermiş ve bu fibroblast yönünden zengin bölgenin, dış etkenlere karşı koruma sağlamada etkili olduğunu belirtmişlerdir[35].

### **2.2.3. Biyolojik genişlik**

Biyolojik genişlik, bağ dokusu ile bağlantı epitelinin apikaline kadar uzanan boyuttur. Bu kavram, Gargiulo ve ark. tarafından doğal dişlenme sürecinde araştırılmış ve biyolojik genişliğin, diş eti sulkusu, epitelyal ataçman ve bağ dokusu ataçmandan oluştuğu belirlenmiştir. Ortalama boyutlarının sırasıyla, 0,69 mm, 0,97 mm ve 1,07 mm olduğu rapor edilmiştir[36]. Ayrıca peri-implant mukoza konusundaki çeşitli prelinik araştırmalar, biyolojik genişlikle ilgili benzer histomorfometrik bulguların varlığını açığa çıkarmıştır. Berglundh ve ark., biyolojik genişliği, implantın kret tepesini 2 mm'lik bir epitel tabakası ve 1-1.5 mm'lik bir bağ dokusu tabakası ile ayıran bir ölçü olarak tanımlamıştır[30].

### **2.2.4. Peri-implant cep anatomisi**

Periodontal problemlerin değerlendirilmesinde dişeti sulkusunun problemlenmesi oldukça önemlidir. Özellikle cep derinliği ölçümü, bu değerlendirmenin en kritik noktalarından birini oluşturur. Çeşitli araştırmalar, sağlıklı bir periodontal ataşmanın, inflamasyon olmaksızın

proben penetrasyonuna karşı güçlü bir fiziksel bariyer sağladığını kanıtlamıştır. Ancak, bir inflamatuvar lezyon durumunda, bu bariyer işlevini kaybederek probun epitel ataşmasının ötesine geçmesine izin verir[37]. Prob penetrasyonunun derecesi, çeşitli faktörlerden etkilenebilir: problama kuvveti, açılama, prob ucu çapı, kök yüzeyi anatomisi, periodontal inflamasyon durumu ve marjinal dokuların sertliği[38]. Periodontal prob, periodontal durumu ve tedavi sonuçlarını değerlendirme konusunda önemli bir teşhis aracı olarak kabul edilir. Ayrıca, peri-implant mukozal dokunun değerlendirilmesinde de önemli rol oynar. Araştırmalar, sulkusun problemlenmesinin diş eti dokusunda hafif bir sıkışmaya, implant çevresindeki mukozada ise hem sıkışmaya hem de yer değiştirmeye neden olduğunu gösterir. Ayrıca, implant bölgelerindeki ortalama problama derinliğinin daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Nihayetinde, dikkatli ve düzgün bir problama uygulandığında, inflamatuvar bir yanıt olmaksızın mukozal bütünlüğün 5 gün içinde yeniden kurulabildiği belirlenmiştir[39, 40].

### **2.2.5. Alveol kemik**

İmplantın çevresindeki alveol kemik, implantın stabilizasyonu ve uzun vadeli işlevselliği için kritiktir. Osseointegrasyon sürecinde, implant yüzeyi ve çevresindeki kemiğin yakın ilişkisi, implantın biyolojik desteklenmesinde ve kuvvet transferinde belirleyici bir role sahiptir.

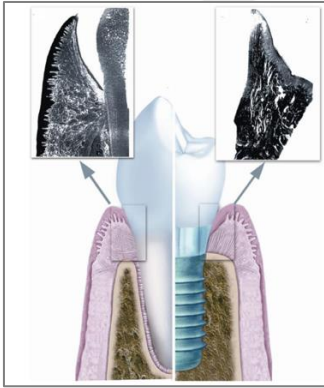
Peri-implant mukozanın kan desteği, yalnızca alveoler kemiğin suprapariostundaki damarlar ile sağlanır. Periodonsiyumda damardan zengin bağ dokusuna sahiptir. Bununla karşılaştırıldığında peri-implant mukozanın zayıf vasküleriye sahip olduğu daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir[41]. Yetersiz kanlanma sebebiyle implantları çevreleyen dokuların savunma mekanizmalarının bozulabildiği ve bu durumun peri-implant dokuları bakterilere karşı daha duyarlı hale getirebileceği düşünülmektedir [41, 42].

### **2.3. Peri-implant ve Periodontal Dokuların Farklılıkları**

İmplant ve periodontal dokular arasındaki farklar, peri-implant ve periodontal dokuların çeşitli özelliklerini gözler önüne serer (Şekil2.1.). Bu özellikler, hastalıkların ilerlemesi ve hastanın hastalığa karşı olan direncini doğrudan etkileyebilir[43]. İmplantın etrafında sement ve periodontal ligamanın eksikliği, implant ve diş arasındaki temel anatomik farkı yaratır.

Bu farklılıklar nedeniyle, kollajen lifler implant yüzeyine bağlanamaz ve implant yüzeyi boyunca paralel şekilde genişler [42]. Diş dokusunda, sementin varlığı, periodontal ligaman ve kollajen liflerin dişe bağlanabileceği ve daha savunmacı bir destek dokusu oluşturabileceği bir ortam sağlar. İmplantı çevreleyen ve doğal olan diş dokusunun beslenmesi arasında da önemli farklılıklar mevcuttur. Bu ayrım, doku vaskülarizasyonu ve inflamasyon arasındaki ilişki nedeniyle kritiktir. İmplant çevresindeki kan damarları azdır ve bölgenin beslenmesi periosteumun uçtan uca kılcal damarlarına bağlıdır. Doğal diş çevresindeyse, periosteumdan çıkan kılcal damarların yanı sıra, diş eti damarları, periodontal ligaman damarları ve alveoların lateral damarları da beslenmeyi sağlar[44].

Doğal dişlere kıyasla implantın çevresindeki vasküler yapı daha zayıftır ve bu durum enfeksiyonlara karşı bölgenin savunmasını azaltır. Diğer bir handikap ise, doku onarımı için gereken kan damarlarının eksikliği, bu da doku iyileşmesini zorlaştırır. Biyolojik genişlik çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. İmplantın konumu ve yapısı biyolojik genişliğin boyutunu etkilese de biyolojik genişlik periodontal dokulardan daha geniştir [45].



Şekil 2.1. Peri-implant ve periodontal dokuların karşılaştırılması gösterilmiştir [42]

#### 2.4. Peri-İmplant Hastalıklarının Sınıflandırılması

Avrupa Periodontoloji Çalıştayı'nda, peri-implant hastalıklar; peri-implant mukozitis ve peri-implantitis olmak üzere iki grupta sınıflandırılmıştır. Peri-implant mukozitis, kemik kaybı yaşanmadan mukozal enfeksiyon oluşumu, peri-implantitis ise kemik kaybı ve mukozal enflamasyon ile karakterize edilmiştir[46].

8. Avrupa Periodontoloji Çalıştay'ında, peri-implantitis tanımına yönelik çeşitliliği ortadan kaldırmak adına, 6. ve 7. Avrupa Periodontoloji Çalıştaylarından gelen ölçütlerin irdelenmesi gerçekleştirilmiştir. Buradan çıkan sonuçlara göre, başlangıç radyografileri eksik olan hastaların peri-implantitis olarak kabul edilmesi için, sonda kanama ve/veya iltihaplanma belirtileri yanı sıra, 2 mm veya daha fazla kemik kaybının da tespit edilmesi gerekmektedir [1, 47]

Froum ve Ark'ın peri-implantitis sınıflandırmasına göre;

Başlangıç evresi

En az 4 mm cep derinliği, sondalamada kanama ve/veya iltihap, implantın boyunun <%25 kemik kaybı

Orta evre

En az 6 mm cep derinliği, sondalamada kanama ve/veya iltihap, implant boyunun %25-%50 kemik kaybı

İleri evre

8 mm veya üzeri cep derinliği, sondalamada kanama ve/veya iltihap, implant boyunun >%50 kemik kaybı. [48]

2017 Dünya Çalıştay'ının raporuna göre, peri-implantitis sınıflaması detaylandırılarak yeniden yapılmıştır.

Peri-implant sağlık

- Klinik olarak enfeksiyon belirtilerinin olmaması.
- Nazik sondalamada kanama ve/veya süpürasyonun olmaması.
- Başlangıçtaki kemik yeniden şekillenmesinden kaynaklanan krestal kemik seviyesindeki değişikliklerin ötesinde kemik kaybının olmaması.

## Peri-implant mukozitis

- Kontrol altındaki implantın daha önceki değerlendirmelere kıyasla artan cep derinliği olsun ya da olmasın, nazik sondlamada kanama ve/veya süpürasyon varlığı.
- Kemik yeniden şekillenmesinden kaynaklı kemik yıkımı haricinde kemik seviyesinde kayıp olmaması.

### 2.4.1. Peri-implant mukozitisin peri-implantitise dönüşümü

Peri-implantitisin belirtilerinin belirlenmesinde, genellikle mukozada gözlenen kızarıklıklar, sondlama sırasında kanama varlığı, cep derinliklerindeki artış, süpürasyonun varlığı veya yokluğu ve radyografik olarak izlenen kemik kaybı gibi faktörler dikkate alınır[3, 4]. Çeşitli hayvan ve insan çalışmaları, peri-implant yumuşak doku reaksiyonlarının genellikle plak oluşumu ile başladığını ortaya koymuştur[30]. Plak oluşumu, implant çevresinde kızarıklık ve ödem gibi inflamasyon belirtilerinin görülmesine yol açar [2]. Ericsson ve ark. 21 günlük plak oluşum sürecinin ardından implant çevresinde histolojik yaptıkları analizlerde, bariyer epitelinde B ve T hücrelerinin öne çıktığı bir inflamasyon hücre infiltrasyonunun oluştuğunu bulmuştur [39]. Ayrıca, 80 hastayı kapsayan bir retrospektif gözlem çalışmasında, peri-implant mukozitisten peri-implantitise dönüşüm değerlendirilmiş ve düzenli bir idame programına kayıtlı hastaların peri-implantitise geçiş oranının daha düşük olduğu belirlenmiştir [49]. Peri-implant mukozitisten peri-implantitise dönüşüm sürecinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla histopatolojik ve klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

### 2.4.2. Peri-implantitisin histopatolojisi

Peri-implantitis lezyonlarının histopatolojik özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Peri-implant mukozitis ile kıyaslandığında, peri-implantitis bölgelerinde daha yüksek oranda nötrofil, granülosit ve B hücreleri tespit edilmiştir [50]. Peri-implant lezyonları, periodontitiste olduğu gibi, yoğun plazma hücreleri ve lenfositleri içermektedir[51, 52]. Aynı zamanda, peri-implant lezyonlardaki plazma hücreleri, makrofajlar ve nötrofiller daha yüksek sayıda ve yoğunlukta bulunmuştur [3]. Başka bir araştırmada immunohistokimyasal analiz kullanılarak, peri-implantitis bölgelerinde IL-1 $\alpha$ 'ın predomnan bir osteoklast olarak sitokinin aktivasyonunu gerçekleştirdiği saptanmıştır[53].

### 2.4.3. Peri-implantitisin immünolojik özellikleri

Sağlıklı ve peri-implantitisi bölgeler arasında izole edilen bakteri türleri açısından önemli bir fark bulunamamıştır [54]. Ancak, peri-implantitis bölgelerinde, sağlıklı bölgelere göre 19 bakteri türünde, Porphyromonas gingivalis ve Tannerella forsythia dahil artış gözlemlendiği belgelenmiştir[55]. Bunun yanı sıra, peri-implantitisin daha çok fırsatçı patojenlerle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Çeşitli mantarlar, Pseudomonas aeruginosa ve Staphylococcus aureus gibi patojenlerin varlığı bu enfeksiyonun karmaşık doğasını gözler önüne sermektedir[56, 57]. Detaylı incelemeler, implant bölgesinin klinik durumu ile implant cep sıvısındaki çeşitli sitokinler ve kemokinler arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Vurgulanması gereken önemli mediatörler arasında IL-1 $\beta$  ve tümör nekroz faktörü alfa (TNF- $\alpha$ ) bulunmaktadır[58]. Meta-analizler, sağlıklı implantlara kıyasla peri-implant mukozitis ve peri-implantitis bölgelerinde IL-1 $\beta$  ve TNF- $\alpha$ 'nin önemli derecede arttığını göstermiştir. Ancak, peri-implant mukozitis ve peri-implantitis arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. IL-4, IL-10 veya osteoklastogenez ile ilişkili (RANKL) sitokinlerin seviyelerinde herhangi bir anlamlı fark gözlemlenmemiştir[59]. Bu bulgular, sitokinlerin peri-implant sağlık ve hastalık durumlarını ayırt etmede faydalı olabileceğini, ancak peri-implantitis başlangıcını belirleme konusunda yetersiz kalabileceğini göstermektedir [2].

### 2.4.4. Peri-implantitis

Peri-implantitis, peri-implant dokuda inflamasyon ve ilerleyen kemik kaybı ile karakterizedir.

Peri-implantitisin tanısı, prognozu ve tedavisi, klinik ve radyografik verilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesine bağlıdır[60, 61]. Tanı için radyolojik kemik kaybı, artan sondalama derinliği ve implant çevresinde sondalama sırasında kanama ve/veya süpürasyon değerlendirilir[62]. Peri-implantitisi doğru bir şekilde teşhis etmek için tek bir test yoktur. Peri-implantitis tanısı, implant tedavisini takip eden yüklemenin yapılmasından belirli bir süre geçmesinden sonra alveolar kemikte meydana gelen radyografik değişikliklerin (ilerleyici kemik kaybı) ve implant çevresi mukozanın klinik durumunun bir bütün olarak analizine dayanmaktadır (sondalama sırasında inflamasyon ile ilişkili kanamanın varlığı veya yokluğu

(BOP) ile birlikte artan sondalama derinliği (PD) ve klinik ataşman kaybı (CAL)). (1, 2

Peri-implantitis tanısı şunları gerektirir:

- Nazik sondalama sırasında kanama ve/veya süpürasyon varlığı.
- nceki muayenelerle karşılaştırıldığında artan problema derinliği.
- Krestal kemikte izlenen kemik remodelasyonuna bağlı oluşan değişikliklerinin ötesinde kemik kaybının varlığı.

nceki muayene verilerinin yokluğunda peri-implantitis tanısı için

- Nazik sondalama sırasında kanama ve/veya süpürasyon varlığı.
- $\geq 6$  mm'lik sondalama derinlikleri.
- İmplantın intraosseöz kısmının en koronal kısmının apikalindeki kemik seviyesinin  $\geq 3$  mm olması[62].

Çeşitli araştırmaların sonuçlarına göre, peri-implantitis prevalansı, hasta popülasyonunda %4,7-%45 arasında ve implant popülasyonunda %3,6-%22,1 arasındadır[5].

Radyografiler peri-implantitis dahil periodontal hastalıkların teşhisinin yanı sıra şiddetinin ve kapsamının doğru bir şekilde anlaşılabilmesi ve tedavi sürecinde alveoler kemik desteğinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan etkin teşhis araçlarıdır[6, 7]. Alveolar kemiğin periodontal açıdan radyografik incelenmesi için panoramik radyografi, intraoral radyografi (periapikal, bite-wing) ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) dahil olmak üzere farklı görüntüleme yöntemleri kullanılabilir[8]. Genel olarak radyografiler, önceki alveoler kemik yıkımının incelenmesi için yararlı bir araç olsa da erken değerliklerin saptanmasında ve mevcut hastalık aktivitesinin değerlendirilmesinde yetersizdir[7]. Bununla birlikte, kemik değerlikleri ancak kemiğin mineral içeriğinin %30'undan fazlası rezorpsiyona uğramışsa radyografilerde saptanabilmektedir[9]. Bu nedenle, radyografik görüntüler üzerinde uygulanacak bilgisayar destekli analizler, oluşmuş muhtemel değerliklerin saptanması ile ilgili hassas veriler sunarak bu görüntülerin tanısıl potansiyelini geliştirebilir. Bu bağlamda, yeni kalitatif ve kantitatif trabeküler kemik analiz yöntemleri, ilerleyici kemik yıkımı ile karakterize peri-implantitis vakalarının zamanında teşhisi ve kişiye özel takibi için değerli olabilir.

## 2.5. Peri-implantitis Risk Faktörleri

Periimplantitis implantların yaklaşık %13'ünü ve hastaların %18,5'ini etkiler[57], görülme sıklığı 3-5 yıl içinde %0,4'ten %43,9'a yükselir[63]. Ancak hastalık farklı denekleri ve farklı implantları değişken oranlarda etkilemektedir. Baskın olarak bakteriyel etiyojijiye rağmen[64, 65], çeşitli faktörler peri-implantitis gelişme riskini artırabilir. İster doğal ister değiştirilebilir olsun, bu faktörlerin tanımlanması hastalığın önlenmesi ve tedavisi için çok önemlidir[66].

### 2.5.1. Hastayla ilgili risk faktörleri

#### Periodontal hastalıklar

Periodontal patojenlerin submukozal varlığı, 15.1'lik bir olasılık oranı ile peri-implantitis ile önemli ölçüde ilişkilendirilmiştir, ancak sonuçlar hala tartışmalıdır[67] Mevcut veriler, peri-implantitisin, periodontitis ile yaygın olarak ilişkili olmayan diğer mikroorganizmalara ek olarak, periodontal lezyonlara benzeyen spesifik bir mikrobiyota ile ilişkili olduğunu göstermektedir [68]. Periodontal hastalık peri-implantitis ile güçlü bir şekilde ilişkilidir [63, 69]. Komşu dişlerdeki aktif periodontitis gelecekteki peri-implantitisin habercisi olarak kabul edilmektedir[70]. Periodontal olarak sorunlu hastalarda, sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında peri-implantitis gelişme riski iki kat daha fazladır[71]. Dahası, generalize agresif periodontitis öyküsü olan kişiler, sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında implant başarısızlığına 5 kat, peri-implantitise ise 14 kat daha yatkındır[72]. İmplant yerleştirmeden önce periodontal hastalığın başarılı tedavisinin peri-implantitis riskini azalttığı gösterilmiştir ve bu nedenle genel tedavi planının önemli bir başlangıç parçası olarak kabul edilir[73].

#### İdame tedavisinin eksikliği

Destekleyici tedavinin peri-implant biyolojik komplikasyon riskini önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir ve bu nedenle minimum 5-6 aylık bir hatırlama aralığı önerilmiştir [74, 73]. İdame programları, bireyin özel ihtiyaçlarına ve hem periodontal hem de peri-implant hastalıklara duyarlılığına göre uyarlanmalıdır. Risk değerlendirmesi için kullanılan faktörler arasında BOP yüzdesi, aktif rezidüel ceplerin prevalansı, ağız hijyeni düzeyi, sigara içme alışkanlıkları ve sistemik veya genetik durumların varlığı yer almaktadır [75]. Yüksek risk profiline sahip bireylerin yılda üç ile dört kez idame seanslarına gelmesi gerekir [76, 75].

### Sigara ve tütün ürünleri kullanımı

Sigaranın periodontal sağlık üzerindeki olumsuz etkileri uzun süredir bilinmektedir. Doğuştan gelen ve adaptif bağışıklık tepkilerini etkileyerek konağın savunma mekanizmalarını bozar [77, 78]. Sigara içmek aynı zamanda yara iyileşmesini de etkiler, dolayısıyla periodontal tedavi açısından zararlıdır[76, 79]. Sigara içmek, mikrobiyal florada belirgin değişikliklerle birlikte oksidatif stresi ve inflamatuvar yükü daha da artırır. İmplantların *Porphyromonas gingivalis* (Pg) ve *Fusobacterium nucleatum* gibi periodontal patojenlerle kolonizasyonunu önemli ölçüde etkiler [80]. Ayrıca sigara sadece sigara içenlere zararlı değildir, aynı zamanda çevresel dumana maruz kalmak periodontal hastalık gelişme riskini %28 oranında artırmaktadır[81]. Çalışmalar sigara içmenin peri-implantitis için bir risk faktörü olduğunu defalarca kanıtlamıştır [82, 70]. Sigara içenlerde peri-implantitis gelişme riski sigara içmeyenlere göre neredeyse iki kat daha fazladır [63]. Üstelik sigara içmek, peri-implantitis lezyonlarının ciddiyetinin artmasıyla ilişkilidir [69] ve sigara içimi ile doku tahribatı arasında doza bağımlı bir ilişki vardır [26, 32]. Bununla birlikte, sigarayı bırakmanın periodontal sağlığı olumlu yönde etkilediği, hastalığın hem görülme sıklığı hem de ilerlemesi üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir [79].

Elektronik sigaralar (e-sigaralar) son zamanlarda her yaşta birey arasında son derece yaygın bir trend haline gelmiştir. Ancak artan popüleritesi, uzun vadeli sağlık etkilerine ilişkin kanıt eksikliğiyle birleştiğinde oldukça endişe verici hale gelmiştir[83]. Nikotin içeriğinden bağımsız olarak, e-sigaraların oksidatif/karbonil stresi ve pro-inflamatuvar tepkileri arttırdığı, endotel hücreleri ve fibroblastlar üzerinde olumsuz etkiler ve buna eşlik eden periodontal onarımda düzensizlik olduğu gösterilmiştir [84-86]. Klinik çalışmalar elektronik sigarayı periodontal ataşman kaybı ve marjinal kemik erimesi ile ilişkilendirmiştir [85, 87]. Yakın zamanda yapılan kesitsel bir çalışma, hiç sigara içmeyenlere kıyasla elektronik sigara kullanan hastalarda önemli ölçüde daha derin peri-implant sondalama derinlikleri ve artan marjinal kemik kaybı olduğunu ortaya koymuştur. Ancak bu çalışma, geçmişte sigara içmeyi, sonuçları etkileyebilecek kafa karıştırıcı bir faktör olarak hesaba katmamıştır[84]. Peri-implant komplikasyonların kapsamı ve şiddetinin yanı sıra elektronik sigaranın genel sağlık üzerindeki etkisine ışık tutmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

### Sistemik hastalıklar

Bazı sistemik hastalıkların periodontal sağlık üzerindeki etkisi uzun zamandır bilinmektedir [88-90]. Artan prevalansı nedeniyle diyabet literatürde en kapsamlı araştırılan durumlardan biridir. Dünya çapında 415 milyon yetişkini etkilemekte olup, 2040 yılında 642 milyon olacağı tahmin edilmektedir. Diabetes mellitus,  $\beta$ -hücrelerinin otoimmün yıkımıyla karakterize olan tip 1 ve insülin direnci ile karakterize olan tip 2'den oluşan metabolik bir hastalıktır. Çeşitli nöropatolojik, retinal, mikrovasküler ve renal komplikasyonlarla sonuçlanır. Kötü glisemik kontrol periodontitisin ilerlemesinde ve şiddetinde önemli bir rol oynar [91]. Bu ilişki, artan doku tahribatına ve bozulmuş iyileşme tepkisine yol açan çeşitli vasküler ve hücrel tepkilerle açıklanmaktadır[92]. Benzer mekanizmalar periimplant dokularda da tetiklenir; hiperglisemiden yakınan bireylerde periimplantitise karşı daha yüksek bir duyarlılığa neden olur [89]. Kötü kontrol edilen diyabet hastaları, normoglisemik kontrollere kıyasla daha derin peri-implant cepleri ve daha yüksek marjinal kemik kaybıyla peri-implantitis gelişme riski %46 daha yüksektir [90]. İlginç bir şekilde, sigara içenlerin ve iyi kontrol edilemeyen diabet hastalarının peri-implantitis açısından benzer risk altında olduğu düşünülmektedir. Öte yandan, sigara içmeyen ve kötü glisemik kontrolü olan kişiler, normoglisemik bireylerle karşılaştırıldığında peri-implantitis gelişme riski 3,39 kat daha yüksektir [89]. Bu nedenle, tek başına diyabet değil, hiperglisemi için önemli bir risk faktörü oluşturur[2]. Obezite periodontal sağlık üzerinde zararlı etkileri olan oldukça yaygın bir durumdur [93, 94]. Genel sağlık üzerinde zayıflatıcı etkileri olan anormal veya aşırı vücut yağ birikimi olarak tanımlanır[95]. Bu, diyabet ve koroner kalp hastalığı da dahil olmak üzere belirgin fizyolojik değişikliklerle ilişkili önemli bir tıbbi sorundur [96]. Obezite aynı zamanda genelleştirilmiş ve sürekli bir hiperinflamatuvar durumla da ilişkilidir; bu durum, bağışıklık tepkisinin değişmesine ve periodontal dokuları ve alveolar kemik seviyelerini olumsuz yönde etkileyen proinflamatuvar sitokinlerin üretiminin artmasına neden olur[97]. Klinik çalışmalar obezitenin peri-implantitis için bir risk faktörü olduğunu ortaya koymuştur[98, 94]. Normal vücut ağırlığına sahip kişilerle karşılaştırıldığında, obez hastalar önemli ölçüde daha yüksek BOP yüzdeleri, daha derin peri-implant sondalama derinlikleri ve artan marjinal kemik kaybıyla karşımıza çıkar[99, 98]. Peri-implant inflamasyonun şiddeti, obezite düzeyi ile önemli ölçüde ilişkilidir[94].

