



**TOTAL DİŞSİZ HASTALARDA İMPLANT DESTEKLİ OVERDENTURE
PROTETİK TEDAVİSİ SONRASI MANDİBULADAKİ KEMİK
DEĞİŞİKLİKLERİNİN FRAKTAL ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

MEHMET SAİT ŞİMŞEK

AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. HİLAL ALAN**

UZMANLIK TEZİ-2024

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

TOTAL DİŞSİZ HASTALARDA İMPLANT DESTEKLİ
OVERDENTURE PROTETİK TEDAVİSİ SONRASI MANDİBULADAKİ
KEMİK DEĞİŞİKLİKLERİNİN FRAKTAL ANALİZİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

MEHMET SAİT ŞİMŞEK

Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Hilal ALAN

MALATYA

2024

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	iii
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Mandibulanın Rezorpsiyon Paterni ve Kemik Kalitesi.....	2
2.2. Kemğin Adaptasyon Mekanizması	4
2.3. Total Dişsizlik	7
2.3.1.Total Dişsizlikte Kullanılan Protetik Tedavi Seçenekleri	7
2.4. Dental İmplantlar Tanımı ve Tarihçesi	8
2.5. Dental İmplant Türleri.....	9
2.5.1 Subperiostal İmplantlar	9
2.5.2. Transosseoz İmplantlar	10
2.5.3. İntramukozal İmplantlar	10
2.5.4. Endosseoz (kemik içi) İmplantlar	11
2.6. Osteointegrasyon.....	13
2.7. Tutuculuk Kavramı ve Kullanılan Tutucular	13
2.7.1. Barlı Sistemler.....	14
2.8. Fraktal Analiz Yöntemi	18
2.8.1 Fraktal Geometri	18
2.8.2. Fraktal Boyut.....	19
2.8.3. Fraktal Analiz Yöntemleri.....	20
2.8.4. Tıp ve Diş Hekimliği Alanlarında Fraktal Analiz	22
3. MATERYAL VE METOD	24
3.1. Çalışmanın Tasarımı	24
3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	24
3.2. Hastaların Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri.....	25
3.3. Radyografik Ölçümler.....	25
3.4. Fraktal Boyut Analizi	25
3.5. Çalışmanın Güç Analizi	28
3.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	29

4.BULGULAR	30
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR.....	50
EKLER	62
EK-1.Etik Kurul Onayı	62



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca her zaman her koşulda beni destekleyen, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum her anlamda yol gösteren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Hilal ALAN'a,

Klinik ve teorik anlamda değerli bilgilerinden yararlanma fırsatı bulduğum değerli hocam Doç. Dr. Bahadır SANCAR ve değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Sezai ÇİFTÇİ'ye

Yoğun çalışma temposuna rağmen, verilerin elde edilmesi ve yorumlanmasındaki emeklerinden kıymetli hocam Doç. Dr. Numan DEDEOĞLU'ya

Ayrıca birlikte çalışmaktan keyif aldığım tüm araştırma görevlisi ve personel çalışma arkadaşlarıma, beni yetiştirip bugünlere gelmemi sağlayan anneme ve babama teşekkür ederim.

Mehmet Sait ŞİMŞEK

Malatya-2024

ÖZET

Total Dişsiz Hastalarda İmplant Destekli Overdenture Protetik Tedavisi Sonrası Mandibuladaki Kemik Değişikliklerinin Fraktal Analizi ile Değerlendirilmesi

Amaç: Tüm dişlerin kaybedilmesiyle beraber çiğneme kaslarının tonusu ve kas kütlesinde kayıplar meydana gelir, ısırma kuvveti azalır ve etkili bir çiğneme sağlanamaz. Total dişsizliğe sahip hastalar geleneksel total protezlerle tedavi edilse de, yeterli retansiyon ve stabiliteye sahip olmayan bu protezler etkili bir çiğneme sağlayamaz. Azalan çiğneme kuvvetiyle beraber, hastaların mandibulaya gelen fonksiyonel kuvvetleri azalır. İmplant üstü hareketli protez ile rehabilite edilen hastaların artan stabilite ve retansiyon sayesinde ısırma kuvvetleri ve çiğneme fonksiyonları artış gösterir. Kemiksel yapılar fonksiyonel kuvvetler ve mekanik ortamla harmoni içindedir. Bu nedenle, total dişsiz hastalarda mandibuladaki kemiksel yapıların mikro değişimi muhtemeldir. Çalışmamızın amacı, total protez kullanan alt ve üst çene tam dişsiz hastaların, mandibulaya yerleştirilen iki implant destekli overdenture protetik tedavisi sonrası mandibuladaki kemik değişikliklerinin değerlendirilmesidir.