Yaygınlıklarına rağmen, kardiyovasküler hastalıklar ile periimplantitis arasındaki ilişkiyi inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çoğu, kalp hastalığından muzdarip hastalarda

periimplantitis ve ek kemik kaybı riskinin önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir [88, 100]. Ancak sonuçlar hala tartışmalıdır[101, 88]. Bu tür koşulların implantların başarısı üzerindeki etkisi, yeterli metodolojiye sahip daha büyük çalışmalarda daha fazla araştırılmalıdır. Farklı otoimmün hastalıkların peri-implantitis üzerindeki etkisine ilişkin tartışmalar da gündeme gelmiştir, ancak kanıtların azlığı nedeniyle sonuçlara varılamamaktadır[88]. Eşlik eden bağ dokusu hastalığının eşlik ettiği romatoid artrit, bir çalışmada daha yüksek BOP yüzdeleri ve peri-implant kemik kaybı ile ilişkilendirilmiştir[102]. Başka bir çalışmada Sjögren sendromu olan hastalar değerlendirilmiş ancak peri-implantitis prevalansında artış gösterilememiştir. Bununla birlikte hastalıklı grupta mukozitis prevalansının daha yüksek olması, zamanla peri-implantitis duyarlılığının arttığını gösterebilir. Otoimmün hastalıklar ile peri-implantitis arasındaki ilişkiye ışık tutmak için hala daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır[103].

Osteoporozun peri-implantitis ile bağlantısı kurulamazken, bifosfonatlar (BF) ve hormon replasman tedavisi (HRT) dahil olmak üzere antirezorptif ilaçlar giderek daha fazla ilgi görmektedir. Bir çalışma BF alımıyla marjinal kemik kaybında ve implant yivlerinin açığa çıkmasında önemli bir artış olduğunu göstermiştir[104]. Bununla birlikte yakın zamanda yapılan sistematik bir inceleme, düşük dozda kan basıncının implant çevresi kemik düzeylerini olumsuz etkilemediğini göstermiştir[105].

### Genetik faktörler

Peri-implantitise belirli bir genetik yatkınlık olduğuna dair genel inanca rağmen, spesifik risk faktörleriyle açık bir ilişki hala belirlenmemiştir [106]. İnterlökin-1 (IL-1) polimorfizmi literatürde en çok araştırılan genetik faktördür. Bunun temel nedeni, bu gen kümesinin, iki ana pro-inflamatuar sitokinin, IL-1a ve IL-1β'nın ve ayrıca anti-inflamatuar IL-1 reseptör antagonistinin kodlanmasında yer almasıdır. Hem IL-1α hem de IL-1β'nın artan seviyeleri peri-implantitis ile ilişkilendirilmiştir ve seviyeleri hastalığın ciddiyeti ile koreledir [106, 107]. Ancak IL-1 polimorfizmi ile peri-implantitis arasındaki korelasyonu değerlendiren çalışmalar çelişkili sonuçlar göstermiştir [108, 106, 109] Çeşitli araştırmalar iki durum arasında anlamlı bir ilişki bulamazken, yeni bir çalışma IL-1 polimorfizmi olan kişilerin peri-implantitis gelişme riskinin 1,9-2,47 kat daha fazla olduğunu göstermiştir[108, 110]. Sigara içmenin IL-1 polimorfizmi olan bireyler üzerinde sinerjistik etkisine ilişkin tartışmalar da bir fikir birliğine varılmaksızın gündeme gelmiştir[107, 111]. Tümör nekroz faktörü-alfa

(TNF- $\alpha$ ), peri-implant inflamasyon ve kemik yıkımı ile ilişkili başka bir proinflamatuvar sitokindir [106]. Çalışmalar, TNF- $\alpha$  polimorfizminin peri-implantitis riskini beş ila sekiz kat arttırdığını göstermiştir [106, 112]. Ancak ilgili çalışmaların meta-analizi anlamlı bir korelasyon kuramamıştır [113]. Çok az sayıda çalışma diğer genetik polimorfizmleri incelemiştir ve kanıtların azlığı nedeniyle sonuçlar çıkarılamaz [106]. Şu anda, yalnızca çok çeşitli etnik grupları içeren ön araştırmalar, biyolojik implant komplikasyonlarıyla ilişkili diğer genetik belirteçleri değerlendirmiştir. Daha büyük örneklem boyutları ve azaltılmış yanlılık düzeyleri ile ilave araştırmalara hala ihtiyaç vardır.

### Oklüzal aşırı yük ve para-fonksiyonel alışkanlıklar

İmplant destekli protezlerin oklüzal aşırı yüklenmesi tartışmalı bir konudur ve marjinal kemik kaybına neden olan kesin mekanizma hala tartışmalıdır[114, 115]. Ancak birçok çalışma, bir implantın belirli bir eşiğin ötesinde aşırı yüklenmesinin marjinal kemik kaybına yol açtığını göstermiştir [114, 116]. Üstelik benzer aşırı yük altında, peri-implantitisten etkilenen bölgeler, mukozitli bölgelere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek marjinal kemik kaybı göstermektedir [117]. Ayrıca, kemik rezorpsiyonu paternleri, aşırı yüklenmiş implantların neden olduğu peri-implantitisli implantlar çevresinde önemli ölçüde farklılık göstermektedir [115]. Aşırı yüklemenin peri-implant kemik seviyeleri üzerindeki etkisi, ideal olmayan implant konumu, kötü tasarlanmış protetik rekonstrüksiyonlar, yetersiz kemik miktarı veya düşük kalite nedeniyle daha da belirginleşebilir. Aksiyal olmayan oklüzal kuvvetlerde artışa yol açan parafonksiyonel alışkanlıklar da marjinal kemik kaybını arttırabilir [114]. Aksine, çeşitli hayvan çalışmaları, inflamasyon olmadan aşırı yükün kemik seviyeleri üzerinde önemsiz bir etkisini göstermektedir[114, 118, 116].

Doğal dişlerde görülen atrizyon veya protetik rekonstrüksiyonlar, oklüzal aşırı yüklenme ve parafonksiyonel alışkanlıkların teşhisinde kullanılabilir. İmplant destekli protezlerde aşınma yüzeylerinin varlığı, peri-implantitis prevalansında 2,4 oranında bir artışla ilişkilidir [119]. Ancak vaka raporları oklüzyon ayarlanmasının belirgin peri-implant kemik onarımıyla sonuçlanabileceğini göstermiştir[120, 121]. Bu nedenle oklüzal aşırı yüklenme, peri-implantitis ile ilişkili kemik kaybı üzerinde ağırlaştırıcı bir etkiye sahip, peri-implant kemik kaybı için potansiyel bir risk faktörü olarak düşünülebilir.

## 2.5.2. Sahaya özel risk faktörleri

### İmplant malzemesi ve yüzey özellikleri

Bir implantın yüzey topografyasının peri-implantitis duyarlılığı üzerindeki etkisi hala tartışmalıdır [119, 122, 63, 57]. İmplantın pürüzlülüğü ve yüzey enerjisinin başlangıçtaki biyofilm oluşumu üzerinde etkisi vardır, ancak bunun inflamatuvar süreç ve kemik stabilitesi üzerindeki uzun vadeli etkisi hala tartışmalıdır[123, 122, 124]. Yapılan bazı çalışmalar pürüzlü implantların peri-implantitise daha duyarlı olduğunu gösterirken, diğerleri pürüzlü ve orta derecede pürüzlü yüzeyler arasında anlamlı bir fark gösterememiştir[63, 125, 126]. Yakın zamanda yapılan bir sistematik derlemede, orta derecede pürüzlü implantların, pürüzlü veya işlenmiş olanlarla karşılaştırıldığında peri-implantitisten üç kat daha az etkilendiğini hesaplamıştır. Daha sonra, orta derecede pürüzlü ve pürüzlü olanlarla karşılaştırıldığında, minimal pürüzlü yüzeylerde önemli ölçüde daha düşük kemik kaybı bulunmuştur[57]. Bu nedenle implant topografyasının peri-implantitis üzerindeki etkisine ilişkin kesin sonuçlara varmak mümkün değildir.

Günümüzde diş hekimliğinde tercih edilen implant malzemesi titanyumdur. Bununla birlikte, zirkonyum seramik implantların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır [127]. Zirkonyumun en büyük avantajları biyouyumluluğu, üstün yumuşak doku entegrasyonu, plaklara karşı düşük afinitesi ve titanyumla karşılaştırıldığında azaltılmış inflamatuvar süreçleridir [128-131]. Bu nedenle zirkonyum implantların peri-implant hastalığına çözüm sunacağı varsayılmaktadır. Bununla birlikte yakın zamanda yapılan bir hayvan çalışması, zirkonyum implantların peri-implantitisten etkilenebileceğini açıkça ortaya koymuştur [132]. Yine de zirkonyum, benzer yüzey topografyalarına sahip titanyum implantlarla karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha düşük marjinal kemik kaybı göstermektedir. Klinik çalışmalar aynı zamanda değişken tasarımlara sahip zirkonyum implantların çevresinde farklı derecelerde kemik kaybı olduğunu göstermiştir, ancak hem prevalansı hem de tedavi protokollerini belirlemek için hala uzun vadeli ek verilere ihtiyaç vardır[133].

### İmplant tipi ve protez tasarımı

Protez rekonstrüksiyonunun tasarımı, implantların uzun vadeli başarısına büyük ölçüde katkıda bulunur. Kötü tasarlanmış üst yapılar plak kontrolünü önemli ölçüde engeller, bu da

peri-implant hastalık gelişme riskini artırır [37, 71]. Plak indeksi daha yüksek olan hastaların peri-implantitis gelişme riskinin 7,9 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir [70]. Asimetrik bir çıkış profiline sahip protez plak birikimini kolaylaştırır, dolayısıyla peri-implantit riskini 4,3 kat artırır [134, 70]. Zayıf marjinal uyum aynı zamanda peri-implantitis gelişimi için bir risk faktörüdür [69]. Simante implant restorasyonları vida tutuculu restorasyonlara göre peri-implantitise 3,6 kat daha yatkındır [119]. Bu nedenle, simanın temizlenebilmesi için yeterli görünürlük ve erişim sağlamak amacıyla derin submukozal kenarlardan kaçınılmalıdır[135]. Tüm ağız implant destekli sabit rekonstrüksiyonlar, tek kuronlarla karşılaştırıldığında peri-implantitis oranında 16 kat artışla ilişkilendirilmiştir [119]. Bunun temel nedeni plak kontrolüne erişimin zayıf olmasıdır. Ayrıca, tam rehabilitasyon gerektiren vakalarda, doğal dişlerin büyük ölçüde kaybına yol açan ilerlemiş periodontal hastalık öyküsü de göz ardı edilemez. 30°'yi aşan bir açıda dışbükey restorasyonlarla birleştirilen kemik seviyesindeki implant tasarımları, peri-implantitis riskini önemli ölçüde artırır [134]. Peri-implant kemik kaybını azaltmak için platform değişimi önerilmiştir, ancak faydaları hala tartışmalıdır [136].

Mikro boşluğun supramukozal konumu ve plak kontrolü açısından erişilebilirliği nedeniyle estetik olmayan implant restorasyonlarında doku düzeyinde implant tasarımları önerilmektedir. Kemik seviyesinde implantlar endike olduğunda, vidayla tutulan üst yapılar ve anatomik olarak şekillendirilmiş çıkış profilleri ile platform değişimi tavsiye edilir. Tedavi için daha iyi görünürlük ve erişim gerektiğinde vida tutuculu protezler de kolaylıkla geri sökülebilmektedir.

#### Peri-implant yumuşak doku faktörleri

Bir implantın çevresindeki yumuşak doku durumu, implantın peri-implant hastalığa duyarlılığını etkileyebilir. İnce periodontal fenotipe sahip hastalar, peri-implant mukozal çekilmelere daha yatkındır [137]. İmplantın pürüzlü yüzeyinin ağız boşluğuna maruz kalması plak kontrolünü zorlaştırır ve bakteri kolonizasyonunu artırır, dolayısıyla peri-implantitis duyarlılığında potansiyel bir artışa yol açar. Yakın zamanda yapılan bir klinik çalışma, ince biyotip ile peri-implantitisin şiddeti arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir [138]. Ancak ek araştırmaların olmayışı kesin sonuçlara varılmasını engellemektedir. İmplant çevresi sağlık ve uzun süreli stabilite için minimum 2 mm'lik keratinize yumuşak doku (KD) bölgesi savunulmaktadır. Bununla birlikte mutlak gerekliliği

hala tartışmalıdır [2]. Genel olarak iyi ağız hijyeni olan hastalarda bile, yetersiz KD'li bölgelerde fırçalama rahatsızlığı ve daha yüksek plak skorları rapor edilmiştir [139, 140]. Ayrıca, peri-implantitis ve marjinal kemik kaybı, özellikle düzenli destek tedavisine uyumsuz olan hastalarda KD genişliği <2 mm ile ilişkilendirilmiştir [141, 5].

### İatrojenik faktörler

İmplant sayısı peri-implantitis riskini etkilemiyor gibi görünse de bunların konumu uzun vadeli başarı için kritik öneme sahiptir [142, 143]. İmplantın yanlış konumlandırılması peri-implantitis için önemli bir risk faktörünü temsil eder [142]. Bir implant doğal dişlere ve hatta diğer implantlara çok yakın yerleştirildiğinde krestal kemik erimesi meydana gelebilir [144]. Bu, plak kontrolüne erişimi tehlikeye atabilir ve dolayısıyla peri-implant hastalık riskini artırabilir. Ayrıca kemik zarının dışında bulunan veya etrafında ince kemiğe (< 1 mm) sahip olan fikstürler, özellikle ince biyotipli hastalarda mukozal çekilmeye daha yatkındır. Fikstürün pürüzlü yüzeyinin bu şekilde açığa çıkması plak tutulmasını ve dolayısıyla peri-implantitis riskini artırır. Bu gibi durumlarda kemik ve/veya yumuşak doku grefti önerilir, büyütme prosedürlerinin biyolojik komplikasyon riskini artırmadığı akılda tutulur [137, 144, 145]. Ayrıca komşu dişlerin mine-sement birleşiminin apikal kısmına 6 mm veya daha fazla implant yerleştirilmesi peri-implantitis riskini 8,5 kat artırmaktadır. Derin bir submukozal pozisyon aynı zamanda plak kontrolünü zorlaştırır ve peri-implant inflamasyona duyarlılığı artırır [76, 70].

### *Biyokorozyon ve titanyum parçacıklarının varlığı*

Zirkonyum implantların varlığına rağmen titanyum implantolojide tercih edilen malzeme olmaya devam etmektedir. Bununla birlikte, titanyum parçacıklarının salınımı ve bunların peri-implant dokular üzerindeki etkisi son zamanlarda hararetli tartışmaların konusu haline gelmiştir [146, 147] Ağız ortamındaki titanyum kaynakları olarak mekanik aşınma, kimyasal korozyon ve implant yüzey tedavisi bildirilmiştir [148]. "Tribokorozyon" terimi, aşınma ve korozyon süreçlerinin kombinasyonunu tanımlamak için kullanılmıştır [149]. Daha spesifik olarak, mekanik aşınma koruyucu titanyum oksit tabakasını bozduğunda korozyon gözlemlenebilir. Bu sadece implantın yüzeyi ile sınırlı değildir, aynı zamanda implant-dayanak arayüzünü de etkileyebilir [150]. Bu açıdan mikro boşluğun konumu ve abutment bağlantısının kalitesi büyük önem taşımaktadır. Bundan sonra, aşınmış bir yüzey mekanik

aşınmaya karşı daha az dirençli hale geldiğinden, tribokorozyon otomatik olarak devam eder. Mikrobiyal dental plağa maruziyet aynı zamanda titanyum parçacıklarının salınmasına da yol açabilir. Asidik inflamatuvar ortam, yüzeysel implant tabakasının oksidasyonuna ve tahribatına ve dolayısıyla metal iyonlarının salınmasına katkıda bulunur. Bu sonuç olarak peri-implant inflamasyonu ve hastalığın ilerlemesini artırır [151]. Titanyumun lokal salınımı aynı zamanda Pg gibi gram-negatif bakterilerden üretilen lipopolisakkaritler ve proinflamatuvar sitokinlerin aşırı ekspresyonu ile de ilişkilendirilmiştir [152]. Sağlıklı bölgelere kıyasla peri-implantitisli fiksörlerden alınan peri-implant yumuşak doku biyopsilerinde daha yüksek seviyelerde titanyum parçacıkları tespit edilmiştir [153, 154]. Bazı peri-implantitis tedavi önlemleri, titanyumun implant çevresi bölgeye salınmasına ayrıca katkıda bulunabilir. Bu, klorheksidin ve hidrojen peroksit gibi implant yüzeyinin dekontaminasyonu için kullanılan kimyasalları ve ultrasonik uçlar gibi mekanik cihazları içerir. Açıkta kalan implant yüzeyini temizlemek ve pürüzlü yüzeyleri cilalamak için sıklıkla kullanılan implantoplasti, aynı zamanda önemli miktarda metalik partikül salınımıyla da ilişkilendirilmiştir [155, 147]. Kaynağı ne olursa olsun, titanyum parçacıklarının peri-implantitisin tek nedeni mi yoksa yalnızca mikrobiyolojik, kimyasal ve mekanik faktörlerin bir sonucu mu olabileceği henüz belirlenmemiştir. Ayrıca parçacık boyutunun etkisi de dikkate alınmalıdır. Nanopartiküller daha yüksek biyolojik aktiviteye sahiptir ve dolayısıyla mikropartiküllerden çok daha zararlıdır. Ayrıca, zararsız seviyelerde titanyum oksitinin kozmetiklerde, diş macunlarında, güneş kremlerinde ve hatta çeşitli gıda ürünlerinde yaygın olarak bulunduğunu unutmamak gerekmektedir [146].

#### Zayıf plak kontrolü ve peri-implant mukozitis

Hastanın kendi kendine gerçekleştirdiği plak kontrolü, implantın prognozunu etkileyen en önemli faktörlerden biridir [156, 157, 2]. Yüksek plak indeksi, peri-implantitis duyarlılığında 8 kat artışla ilişkilendirilmiştir [70]. İmplant ve dayanak yüzeyleri üzerinde bakteriyel biyofilm birikimi, mukozit olarak da bilinen peri-implant inflamasyona yol açar. Bu neden-sonuç ilişkisi, ağız hijyeni önlemleri yeniden uygulamaya konduğunda deneysel mukozitin tamamen çözülmesiyle daha da doğrulanmıştır. Peri-implantitisin öncesinde her zaman bir mukozit dönemi gelir. Her ikisi de kötü ağız hijyeni, sigara kullanımı ve mukoza altında fazla siman artığı bulunması gibi çeşitli risk faktörlerini paylaşmaktadır [158]. Ancak mukozit lezyonlarının tümü, uzun süre mevcut olsa bile peri-implantite ilerlemez [50]. Daha önce tanımlanan farklı risk faktörlerinin eş zamanlı etkisi periimplantitisin başlamasına yol

açabilir. Bununla birlikte, mukozit tanısı konulan implantlar peri-implantitis gelişme riski altındadır [158].

## 2.6. Osseointegrasyon

Osseointegrasyon, canlı kemik dokusu ile dental implant yüzeyi arasındaki doğrudan yapısal ve fonksiyonel ilişkiyi tanımlar. Bu süreç, implantın hastanın çene kemiğine güvenli bir şekilde entegre olmasını sağlar, böylece implant üzerine yapılan protez için sağlam bir temel oluşturulmuş olur. İmplantların başarılı kabul edilebilmeleri için kemikle tam kaynaşarak hareketsiz olması yani osseointegrasyonunu tamamlamış olması ve bu durumu üst yapı yapıldıktan sonra da koruması gerekir[159].

Kemik yoğunluğunun kalitesi, implant tasarımı, implant yüzey özellikleri, cerrahi operasyon koşulları, protetik yükleme koşulları gibi osseointegrasyonu etkileyen birçok faktör vardır[160].

## 2.7. Diş Hekimliğinde Kemik Yoğunluğunun Ölçülmesi

Diş hekimliğinde, kemik mineral yoğunluğunun doğru bir şekilde belirlenmesi, tanı, tedavi planı ve dental işlemlerin başarısı açısından büyük öneme sahiptir. Kemik yoğunluğunda yaşanacak azalmalar, kemik kırıklarının oluşabileceği travmatik yaralanmalar hakkında ipuçları verebilir. Düşük kemik mineral yoğunluğuna sahip hastaların diş çekimi ve diğer girişimsel işlemler sırasında kemik kırıklarına dikkat edilmesi gerekmektedir. İmplant tedavisinde, kemiğin genişliği ve yüksekliğinin yanı sıra kalitesi ve kantitesi de osseointegrasyon süreci için hayati öneme sahiptir[10]. Kemik yoğunluğu, ortodontik tedavide diş hareketlerini etkilemektedir. Yoğun kemik yapılarına sahip kişilerde diş hareketlerinin daha zor olabileceği belirtilmektedir[161]. Kemik gözenekliliği ve mineralizasyon derecesinin ölçülmesi, ortodontik tedavide adaptif kemiğin yeniden şekillenmesinin ve mekanik özelliklerin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur[162]. Osteoporoz, bazı hastalarda periodontal hastalık ve diş kaybında etkili olabilir [163]. Panoramik radyografilerde osteoporotik değişikliklerin tespiti, tedavi planlaması ve bu tür hastaların ileri tetkiklere yönlendirilmesi açısından rutin muayenenin bir parçası olarak büyük önem taşır.

Çene kemiklerinin radyolojik değerlendirmesinde kullanılan çeşitli yöntemler arasında Kantitatif Bilgisayarlı Tomografi (KBT), Bilgisayarlı Tomografi (BT), Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT), Mikro Bilgisayarlı Tomografi (mikro-BT), Dansitometrik Analiz (DA), Dual Enerjili X-Işını Absorpsiyometri (DXA), Kantitatif Ultrasonografi (KUS) ve Yüksek Çözünürlüklü-MR, Mandibular İndeksler, Fraktal Boyut Analizi gibi yöntemler bulunmaktadır [10].

Kantitatif Bilgisayarlı Tomografi (KBT) gerçek hacimsel kemik mineral yoğunluğu ölçümünü sağlayan tek yöntemdir ve kortikal kemik ile trabeküler kemiğin yoğunluklarının ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak tanır. Radyasyon dozunun ve maliyetinin yüksek olması, yaygın bulunmaması ve fazla yer kaplaması dezavantajlarındandır [164].

Geleneksel BT'lerin görüntüleme için yüksek dozda radyasyon kullanması nedeniyle, araştırmacılar implant uygulamalarından önce kemikleri değerlendirmek için daha az radyasyon dozu kullanan KIBT gibi alternatif görüntüleme yöntemlerine yönelmişlerdir [165]. Düşük radyasyon dozu kullanmasının yanında KIBT, hızlı tarama süresi, görüntü doğruluğu, düşük maliyeti ve ulaşılmasının daha kolay olması gibi avantajlara sahiptir [166]. Ancak KIBT ile ölçülen yoğunluk değeri, kullanılan cihaz özelliklerine bağlı olarak değişir ve elde edilen değerler, geleneksel BT yöntemlerinin yoğunluk değerleriyle uyumsuz [167].

Son yıllarda, mikro-BT kliniklerinde trabeküler ve kortikal kemik ölçümlerini incelemek için yaygın olarak kullanılmıştır [168, 169]. Bouxsein ve ark. mikro-BT taramalarının trabeküler kemik yapısını değerlendirmek için altın standart olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir [170]. Mikro-BT, dental implant çevresindeki kemik entegrasyonunun hem kalitatif hem de kantitatif morfometrisini değerlendirebilir. Ancak oldukça maliyetlidir ve radyasyon dozu yüksektir [171].

Yüksek çözünürlüklü MR, iyonlaştırıcı radyasyon kullanmadan kemiklerin 3 boyutlu olarak görüntülenmesine olanak sağlar. Bununla birlikte uzun tarama süresi dezavantajıdır [10].

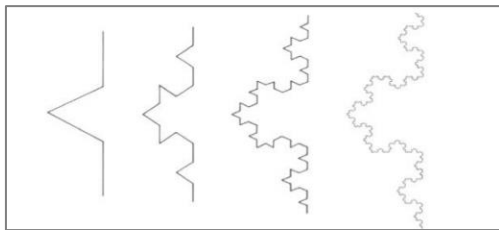
Panoramik radyografi, maksillofasiyal bölgede yaygın kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Panoramik radyograflar üzerinden ölçülen mandibular indeksler, mandibulada meydana morfolojik değişiklikleri ve kemik miktarını değerlendirmek amacıyla

kullanılmaktadır [172]. Bununla birlikte doğrudan kemik yoğunluğu ölçümü için kullanılmazlar [10].

## 2.8. Fraktaller

'Fraktal' terimi, Latince'deki 'fractus' sözcüğünden, 'kırık, parça' anlamına gelir. Eğriler, birbirine bağlı olmayan noktalar, yüzeyler ve standart geometrinin tanımlayamadığı karmaşık yapıları ifade etmek için bu sözcük seçilmiştir[173].

1977'de, Fransız Amerikalı matematikçi B. B. Mandelbrot tarafından fraktal geometri kavramı ileri sürülmüştür [15]. Fraktallar genellikle kesirli veya tam sayı olmayan bir boyuta sahiptir[174]. Noktaların boyutsuz, düz çizgilerin bir boyutlu, düzlemsel yüzeylerin iki boyutlu ve hacimlerin üç boyutlu olduğu Öklidyen "topolojik" boyut sisteminin aksine, fraktallar genellikle topolojik boyutlarını aşan boyut değerlerini taşır [175]. Fraktallar, farklı boyutlarda tekrarlanan bir desenin (çizgi, yüzey veya hacim) oluşturduğu matematiksel nesnelere ve bu nedenle bir nesnenin her bir parçası, farklı ölçeklerde aynı görünür; bu özellik "kendine benzerlik" (self-similarity) olarak adlandırılır. Fraktal şekillerin özellikleri, geleneksel geometrinin basit şekillerinden (üçgen, daire, kare vb.) büyük ölçüde farklıdır. Fraktal şekiller, kendilerine benzeyen parçalardan oluşmuş şekillerdir. Örnek olarak, Koch kar tanesi modeli gösterilebilir. Her adımda birim uzunlukta bir doğru parçası üç eşit parçaya bölünür ve ortadaki parça çıkarılarak yerine aynı uzunlukta iki parça eklenerek toplamda 4 eşit parçadan oluşan yeni bir şekil elde edilir. Bu süreçte her yeni adımda, bir önceki adımda elde edilen parçalara benzer işlemler uygulanarak Koch kar tanesi modeli oluşturulur (Şekil1.)[176].



Şekil 2.2. Koch kar tanesi eğrisi

Matematiksel yapıları takip eden sonsuz objeler olan matematiksel fraktallar, gözlemler ne olursa olsun tam bir özdeşlik izlerler. Elektronikten meteorolojiye, ekonomiden diğer çeşitli

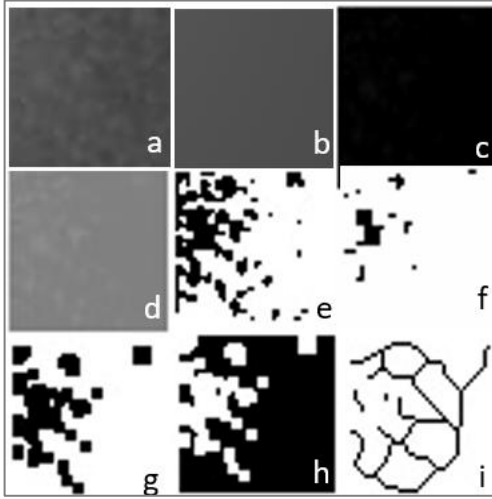
alanlara kadar, bu fraktallar matematiksel modelleme için önemli bir araçtır. Ancak, bu konsept sadece matematik ile sınırlı değildir ve doğal fraktallar adı verilen objelere de uygulanabilir. Bu doğal fraktallar, belirli bir ölçek aralığında tekrar eden ve genellikle kendine özgü veya istatistiksel olarak benzer kalıplar olarak tanımlanmaktadır [177].

### **2.8.1. Fraktal analiz**

Fraktal analiz (FA), fraktallerin dağılımını, desenlerini ve özelliklerini belirlemek için kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yöntemin temelinde, FB, bir yapının karmaşıklığına ışık tutar ve bir sayıyla temsil edilir [178]. Eşsizliğin bir tür göstergesi olan FB, fraktallerin çeşitli görünümlerini ve doku farklılıklarını tanımlamak için lakünerlik terimini kullanır[179]. Lakünerlik, dokunun heterojenliğini belirlemeye yardımcı olan bir kavramdır[180, 181]. Mandelbrot'un teorisine göre, ölçüm birimleri kullanmadan düzensizlik seviyesini ölçen ve bu düzensizliğin ölçeğin değiştiğinde sabit kaldığını belirleyen fraktal boyut (FB) kavramıdır [179]. Bu teori, doğal dünyanın morfolojisini tanımlamada ve ölçmede önemli bir rol oynamaktadır [182].

Genellikle, yüksek bir FB karmaşık bir yapıyı, düşük bir FB ise daha basit bir yapıyı işaret eder [14].

FA tekniği, trabeküler kemik dokusundaki değişiklikleri hesaplamak için FB değerini kullanır [11, 12]. Bu, karmaşık yapıları sayısallaştırmak için etkili bir matematiksel tekniktir [13]. FB hesaplamak için birçok metot mevcuttur; İçlerinde Richardson metodu, kutu sayma metodu ve Flook'un dilatasyon metodu (pixel genişletme metodu) bulunmaktadır[16]. En yaygın olarak kullanılan yöntem kutu sayma metodudur [15]. Bu teknik, bir objenin sınırlarını çevreleyen kutuların ve bu kutuların boyutlarının logaritmalarının bir karşılaştırmalı grafiğini çizer. Grafiğin negatif eğimli düz bölümü, FB analiz sonucunu belirtir. Gri tonlama bir görüntüde bu yöntem uygulanırken, görüntü ikili formata dönüştürülür ve FB analizi iskeletleştirilir [16](Şekil 2.).



Şekil 2.3. Fraktal analiz basamakları, a) Duplike ROI görüntüsü, b) Gaussian Blur filtresi uygulanması, c) Dublike ROI görüntüsünden bulanıklaştırılan görüntünün çıkartılması, d) 128 gri tonu ekleme, e) Siyah-beyaz görüntüye çevirme, f) Erode işlemi, g) Dilate işlemi, h) Renkleri tersine çevirme, i) İskeletleştirme

Kemik kalitesi, çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler; trabeküler bütünlük, kemik geometrisi, mikrohasarlar, kemik dokusunun yapısal tasarımı ve mineralizasyon miktarıdır [183]. Geçmişte, kemik yapılarını analiz etmek için genellikle kemik mineral yoğunluğunun ölçümüne başvurulmuştur. Bilgisayarlı tomografi teknolojisinin yaygınlaşması, "kemik dansitesi" veya "Hounsfield Unit" (HU) ölçümlerinin kullanılmasına yol açtı. Ancak, son araştırmalar sadece dansite ölçümlerinin kemik kalitesini değerlendirmek için yeterli olmayabileceğini, trabeküler yapı analizinin de gerekli olduğunu belirtmektedir [184, 185].

Trabeküler kemik; kendini tekrarlayan ve dallanmış yapısı nedeniyle "fraktal" özelliklere sahiptir. Bu nedenle, fraktal geometri teknikleri ve fraktal boyut analizi (FBA), trabeküler kemik yapısının karmaşık doğasını tanımlamak için kullanılabilir [186].

FA ve mandibular indeksler, mevcut panoramik görüntülerde ölçülebilen parametrelerdir [187]. Radyograflar üzerinden tespit edilen FB'nin trabeküler kemik yoğunluğundaki değişimleri ve kemikteki mineral kaybını yansıttığı belirtilmektedir. Literatürdeki araştırmalarda, trabeküler kemik mimarisi ve FB arasında korelasyon olduğu gösterilmiştir [188].

### 2.8.2. Fraktal analizin diş hekimliğinde kullanım alanları

Fraktal boyut analizi (FBA), tıp alanında radyografiler üzerinde görüntü analizi yapmak, potansiyel hastalıkları teşhis etmek veya mevcut hastalıkların şiddeti ve ilerleyişi hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir yöntemdir [12]. Kemik içindeki düzensiz trabeküler yapılar FA ile belirlenerek kemik yapısı değerlendirilebilir. Radyografilerde belirlenen fraktal boyutun kemik yoğunluğundaki değişikliklerle ilişkilendirildiği ve kemikteki mineral kaybını yansıttığı belirtilmektedir [11, 17].

Diş hekimliğinde birçok sistemik patolojinin, periapikal lezyonların tanısının konulması ve osseointegrasyonun değerlendirilmesi amacıyla radyografiler üzerinde FB hesaplaması yapılmaktadır [18, 19].

#### Fraktal analiz yönteminin periodontoloji alanında kullanımı

Periodontal hastalık diş kaybının en önemli nedenlerinden biridir ve birçok sistemik hastalıkta değiştirici bir faktör olarak düşünülebilir [189]. Alveoler kemik değişiklikleri periodontal hastalıkların başlangıcını ve ilerlemesini göstermektedir. Bu nedenle alveolar kemik yapısındaki değişikliklerin değerlendirilmesi; periodontal hastalıkların önlenmesinde, tedavi planlamasında ve prognozunda vazgeçilmez adımdır.

Soltani ve ark. 2021 yılında periododontitisli hastaların periapikal radyografileri üzerinden FBA ile trabeküler kemiği değerlendirmiştir. Orta ve şiddetli periodontitis ile sağlıklı periodontal kemik arasında FB değerlerinin anlamlı derecede farklı olduğunu belirtmişlerdir ve FBA'nın orta ve şiddetli periodontitiste kemik değişikliklerini değerlendirmek için yararlı bir araç olduğunu, bununla birlikte periodontitisin başlangıç radyografik kemik belirtilerini tespit edemediğini bildirmişlerdir[8]

Mishra ve ark. periodontitisli hastalarda FBA kullanarak kansellöz değişiklikleri değerlendirmişlerdir ve FB ile periodontitisin artan evresi arasında negatif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir [190].

Gingivitis ve periodontitisli hastaların periapikal radyografilerinden FB değerlerini karşılaştıran Shrou ve ark. periodontitis grubunun anlamlı derecede daha düşük bir ortalama FB değerine sahip olduğunu bildirmiştir. Bu durum periodontal sağlığın fraktal indeks ile

pozitif korelasyon gösterdiğini ve periodontal sağlık kötüleştikçe fraktal indeksin azaldığını göstermektedir [191].

#### Fraktal analiz yönteminin implantoloji alanında kullanımı

Primer implant stabilitesi, osseointegre implantlar için başarılı uzun vadeli tedavi sonuçlarının olmazsa olmaz koşuludur [61]. Başarılı implant prosedürü, klinisyenin primer implant stabilitesinin derecesini ve kemik değişikliklerini değerlendirme yeteneğine bağlıdır[60]. İmplantın stabilitesi ise kemiğin kalitesine ve miktarına, cerrahi tekniğe ve implant özelliklerine bağlıdır. Zayıf kemik kalitesi ve miktarının, implantların uzun vadeli başarısızlık oranı üzerinde büyük etkisi vardır; ancak başlangıçtaki implant stabilitesi ile kemik kalitesi arasındaki ilişki belirsizliğini korumaktadır[62, 189].

Kemik kalitesini analiz etmek için iki noninvaziv klinik yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki preoperatif bir yöntem olarak fraktal boyut analizi, ikincisi ise postoperatif bir yöntem olan implant stabilite katsayısıdır (ISQ)[182].

Sansare ve ark. 33 hastanın panoramik radyografilerinde implant yerleştirmeden önce ve sonra fraktal boyuttaki değişiklikleri araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre, ortalama FB değerinde anlamlı bir artış görülmüştür. Bu durumun implantasyon sonrası peri-implant bölgelerde kemik mikroyapısındaki artıştan kaynaklanabileceğini düşündüklerini belirtmişlerdir[192].

Abdulhameed ve ark. 22 implant tedavisi uygulanan hasta ile yaptıkları çalışmada, implantasyon sonrası implant stabilitesi ile peri-implant bölgedeki kemiğin FB ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre düşük FB değerlerine sahip implantların stabilitede bir azalmaya işaret edebileceği sonucuna varmışlardır. Bu nedenle fraktal analizin trabeküler kemikteki değişiklikleri değerlendirmede ekonomik ve kolay ulaşılabilir bir yöntem olarak umut vaat ettiğini bildirmişlerdir [193].

Hadzik ve ark. farklı lazer kaynaklı periyodik yüzey yapıları (LİPS) bazlı diş implantı deney yüzeylerinin örneklerini taramalı elektron mikroskobu görüntülerine dayanarak fraktal boyut analizi ve doku analizi ile değerlendirmişlerdir ve sonuçları standart yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesiyle karşılaştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre doku ve fraktal boyut

analizlerinin karmaşık geometriye sahip diş implantlarının değerlendirilmesinde umut verici yöntemler olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca yeni bir implant yüzeyinin fiziksel düzeyde değerlendirilmesinde uygulandığında hücre davranışının öngörülmesinin sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır [194].

Alcaraz ve ark. 2023 yılında yaptıkları çalışmada yavaş ve standart şekilde yapılan implant yuvası hazırlama yöntemi ile yerleştirilen implantların çevresindeki kemiği panoramik radyograflar üzerinden FBA ile değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadığının, delme tipinin kemiğin kalitesini veya osseointegrasyon sürecini etkilemediğini gösterdiği sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte FB'nin kemik trabeküllerinde görülen önemli değişiklikleri değerlendirmek için iyi bir gösterge olduğunu, böylece klinisyene osseointegrasyon sürecinde üretilen değişiklikleri değerlendirmede değerli bir destek sunabileceğini belirtmişlerdir [195].

Jing Mu ve ark. yaptıkları çalışma sonucunda fonksiyonel yüklemeye sonra implantların etrafındaki artan fraktal boyutun, çevredeki kemiğin adaptif yeniden şekillenme tepkisini gösterdiği ve FBA'nın, klinikte peri-implant alveolar trabeküler kemik modellerindeki değişiklikleri tespit etmede yardımcı olabileceği sonucuna varmışlardır[196].

Son yıllarda implant diş hekimliğinin en önemli odak noktalarından biri; öngörülebilir, uzun vadeli estetik ve sağlıklı sonuçlara daha iyi ulaşmak için marjinal kemik kaybı (MBL) modellerinin incelenmesi olmuştur[60, 61]. MBL, peri-implant sağlığının önemli bir göstergesini temsil eder ve peri-implant kemik kaybı cep oluşumuna neden olabileceğinden, seviyesinin ölçümü, hayatta kalma kalitesinin değerlendirilmesinde belirleyici bir faktör olarak kabul edilmektedir[5]. Peri-implantitis, peri-implant dokuda inflamasyon ve ilerleyici kemik kaybı ile karakterizedir. Peri-implantitisin tanısı, prognozu ve tedavisi, klinik ve radyografik verilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesine bağlıdır[60, 61].

Lang ve ark. 104 hasta ile yaptıkları çalışma ile implant etrafında sağlıklı mukoza bulunan hastaların ve peri-implantitis hastalarının implant çevresini sondlamada kanama, klinik ataçman boyutu, cep derinliği ve FBA ile değerlendirmişlerdir. Yaptıkları istatistiksel değerlendirme sonuçlarında gruplar arasında anlamlı farklılık göstermeyen tek parametrenin FB olduğunu, diğer parametrelerin ise gruplar arasında anlamlı fark gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda periapikal radyografiden hesaplanan peri-implant

kemiğin FB'si, sağlıklı ve hastalıklı implantlar arasında ayırım yapmak için geçerli bir yöntem gibi görünmediğini belirtmişlerdir [60].





### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Çalışma Planı

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Etik Kurulu'nun 2023 – 1519 araştırma protokol kodu ve onayı ile yürütüldü (Ek-1).

Bu çalışma, fraktal boyut analizi parametrelerinin hesaplanması amacıyla, 2023-2024 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'na başvuran implant tedavisi görmüş ve muayene kayıtları bulunan hastalardan elde edilen panoramik radyografiler üzerinde FBA ölçümlerinin gerçekleştirildiği tek merkezli kesitsel retrospektif bir çalışmadır.

Araştırmada “G. Power-3.1.9.2” programı kullanılarak, %95 güven düzeyinde örneklem büyüklüğü hesaplandı. Alpha 0.05 düzeyinde, 0.80 teorik güç ile standardize etki büyüklüğü 1.81 olarak alındı. Analiz sonucunda minimum örneklem hacmi her grupta 10 hasta olmak üzere toplam 20 hasta olarak hesaplandı (Ek-2).

#### 3.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

1. 20 yaşından büyük ve tüm ağız içinde en az 20 dişe sahip olan,
2. Mandibular posterior bölgede en az bir tane internal konik abutmantlı bone-level tipi dental implant üzerine en az 6 ay süreyle yerleştirilmiş tek üye sabit kuron protez restorasyonu bulunan,
3. Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji Anabilim Dalı Kliniği'nde muayenesi tamamlanan ve peri-implantitis tanı endikasyonu dahilinde Sirona ORTHOPHOS XG (Sirona, Bensheim, Almanya) cihazı ile çekilmiş ve radyolojik değerlendirmeye uygun panoramik radyografisi bulunan,
4. Çene kemiklerini etkilemeyecek şekilde sistemik olarak sağlıklı ve geçirilmiş travma öyküsü bulunmayan hastalar çalışmaya dahil edildi.

### 3.3. Hariç Tutma Kriterleri

1. Belirlenen yaş aralığı dışında kalan ve 20'den az dişe sahip olan,
2. İmplant çevresindeki dokuların değerlendirilmesini engelleyen başka herhangi bir sabit protez tasarımı bulunan,
3. Peri-implantitis açısından cerrahi tedavi geçmişi ve/veya implant tedavisi öncesi kemik grefti materyali kullanılan,
4. Kemik metabolizmasına etki edebilecek herhangi bir sistemik hastalığı ve/veya bir ilaç kullanımını olduğu belirlenen,
5. Maksillofasiyal bölgede gelişimsel malformasyonu olan,
6. Mandibula anatomisini veya bütünlüğünü etkileyen kırık, travma ve/veya patolojisi olan hastalar çalışma dışında bırakıldı.

### 3.4. Test ve Kontrol Gruplarının Oluşturulması

Mandibular molar bölgelerinde bir adet dental implantı bulunan, klinik muayene kayıtlarına göre, kontrol grubunu oluşturacak peri-implantitis açısından sağlıklı 53 birey ve test grubunu oluşturacak peri-implantitis tanısı konulmuş 50 birey olmak üzere toplam 103 hasta çalışmada yer aldı.

Kontrol ve test gruplarının oluşturulmasında klinik muayene kayıtları ve radyolojik muayene bulguları kullanıldı.

Hastaların klinik muayene kayıtları retrospektif olarak tarandı. Kontrol ve test grupları 2017 yılında yapılan Dünya Çalıştay'ı tarafından geliştirilen peri-implant hastalık sınıflanmasındaki kriterler esas alınarak belirlendi.

Test grubu oluşturulurken implant değerlendirilmesinde belirtilen klinik ve radyolojik muayene kriterleri esas alındı.

- Nazik sondalama sırasında kanama ve/veya süpürasyon varlığı.
- $\geq 6$  mm'lik sondalama derinliği.
- İmplantın intraosseöz kısmının en koronal kısmının apikalindeki kemik seviyeleri  $\geq 3$  mm.

Seçilen test grubu popülasyonuna ait panoramik radyografiler MetaSoft sisteminden 8 bit derinliğinde yüksek çözünürlüklü 'jpeg' formatında dışarı aktarıldı. Görüntüler üzerinde National Institute of Health'in ImageJ (1.53) görüntü işleme ve analiz programı kullanılarak kemik kaybı ve implant boyları oranlandı ve kemik kaybının implant boyunun yarısından az ve fazla olması şeklinde 2 gruba ayrıldı [48].