Materyal ve metot: Geleneksel total protez kullanmış, iki implant destekli overdenture protez ile tedavi edilen 27 hasta çalışmamızda yer aldı. Hastaların geleneksel total protez kullandıkları sıradaki radyogramları kontrol grubunu (n=27), iki implant destekli overdenture tedavisinden 4 yıl (± 1 ay) sonraki radyogramları çalışma grubunu (n=27) oluşturdu. Hastaların retrospektif olarak tedavi öncesi ve sonrası kontrol veya rutin muayane ile elde edilen panoramik radyogramlarında her hastada sağ ve sol tarafta simetrik olarak seçilen ilgili alanlar (ROI-Region of Interest), mandibular kondil (ROI-1), angulus (ROI-2) ve mental foramenin anterioru (ROI-3) olmak üzere her bir tarafta 3 ROI 45x45 piksel boyutunda seçildi ve trabeküler kemik karmaşıklığı fraktal analiz yöntemi kullanılarak ölçüldü. Toplanan veriler istatistiksel olarak analiz edildi.

Bulgular: Elde edilen bulgulara göre iki implant destekli overdenture protez kullanan hastaların seçilen ROI-1, ROI-2, ROI-3 fraktal boyut ölçümleri incelendiğinde kontrol ve çalışma grubu ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$). Sağ ve sol bölgeler arasında; ROI-1, ROI-2 ve ROI-3 fraktal boyut ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p=0,814$), ($p=0,654$), ($p=0,296$).

Sonuçlar: Elde ettiğimiz sonuçlar bize implant destekli overdenture protez kullanımının total protez kullanımına kıyasla mandibulada çeşitli bölgelerde daha kompleks trabeküler kemik yapıları meydana getirdiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler : Total dişsizlik, Fraktal analiz, Overdenture protez



ABSTRACT

Evaluation of Bone Changes in the Mandible After Implant-Supported Overdenture Prosthetic Treatment in Total Edentulous Patients with Fractal Analysis

Objective: The loss of all teeth results in a reduction in muscle tone and mass of the masticatory muscles, leading to decreased bite force and ineffective mastication. Although patients with total edentulism are treated with conventional complete dentures, these dentures often lack adequate retention and stability, thus failing to provide effective chewing function. As masticatory force decreases, the functional forces exerted on the mandible also diminish. Patients rehabilitated with implant-supported removable prostheses experience improvements in bite force and chewing function due to increased stability and retention. The bony structures are in harmony with functional forces and the mechanical environment. Therefore, microstructural changes in the mandibular bone are likely in totally edentulous patients. The aim of our study is to evaluate the mandibular bone changes in fully edentulous patients using conventional complete dentures, before and after prosthetic treatment with two implant-supported overdentures placed in the mandible.

Materials and Methods: Our study included 27 patients who had previously used conventional complete dentures and were treated with two-implant-supported overdentures. Panoramic radiographs taken during the use of conventional complete dentures served as the control group (n=27), while radiographs obtained 4 years (± 1 month) after two-implant-supported overdenture treatment formed the study group (n=27). Retrospective panoramic radiographs collected during pre- and post-treatment evaluations or routine examinations were analyzed. For each patient, three symmetric regions of interest (ROIs) were selected on both the right and left sides: the mandibular condyle (ROI-1), the angle of the mandible (ROI-2), and the area anterior to the mental foramen (ROI-3), with each ROI measuring 45x45 pixels. Trabecular bone complexity was assessed using the fractal analysis method. The collected data were statistically analyzed.