### 3.4.1. Kontrol grubu

Çalışmamızın kontrol grubu, implant tedavisi için Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji kliniğine başvurmuş; implant yerleştirilmesinin ardından idame kontrollerine düzenli olarak gelmiş ve muayene kayıtları bulunan sağlıklı bireylerden oluşturuldu. Kontrol grubu cinsiyet ve yaş olarak çalışma grubuna benzer özellikte olacak şekilde seçildi.

Kontrol grubu oluşturulurken implant değerlendirilmesinde belirtilen klinik ve radyolojik muayene kriterleri esas alındı.

- Klinik inflamasyon belirtilerinin olmaması.
- Nazik sondalamada kanama ve/veya süpürasyonun olmaması.
- Önceki muayenelerle karşılaştırıldığında sondalama derinliğinde artış olmaması.
- Krestal kemik seviyesinde izlenen değişikliklerinin ötesinde kemik kaybının olmaması.

### 3.5. Radyolojik Değerlendirme

Bu retrospektif çalışmada, hastaların klinik muayene (cep derinliği (CD), sondlamada kanama (SK), plak indeksi (PI), fırçalama sıklığı) kayıtları ile eş zamanlı elde edilmiş panoramik radyografileri kullanıldı. Çalışma için ilave radyografi alınmadı.

Tüm panoramik radyografiler, 60 ila 80 kVp, 8 ila 10 mA ve 12,8 saniyelik maruz kalma süresine sahip, 1,2 büyütme faktörü olan ortopantomografi cihazı (Sirona ORTHOPHOS XG, Sirona, Bensheim, Almanya) ile elde edilmiş arşiv görüntüleri arasından seçildi.

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi veritabanında bulunan ve analiz için kullanılacak olan panoramik radyografiler, MetaSoft sisteminden 8 bit derinliğinde yüksek çözünürlüklü

'jpeg' formatında dışarı aktarıldı. Çalışmamızda National Institute of Health'in ImageJ (1.53) görüntü işleme ve analiz programı kullanıldı.

### 3.6. Fraktal Boyut Analizinin Uygulanması

FB analiz için White ve Rudolph tarafından tasarlanan kutu sayma metodu kullanıldı ve peri-implantitis hastalarında implant etrafındaki trabeküler kemiğin mimarisi değerlendirildi[17]. Trabeküler kemik yapısının daha karmaşık olduğunu işaret eden yüksek FB analiz değerleri, kutu sayma yöntemi ile elde edilmiştir.

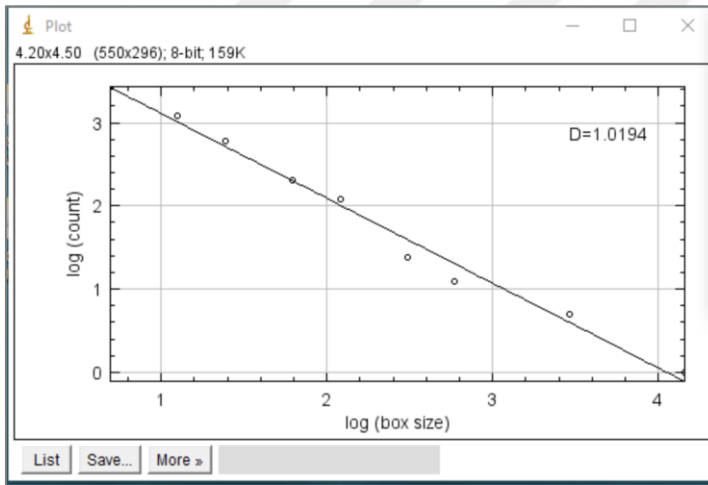
FB analizi için sırasıyla aşağıdaki işlemler yapıldı.

1. Sağ ve sol mandibular molar alanındaki implantlar için, diş köklerini, kortikal kemiği ve mandibuler kanalı dışarıda bırakacak şekilde, mezial ve distal kısımlardan 2 adet ilgi alanı bölge (Region of Interest) (ROI) belirlendi. Bu bölgeler 20 x 60 piksel ölçülerine sahipti. (Şekil 3.1)
2. TIFF formatına dönüştürülen görüntü, ImageJ programı ile açıldı ve belirlenen ROI kopyalandı.
3. Görüntünün ince ve orta ölçekli değişimleri (örneğin, çeşitli kemik kalınlıkları, yumuşak doku vs.) ortadan kaldırıldı ve sadece büyük ölçekli değişimler bırakıldı. Bu işlem için Gaussian filtresi kullanıldı ve resim bulanık hale getirildi (sigma: 35).
4. Bulanık görüntü, orijinal görüntüden çıkarılarak 'Subtraction' işlemi gerçekleştirildi(subtraction).
5. Her piksele 128 ton gri renk eklenerek 128 parlaklık derecesini eşik değer kabul edildi ve görüntü, binary formata dönüştürüldü (binary).
6. Görüntünün bozukluklarını azaltmak adına, görüntü erode edildi ve dilate ile var olan alanlar genişletilerek belirginleştirildi (erode-dilate).
7. Trabekül yapılarının görüntüde daha belirgin hale gelmesi için görüntünün tersine çevrilmesi işlemi gerçekleştirildi (invert).
8. Binary formatındaki görüntü, iskeletleştirme işlemine tabi tutuldu. Bu, trabeküllerin sadece merkezi kısımlarının çizgisel olarak görünmesini sağladı (skeletonize).
9. Iskeletleştirilmiş görüntü üzerinde FB analizi yapıldı.
10. "Fractal box count" seçeneği "Analyze" sekmesinde önceden planlandığı gibi kullanıldı ve trabeküllerin genel hatları için fraktal boyut hesaplaması yapıldı.

Görüntü boyutları 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, 64 piksellik karelerle bölündü ve her boyuttaki piksel için, trabeküllerin bulunduğu kareler ve görüntüdeki toplam kare sayısı hesaplandı. Bu değerlerin logaritmik ölçekteki grafiği çizildi. Grafikteki noktalar için en uygun doğru belirlendi. Bu doğrunun eğimi, yapıda ne derece karmaşık olduğunu gösteren fraktal boyut değerini belirledi. (Şekil 3.2.)



Şekil 3.1. Seçilen ROI'nin örnek gösterimi



Şekil 3.2. Fraktal boyut logaritma grafiği

Yapılan FB ölçümleri ve klinik muayene bulguları önce sağlıklı ve peri-implantitis hastaları arasında değerlendirildi. Daha sonra aynı değerlendirme kemik kaybının implant boyunun % 50'sinden az olan ve kemik kaybının implant boyunun % 50'sinden fazla olan hastalar ile kontrol grubu arasında tekrarlandı.

### 3.7. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 25.0 (Statistical Package for Social Sciences) programı kullanılarak analiz edildi. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotları (sayı, yüzde, minimum, medyan, maksimum, ortalama, standart sapma) kullanılmıştır. Demografik özelliklerin gruplara göre homojen dağılıp dağılmadığı Ki-kare testi ile test edilmiştir. Çalışmada kullanılan verilerin normal dağılımını Shapiro Wilk testi ile test edilmiştir. Normal dağılıma sahip ölçümler için parametrik testler, normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için parametrik olmayan testler kullanıldı. Niceliksel veriler için normal dağılıma sahip olan birbirinden bağımsız iki grup ortalamasının karşılaştırılması için bağımsız örneklem t testi (independent t test), normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için ise Mann Whitney U analizi kullanıldı. Normal dağılıma sahip olmayan değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı Spearman korelasyon analizi ile test edildi. Niceliksel veriler için normal dağılıma sahip en az üç grubun ölçümlerini karşılaştırılmasında Varyans analizi, normal dağılıma sahip olmayan birbirinden bağımsız iki grubun ölçümlerinin karşılaştırılması için Mann Whitney U, en az üç grubun karşılaştırılmasında ise Kruskal Wallis analizi kullanıldı. Gruplar arasında farklılık olması durumunda, farklılık hangi iki grup arasında olduğu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Tüm analizler için I. Tip Hata olasılığı  $\alpha=0.05$  olarak belirlendi.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Test ve Kontrol Grubunun Değerlendirilmesi

Katılımcılara ait demografik özellikler Çizelge 4.1, 4.2 ve 4.3'te verilmiştir. Buna göre araştırmaya dahil edilen katılımcıların %51.5'i sağlıklı, %28.2'sinin implant etrafında kemik kaybının %50'den fazla olduğu, %20.4'ünün kemik kaybının ise %50'den az olduğu tespit edilmiştir. (Çizelge 4.1).

Test ve kontrol grubunun yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edildi. Analiz sonucuna göre test grubunun yaşları ile kontrol grubunun yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edildi ( $p>0.05$ ). (Çizelge 4.2).

Grupların cinsiyete göre homojen dağılıp dağılmadığı Ki-kare (Chi-square) testi ile analiz edildi. Buna göre hasta ve sağlıklı grubun cinsiyete göre homojen dağıldığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Tüm bireylerin %69,6'sının kadın, %30,4'ünün erkek olduğu belirlendi. Test grubunda ise kadın oranı %68, erkek oranı %32 olarak kaydedilirken kontrol grubunda bu oran kadınlar için %71,2, erkekler içinse %28,8 idi. (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.1. Test ve kontrol grubunun dağılımları

	N	%
%50'den fazla kemik kaybı	29	28,2
%50'den az kemik kaybı	21	20,4
Kontrol	53	51,5

Çizelge 4.2. Test ve kontrol grubu katılımcılarının yaşlara göre dağılımları

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.	U	p
Test Grubu	48 (32-65)	50,90±9,74		
Kontrol Grubu	49 (29-65)	48,62±9,89	1175,500	0,323
Toplam	48 (29-65)	49,73±9,84		

U: Mann Whitney U test istatistiği, \* $p<0,05$

Çizelge 4.3. Test ve kontrol grubu katılımcılarının cinsiyete göre dağılımı

		Grup		Total	X <sup>2</sup>	p	
		Hasta	Sağlıklı				
Cinsiyet	n	34	37	71			
	Kadın	% satır	47,9	52,1	100,0		
		% sütun	68,0	71,2	69,6		
	Erkek	n	16	15	31		
		% satır	51,6	48,4	100,0	0.120	0.729
		% sütun	32,0	28,8	30,4		
Toplam	n	50	52	102			
	% satır	49,0	51,0	100,0			
	% sütun	100,0	100,0	100,0			

X<sup>2</sup>: Ki-kare test istatistiği

Gruplara ait FB ölçüm değerleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Buna göre ölçülen implant meziallerine ait FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edildi. Analiz sonucuna göre test grubun implant mezial değeri ile sağlıklı grubun mezial değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ve test grubun mezial FB değerinin sağlıklı gruba göre daha düşük olduğu belirlendi. ( $p < 0.05$ )

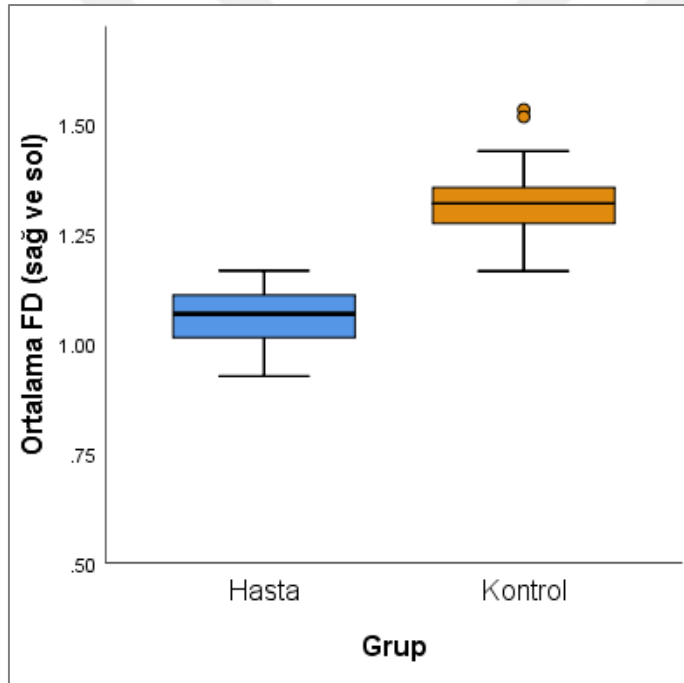
Test ve kontrol grubunda ölçülen implant distallerine ait FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımsız örneklem t testi ile test edildi. Analiz sonucuna göre test grubunun implant distal değeri ile kontrol grubunun distal değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ve test grubunun distal FB değerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlendi. ( $p < 0.05$ )

Test ve kontrol grubuna ait ortalama FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımsız örneklem t testi ile test edildi. Analiz sonucuna göre test grubunun ortalama FB değeri ile kontrol grubunun ortalama FB değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ve test grubun ortalama FB değerlerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlendi. ( $p < 0.05$ )

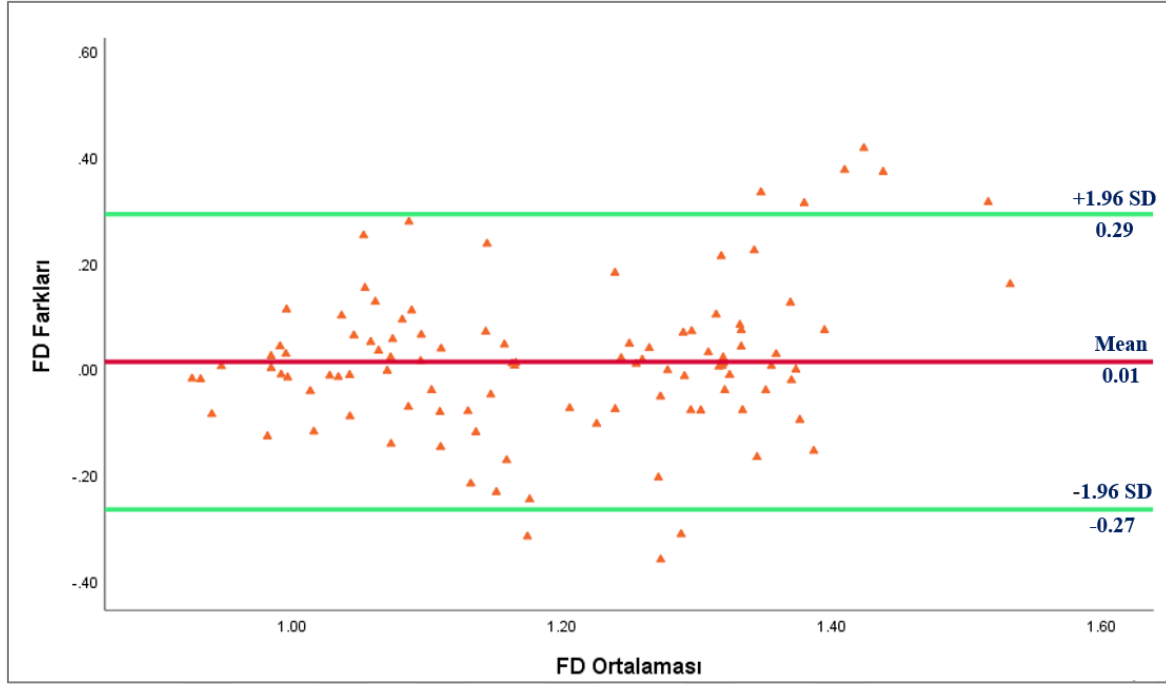
Çizelge 4.4. Test ve kontrol grubunda bulunan implantların ölçülen FB değerlerinin karşılaştırılması

		Medyan (Min.-Maks.)	Ort. S.s.	U/t	p
Mezial FB Ölçümleri	Test Grubu	1,0707 (0,8976-1.2624)	1,0631±0,0818	117,000	0.000*
	Kontrol Grubu	1,3239 (1,0161-1,6732)	1,3291±0,1398		
Distal FB Ölçümleri	Test Grubu	1,0462 (0,9273-1,2679)	1,0612±0,0874	-15,315	0,000*
	Kontrol Grubu	1,2995 (1,1490-1.4644)	1,3058±0,0746		
Ortalama FB Ölçümleri	Test Grubu	1,0673 (0,9257-1,1657)	1,0621±0,0655	-18,547	0.000*
	Kontrol Grubu	1,3190 (1,1650-1,5325)	1,3175±0,0737		

U: Mann Whitney U test istatistiği, \*p<0,05, t: Bağımsız örneklem t test istatistiği, \*p<0,05



Şekil 4.1. Test ve Kontrol grupları arasında FB ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği



Şekil 4.2. Mezial ve distal FB değerleri için Bland-Altman grafiği

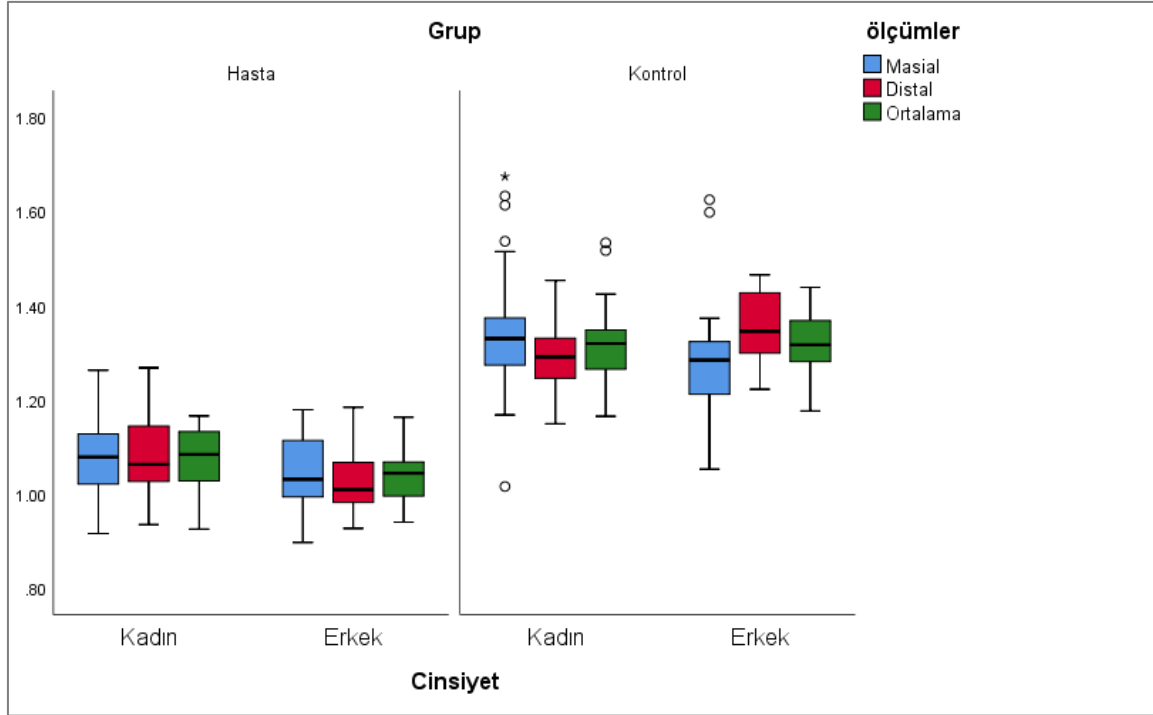
Mezial ve distal ölçüm değerleri uyumu Bland-Altman yöntemiyle incelendi. Farklılıkların %95'lik güven aralığı içinde olması ve ortalama olan sıfırın etrafında dağılım göstermeleriyle ölçümlerin tekrarlanabilir olduğu ve ölçümler arasında bir uyum olduğu tespit edildi (Şekil 4.2).

Çizelge 4.5. Mezial\distal FB ölçümleri için tekrarlanabilirlik sonuçları

Ortalama Farkları	Standart Sapma	%95 GA		Bland-Altman		T Test İstatistiği	P
		Alt Değer	Üst Değer	Alt Değer	Üst Değer		
0,0129	0,1421	-0,0148	0,0407	-0,27	0,29	0,924	0,358

GA: Güven Aralığı

Mezial\distal FB değerler ortalamaları hesaplandı. Bu ölçüm için tek örneklem t testi sonuçlarına göre mezial\distal değerlerin ortalamalarının sıfırdan farklı olmadığı tespit edildi ve ölçümlerin istatistiksel olarak birbirlerine benzer olduğu bulundu ( $p > 0,05$ ). Mezial\distal için ortalama ve Bland-Altman aralığı 0.01 (-0.27,0.29) hesaplandı ve verilen büyük çoğunluğunun bu aralıkta olduğu tespit edildi (Çizelge 4.5.).



Şekil 4.3. Araştırma grupları arasında kadın ve erkeklerin FB ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği

Cinsiyete göre ortalama FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için bağımsız örneklem t testi ile test edildi. Analiz sonucunda cinsiyete göre ortalama FB değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlendi ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Cinsiyete göre ortalama FB değerlerinin karşılaştırılması

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.	t	p
Kadın	1,1745 (0,93-1,53)	1,2006±0,1401	0,730	0,467
Erkek	1,1435 (0,93-1,44)	1,1778±0,1539		

t: Bağımsız örneklem t testi istatistiği, \* $p<0.05$

Yaş ile ortalama FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Spearman korelasyon analizi ile test edildi. Analiz sonucuna göre yaş ile ortalama FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görüldü ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Yaş ile ortalama FB değerleri arasındaki ilişki

		Ortalama mesial/distal
Yaş	r	-0,018
	p	0,858

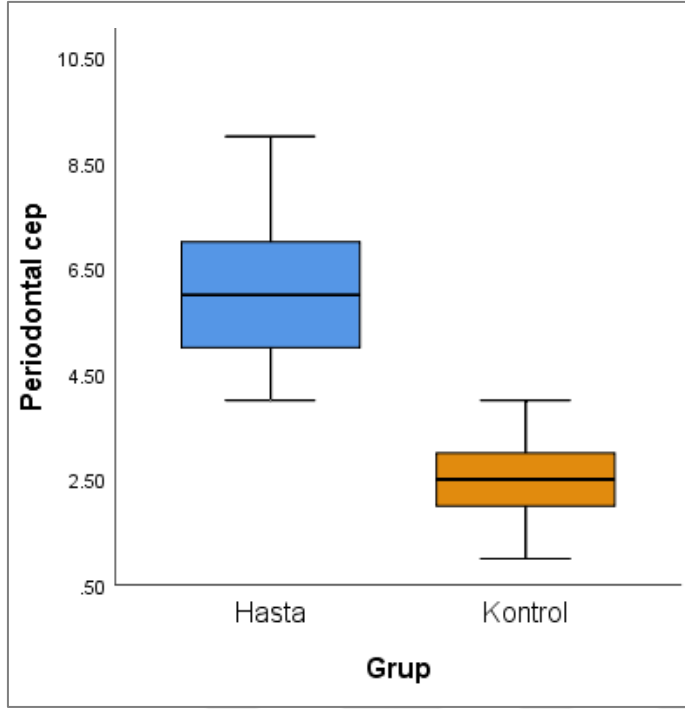
r: Spearman korelasyon katsayısı

Katılımcıların klinik bulgu değerlendirilmeleri Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Buna göre Test ve Kontrol grubunun periodontal cep değerleri, sondlamada kanama değerleri ve plak indeksleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edildi. Analiz sonucuna göre test grubunun periodontal cep değeri, sondlamada kanama değeri ve plak indeksi ile sağlıklı grubun periodontal cep değeri, sondalamada kanama değeri ve plak indeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ve test grubunun periodontal cep, sondlamada kanama değeri ve plak indeksinin sağlıklı gruba göre daha fazla olduğu belirlendi. ( $p<0.05$ )(Çizelge 4.8).