Results: According to the findings, a statistically significant difference was observed in the fractal dimension measurements of the selected ROI-1, ROI-2, and ROI-3 between the control and study groups ($p=0.001$) in patients using two-implant-supported overdentures.

However, no statistically significant difference was found between the right and left regions in the fractal dimension measurements of ROI-1, ROI-2, and ROI-3 ($p=0.814$), ($p=0.654$), and ($p=0.296$), respectively.

Conclusions: Our results indicate that the use of implant-supported overdentures leads to more complex trabecular bone structures in various regions of the mandible compared to the use of conventional complete dentures.

Keywords: Complete edentulism, Fractal analysis, Overdenture prosthesis



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

FA	: Fraktal Analiz
FB	: Fraktal Boyut
ROI	: Region of Interest
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
PHPT	: Primer Hiperparatiroidi
RA	: Romatoid Artrit
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
kV	: Kilovolt
mA	: Miliamper
Mpa	: Megapascal
Ark	: Arkadaşları
SS	: Standart Sapma
Mm	: Milimetre
%	: Yüzde
°	: Derece
µε	: Mikrogerinim

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Cawood-Howell Sınıflaması	2
Şekil 2.2. Lekholm-Zarb sınıflaması.....	3
Şekil 2.3. Misch'in kemik yoğunluğu derecelendirmesi	4
Şekil 2.4. A:akut kullanılmama, B: adaptasyon, C: orta seviyede yüklenme, D: patolojik seviyede aşırı yükleme, E: spontan kırık	6
Şekil 2.5. Subperiosteal İmplant	10
Şekil 2.6. Transosseoz implantlar	10
Şekil 2.7. İntramukozal İmplantlar	11
Şekil 2.8. Endosseoz (kemik içi) implantlar	12
Şekil 2.9. Top Başlı Tutucu Sistem.....	15
Şekil 2.10. Locator Tutuculu Sistem.....	16
Şekil 2.11. Manyetik Tutuculu Sistem.....	16
Şekil 2.12. Teleskop Tutuculu Sistem	17
Şekil 2.13. Stud Tutuculu Sistem.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
Şekil 2.14. O-Ring Tutuculu Sistem	17
Şekil 2.15. ZAAG Tutuculu Sistem	18
Şekil 2.16. Self-similarity özelliği gösteren şekil	19
Şekil 2.17. Mandelbrot'un tanımladığı fraktal figür	19
Şekil 2.18. Sierpinski Üçgeni	19
Şekil 2.19. A:Düz bir çizginin FB değeri B:Koch kar tanesinin FB değeri.....	20
Şekil 2.20. Fraktal boyut hesaplanmasında kullanılan kullanılan metodlar	22
Şekil 3.1. Panoramik Radyogramda Seçilen İlgili Alanlar	26
Şekil 3.2. FB analiz adımları: kırılmış ve çoğaltılmış görüntünün bulanıklaştırılması	27
Şekil 3.3. Fraktal Box Count Algoritması.....	28
Şekil 3.4. Logaritmik ölçek üzerinde değerlerin çizimi.	28
Şekil 4.1. Katılımcıların cinsiyete göre dağılımı	30
Şekil 4.2. ROI-1 Ölçümlerine ait box-plot.....	32
Şekil 4.3. ROI-2 Ölçümlerine ait box-plot.....	32
Şekil 4.4. ROI-3 Ölçümlerine ait box-plot.....	33
Şekil 4.5. ROI-1 ölçümlerinin sağ sol taraflara göre değişimlerine ait etkileşim etkisi grafiği.....	34

Şekil 4.6. ROI-2 ölçümlerinin sağ sol taraflara göre değişimlerine ait etkileşim etkisi grafiği.....	36
Şekil 4.7. ROI-3 ölçümlerinin sağ sol taraflara göre değişimlerine ait etkileşim etkisi grafiği.....	37



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 4.1. Katılımcılara ait Demografik bilgiler	30
Tablo 4.2. Yaş ve cinsiyet arasındaki ilişki	31
Tablo 4.3. Ölçümlerin Grup İçi Karşılaştırılması	31
Tablo 4.4. Kondil Ölçümlerinin Taraflara Göre Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması	33
Tablo 4.5. ROI-2 Ölçümlerinin Taraflara Göre Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması .	35
Tablo 4.6. ROI-3 Ölçümlerinin Taraflara Göre Grup İçi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması .	36