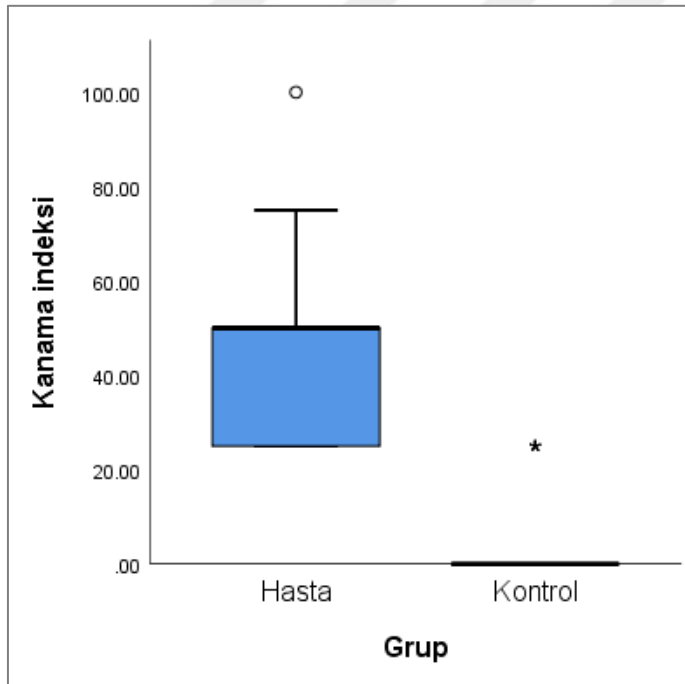
Çizelge 4.8. Periodontal cep, sondlama kanama ve plak indeksi değerlerinin karşılaştırılması

Periodontal Cep Derinliği	Medyan (Min.-Maks.)	Ort. S.s.	U	p
Test grubu	6 (4-9)	6,14±1,31	7,000	0,000*
Kontrol Grubu	2,5 (1-4)	2,62±0,84		
Sondlamada Kanama	Medyan (Min.-Maks.)	Ort, S,s,	U	p
Test grubu	50 (25-100)	43 ±19,59	46,000	0,000*
Kontrol Grubu	0 (0-25)	1,89±6,67		
Plak İndeksi	Medyan (Min.-Maks.)	Ort, S,s,	U	p
Test grubu	25 (0-75)	27,00±13,21	601,500	0,000*
Kontrol Grubu	0 (0-50)	10,85±13,44		

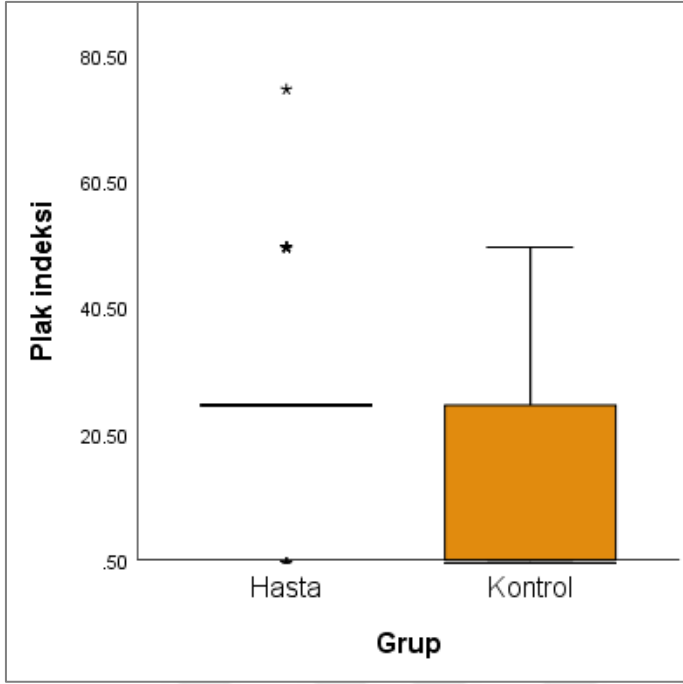
U: Mann Whitney U test istatistiği, \* $p<0.05$



Şekil 4.4. Test ve Kontrol grupları arasında Periodontal cep ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği



Şekil 4.5. Test ve kontrol grupları arasında Kanama indeksi ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği



Şekil 4.6. Test ve kontrol grupları arasında Plak indeksi ölçümlerinin dağılımlarını gösteren kutu grafiği

Test grubunu oluşturan katılımcıların kuron implant oranlarının medyan değeri 1, minimum 0.4, maksimum 1, ortalama 0.83 ve standart sapması 0.21 olduğu tespit edildi (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Test grubunun kuron implant oranlarının karşılaştırılması

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.
Test Grubu	1 (0,4-1)	0,83±0,21

Test ve Kontrol grubunu oluşturan implantların yerleştirilmesinin ardından geçen sürenin yıl değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edildi. Analiz sonucuna göre değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edildi ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. İmplant yerleştirilmesi ardından geçen sürenin karşılaştırılması

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.	U	p
Test grubu	8 (4-15)	8,64±2,91	1138,000	0,214
Kontrol Grubu	8 (2-13)	7,85±2,96		

U: Mann Whitney U test istatistiği

Grupların fırçalama sıklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U testi ile test edildi. Analiz sonucuna göre test grubunun fırçalama sıklığı ile kontrol grubunun fırçalama sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu ve test grubunun fırçalama sıklığının kontrol grubuna göre daha az olduğu belirlendi. ( $p<0.05$ )(Çizelge 4.11.)

Çizelge 4.11. Fırçalama sıklığı

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.	U	p
Test grubu	0 (0-2)	0,42±0,64	229,500	0,000*
Kontrol Grubu	2 (1-3)	1,75±0,52		

U: Mann Whitney U test istatistiği, \* $p<0.05$

Test grubunda bulunanların fraktal analiz ölçüm sonuçlarının test grubu kron implant oranı ölçümleri, implant yapıldıktan sonra geçen süre ile fırçalama sıklığı, periodontal cep ölçümü, sondlamada kanama ve plak indeksi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Spearman korelasyon analizi ile test edildi. Buna göre FB değerleri ile sondlamada kanama arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki ( $r=-0.301$ ,  $p<0.05$ ), periodontal cep ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki ( $r=-0.313$ ,  $p<0.05$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Test grubunun fraktal analiz ölçüm sonuçlarının diğer değişkenler ile arasındaki ilişki

		İmplant mesiali	İmplant distali	Ort mesial-distal
Periodontal cep	r	-0,282	-0,167	-0,313
	p	0,047*	0,245	0,027*
Sondlamada Kanama	r	-0,301	-0,091	-0,253
	p	0,034*	0,530	0,077
Plak indeksi %	r	0,188	0,105	0,240
	p	0,192	0,470	0,093
Kron implant oranı	r	-0,031	0,250	0,120
	p	0,831	0,080	0,407
İmplan yerleştirilmesinden sonra geçen süre	r	0,153	-0,207	-0,026
	p	0,290	0,150	0,858
Fırçalama sıklığı	r	-0,005	-0,027	0,041
	p	0,973	0,854	0,776

r: Spearman korelasyon katsayısı, \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$

Kontrol grubunda bulunanların fraktal analiz ölçüm sonuçlarının, implant yapıldıktan sonra geçen süre, fırçalama sıklığı, periodontal cep ölçümü, sondlamada kanama ve plak indeksi ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Spearman korelasyon analizi ile test edildi. Buna göre FB değerleri ile fırçalama sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki ( $r=0.328$ ,  $p<0.05$ ), periodontal cep ölçümü ile arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki ( $r=-0.390$ ,  $p<0.05$ ) olduğu tespit edildi (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Kontrol grubunun fraktal analiz ölçüm sonuçlarının diğer değişkenler ile arasındaki ilişki

		İmplant mesiali	İmplant distali	Ort mesial-distal
Periodontal cep	r	-0,312	-0,179	-0,390
	p	0,023*	0,199	0,004**
Sondalamada Kanama indeksi %	r	-0,210	-0,135	-0,196
	p	0,131	0,334	0,159
Plak indeksi %	r	-0,224	-0,216	-0,261
	p	0,107	0,120	0,059
Yıl	r	0,033	-0,131	0,027
	p	0,815	0,348	0,847
Fırçalama sıklığı	r	0,034	0,328	0,201
	p	0,808	0,016*	0,148

r: Spearman korelasyon katsayısı, \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$

#### 4.2. Kemik Kaybı Miktarına Göre Oluşturulan Test Gruplarının Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması

Test Gruplarının ve kontrol grubunun FB ölçümleri Çizelge 4.14’te verilmiştir. Buna göre implantların mezial bölgelerinden ölçülen FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Kruskal Wallis analiz ile test edildi. Analiz sonucunda ölçülen FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın kontrol grubundan kaynaklandığı ve test gruplarına göre FB değerlerinin daha fazla olduğu tespit edildi.

İmplantların distal bölgelerinden ölçülen FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Kruskal Wallis analiz

ile test edildi. Analiz sonucunda ölçülen FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın kontrol grubundan kaynaklandığı ve test gruplarına göre FB değerlerinin daha fazla olduğu tespit edildi.

Ortalama FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip ölçümler için Varyans analizi ile test edildi. Analiz sonucunda grupların ortalama FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın kontrol grubundan kaynaklandığı ve 2 test grubuna göre ortalama FB değerinin daha fazla olduğu tespit edildi.

Çizelge 4.14. Test ve kontrol gruplarına ait FB değerlerin karşılaştırılması

		Medyan (Min.-Maks.)	Ort. S.s.	Test istatistiği	p	Bonferroni (p)
İmplantların mezial bölgesinden ölçülen FB değerleri	%50'den fazla kemik kaybı bulunan hastalar (1)	1,04(0,9-1,23)	1,04±0,08	KW=64,840	0,000*	1<3 (0,000*)
	%50'den az kemik kaybı bulunan hastalar (2)	1,08(0,99-1,26)	1,09±0,07			2<3 (0,000*)
	Kontrol Grubu (3)	1,32(1,02-1,67)	1,33±0,14			
İmplantların distal bölgesinden ölçülen FB değerleri	%50'den fazla kemik kaybı bulunan hastalar (1)	1,05(0,94-1,25)	1,05±0,09	KW=69,880	0,000*	1<3 (0,000*)
	%50'den az kemik kaybı bulunan hastalar (2)	1,07(0,94-1,27)	1,09±0,08			2<3 (0,000*)
	Kontrol Grubu (3)	1,3(1,15-1,46)	1,31±0,07			
Ortalama FB değerleri	%50'den fazla kemik kaybı bulunan hastalar (1)	1,05(0,93-1,16)	1,05±0,07	F=172,090	0,000*	1<3 (0,000*)
	%50'den az kemik kaybı bulunan hastalar (2)	1,09(1-1,17)	1,09±0,05			2<3 (0,000*)
	Kontrol Grubu (3)	1,32(1,16-1,53)	1,32±0,07			

KW: Kruskal Wallis test istatistiği, \* $p<0.05$ , F: Varyans analizi test istatistiği, \* $p<0.05$

Gruplara ait periodontal cep, sondlama kanama ve plak indeksi değerlerinin karşılaştırılması Çizelge 4.15'te verilmiştir. Buna göre periodontal cep ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Kruskal Wallis analiz ile test edildi. Analiz sonucunda grupların periodontal cep değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın tüm gruplar arasında olduğu, kontrol grubunun periodontal cep derinliğinin en az,

%50 den fazla kemik kaybı olan hastaların ise en fazla olduğu, %50'den az kemik kaybı olan hastaların ise bunu takip ettiği tespit edildi.

Grupların sondlamada kanama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Kruskal Wallis analiz ile test edildi. Analiz sonucunda grupların periodontal kanama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın kontrol grubundan kaynaklandığı ve periodontal kanama değerinin Test Gruplarına göre daha az olduğu tespit edildi.

Grupların plak indeksi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Kruskal Wallis analiz ile test edildi. Analiz sonucunda grupların plak indeksi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın kontrol grubundan kaynaklandığı ve plak indeksi değerinin Test Gruplarına göre daha az olduğu tespit edildi.

Çizelge 4.15. Test grupları arasında CD, SK ve PI değerlerinin karşılaştırılması

		Medyan (Min.-Maks.)	Ort. S.s.	Test istatistiği	p	Bonferroni(p)
Periodontal Cep Derinliği	%50'den fazla kemik kaybı olan hastalar (1)	7(6-9)	7,10±0,97	KW=84,124	0,000*	3<1 (0,000*)
	%50'den az kemik kaybı olan hastalar (2)	5(4-6,5)	4,98±0,61			2<1 (0,000*)
	Kontrol Grubu (3)	2,5(1-4)	2,62±0,84			3<2 (0,000*)
Sondlamada Kanama	%50'den fazla kemik kaybı olan hastalar (1)	50(25-100)	50±20,04	KW=84,037	0,000*	3<1 (0,000*)
	%50'den az kemik kaybı olan hastalar (2)	25(25-75)	35,71±16,9			3<2 (0,000*)
	Kontrol Grubu (3)	0(0-25)	1,89±6,67			
Plak İndeksi	%50'den fazla kemik kaybı olan hastalar (1)	25(0-75)	28,45±14,52	KW=32,877	0,000*	3<1 (0,000*)
	%50'den az kemik kaybı olan hastalar (2)	25(0-50)	27,38±10,91			3<2 (0,000*)
	Kontrol Grubu (3)	0(0-50)	10,85±13,44			

KW: Kruskal Wallis test istatistiği, \* $p<0.05$

Grupların kron/implant oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Mann Whitney U analiz ile test edildi. Analiz

sonucunda grupların kron/implant oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı tespit edildi. ( $p>0.05$ ) (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Kron/implant oranı

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.	Test istatistiği	P
%50'den fazla kemik kaybı olan hastalar (1)	1(0,4-1)	0,83±0,23	U=271,000	0,472
%50'den az kemik kaybı olan hastalar (2)	0,75(0,5-1)	0,79±0,2		

U: Mann Whitney U test istatistiği, \* $p<0.05$

Grupların implant yerleşiminden sonra geçen süre değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Kruskal Wallis analiz ile test edildi ve değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın kemik kaybının %50'den fazla olan gruptan kaynaklandığı ve implant yerleştirildikten sonra geçen sürenin %50 den az kemik kaybı olan hastalara ve kontrol grubuna göre daha fazla olduğu tespit edildi. (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. İmplant yerleştirilmesinden sonra geçen süre

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.	Test istatistiği	p	Bonferroni(p)
%50'den fazla kemik kaybı olan hastalar (1)	10(5-15)	9,69±3,01	KW=9,931	0,007*	2<1 (0,011*) 3<1 (0,031*)
%50'den az kemik kaybı olan hastalar (2)	6(4-10)	7,19±2,06			
Kontrol Grubu (3)	8(2-13)	7,85±2,96			

KW: Kruskal Wallis test istatistiği, \* $p<0.05$

Grupların fırçalama sıklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olup olmadığı normal dağılıma sahip olmayan ölçümler için Kruskal Wallis analiz ile test edildi. Analiz sonucunda grupların fırçalama sıklıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ( $p<0.05$ ). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit edebilmek için Bonferroni analizi yapıldı. Analiz sonucunda farklılığın kontrol grubundan kaynaklandığı ve Test Gruplarına göre fırçalama sıklıklarının daha yüksek olduğu tespit edildi. (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Fırçalama sıklığı

	Medyan (Min.-Maks.)	Ort.±S.s.	Test istatistiği	<b>p</b>	Bonferroni(p)
%50'den fazla kemik kaybı olan hastalar (1)	0(0-2)	0,38±0,68	KW=58,927	0,000*	1<3 (0,000*) 2<3 (0,000*)
%50'den az kemik kaybı olan hastalar (2)	0(0-2)	0,48±0,6			
Kontrol Grubu (3)	2(1-3)	1,75±0,52			

KW: Kruskal Wallis test istatistiği, \*p<0.05

## 5. TARTIŞMA

Fraktal analiz, panoramik radyografilerin yanı sıra periapikal radyografiler ve konik ışıklı bilgisayarlı tomografi görüntüleri (CBCT) üzerinde de başarıyla değerlendirilebilmektedir [197, 198]. Ancak CBCT görüntüleri düşük çözünürlüğe sahiptir ve fraktal analizin sonucu görüntülerin çözünürlüğünden etkilenebilir. Bu nedenle fraktal analiz için panoramik radyografilerin kullanılması önerilmektedir[199].

Dijital sistemlerde standart formatların elde edilmesi için birçok görüntü formatı geliştirilmiştir. JPEG çalışmalarda yaygın olarak kullanılan ve sıkıştırılabilen bir formattır. Bu sıkıştırma özelliği sayesinde JPEG kolay ve üst düzeyde taşınabilirlik sunar. Ancak üretilen görüntülerin kalitesi TIFF veya DICOM'dan daha düşüktür.Yapılan çalışmalarda TIFF formatındaki görüntülerden elde edilen FB değerlerinin, JPEG formatındaki görüntülerden elde edilen FB değerlerine oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. [200]

Gürdal ve ark. Yaptığı bir çalışmada 3 farklı yazılım ile TIFF ile JPEG görüntü formatlarındaki görüntülerin gri skala değerlerinin korunabilmesindeki başarısını değerlendirilmiştir ve JPEG görüntü formatına göre TIFF görüntü formatını daha başarılı bulmuşlardır [201]

Amuk ve ark. benzer şekilde yaptıkları çalışmada PNG ve TIFF formatları kullanılarak elde edilen FB'nin anlamlı derecede yüksek olduğu tespit etmişlerdir. Buna karşılık, JPEG formatındaki görüntülerden elde edilen FB'nin ise önemli ölçüde en düşük olduğunu belirtmişlerdir[202].

Çalışmamızdaki FB ölçümleri,görüntülerde veri kaybını önlemek amacıyla Test ve Kontrol grubuna ait görüntüler TIFF formatında kaydedilerek yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda ROI, kortikal kemik, diş veya periodontal boşluk dahil edilmeden trabeküler kemik sınırları içerisinde seçilmiştir[203, 204].

Çalışmamızda mandibula yerleşimli tek implantların mezial ve distal bölgesinden iki ayrı ROI seçilerek FB hesaplanmış ve sonrasında iki değerlerin ortalaması alınarak ortalama FB değeri elde edilmiştir.

Fraktal analiz, karmaşık yapıları değerlendirmek ve bunların düzensizlik derecelerini fraktal boyut olarak bilinen sayısal bir değer aracılığıyla ölçmek için kullanılan matematiksel bir tekniktir. Bu yöntem radyologlar tarafından kemik doku kalitesi ve kemik mineral yoğunluğunun değerlendirilmesinde bir araç olarak kullanılmıştır[205, 206].

Trabeküler kemik, kemik metabolik aktivitesinin daha iyi bir göstergesi olduğundan ve kemikte meydana gelen değişikliklerin izlenmesinde daha kullanışlı olduğundan, birçok çalışmada çeşitli klinik yöntemler kullanılarak kemik yoğunluğu ve hacmindeki değişiklikleri değerlendirmek için kullanılmıştır[207, 198, 208]. Bu yöntemlerden biri olan FA, klinik durumdaki kemik değişikliklerini ölçmek için yararlı bir araçtır. Çeşitli çalışmalar trabeküler kemiğin mineralizasyonu ile artan fraktal boyut arasında güçlü korelasyonlar olduğunu göstermiştir [207, 208]

Alveol kemiği miktarını belirlemek için çeşitli görüntüleme yöntemleri kullanılmıştır. Ancak implantın başarısı alveol kemiğinin sadece miktarına değil kalitesine de bağlıdır. Tarihsel olarak, osseointegrasyon derecesinin değerlendirilmesinde histolojik analiz altın standart olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu invaziv olduğundan, şu anda çeşitli başka yöntemler önerilmiş ve kullanılmaktadır. Fraktal analiz trabeküler mikroyapı hakkında bilgi sağlayan bir araçtır[192].

Çalışmamızda da benzer şekilde peri-implantitis hastalarında izlenen kemik mimarasindeki değişimlerin değerlendirilmesi amacıyla implant çevresindeki trabeküler kemik incelenmiş ve FB hesaplanmıştır.

Alveolar kemik değişiklikleri periodontal hastalıkların başlangıcını ve ilerlemesini göstermesi nedeniyle periodontal hastalıkların önlenmesinde alveolar kemik değerlendirilmesi, tedavi planlamasında ve prognozunda göz ardı edilemez bir adımdır.

Literatür incelendiğinde pek çok farklı çalışma periodontal hastalıklarda alveolar kemikte meydana gelen değişiklikleri değerlendirmek için FBA yöntemini kullanmıştır. Elde edilen sonuçlar ise farklılıklar göstermektedir.

Şener ve ark. sağlıklı ve orta şiddetli periodontitisli hastalarının periapikal radyografilerini kullanarak FB'yi ölçtükleri çalışmada her iki grubun FB değerleri arasında istatistiksel olarak

anlamli bir fark bulmuştur. Bu nedenle periodontitis ile ilgili trabeküler mimarideki değişikliklerin değerlendirilmesi amacıyla FBA' yı önermişlerdir[204].

Yapılan farklı çalışmalarda FBA'nın sağlıklı vakalar ile periodontitisli vakaları ayırt edebildiği ancak hafif veya şiddetli periodontitisli vakaları ayırt edemediği bildirilmiştir[173].

Shrout ve ark. 1998 yılında periodontitisli grup ile sağlıklı veya gingivitisli başka bir test grubunun periapikal radyografilerinden hesaplanan FB değerlerini karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda periodontitisli grubun FB değerinin anlamlı derecede düşük olduğu tespit edilmiştir [191].

Mishra ve ark. yaptıkları çalışmada kemik kaybı yüzdesi ile FB arasında önemli ölçüde güçlü bir negatif korelasyon olduğunu bildirmiştir[190].

Bu çalışmaların aksine Eser ve ark. panoramik radyografi görüntüleri üzerinde, Coşgunarslan ve ark. ise KIBT görüntüleri üzerinde sağlıklı bireylerin ve periodontitis hastalarının FB'lerini hesaplamışlardır. Her iki çalışmada da iki grubun FB ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir[209, 210].

Son yıllarda implant diş hekimliğinin en önemli odak noktalarından biri; öngörülebilir, uzun vadeli estetik ve sağlıklı sonuçlara daha iyi ulaşmak için marjinal kemik kaybı (MBL) modellerinin incelenmesi olmuştur [60, 61]. MBL, peri-implant sağlığının önemli bir göstergesini temsil eder ve peri-implant kemik kaybı cep oluşumuna neden olabileceğinden, seviyesinin ölçümü, hayatta kalma kalitesinin değerlendirilmesinde belirleyici bir faktör olarak kabul edilmektedir [211]

Lang ve ark. yaptıkları çalışmada sağlıklı peri-implant mukozası olan implantlar ile peri-implant mukozitis veya peri-implantitisi olan implantlar arasında FB'de anlamlı bir fark kaydetmemiştir[60].