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sağlık alanındaki gelişmelerle birlikte, ortalama yaşam süresi uzamıştır. Yaşam süresinin artmasıyla, diş hekimleri ileri yaşlarda daha sık karşılaşılan diş kayıpları ve dişsizlik sorunlarına sahip daha fazla hastayı tedavi etmek durumundadır (1). Diş hekimleri uzun süreler geleneksel total protezleri temel bir tedavi olarak hastalara sunmuşlardır (2). Geleneksel tam protezler sıkça kullanılmış olsa da hastalarca kullanımı zor bulunan ve en çok şikâyet edilen tedavi seçeneklerindendir (3). Günümüzde ise alt üst total dişsiz bireyler için temel tedavi seçeneği iki implant destekli hareketli protezlerin standart tedavi olması gerektiği ifade edilmiştir (4).

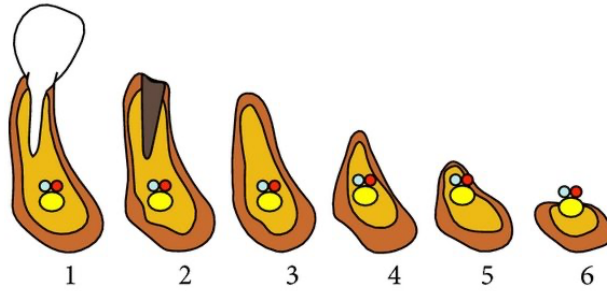
İmplant destekli hareketli mandibular protez kullanan hastaların ısırma kuvvetleri geleneksel total protez kullananlara göre ısırma kuvvetlerinde %60–200 oranında artış gözlenmiştir (5). Isırma kuvveti ve çiğneme fonksiyonundaki artış mandibulada kemiksel değişimler meydana getirebilir. Bu değişimler, mekanik kuvvetler veya fizyolojik faktörlerin etkisiyle kemik dokunun yeniden şekillenmesi şeklinde gerçekleşir. Fiziksel yüklerin kemik üzerinde artışı, stres bölgesinde negatif bir potansiyel meydana getirir. Bu durum kemik dokunun oluşumunu artırır. Diğer taraftan, kemik doku üzerindeki baskının azaldığı yerlerde osteoklastlar kemik yıkımı meydana getirirken, baskının arttığı yerlerde ise osteoblastların aktivitesiyle yeni kemik yapımı görülür (6). Fraktal boyut analizi (FA), trabeküler kemik gibi karmaşık yapılarıdaki değişikliği ölçmek için radyogramları kullanan, non-invaziv matematiksel tekniktir (7). Fraktal boyut (FB) ölçümü ile kortikal ve trabeküler kemik tabakalarının boşluklu yapıları ve kemiğin mimarisi hakkında bilgi sağlanabilir (8). Trabeküler kemiğin dallanmalar göstermesi ve yapısında fraktal özellikler sergilemesi sebebiyle FB ölçümü için ideal yapıdır. Trabeküler tabakanın kortikal tabakadan yoğun metabolik aktivite göstermesi kemik yapıdaki değişiklikleri belirlemede ve dolayısıyla kemikteki genel fizyolojik-patolojik tabloyu tanımlamada yol gösterici olabilir (9). Trabeküler kemik mimarisiyle FB arasında korelasyon olduğu literatürde bildirilmiştir (10).

Çalışmamızda geleneksel total protez kullanan hastaların iki implant destekli overdenture protetik tedavisi sonrasında mandibuladaki kemiksel değişiklikleri fraktal analiz yöntemiyle değerlendirmeyi amaçladık. Sıfır hipotezimiz, total protez kullanan hastaların iki implant destekli overdenture protetik tedavisi sonrasında mandibuladaki trabeküler kemik yoğunluğu değişiminin fraktal boyut ölçümlerinde fark yoktur şeklinde test edilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mandibulanın Rezorpsiyon Paterni ve Kemik Kalitesi