Corpas ve ark. tarafından yapılan çalışmada (2011), implant yerleştirilmesinden 3 ay sonra, konvansiyonel intraoral radyograf, konik ışınli bilgisayarlı tomografi ve histolojik görüntüler üzerinde FA kullanarak peri-implant kemik dokusunu değerlendirmişlerdir. Kemik seviyesi ölçümlerinin tüm yöntemlerde korelasyon göstermesine rağmen FA

yönteminin değişiklikleri tespit edemediğini ve geręek histolojik sonuçlarla korelasyon sağlayamadığını belirtmişlerdir[212].

Yapılan farklı ęalıřmalar, FB'nin azalmasının, kemik yoğunluğunun azalması anlamına geldiğini öne sürmektedir. [213, 214]

Peri-implant defektinde yeni kemik oluşumu ve yeniden osseointegrasyon, peri-implantitisin cerrahi tedavisinin nihai hedefidir. Çeşitli klinik[215, 216] ve deneysel [217] ęalıřmalar, tedavi başarisının bir sonucu olarak peri-implant kemik yoğunluğunun ve hacminin arttığını bildirmiştir.

Wojtowicz ve ark. kemik iyileřtikęe trabeküler desenlerin karmaşıklığının arttığını belirtmiştir[218]. Benzer şekilde Nair ve ark. ve Heo ve ark. yaptıkları ęalıřmalarda kemik iyileşmesi sürecinde fraktal boyutun arttığını bildirmişlerdir[219, 220].

Lee ve ark yaptıkları ęalıřmada rezonans frekans analizi (RFA) ile ölçülen başlangıç implant stabilitesi ile panoramik radyografilerden elde edilen peri-implant FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon görüldüğünü bildirmiştir [221].

Raunaque Saba yaptığı ęalıřmada implant yerleştirilmesinden post-op 6. aya kadar implant çevresindeki trabeküler kemiği FBA ile değerlendirmiştir. Çalışma sonuçlarında klinik olarak başarılı stabilizasyon gösteren implantların yüksek FB değerine sahip olduğunu ve bu nedenle, fraktal değerlendirmenin implant başarisını değerlendirmek için prognostik gösterge olarak kullanılabileceğini düşündüklerini bildirmiştir.

Sansare K ve ark. yaptıkları ęalıřmada implant yerleştirilmesinden sonra yapılan takipte implantasyon sonrası FB değerleri azalan 3 hastanın implant başarisızlığı gösterdiğini belirtmiştir[192].

Yeon ve ark. 20 peri-implantitis hastası ile yaptıkları ęalıřmada peri-implant kemik dokusunu cerrahi tedavi öncesi ve sonrasında FBA ile değerlendirmişlerdir. Tedavisi başarılı olan hastalarda FB'de artış izlenirken, tedavisi başarisız olan hastalarda ölçülen FB'nin düştüğünü ortaya koymuştur [222].

Çalışmamızda peri-implantitis hastaları ile kontrol grubunu oluşturan katılımcıların implantları çevresindeki trabeküler kemik FBA ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre test grubunun hesaplanan FB değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktü. Bununla birlikte kemik kaybı implant boyunun % 50'sinden fazla ve az olan grupların FB ölçümleri arasında anlamlı bir fark bulunamadı.

Sondalamada kanama varlığı, peri-implant mukozitis ve periimplantitis vaka tanımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır [158, 2]. Ayrıca peri-implantitis tanısı konulan implant bölgeleri arasında periodontal cep derinliğinde artış ve klinik ataçman kaybı yaygın bir bulgudur [62, 2].

Lang ve ark. 104 kişi ile yaptıkları çalışmada peri-implant mukozitis, peri-implantitis ve peri-implant sağlıklı mukozayı klinik ataçman seviyesi, sondalamada kanama, cep derinliği ve FBA ile değerlendirmiştir. Bu çalışmanın bulgularına göre, dijital periapikal radyografiden hesaplanan FB, peri-implant sağlık ile peri-implant mukozitis veya peri-implantitis arasında ayırım yapmak için geçerli bir yöntem olmadığını bununla birlikte klinik verilerin doğru teşhis için hala kanıtınlığı geçerli yöntem olduğunu belirtmişlerdir [60].

Raunaque Saba yaptığı çalışmada implantın klinik durumunu FB değeri ile birlikte değerlendirmiştir. İmplantların klinik değerlendirmesi için implant yerleştirilmesinden sonraki 3. ve 6. aylarda, ağrı, mobilite, cep derinliği, süpürasyon varlığı kriterleri kullanmışlardır. 35 hastadan sadece 4'ünde 3. ay kontrolünde cep varlığı tespit edilmiştir ve bu hastaların FB değerlerinin başlangıç FB değerlerine oranla daha düşük ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Hastalar 6. ayda karşılaştırıldığında da benzer sonuçlar elde edilmiştir ve bu durumun implant başarısızlığının erken bir işareti olabileceğini belirtmişlerdir[223].

Çalışmamız mandibula molar bölgelerinde tek dental implant bulunan, klinik muayene kayıtlarına göre, kontrol grubunu oluşturacak peri-implant dokuları sağlıklı 53 ve test grubunu oluşturacak peri-implantitis tespit edilmiş 50 hasta olmak üzere toplam 103 hasta ile gerçekleştirildi. Değerlendirmede periodontal cep derinliği, kanama indeksi ve plak indeksi parametreleri ile FBA ölçümleri kullanıldı.

Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak test grubunun cep derinliği, kanama indeksi ve plak indeksi kontrol grubuna göre yüksekti. Bununla birlikte hesaplanan FB değerleri ile kanama

indeksi yüzdesi arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki ( $r=-0.301$ ,  $p<0.05$ ), periodontal cep ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki ( $r=-0.313$ ,  $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir

### 5.1. Risk Faktörleri

Renvert ve Quirynen, yaptıkları derlemede peri-implantitis için risk faktörlerini inceleyen çalışmaları taramış ve geçmiş periodontal hastalık öyküsü, sigara kullanımı, siman artığı ve idame tedavi eksikliğinin peri-implantitis gelişimi için risk göstergeleri olduğunu bildirmiştir [73].

Callan ve ark. yaptıkları retrospektif çalışmada dental implantlar etrafındaki kemik kaybını değerlendirmiş ve plak birikiminin kemik kaybında etkili olduğunu belirlemişlerdir[224]. Kumar ve ark. çalışmalarında peri-implantitis gelişiminde komşu dişlerdeki periodontal hastalık varlığı, plak oranı yüksekliği ve diş kaybı öyküsünün anlamlı ilişki gösterdiğini tespit etmişlerdir[70]. Lagervall ve Jansson, çalışmalarında düşük hasta uyumu ile kötü ağız hijyeninin peri-implantitisin tedavi sonuçlarını ve başarısını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir[225].

Çalışmamızda hastaların plak indeksi ve fırçalama sıklığı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucuna göre test grubun plak indeksi yüzdesi ile kontrol grubunun plak indeksi yüzdesi ve fırçalama sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Buna göre test grubunun plak indeksi yüzdesi kontrol grubuna göre daha fazla olduğu ve test grubun fırçalama sıklığının kontrol grubuna göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda buna ek olarak aynı değişkenler FB değerleri ile de karşılaştırılmış olup FB değerleri ile fırçalama sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki ( $r=0.328$ ,  $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

Dreyer ve ark. yaptıkları sistematik derlemede peri-implantitis için risk faktörlerini incelemiş ve hasta yaşının, cinsiyetinin ve maksilla yerleşimli implantların peri-implantitis ile ilişkili olmadığına dair orta-yüksek kanıtlar olduğunu bildirmişlerdir[63]. Bunun aksine Koldslund ve ark. yaptıkları çalışmada farklı derecelerdeki peri-implantitis için olası risk

faktörlerini değerlendirmişler ve maksilla yerleşimini, cinsiyeti ve geçirilmiş periodontitis öyküsünü peri-implantitis için risk göstergeleri olarak belirlemişlerdir[226].

Yapılan farklı çalışmalar implant fonksiyon süresi arttıkça peri-implantitis riskinin de arttığını belirtmiştir [227]. Lemmerman ve ark. yaptıkları retrospektif çalışmada 1003 implantı değerlendirmişler ve peri-implantitis için risk faktörlerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonucunda implant fonksiyon süresinin peri-implantitis gelişimine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır [228]. Peri-implant sağlığın değerlendirildiği sistematik bir derlemede de implantın fonksiyonda olduğu sürenin peri-implantitis riskini arttırdığı bildirilmiştir [180]. Benzer bir çalışmada 419 implant değerlendirilmiş ve peri-implant kemik kaybına etki eden faktörler incelenmiştir. Çalışma sonucunda implantın fonksiyon süresi arttıkça peri-implantitis riskinin de arttığı belirtilmiştir [229].

Çalışmamızda Test ve Kontrol grupları karşılaştırıldığında %50'den fazla kemik kaybı olan test grubunda implant yerleştirildikten sonra geçen sürenin diğer gruplara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edildi.

Sistematik bir derlemede, implant sağkalımı ile kron/implant oranı arasında anlamlı bir ilişki bulunamıştır. Bununla birlikte, kron/implant oranının artması implant çevresindeki kemik kaybını azaltabileceğini bildirmişlerdir[230]. 262 hasta içeren 5 çalışmanın değerlendirildiği bir meta-analizde, tek kronlardaki kron/implant oranının klinik sonuçlara etkisi incelendi ve implantın sağkalımı ile kron/implant oranı arasında bir ilişki bulunamadı[231]. Çalışmamızda benzer şekilde kron/implant oranının peri-implantitis üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

İmplantın konumunun peri-implantitis ve implant başarısızlığı ile de ilişkili olduğu gösterilmiştir[232]. Mevcut çalışma, peri-implantitisin daha sık görüldüğünü ortaya koymuştur[233]. Çalışmamızda yalnızca mandibula yerleşimli implantlar değerlendirildiği için bu verilerin değerlendirilmesi amacıyla maksilla yerleşimli implantlarında kullanıldığı daha geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## 5.2. Demografik Bulgular

Peri-implantitis için risk faktörlerinin incelendiği çalışmalarda cinsiyet ve yaşın etkisini değerlendirilmiştir.

Mumcu ve ark. çalışmalarında sabit restorasyonları destekleyen implantlar etrafındaki kemik kaybını incelemiştir. Retrospektif olarak gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda yaş, cinsiyet ve kantilever varlığının kemik kaybını etkilediklerini belirtmişlerdir[234].

Ferreira ve arkadaşları erkeklerin peri-implantitis geliştirmeye anlamlı derecede daha yatkın olduğunu bulurken, Swierkot ve ark. bunun tam tersi sonuçlar bildirmiştir[156]. Koldsland ve ark. ise yaptıkları çalışmada cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir fark bildirmişlerdir.

Benzer şekilde Eser ve ark. 64 gingivitis ve 64 periodontitis hastası ile yaptığı çalışmada gruplar arasında cinsiyet ve yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığını belirtmişlerdir [210].

Yakın zamanda Poli ve ark. tarafından yayınlanan retrospektif bir kohort çalışması, yaşlı hastaların sıklıkla kronik sistemik hastalıklara sahip olması nedeniyle, 65 yaş ve üzeri hastaların yaşının peri-implantitis ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu göstermiştir[235].

Çalışmamızdaki hasta ve kontrol gruplarına ait FB değerleri ile yaş ve cinsiyeti karşılaştırdığımızda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Peri-implantitisin çevresel alveolar kemiğe etkisinin fraktal analiz yöntemi ile değerlendiriliği çalışmamızda incelenen parametreler ve yapılan detaylı istatistiksel analizler sonucu ortaya çıkan sonuçlar şunlardır:

1. Peri-implantitisli ve sağlıklı implantların FB değerleri karşılaştırıldığında test grubunun ortalama FB değerleri istatistiksel olarak anlamlı ve daha azdır.
2. Kemik kaybının implant boyunun % 50'sinden az ve fazla olan Test Grupları ile kontrol grubuna ait FB değerleri karşılaştırıldığında kontrol grubunun FB değerleri 2 test grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ve fazladır. Test Gruplarının FB değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.
3. Peri-implantitisli grubunun plak indeksi değeri ile sağlıklı implantların plak indeks değerleri karşılaştırıldığında peri-implantitisli grubun plak indeks değeri istatistiksel olarak anlamlı ve sağlıklı gruba göre daha fazladır.
4. Peri-implantitisli ve sağlıklı implantların kanama yüzdeleri karşılaştırıldığında peri-implantitisli implantların kanama yüzdeleri istatistiksel olarak anlamlıdır.
5. Peri-implantitisli ve sağlıklı implantların cep derinlikleri ortalaması karşılaştırıldığında peri-implantitisli implantların cep derinlikleri ortalaması istatistiksel olarak anlamlı ve daha fazladır.
6. Bireylerin fırçalama sıklığı değerlendirildiğinde kontrol grubunun fırçalama sıklığı istatistiksel olarak anlamlı ve fazladır.
7. İmplant yerleştirilmesinden sonra geçen süre, kemik kaybı implant boyunun %50'sinden fazla olan grup için istatistiksel olarak anlamlı ve fazladır.
8. Test grubunda bulunanların FB değerleri ile kanama indeksi yüzdesi arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki, periodontal cep ölçümü arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki vardır.
9. Kontrol grubunda bulunanların FB değerleri ile fırçalama sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki, periodontal cep ölçümü ile arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki vardır.
10. Periodontal cep değerleri karşılaştırıldığında sağlıklı grubun periodontal cep derinliğinin en az, %50 den fazla kemik kaybı olanların ise en fazladır.

11. Grupların implant yerleştirilmesinden sonra geçen süre değerleri karşılaştırıldığında kemik kaybının %50'den fazla olan gruptaki implantların yerleşiminden sonra geçen süre istatistiksel olarak anlamlı ve diğer gruplara göre fazladır.
12. Cinsiyete göre ortalama FB değerleri karşılaştırıldığında cinsiyete göre ortalama FB değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.
13. Yaş ile ortalama FB değerleri karşılaştırıldığında yaş ile ortalama FB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.



## KAYNAKLAR

1. Lang, N. P., Berglundh, T., and Working Group 4 of the Seventh European Workshop on Periodontology. (2011). Periimplant diseases: where are we now?—Consensus of the Seventh European Workshop on Periodontology. *Journal of clinical periodontology*, 38, 178-181.
2. Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., and Wang, H. L. (2018). Peri-implantitis. *Journal of clinical periodontology*, 45, 246-266.
3. Carcuac, O., and Berglundh, T. (2014). Composition of human peri-implantitis and periodontitis lesions. *Journal of dental research*, 93(11), 1083-1088.
4. Sanz, M., Alandez, J., Lazaro, P., Calvo, J. L., Quirynen, M., and van Steenberghe, D. (1991). Histo-pathologic characteristics of peri-implant soft tissues in Brånemark implants with 2 distinct clinical and radiological patterns. *Clinical oral implants research*, 2(3), 128-134.
5. Wada, M., Mameno, T., Otsuki, M., Kani, M., Tsujioka, Y., and Ikebe, K. (2021). Prevalence and risk indicators for peri-implant diseases: A literature review. *Japanese Dental Science Review*, 57, 78-84.
6. Langen, H. J., Fuhrmann, R., Diedrich, P., and Günther, R. W. (1995). Diagnosis of infra-alveolar bony lesions in the dentate alveolar process with high-resolution computed tomography: experimental results. *Investigative radiology*, 30(7), 421-426.
7. Mol, A. (2004). Imaging methods in periodontology. *Periodontology 2000*, 34(1), 34-48.
8. Soltani, P., Sami, S., Yaghini, J., Golkar, E., Riccitiello, F., and Spagnuolo, G. (2021). Application of fractal analysis in detecting trabecular bone changes in periapical radiograph of patients with periodontitis. *International Journal of Dentistry*, 2021(1), 3221448.
9. Jeffcoat, M. K., and Reddy, M. S. (1991). Progression of probing attachment loss in adult periodontitis. *Journal of periodontology*, 62(3), 185-189.
10. Yeler, D. Y. (2016). Bone quality and quantity measurement techniques in dentistry. *Cumhuriyet Dental Journal*, 19(1), 73-86.
11. Bollen, A. A., Taguchi, A., Hujoel, P. P., and Hollender, L. G. (2014). Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 30(5), 270-275.
12. Demirbaş, A. K., Ergün, S., Güneri, P., Aktener, B. O., and Boyacıoğlu, H. (2008). Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 106(1), e41-e48.
13. Zheng, K., and Makrogiannis, S. (2016, August). Bone texture characterization for osteoporosis diagnosis using digital radiography. In *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (pp. 1034-1037). IEEE.

14. Güleç, M., Taşşöker, M., ve Şener, S. (2019). Tıpta ve diş hekimliğinde fraktal analiz. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 40(1), 17-31.
15. Archana, M., and Jayachandran, S. (2020). Diagnostic application of fractal dimension analysis of bone invasion in oral malignancy-A preliminary retrospective study. *Annals of the National Academy of Medical Sciences (India)*, 56(1), 42-45.
16. Önem, E., Baksı, G., and Soğur, E. (2012). Changes in the fractal dimension, feret diameter, and lacunarity of mandibular alveolar bone during initial healing of dental implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 27(5), 1009-1013.
17. White, S. C., and Rudolph, D. J. (1999). Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 88(5), 628-635.
18. Sato, Y., Kondo, I., Ishida, S., Motooka, H., Takayama, K., Tomita, Y., and Satoh, K. (2001). Decreased bone mass and increased bone turnover with valproate therapy in adults with epilepsy. *Neurology*, 57(3), 445-449.
19. Small, R. E. (2005). Uses and limitations of bone mineral density measurements in the management of osteoporosis. *Medscape General Medicine*, 7(2), 3.
20. Academy of Prosthodontics. (1999). *The glossary of prosthodontic terms*. London: Mosby.
21. Brånemark, P. I., Breine, U., Adell, R., Hansson, B. O., Lindström, J., and Ohlsson, Å. (1969). Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental studies. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery*, 3(2), 81-100.
22. Gomez, M., Avila, R., and Landa, S. (1988). Historical development of dental implantology. *Revista espanola de estomatologia*, 36(4), 303-310.
23. Atilla, G. (1993). A rare find in Anatolia--a tooth implant (mid-sixth century BC). *The Journal of oral implantology*, 19(1), 54-57.
24. Sullivan, R. M. (2001). Implant dentistry and the concept of osseointegration: a historical perspective. *Journal of the California Dental Association*, 29(11), 737-744.
25. Esposito, M., Ardebili, Y., and Worthington, H. V. (2014). Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. *Cochrane database of systematic reviews*, (7), 3815.
26. Albrektsson, T., Brånemark, P. I., Hansson, H. A., and Lindström, J. (1981). Osseointegrated titanium implants: requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 52(2), 155-170.
27. Bosshardt, D. D., and Lang, N. P. (2005). The junctional epithelium: from health to disease. *Journal of dental research*, 84(1), 9-20.
28. Klinge, B., and Meyle, J. (2006). Soft-tissue integration of implants. *Clinical Oral Implants Research*, 17.

29. Listgarten, M. A., Lang, N. P., Schroeder, H. E., and Schroeder, A. (1991). Periodontal tissues and their counterparts around endosseous implants. *Clinical oral implants research*, 2(1), 1-19.
30. Berglundh, T., Lindhe, J., Ericsson, I., Marinello, C. P., Liljenberg, B., and Thornsen, P. (1991). The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clinical oral implants research*, 2(2), 81-90.
31. Berglundh, T., Abrahamsson, I., Welander, M., Lang, N. P., and Lindhe, J. (2007). Morphogenesis of the peri-implant mucosa: an experimental study in dogs. *Clinical oral implants research*, 18(1), 1-8.
32. Donley, T. G., and Gillette, W. B. (1991). Titanium endosseous implant-soft tissue interface: a literature review. *Journal of periodontology*, 62(2), 153-160.
33. Schroeder, H. E., and Listgarten, M. A. (1997). The gingival tissues: the architecture of periodontal protection. *Periodontology 2000*, 13(1), 91-120.
34. Tomasi, C., Tessarolo, F., Caola, I., Wennström, J., Nollo, G., and Berglundh, T. (2014). Morphogenesis of peri-implant mucosa revisited: an experimental study in humans. *Clinical oral implants research*, 25(9), 997-1003.
35. Moon, I. S., Berglundh, T., Abrahamsson, I., Linder, E., and Lindhe, J. (1999). The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant: An experimental study in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 26(10), 658-663.
36. Gargiulo, A. W., and Arrocha, R. (1967). Histo-clinical evaluation of free gingival grafts. *Periodontics*, 5(6), 285-291.
37. Armitage, G. C., Svanberg, G. K., and Löe, H. (1977). Microscopic evaluation of clinical measurements of connective tissue attachment levels. *Journal of clinical periodontology*, 4(3), 173-190.
38. Salvi, G. E., and Lang, N. P. (2004). Diagnostic parameters for monitoring peri-implant conditions. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 19(7), 116-127.
39. Ericsson, I., and Lindhe, J. (1993). Probing depth at implants and teeth: an experimental study in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 20(9), 623-627.
40. Etter, T. H., Håkanson, I., Lang, N. P., Trejo, P. M., and Caffesse, R. G. (2002). Healing after standardized clinical probing of the perimplant soft tissue seal: a histomorphometric study in dogs. *Clinical oral implants research*, 13(6), 571-580.
41. Berglundh, T., Lindhe, J., Jonsson, K., and Ericsson, I. (1994). The topography of the vascular systems in the periodontal and peri-implant tissues in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 21(3), 189-193.
42. Ivanovski, S., and Lee, R. (2018). Comparison of peri-implant and periodontal marginal soft tissues in health and disease. *Periodontology 2000*, 76(1), 116-130.
43. Elemek, E., Ağralı, Ö., Yıldırım, H., and Kuru, L. (2017). Peri-implant tissues and diseases. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 7(2), 64-70.