Mandibula, farklı yoğunluklardaki spongioz kemik dokusunu saran dış kompakt kemik tabakadan oluşan uzun ve tübüler bir kemiktir. Mandibula, sertliğini özellikle ön bölgede alt sınırdan ve arka bölgede ise üst sınırdan daha yoğun ve kalın olan kompakt kemikten alır. Maksilla ise ince kompakt tabakaya sahip dış kısımla ve iç kısmı farklı yoğunluklardaki spongioz kemikten oluşur (11). Çiğneme sırasında dişler tarafından mekanik olarak uyarılan alveoler kemik, çene kemiklerinin özelleşmiş bir bölümüdür ve dişlerin uzun eksenine paralel şekilde dizilmiş kemik levhalarından oluşur. Bu kemik yapısı, dişlere destek sağlamada kritik bir rol oynar ancak diş kaybıyla beraber alveoler kemikte geri dönüşü olmayan rezorpsiyon gözlenebilir (12). Yaşlanmaya bağlı olarak tüm anatomik yapılar gibi mandibulada da çeşitli değişiklikler gözlenir (13). Alveolar krette, diş çekiminden altı ay sonra yatay yönde ortalama 3,8 mm, dikey yönde ise ortalama 1,24 mm rezorpsiyon gözlenir (14). Alveolar kretlerde yatay yönde, dikey yöne kıyasla daha fazla rezorpsiyon görülür ve bu süreç mandibulada maksilladan daha yoğundur. Diş çekimini takip eden ilk bir yılda rezorpsiyonun büyük kısmı gerçekleşir (15). Diş kaybına bağlı olarak meydana gelen kemik rezorpsiyonları, erken aşamada implant ile tedavi edilmezse, dikey yönde kemik kaybının da arttığı gözlemlenmektedir. Yaşlanma süreci ve dişsizlik nedeniyle mandibulada alveolar kemik rezorpsiyonu meydana gelir ve bu durumda sadece bazal kemik kalır, kret tepesi neredeyse kas bağlantıları seviyesine kadar iner, bu da protetik uygulamaları zorlaştırır (16). Alveolar kemikte atrofi nedeniyle meydana gelen rezidüel kretlerin sınıflandırılması için birçok araştırma yapılmıştır. Cawood ve Howell, yaptıkları çalışmalar sonucunda günümüzde hâlâ yaygın olarak kullanılan bir sınıflama geliştirmiştir. Bu sınıflamaya göre, 6 farklı kret tipi bulunmaktadır. (Şekil 2.1):



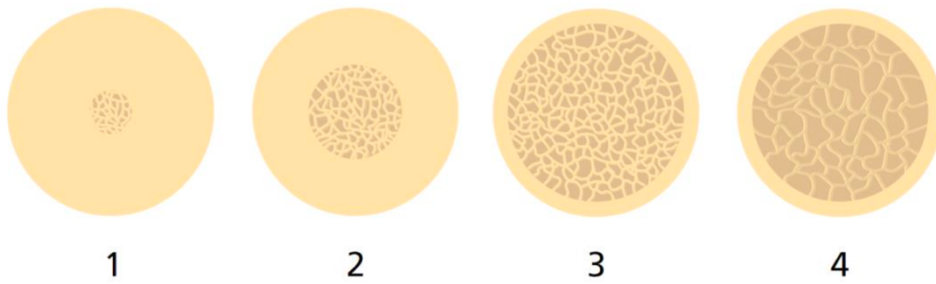
Şekil 2.1. Cawood-Howell sınıflaması (17)

- Sınıf I Kret: Dişli alveol kemiği
- Sınıf II Kret: Diş çekimi sonrası iyileşmesi henüz tamamlanmış alveol kemiği
- Sınıf III Kret: Yeterli genişlikte ve yükseklikte, yuvarlak tepeye sahip alveol kemiği
- Sınıf IV Kret: Yeterli genişlik, yetersiz yükseklikte bıçak sırtı şeklinde alveol kemiği
- Sınıf V Kret: Yetersiz yükseklik ve yetersiz genişlikte, düz formda alveol kemiği
- Sınıf VI Kret: Konkav alveol kemiği formu, bazal kemik kaybı belirli derecelerde gözlenebilir.