44. Oates Jr, T. W. (2003). Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a histomorphometric study in dogs. *Implant Dentistry*, 12(1), 10.
45. Todescan, F. F., Pustiglioni, F. E., Imbronito, A. V., Albrektsson, T., and Gioso, M. (2002). Influence of the microgap in the peri-implant hard and soft tissues: a histomorphometric study in dogs. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 17(4), 467-472.
46. Lang, N. P., and Karring, T. (Eds.). (1994). *Proceedings of the 1st European workshop on periodontology*. Illinois: Quintessence Publishing, 193-209.
47. Sanz, M., Chapple, I. L., and Working Group 4 of the VIII European Workshop on Periodontology\*. (2012). Clinical research on peri-implant diseases: consensus report of Working Group 4. *Journal of clinical periodontology*, 39, 202-206.
48. Froum, S. J., and Rosen, P. S. (2012). A proposed classification for peri-implantitis. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 32(5), 533-540.
49. Costa, F. O., Takenaka-Martinez, S., Cota, L. O. M., Ferreira, S. D., Silva, G. L. M., and Costa, J. E. (2012). Peri-implant disease in subjects with and without preventive maintenance: a 5-year follow-up. *Journal of clinical periodontology*, 39(2), 173-181.
50. Gualini, F., and Berglundh, T. (2003). Immunohistochemical characteristics of inflammatory lesions at implants. *Journal of clinical periodontology*, 30(1), 14-18.
51. Calvo, J. L., Ouirynen, M., and van Steenberghe, D. (1991). Histo-pathologic characteristics of peri-implant soft tissues in Brånemark implants with 2 distinct clinical and radiological. *Clinical Oral Implants Research*, 2(3), 128-134.
52. Cornelini, R., Artese, L., Rubini, C., Fioroni, M., Ferrero, G., Santinelli, A., and Piattelli, A. (2001). Vascular endothelial growth factor and microvessel density around healthy and failing dental implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 16(3), 389-393.
53. Kontinen, Y. T., Ma, J., Lappalainen, R., Laine, P., Kitti, U., Santavirta, S., and Teronen, O. (2006). Immunohistochemical evaluation of inflammatory mediators in failing implants. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 26(2), 135-141.
54. Renvert, S., Roos-Jansåker, A. M., Lindahl, C., Renvert, H., and Rutger Persson, G. (2007). Infection at titanium implants with or without a clinical diagnosis of inflammation. *Clinical oral implants research*, 18(4), 509-516.
55. Persson, G. R., and Renvert, S. (2014). Cluster of bacteria associated with peri-implantitis. *Clinical implant dentistry and related research*, 16(6), 783-793.
56. Padial-Molina, M., López-Martínez, J., O'Valle, F., and Galindo-Moreno, P. (2016). Microbial profiles and detection techniques in peri-implant diseases: a systematic review. *Journal of oral and maxillofacial research*, 7(3), 10.

57. Rakic, M., Grusovin, M. G., and Canullo, L. (2016). The microbiologic profile associated with peri-implantitis in humans: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 31(2), 359-368.
58. Faot, F., Nascimento, G. G., Bielemann, A. M., Campao, T. D., Leite, F. R., and Quirynen, M. (2015). Can peri-implant crevicular fluid assist in the diagnosis of peri-implantitis? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Periodontology*, 86(5), 631-645.
59. Duarte, P. M., Serrão, C. R., Miranda, T. S., Zanatta, L. C. S., Bastos, M. F., Faveri, M., and Feres, M. (2016). Could cytokine levels in the peri-implant crevicular fluid be used to distinguish between healthy implants and implants with peri-implantitis? A systematic review. *Journal of periodontal research*, 51(6), 689-698.
60. Lang, M. S., Miyamoto, T., and Nunn, M. E. (2020). Validity of fractal analysis of implants in individuals with healthy and diseased peri-implant mucosa. *Clinical Oral Implants Research*, 31(11), 1039-1046.
61. Rosen, P., Clem, D., Cochran, D., Froum, S., McAllister, B., Renvert, S., and Wang, H. L. (2013). Peri-implant mucositis and peri-implantitis: a current understanding of their diagnoses and clinical implications. *Journal of periodontology*, 84(4), 436-443.
62. Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., Avila-Ortiz, G., Blanco, J., Camargo, P. M., and Zitzmann, N. (2018). Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of periodontology*, 89(1), 313-318.
63. Dreyer, H., Grischke, J., Tiede, C., Eberhard, J., Schweitzer, A., Toikkanen, S. E., and Stiesch, M. (2018). Epidemiology and risk factors of peri-implantitis: A systematic review. *Journal of periodontal research*, 53(5), 657-681.
64. Robitaille, N., Reed, D. N., Walters, J. D., and Kumar, P. S. (2016). Periodontal and peri-implant diseases: identical or fraternal infections?. *Molecular Oral Microbiology*, 31(4), 285-301.
65. Rosenberg, E. S., Torosian, J. P., and Slots, J. (1991). Microbial differences in 2 clinically distinct types of failures of osseointegrated implants. *Clinical oral implants research*, 2(3), 135-144.
66. Hashim, D., and Cionca, N. (2020). A comprehensive review of peri-implantitis risk factors. *Current Oral Health Reports*, 7, 262-273.
67. De Waal, Y. C., Eijsbouts, H. V., Winkel, E. G., and van Winkelhoff, A. J. (2017). Microbial characteristics of peri-implantitis: a case-control study. *Journal of periodontology*, 88(2), 209-217.
68. Faveri, M., Figueiredo, L. C., Shibli, J. A., Pérez-Chaparro, P. J., and Feres, M. (2015). Microbiological diversity of peri-implantitis biofilms. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 830(1), 85-96.
69. Saaby, M., Karring, E., Schou, S., and Isidor, F. (2016). Factors influencing severity of peri-implantitis. *Clinical oral implants research*, 27(1), 7-12.

70. Kumar, P. S., Dabdoub, S. M., Hegde, R., Ranganathan, N., and Mariotti, A. (2018). Site-level risk predictors of peri-implantitis: A retrospective analysis. *Journal of clinical periodontology*, 45(5), 597-604.
71. Ferreira, S. D., Martins, C. C., Amaral, S. A., Vieira, T. R., Albuquerque, B. N., Cota, L. O. M., and Costa, F. O. (2018). Periodontitis as a risk factor for peri-implantitis: Systematic review and meta-analysis of observational studies. *Journal of Dentistry*, 79, 1-10.
72. Swierkot, K., Lottholz, P., Flores-de-Jacoby, L., and Mengel, R. (2012). Mucositis, peri-implantitis, implant success, and survival of implants in patients with treated generalized aggressive periodontitis: 3-to 16-year results of a prospective long-term cohort study. *Journal of periodontology*, 83(10), 1213-1225.
73. Renvert, S., and Quirynen, M. (2015). Risk indicators for peri-implantitis. A narrative review. *Clinical oral implants research*, 26(11), 15-44.
74. Monje, A., Aranda, L., Diaz, K. T., Alarcón, M. A., Bagramian, R. A., Wang, H. L., and Catena, A. (2016). Impact of maintenance therapy for the prevention of peri-implant diseases: a systematic review and meta-analysis. *Journal of dental research*, 95(4), 372-379.
75. Lang, N. P., Suvan, J. E., and Tonetti, M. S. (2015). Risk factor assessment tools for the prevention of periodontitis progression a systematic review. *Journal of clinical periodontology*, 42(16), 59-70.
76. Armitage, G. C., and Xenoudi, P. (2016). Post-treatment supportive care for the natural dentition and dental implants. *Periodontology 2000*, 71(1), 164-184.
77. Johnson, G. K., and Guthmiller, J. M. (2007). The impact of cigarette smoking on periodontal disease and treatment. *Periodontology 2000*, 44(1), 178.
78. Palmer, R. M., Wilson, R. F., Hasan, A. S., and Scott, D. A. (2005). Mechanisms of action of environmental factors—tobacco smoking. *Journal of clinical periodontology*, 32, 180-195.
79. Johannsen, A., Susin, C., and Gustafsson, A. (2014). Smoking and inflammation: evidence for a synergistic role in chronic disease. *Periodontology 2000*, 64(1), 111-126.
80. Geisinger, M. L., Geurs, N. C., Ogdon, D., and Reddy, M. S. (2017). Commentary: targeting underlying biologic mechanisms in selecting adjunctive therapies to improve periodontal treatment in smokers: a commentary. *Journal of Periodontology*, 88(8), 703-710.
81. Sutton, J. D., Salas Martinez, M. L., and Gerkovich, M. M. (2017). Environmental tobacco smoke and periodontitis in United States non-smokers, 2009 to 2012. *Journal of periodontology*, 88(6), 565-574.
82. Gürlek, Ö., Gümüş, P., and Buduneli, N. (2018). Smokers have a higher risk of inflammatory peri-implant disease than non-smokers. *Oral diseases*, 24(1-2), 30-32.

83. Ramôa, C. P., Eissenberg, T., and Sahingur, S. E. (2017). Increasing popularity of waterpipe tobacco smoking and electronic cigarette use: Implications for oral healthcare. *Journal of periodontal research*, 52(5), 813-823.
84. Al-Aali, K. A., Alrabiah, M., ArRejaie, A. S., Abduljabbar, T., Vohra, F., and Akram, Z. (2018). Peri-implant parameters, tumor necrosis factor-alpha, and interleukin-1 beta levels in vaping individuals. *Clinical implant dentistry and related research*, 20(3), 410-415.
85. Javed, F., Abduljabbar, T., Vohra, F., Malmstrom, H., Rahman, I., and Romanos, G. E. (2017). Comparison of periodontal parameters and self-perceived oral symptoms among cigarette smokers, individuals vaping electronic cigarettes, and never-smokers. *Journal of periodontology*, 88(10), 1059-1065.
86. Sundar, I. K., Javed, F., Romanos, G. E., and Rahman, I. (2016). E-cigarettes and flavorings induce inflammatory and pro-senescence responses in oral epithelial cells and periodontal fibroblasts. *Oncotarget*, 7(47), 77196.
87. Javed, F., Kellesarian, S. V., Sundar, I. K., Romanos, G. E., and Rahman, I. (2017). Recent updates on electronic cigarette aerosol and inhaled nicotine effects on periodontal and pulmonary tissues. *Oral diseases*, 23(8), 1052-1057.
88. Guobis, Z., Pacauskiene, I., and Astramskaite, I. (2016). General diseases influence on peri-implantitis development: a systematic review. *Journal of oral and maxillofacial research*, 7(3), e5.
89. Monje, A., Catena, A., and Borgnakke, W. S. (2017). Association between diabetes mellitus/hyperglycaemia and peri-implant diseases: systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical periodontology*, 44(6), 636-648.
90. Turri, A., Orlato Rossetti, P. H., Canullo, L., Grusovin, M. G., and Dahlin, C. (2016). Prevalence of peri-implantitis in medically compromised patients and smokers: A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 31(1), 111-118.
91. Lalla, E., and Papapanou, P. N. (2011). Diabetes mellitus and periodontitis: a tale of two common interrelated diseases. *Nature Reviews Endocrinology*, 7(12), 738-748.
92. Knight, E. T., Liu, J., Seymour, G. J., Faggion Jr, C. M., and Cullinan, M. P. (2016). Risk factors that may modify the innate and adaptive immune responses in periodontal diseases. *Periodontology 2000*, 71(1), 22-51.
93. Papi, P., Letizia, C., Pilloni, A., Petramala, L., Saraceno, V., Rosella, D., and Pompa, G. (2018). Peri-implant diseases and metabolic syndrome components: a systematic review. *European review for medical and pharmacological sciences*, 22(4), 866-875.
94. Vohra, F., Alkudhairy, F., Al-Kheraif, A. A., Akram, Z., and Javed, F. (2018). Peri-implant parameters and C-reactive protein levels among patients with different obesity levels. *Clinical implant dentistry and related research*, 20(2), 130-136.

95. World Health Organization. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation*. World Health Organization Technical Report Series, 1-253.
96. Kopelman, P. G. (2000). Obesity as a medical problem. *Nature*, 404(6778), 635-643.
97. Akram, Z., Abduljabbar, T., Abu Hassan, M. I., Javed, F., and Vohra, F. (2016). Cytokine profile in chronic periodontitis patients with and without obesity: a systematic review and meta-analysis. *Disease markers*, 2016(1), 4801418.
98. Alkhudhairy, F., Vohra, F., Al-Kheraif, A. A., and Akram, Z. (2018). Comparison of clinical and radiographic peri-implant parameters among obese and non-obese patients: a 5-year study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 20(5), 756-762.
99. Abduljabbar, T., Al-Sahaly, F., Kellesarian, S. V., Kellesarian, T. V., Al-Anazi, M., Al-Khathami, M., and Vohra, F. (2016). Comparison of peri-implant clinical and radiographic inflammatory parameters and whole salivary destructive inflammatory cytokine profile among obese and non-obese men. *Cytokine*, 88, 51-56.
100. Krennmair, S., Weinländer, M., Forstner, T., Krennmair, G., and Stimmelmayer, M. (2016). Factors affecting peri-implant bone resorption in four Implant supported mandibular full-arch restorations: a 3-year prospective study. *Journal of clinical periodontology*, 43(1), 92-101.
101. Oliveira de Souza, J. G., Lopes Pereira Neto, A. R., Schuldts Filho, G., Renata Dalago, H., Moisés de Souza Júnior, J., and Aurélio Bianchini, M. (2013). Impact of local and systemic factors on additional peri-implant bone loss. *Quintessence International*, 44(5), 415-424.
102. Krennmair, G., Seemann, R., and Piehslinger, E. (2010). Dental implants in patients with rheumatoid arthritis: clinical outcome and peri-implant findings. *Journal of clinical periodontology*, 37(10), 928-936.
103. Korfage, A., Raghoobar, G. M., Arends, S., Meiners, P. M., Visser, A., Kroese, F. G., and Vissink, A. (2016). Dental implants in patients with sjögren's syndrome. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 18(5), 937-945.
104. Zahid, T. M., Wang, B. Y., and Cohen, R. E. (2011). Influence of bisphosphonates on alveolar bone loss around osseointegrated implants. *Journal of Oral Implantology*, 37(3), 335-346.
105. Stavropoulos, A., Bertl, K., Pietschmann, P., Pandis, N., Schiødt, M., and Klinge, B. (2018). The effect of antiresorptive drugs on implant therapy: Systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 29, 54-92.
106. Del Valle, A. E., López-Vicente, J., Martínez-Conde, R., and Aguirre-Zorzano, L. A. (2018). Current understanding of genetic polymorphisms as biomarkers for risk of biological complications in implantology. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(10), e1029, e1039.
107. García-Delaney, C., Sánchez-Garcés, M. Á., Figueiredo, R., Sánchez-Torres, A., and Gay-Escoda, C. (2015). Clinical significance of interleukin-1 genotype in smoking

- patients as a predictor of peri-implantitis: A case-control study. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 20(6), e737-743.
108. Dereka, X., Mardas, N., Chin, S., Petrie, A., and Donos, N. (2012). A systematic review on the association between genetic predisposition and dental implant biological complications. *Clinical oral implants research*, 23(7), 775-788.
  109. Melo, R. F., Lopes, B. M., Shibli, J. A., Marcantonio Junior, E., Marcantonio, R. A. C., and Galli, G. M. T. (2012). Interleukin-1 $\beta$  and interleukin-6 expression and gene polymorphisms in subjects with peri-implant disease. *Clinical implant dentistry and related research*, 14(6), 905-914.
  110. He, K., Jian, F., He, T., Tang, H., Huang, B., and Wei, N. (2020). Analysis of the association of TNF- $\alpha$ , IL-1A, and IL-1B polymorphisms with peri-implantitis in a Chinese non-smoking population. *Clinical Oral Investigations*, 24, 693-699.
  111. Gruica, B., Wang, H. Y., Lang, N. P., and Buser, D. (2004). Impact of IL-1 genotype and smoking status on the prognosis of osseointegrated implants. *Clinical oral implants research*, 15(4), 393-400.
  112. Petkovic-Curcin, A., Zeljic, K., Cikota-Aleksic, B., Dakovic, D., Tatic, Z., and Magic, Z. (2017). Association of cytokine gene polymorphism with peri-implantitis risk. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 32(5), e241-e248.
  113. Mo, Y. Y., Zeng, X. T., Weng, H., Cen, Y., Zhao, Q., and Wen, X. (2016). Association between tumor necrosis factor-alpha G-308A polymorphism and dental peri-implant disease risk: A meta-analysis. *Medicine*, 95(35), e4425.
  114. Fu, J. H., Hsu, Y. T., and Wang, H. L. (2012). Identifying occlusal overload and how to deal with it to avoid marginal bone loss around implants. *European journal of oral implantology*, 5(1), 91-103.
  115. Pellegrini, G., Canullo, L., and Dellavia, C. (2016). Histological features of peri-implant bone subjected to overload. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 206, 57-63.
  116. Miyata, T., Kobayashi, Y., Araki, H., Ohto, T., and Shin, K. (2000). The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue. Part 3: A histologic study in monkeys. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 15(3), 384-390.
  117. Gotfredsen, K., Berglundh, T., and Lindhe, J. (2002). Bone reactions at implants subjected to experimental peri-implantitis and static load: A study in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 29(2), 144-151.
  118. Heitz-Mayfield, L. J., Schmid, B., Weigel, C., Gerber, S., Bosshardt, D. D., Jönsson, J., and Jönsson, J. (2004). Does excessive occlusal load affect osseointegration? An experimental study in the dog. *Clinical oral implants research*, 15(3), 259-268.
  119. Dalago, H. R., Schuldt Filho, G., Rodrigues, M. A. P., Renvert, S., and Bianchini, M. A. (2017). Risk indicators for peri-implantitis. A cross-sectional study with 916 implants. *Clinical oral implants research*, 28(2), 144-150.

120. Merin, R. L. (2014). Repair of peri-implant bone loss after occlusal adjustment: a case report. *The Journal of the American Dental Association*, 145(10), 1058-1062.
121. Passanezi, E., Sant'Ana, A. C. P., and Damante, C. A. (2017). Occlusal trauma and mucositis or peri-implantitis?. *The Journal of the American Dental Association*, 148(2), 106-112.
122. De Bruyn, H., Christiaens, V., Doornewaard, R., Jacobsson, M., Cosyn, J., Jacquet, W., and Vervaeke, S. (2017). Implant surface roughness and patient factors on long-term peri-implant bone loss. *Periodontology 2000*, 73(1), 218-227.
123. Albouy, J. P., Abrahamsson, I., Persson, L. G., and Berglundh, T. (2011). Implant surface characteristics influence the outcome of treatment of peri-implantitis: An experimental study in dogs. *Journal of clinical periodontology*, 38(1), 58-64.
124. Rasperini, G., Maglione, M., Cocconcelli, P., and Simion, M. (1998). In vivo early plaque formation on pure titanium and ceramic abutments: a comparative microbiological and SEM analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 9(6), 357-364.
125. Dvorak, G., Arnhart, C., Heuberger, S., Huber, C. D., Watzek, G., and Gruber, R. (2011). Peri-implantitis and late implant failures in postmenopausal women: a cross-sectional study. *Journal of clinical periodontology*, 38(10), 950-955.
126. Marrone, A., Lasserre, J., Bercy, P., and Brex, M. C. (2013). Prevalence and risk factors for peri-implant disease in Belgian adults. *Clinical oral implants research*, 24(8), 934-940.
127. Hashim, D., Cionca, N., Courvoisier, D. S., and Mombelli, A. (2016). A systematic review of the clinical survival of zirconia implants. *Clinical oral investigations*, 20(7), 1403-1417.
128. Cionca, N., Hashim, D., Cancela, J., Giannopoulou, C., and Mombelli, A. (2016). Pro-inflammatory cytokines at zirconia implants and teeth. A cross-sectional assessment. *Clinical oral investigations*, 20(8), 2285-2291.
129. Cionca, N., Hashim, D., and Mombelli, A. (2017). Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading?. *Periodontology 2000*, 73(1), 241-258.
130. Degidi, M., Artese, L., Scarano, A., Perrotti, V., Gehrke, P., and Piattelli, A. (2006). Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *Journal of periodontology*, 77(1), 73-80.
131. Liñares, A., Grize, L., Muñoz, F., Pippenger, B. E., Dard, M., Domken, O., and Blanco-Carrión, J. (2016). Histological assessment of hard and soft tissues surrounding a novel ceramic implant: a pilot study in the minipig. *Journal of clinical periodontology*, 43(6), 538-546.
132. Roehling, S., Astasov-Frauenhoffer, M., Hauser-Gerspach, I., Braissant, O., Woelfler, H., Waltimo, T., and Gahlert, M. (2017). In vitro biofilm formation on titanium and zirconia implant surfaces. *Journal of periodontology*, 88(3), 298-307.

133. Pieralli, S., Kohal, R. J., Jung, R. E., Vach, K., and Spies, B. (2017). Clinical outcomes of zirconia dental implants: a systematic review. *Journal of dental research*, 96(1), 38-46.
134. Katafuchi, M., Weinstein, B. F., Leroux, B. G., Chen, Y. W., and Daubert, D. M. (2018). Restoration contour is a risk indicator for peri-implantitis: A cross-sectional radiographic analysis. *Journal of clinical periodontology*, 45(2), 225-232.
135. Staubli, N., Walter, C., Schmidt, J. C., Weiger, R., and Zitzmann, N. U. (2017). Excess cement and the risk of peri-implant disease—a systematic review. *Clinical oral implants research*, 28(10), 1278-1290.
136. Hsu, Y. T., Lin, G. H., and Wang, H. L. (2017). Effects of platform-switching on peri-implant soft and hard tissue outcomes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 32(1), e9-e24..
137. Giovannoli, J. L., Rocuzzo, M., Albouy, J. P., Duffau, F., Lin, G. H., and Serino, G. (2019). Local risk indicators—Consensus report of working group 2. *International Dental Journal*, 69(2), 7-11.
138. Isler, S. C., Uraz, A., Kaymaz, O., and Cetiner, D. (2019). An evaluation of the relationship between peri-implant soft tissue biotype and the severity of peri-implantitis: a cross-sectional study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 34(1), 187-196.
139. Perussolo, J., Souza, A. B., Matarazzo, F., Oliveira, R. P., and Araújo, M. G. (2018). Influence of the keratinized mucosa on the stability of peri-implant tissues and brushing discomfort: a 4-year follow-up study. *Clinical oral implants research*, 29(12), 1177-1185.
140. Rocuzzo, M., Grasso, G., and Dalmasso, P. (2016). Keratinized mucosa around implants in partially edentulous posterior mandible: 10-year results of a prospective comparative study. *Clinical oral implants research*, 27(4), 491-496.
141. Monje, A., and Blasi, G. (2019). Significance of keratinized mucosa/gingiva on peri-implant and adjacent periodontal conditions in erratic maintenance compliers. *Journal of periodontology*, 90(5), 445-453.
142. Canullo, L., Tallarico, M., Radovanovic, S., Delibasic, B., Covani, U., and Rakic, M. (2016). Distinguishing predictive profiles for patient-based risk assessment and diagnostics of plaque induced, surgically and prosthetically triggered peri-implantitis. *Clinical Oral Implants Research*, 27(10), 1243-1250.
143. Passoni, B. B., Dalago, H. R., Schuldt Filho, G., Oliveira de Souza, J. G., Benfatti, C. A. M., Magini, R. D. S., and Bianchini, M. A. (2014). Does the number of implants have any relation with peri-implant disease?. *Journal of Applied Oral Science*, 22(5), 403-408.
144. Lindhe, J., Lang, N. P., and Karring, T. (Eds.). (2008). *Clinical periodontology and implant dentistry*. Oxford: Blackwell Munksgaard, 371.