Çenelerin anterior ve posterior bölgelerindeki rezorpsiyon paternlerinin farklı olduğu Cawood ve Howell tarafından ortaya konulmuştur. Mandibulanın anteriorundaki rezorpsiyonun mental foramenler arası bölgede yoğunlaştığını, hem yatay hem de dikey yönde rezorpsiyonun olduğunu belirtmişlerdir.

Lekholm ve Zarb, mandibulanın rezorpsiyonunu sınıflandırmış ve aynı zamanda dişsiz bölgedeki kemik kalitesini de belirlemişlerdir. Bu sınıflamada, kemik kortikal ve süngerimsi kemik oranlarına göre yapılmıştır (Şekil.2.2):

- Tip I - Kalın kortikal ve ince trabeküler kemik
- Tip II - Kalın kortikal ve kalın trabeküler kemik
- Tip III - İnce kortikal ve dar trabeküler kemik
- Tip IV - İnce kortikal ve geniş trabeküler kemik



Şekil 2.2. Lekholm-Zarb sınıflaması (18)

Misch'in kemik yoğunluğu derecelendirmesi Lekholm ve Zarb'a benzerdir (3).

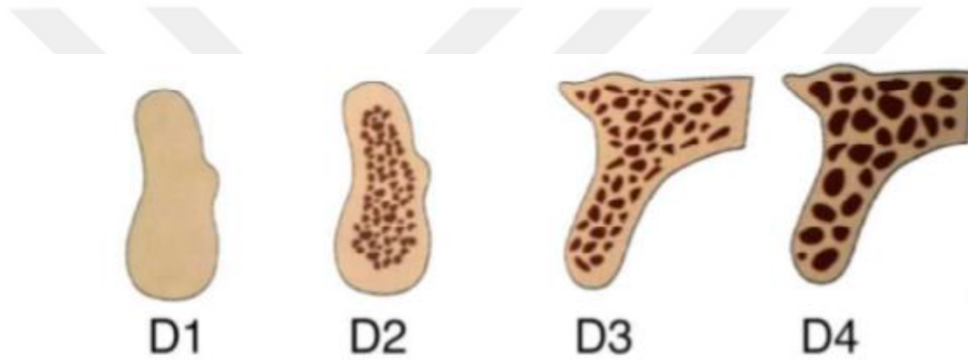
D1 kemik: Anterior mandibulada lokalizedir. Yüksek mineralizasyonlu yoğun kompakt kemik olarak tanımlanır. Bu kemik tipi ileri düzeyde atrofik dişsiz kemikten oluşur. (>1250 Hounsfield birimi)

D2 kemik: Anterior maksilla ile anterior ve posterior mandibulada görülür. Dens, poroz kalın kompakt kemik ve altında kalın spongiyöz kemikten meydana gelir. (850-1250 Hounsfield birimi)

D3 kemik: Posterior ve anterior maksilla ile posterior ve anterior mandibulada görülür. İnce, kompakt kemik ve altında ince spongiyöz kemikten meydana gelir. (350-850 Hounsfield birimi)

D4 kemik: Posterior maksillada görülür. Kompakt kemik neredeyse yok denecek kadar azdır ve kemik hacminin büyük kısmını ince spongiyöz kemik oluşturur. (150-350 Hounsfield birimi) (Şekil2.3)

D5 kemik: Mineralizasyonu tamamlanmamış, kortikal tabakadan mahrum ileri derecede yumuşak kemiktir.



Şekil 2.3. Misch'in kemik yoğunluğu derecelendirmesi (19)