145. Salvi, G. E., Monje, A., and Tomasi, C. (2018). Long-term biological complications of dental implants placed either in pristine or in augmented sites: A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 29(16), 294-310.
146. Mombelli, A., Hashim, D., and Cionca, N. (2018). What is the impact of titanium particles and biocorrosion on implant survival and complications? A critical review. *Clinical oral implants research*, 29(18), 37-53.
147. Noronha Oliveira, M. A. P. P., Schunemann, W. V. H., Mathew, M. T., Henriques, B., Magini, R. S., Teughels, W., and Souza, J. C. M. (2018). Can degradation products released from dental implants affect peri-implant tissues?. *Journal of periodontal research*, 53(1), 1-11.
148. Delgado-Ruiz, R., and Romanos, G. (2018). Potential causes of titanium particle and ion release in implant dentistry: a systematic review. *International journal of molecular sciences*, 19(11), 3585.
149. Souza, J. C. M., Barbosa, S. L., Ariza, E., Celis, J. P., and Rocha, L. A. (2012). Simultaneous degradation by corrosion and wear of titanium in artificial saliva containing fluorides. *Wear*, 292, 82-88.
150. Alrabeah, G. O., Knowles, J. C., and Petridis, H. (2018). Reduction of tribocorrosion products when using the platform-switching concept. *Journal of Dental Research*, 97(9), 995-1002.
151. Urban, R. M., Jacobs, J. J., Tomlinson, M. J., Gavrilovic, J., Black, J., and Peoc'h, M. (2000). Dissemination of wear particles to the liver, spleen, and abdominal lymph nodes of patients with hip or knee replacement. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 82(4), 457.
152. Wachi, T., Shuto, T., Shinohara, Y., Matono, Y., and Makihira, S. (2015). Release of titanium ions from an implant surface and their effect on cytokine production related to alveolar bone resorption. *Toxicology*, 327, 1-9.
153. Fretwurst, T., Nelson, K., Tarnow, D. P., Wang, H. L., and Giannobile, W. V. (2018). Is metal particle release associated with peri-implant bone destruction? An emerging concept. *Journal of dental research*, 97(3), 259-265.
154. Pettersson, M., Kelk, P., Belibasakis, G. N., Bylund, D., Molin Thorén, M., and Johansson, A. (2017). Titanium ions form particles that activate and execute interleukin-1 $\beta$  release from lipopolysaccharide-primed macrophages. *Journal of periodontal research*, 52(1), 21-32.
155. Harrel, S. K., Wilson Jr, T. G., Pandya, M., and Diekwisch, T. G. (2019). Titanium particles generated during ultrasonic scaling of implants. *Journal of periodontology*, 90(3), 241-246.
156. Ferreira, S. D., Silva, G. M., Cortelli, J. R., Costa, J. E., and Costa, F. O. (2006). Prevalence and risk variables for peri-implant disease in Brazilian subjects. *Journal of clinical periodontology*, 33(12), 929-935.

157. Rokn, A., Aslroosta, H., Akbari, S., Najafi, H., Zayeri, F., and Hashemi, K. (2017). Prevalence of peri-implantitis in patients not participating in well-designed supportive periodontal treatments: a cross-sectional study. *Clinical oral implants research*, 28(3), 314-319.
158. Heitz-Mayfield, L. J., and Salvi, G. E. (2018). Peri-implant mucositis. *Journal of clinical periodontology*, 89(1), 257-266.
159. Albrektsson, T., and Sennerby, L. (1991). State of the art in oral implants. *Journal of clinical periodontology*, 18(6), 474-481.
160. Javed, F., Ahmed, H. B., Crespi, R., and Romanos, G. E. (2013). Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interventional Medicine and Applied Science*, 5(4), 162-167.
161. Bridges, T., King, G., and Mohammed, A. (1988). The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 93(3), 245-250.
162. Rothe, L. E., Bollen, A. M., Little, R. M., Herring, S. W., Chaison, J. B., Chen, C. S. K., and Hollender, L. G. (2006). Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 130(4), 476-484.
163. Devlin, H., and Horner, K. (2008). Diagnosis of osteoporosis in oral health care. *Journal of oral rehabilitation*, 35(2), 152-157.
164. Sindel, D., and Gula, G. (2015). Assessment of bone mineral density in osteoporosis. *Turk Osteoporoz Dergisi*, 21(1), 23-29.
165. Barone, A., Covani, U., Cornelini, R., and Gherlone, E. (2003). Radiographic bone density around immediately loaded oral implants: A case series. *Clinical oral implants research*, 14(5), 610-615.
166. Scarfe, W. C., Farman, A. G., and Sukovic, P. (2006). Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association*, 72(1), 75.
167. Jeong, K. I., Kim, S. G., Oh, J. S., and Jeong, M. A. (2013). Consideration of various bone quality evaluation methods. *Implant dentistry*, 22(1), 55-59.
168. Bagi, C. M., Berryman, E., and Moalli, M. R. (2011). Comparative bone anatomy of commonly used laboratory animals: implications for drug discovery. *Comparative medicine*, 61(1), 76-85.
169. Swain, M. V., and Xue, J. (2009). State of the art of Micro-CT applications in dental research. *International journal of oral science*, 1(4), 177-188.
170. Bouxsein, M. L., Boyd, S. K., Christiansen, B. A., Guldberg, R. E., Jepsen, K. J., and Müller, R. (2010). Guidelines for assessment of bone microstructure in rodents using micro-computed tomography. *Journal of bone and mineral research*, 25(7), 1468-1486.

171. Park, Y. S., Yi, K. Y., Lee, I. S., and Jung, Y. C. (2005). Correlation between microtomography and histomorphometry for assessment of implant osseointegration. *Clinical oral implants research*, 16(2), 156-160.
172. Muramatsu, C., Horiba, K., Hayashi, T., Fukui, T., Hara, T., Katsumata, A., and Fujita, H. (2016). Quantitative assessment of mandibular cortical erosion on dental panoramic radiographs for screening osteoporosis. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 11(11), 2021-2032.
173. Sánchez, I., and Uzcátegui, G. (2011). Fractals in dentistry. *Journal of dentistry*, 39(4), 273-292.
174. Landini, G. (2011). Fractals in microscopy. *Journal of microscopy*, 241(1), 1-8.
175. Mancardi, D., Varetto, G., Bucci, E., Maniero, F., and Guiot, C. (2008). Fractal parameters and vascular networks: facts and artifacts. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 5, 1-8.
176. Krzysztofik, W. J. (2013). Fractal Geometry in Electromagnetics Applications-from Antenna to Metamaterials. *Microwave Review*, 19(2), 3-14.
177. Dohan Ehrenfest, D. M. (2011). Fractal patterns applied to implant surface: definitions and perspectives. *Journal of Oral Implantology*, 37(5), 506-509.
178. Ruttimann, U. E., Webber, R. L., and Hazelrig, J. B. (1992). Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone: a possible diagnostic indicator of osteoporosis. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 74(1), 98-110.
179. Degiorgio, V. (1984). Mandelbrot, BB the fractal geometry of nature. *Scientia*, 78(119), 27.
180. Baksı, B. G., and Şen, B. H. (2023). Fractal dimension and lacunarity analyses of root canal dentin with or without smear layer. *Meandros Medical and Dental Journal*, 24(2), 137.
181. Plotnick, R. E., Gardner, R. H., and O'Neill, R. V. (1993). Lacunarity indices as measures of landscape texture. *Landscape ecology*, 8, 201-211.
182. Hayek, E., Aoun, G., Bassit, R., and Nasseh, I. (2020). Correlating radiographic fractal analysis at implant recipient sites with primary implant stability: an in vivo preliminary study. *Cureus*, 12(1), e6539.
183. Cakur, B., Şahin, A., Dagistan, S., Altun, O., Caglayan, F., Miloglu, Ö., and Harorli, A. (2008). Dental panoramic radiography in the diagnosis of osteoporosis. *Journal of International Medical Research*, 36(4), 792-799.
184. Gümüşsoy, İ. (2019). Panoramik radyografilerde fraktal analiz metodunun uygulanması ve değişik röntgen cihazlarının fraktal boyut değerine etkisi. *Sakarya Tıp Dergisi*, 9(3), 492-498.
185. Ibrahim, N., Parsa, A., Hassan, B., van der Stelt, P., Aartman, I. H., and Wismeijer, D. (2014). Accuracy of trabecular bone microstructural measurement at planned dental

- implant sites using cone-beam CT datasets. *Clinical oral implants research*, 25(8), 941-945.
186. Furuncuoğlu, Ö. Ü. F., ve Gümüşsoy, İ. (2022). Endodontik tedavi sonrası periapikal reaktif kemiğin fraktal boyut analizi ile değerlendirilmesi. *7tepe Klinik Dergisi*, 18(2), 4-9.
  187. Apolinário, A. C., Sindeaux, R., de Souza Figueiredo, P. T., Guimarães, A. T., Acevedo, A. C., Castro, L. C., and Leite, A. F. (2016). Dental panoramic indices and fractal dimension measurements in osteogenesis imperfecta children under pamidronate treatment. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(4), 20150400.
  188. Gumussoy, I., Miloglu, O., Cankaya, E., and Bayrakdar, I. S. (2016). Fractal properties of the trabecular pattern of the mandible in chronic renal failure. *Dentomaxillofacial Radiology*, 45(5), 20150389.
  189. Herrmann, I., Lekholm, U., Holm, S., and Kultje, C. (2005). Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 20(2), 220-230.
  190. Mishra, S., Kumar, M., Mishra, L., Panda, S., Panda, S., Lewkowicz, N., and Lapinska, B. (2023). Estimation of cancellous changes using fractal analysis in patients with periodontitis. *Biomedicines*, 11(9), 2547.
  191. ShROUT, M. K., ROBerson, B., POTter, B. J., MAILhot, J. M., and HILdebolt, C. F. (1998). A comparison of 2 patient populations using fractal analysis. *Journal of periodontology*, 69(1), 9-13.
  192. Sansare, K., Singh, D., and Karjodkar, F. (2012). Changes in the fractal dimension on pre-and post-implant panoramic radiographs. *Oral Radiology*, 28, 15-23.
  193. Abdulhameed, E. A., Al-Rawi, N. H., Uthman, A. T., and Samsudin, A. R. (2018). Bone texture fractal dimension analysis of ultrasound-treated bone around implant site: A double-blind clinical trial. *International Journal of Dentistry*, 2018(1), 2672659.
  194. Hadzik, J., Kubasiewicz-Ross, P., Simka, W., Gębarowski, T., Barg, E., Cieśla-Niechwiadowicz, A., and Jurczyszyn, K. (2022). Fractal dimension and texture analysis in the assessment of experimental laser-induced periodic surface structures (LIPSS) dental implant surface-in vitro study preliminary report. *Materials*, 15(8), 2713.
  195. Soler-Alcaraz, S., Guerrero-Sánchez, Y., Pérez-Sayáns, M., Bernabeu-Mira, J. C., Peñarrocha-Oltra, D., and Camacho-Alonso, F. (2023). Evaluation of change in radiographic fractal dimension around dental implants placed with low-speed drilling and standard drilling protocols. *Journal of Clinical Medicine*, 12(6), 2244.
  196. Mu, T. J., Lee, D. W., Park, K. H., and Moon, I. S. (2013). Changes in the fractal dimension of peri-implant trabecular bone after loading: a retrospective study. *Journal of periodontal and implant science*, 43(5), 209-214.
  197. Jian-Hua, L., Bo-Ming, Y., and Ming-Qing, Z. (2009). A model for fractal dimension of rough surfaces. *Chinese Physics Letters*, 26(11), 116101.

198. Jolley, L., Majumdar, S., and Kapila, S. (2006). Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 35(6), 393-397.
199. Magat, G., and Ozcan Sener, S. (2019). Evaluation of trabecular pattern of mandible using fractal dimension, bone area fraction, and gray scale value: comparison of cone-beam computed tomography and panoramic radiography. *Oral Radiology*, 35, 35-42.
200. Yasar, F., Apaydin, B., and Yılmaz, H. H. (2012). The effects of image compression on quantitative measurements of digital panoramic radiographs. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 17(6), e1074.
201. Gürdal, P., Hildebolt, C. F., and Akdeniz, B. G. (2001). The effects of different image file formats and image-analysis software programs on dental radiometric digital evaluations. *Dentomaxillofacial Radiology*, 30(1), 50-55.
202. Amuk, M., Sarıbal, G. Ş., Ersu, N., and Yılmaz, S. (2023). The effects of technical factors on the fractal dimension in different dental radiographic images. *European Oral Research*, 57(2), 68-74.
203. Aktuna Belgin, C., and Serindere, G. (2020). Evaluation of trabecular bone changes in patients with periodontitis using fractal analysis: A periapical radiography study. *Journal of periodontology*, 91(7), 933-937.
204. Sener, E., Cinarcik, S., and Baksi, B. G. (2015). Use of fractal analysis for the discrimination of trabecular changes between individuals with healthy gingiva or moderate periodontitis. *Journal of periodontology*, 86(12), 1364-1369.
205. Güngör, E., Yildirim, D., and Çevik, R. (2016). Evaluation of osteoporosis in jaw bones using cone beam CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of oral science*, 58(2), 185-194.
206. Tolga Suer, B., Yaman, Z., and Buyuksarac, B. (2016). Correlation of fractal dimension values with implant insertion torque and resonance frequency values at implant recipient sites. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 31(1), 55.
207. Chen, S. K., and Chen, C. M. (1998). The effects of projection geometry and trabecular texture on estimated fractal dimensions in two alveolar bone models. *Dentomaxillofacial Radiology*, 27(5), 270-274.
208. Southard, T. E., Southard, K. A., Jakobsen, J. R., Hillis, S. L., and Najim, C. A. (1996). Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 82(5), 569-576.
209. Coşgunarslan, A., Aşantoğrul, F., Canger, E. M., Medikoğlu, E. K., ve Soydan, D. (2019). Periodontitis ile ilişkili trabeküler kemik değişikliklerinin fraktal analiz ile incelenmesi. *Selcuk Dental Journal*, 6(4), 341-345.
210. Eser, S., and Saribas, E. (2024). Anatomical assessment of the trabecular structure of the alveolar bone in periodontal disease by fractal analysis method. *Folia Morphologica*, 83(1), 157-167.

211. Wada, M., Mameno, T., Otsuki, M., Kani, M., Tsujioka, Y., and Ikebe, K. (2021). Prevalence and risk indicators for peri-implant diseases: A literature review. *Japanese Dental Science Review*, 57, 78-84.
212. dos Santos Corpas, L., Jacobs, R., Quirynen, M., Huang, Y., Naert, I., and Duyck, J. (2011). Peri-implant bone tissue assessment by comparing the outcome of intra-oral radiograph and cone beam computed tomography analyses to the histological standard. *Clinical oral implants research*, 22(5), 492-499.
213. Caligiuri, P., Giger, M. L., and Favus, M. (1994). Multifractal radiographic analysis of osteoporosis. *Medical physics*, 21(4), 503-508.
214. Majumdar, S., Weinstein, R. S., and Prasad, R. R. (1993). Application of fractal geometry techniques to the study of trabecular bone. *Medical physics*, 20(6), 1611-1619.
215. Charalampakis, G., Rabe, P., Leonhardt, Å., and Dahlén, G. (2011). A follow-up study of peri-implantitis cases after treatment. *Journal of clinical periodontology*, 38(9), 864-871.
216. Heitz-Mayfield, L. J., Salvi, G. E., Botticelli, D., Mombelli, A., Faddy, M., Lang, N. P., and Implant Complication Research Group (ICRG). (2011). Anti-infective treatment of peri-implant mucositis: a randomised controlled clinical trial. *Clinical oral implants research*, 22(3), 237-241.
217. Persson, L. G., Ericsson, I., Berglundh, T., and Lindhe, J. (2001). Osseointegration following treatment of peri-implantitis and replacement of implant components: An experimental study in the dog. *Journal of clinical periodontology*, 28(3), 258-263.
218. Wojtowicz, A., Chaberek, S., Kryst, L., Urbanowska, E., Ciechowicz, K., and Ostrowski, K. (2003). Fourier and fractal analysis of maxillary alveolar ridge repair using platelet rich plasma (PRP) and inorganic bovine bone. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 32(1), 84-86.
219. Heo, M. S., Park, K. S., Lee, S. S., Choi, S. C., Koak, J. Y., Heo, S. J., and Kim, J. D. (2002). Fractal analysis of mandibular bony healing after orthognathic surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 94(6), 763-767.
220. Nair, M. K., Seyedain, A., Webber, R. L., Nair, U. P., Piesco, N. P., Agarwal, S., and Gröndahl, H. G. (2001). Fractal analyses of osseous healing using tuned aperture computed tomography images. *European radiology*, 11(8), 1510-1515.
221. Lee, J. H., Kim, Y. S., Lee, D., Choi, H., Yoo, H., and Baek, J. H. (2010). Radiofrequency ablation (RFA) of benign thyroid nodules in patients with incompletely resolved clinical problems after ethanol ablation (EA). *World journal of surgery*, 34(7), 1488-1493.
222. 어연호. (2013). *Changes in the fractal dimension on peri-implant bone after surgical treatment of peri-implantitis: a retrospective study*. Doctoral dissertation, Graduate School, Yonsei University, Seoul, Korea.

223. Saba, R. (2018). *Assessment of changes in the fractal dimensions of peri-implant alveolar bone using storage phosphor plat*. Doctoral dissertation, Rajiv Gandhi University of Health Sciences, Bangalore, India.
224. Callan, D. P., O'Mahony, A., and Cobb, C. M. (1998). Loss of crestal bone around dental implants: a retrospective study. *Implant Dentistry*, 7(4), 258-266.
225. Lagervall, M., and Jansson, L. E. (2013). Treatment outcome in patients with peri-implantitis in a periodontal clinic: A retrospective study. *Journal of Periodontology*, 84(10), 1365-1373.
226. Koldslund, O. C., Scheie, A. A., and Aass, A. M. (2011). The association between selected risk indicators and severity of peri-implantitis using mixed model analyses. *Journal of clinical periodontology*, 38(3), 285-292.
227. Millen, C., Brägger, U., and Wittneben, J. G. (2015). Influence of prosthesis type and retention mechanism on complications with fixed implant-supported prostheses: a systematic review applying multivariate analyses. *International journal of oral and maxillofacial implants*, 30(1), 110-124.
228. Lemmerman, K. J., and Lemmerman, N. E. (2005). Osseointegrated dental implants in private practice: a long-term case series study. *Journal of periodontology*, 76(2), 310-319.
229. Fransson, C., Tomasi, C., Pikner, S. S., Gröndahl, K., Wennström, J. L., Leyland, A. H., and Berglundh, T. (2010). Severity and pattern of peri-implantitis-associated bone loss. *Journal of clinical periodontology*, 37(5), 442-448.
230. Fathi, A., Rismanchian, M., Khodadadi, R., and Dezaki, S. N. (2024). Does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant-supported prostheses? A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 131(5), 819-825.
231. Pellizzer, E. P., de Luna Gomes, J. M., Lemos, C. A. A., Minatel, L., de Oliveira Limírio, J. P. J., and de Moraes, S. L. D. (2021). The influence of crown-to-implant ratio in single crowns on clinical outcomes: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 126(4), 497-502.
232. Jemt, T., Olsson, M., Renouard, F., Stenport, V., and Friberg, B. (2016). Early implant failures related to individual surgeons: an analysis covering 11,074 operations performed during 28 years. *Clinical implant dentistry and related research*, 18(5), 861-872.
233. Anderson, N., Lords, A., Laux, R., Woodall, W., and Abubakr, N. H. (2020). Retrospective analysis of the risk factors of peri-implantitis. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(12), 1350-1353.
234. Mumcu, E., Bilhan, H., and Cekici, A. (2011). Marginal bone loss around implants supporting fixed restorations. *Journal of Oral Implantology*, 37(5), 549-558.
235. Poli, P. P., Beretta, M., Grossi, G. B., and Maiorana, C. (2016). Risk indicators related to peri-implant disease: an observational retrospective cohort study. *Journal of periodontal and implant science*, 46(4), 266-276.



**EKLER**

## EK-1. Etik Komisyon İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 19.12.2023-E.830162



T.C.  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Etik Komisyonu



Sayı : E-77082166-302.08.01-830162  
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

19.12.2023

## Dağıtım Yerlerine

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Periodontoloji Ana Bilim Dalı Doktora Öğrencisi Abdulkadir Kemal BİNİCİ'nin, Prof. Dr. F. Deniz ÇETİNER'in danışmanlığında yürüttüğü "*Peri İmplantitisin Çevresel Alveolar Kemige Etkisinin Fraktal Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi*" adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun 12.12.2023 tarih ve 21 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2023 - 1519

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA  
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste  
DAĞITIM  
Gereği:  
Sayın Prof. Dr. F. Deniz ÇETİNER

Bilgi:  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Belge Doğrulama Kodu :BSNH83CA2

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA  
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76  
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>  
Kep Adresi: [gaziuniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:gaziuniversitesi@hs01.kep.tr)

Bilgi için :Ayfer Çekmez  
Genel Evrak Sorumlusu  
Telefon No:202 38 81

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



EK-1. (devam) Etik Komisyon İzni

**Evrak Tarih ve Sayısı: 19.12.2023-E.830162 GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ**

TOPLANTI TARİHİ : 12.12.2023		TOPLANTI SAYISI : 21
ADI – SOYADI	İMZA	
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN		
Prof. Dr. Zehra GÖÇMEN BAYKARA BAŞKAN YRD.		
Prof. Dr. C. Haluk BODUR		
Prof. Dr. Seçil ÖZKAN		
Prof. Dr. Cevriye TEMEL GENCER		
Prof. Dr. İlkay ULUTAŞ		
Prof. Dr. Kemalettin DENİZ		
Prof. Dr. Makbule GEZMEN KARADAĞ		
Prof. Dr. İlyas OKUR		
Prof. Dr. Nihan KAFA		
Doç. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN		
Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU		
Doç. Dr. Elvan İNCE AKA		

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

## EK-2. Örneklem Hacmi Gpower Çıktısı

**t tests** – Means: Difference between two independent means (two groups)

**Analysis:** A priori: Compute required sample size

<b>Input:</b>	Tail(s)	=	Two
	Effect size d	=	1.8107149
	$\alpha$ err prob	=	0.05
	Power (1- $\beta$ err prob)	=	0.95
	Allocation ratio N2/N1	=	1
<b>Output:</b>	Noncentrality parameter $\delta$	=	4.0488816
	Critical t	=	2.1009220
	Df	=	18
	Sample size group 1	=	10
	Sample size group 2	=	10
	Total sample size	=	20
	Actual power	=	0.9688938

Şekil 1. Örneklem hacmi Gpower çıktısı

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BİNİCİ, Abdulkadir Kemal  
Uyruğu : T.C.

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Periodontoloji Anabilim Dalı	Devam Ediyor
Lisans	Hacettepe Üniversitesi / Diş Hekimliği Fakültesi	2017
Lise	Manavgat Lisesi	2011

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-halen	Gazi Üniversitesi	Diş Hekimi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

- Çetiner, D., Hamurcu, N., & Binici, A. K. (2021). Kalsiyum Kanal Blokeri Kullanımının Periodontal Dokular Üzerine Patolojik Etkileri. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 10(1), 65-71.
- Hamurcu, N., Tunç, S., Binici, A. K., & Çetiner, F. D. (2020). Keratinize mukoza eksikliği olan implant bölgelerinin otojen yumuşak doku grefti ile ogmentasyonu; olgu sunumu. *Acta Odontologica Turcica*, 37.
- Hamurcu, N., Tunç, S., Binici, A., & Çetiner, D. (2020). Keratinize mukoza eksikliği olan implant bölgelerinin otojen yumuşak doku grefti ile ogmentasyonu; olgu sunumu–5 OLGU. *KSU Medical Journal*, 15(3), 16-124.



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*