2.2 Kemiğin Adaptasyon Mekanizması

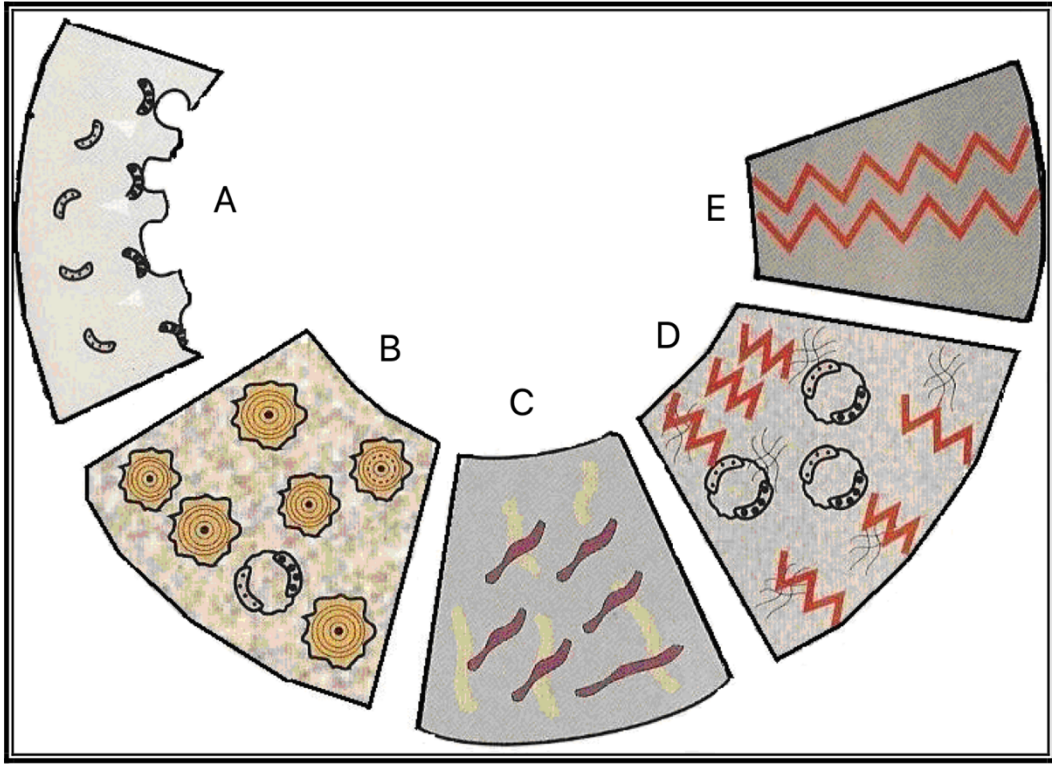
Kemik, yaşam boyunca yenilenen, ekstraselüler matriks, organik ve inorganik bileşenlerden oluşan karmaşık bir yapıdır. Organik kısmın çoğunluğu, doğal bir polimer olan kollajenden oluşurken, inorganik kısmı kimyasal ve kristalografik olarak hidroksiapatite benzer bir mineralden meydana gelir (20). Kemikteki üçüncü ana bileşen sudur. Islak kemik ve kuru kemik, mekanik tepkileri açısından çok farklı davranışlar sergiler (21).

Kemik yapısı, kemiklere uygulanan mekanik kuvvetlere yanıt olarak sürekli değişir. Kemik hücreleri, kemiğin iskeletini, miktarını ve konumunu belirleyen yapısını, yüklenme gereksinimlerini karşılayacak şekilde değiştirir (22) . Bu süreç kemik adaptasyonu olarak adlandırılır. Kemik hücrelerinin mekanik sinyalleri yerinde tespit etmelerini ve bu sinyalleri kemik yapısında uygun değişiklikler yapmak için iletmelerini kapsar (23).

Kemik adaptasyonu ve mekanik uyarı ilişkisi uzun yıllardır tartışılmaktadır. Wolff, kemiklerdeki streslerin kemik mimarisini belirlediğini, kemik dokunun mekanik stres altında hipertrofi gösterdiğini ve stres olmadığı durumlarda atrofiye uğradığını bildirmiştir (24,25). Frost, kemik dokunun üzerine uygulanan mekanik yüklere yanıt verdiğini mekanostat teorisi ile öne sürmüştür. Kemik dokusu üzerine gelen stresle gerilme oluşur. Bir miktar gerilme kemik dokuda hipertrofi ile karşılanır. Eşik değerin altında kalan gerilme rezorpsiyon olarak ortaya çıkar, ancak gerilme miktarı eşik değeri aştığında kemik dokuda kırılma meydana gelir.

Mikrogerinim ($\mu\epsilon$) kemikte düşük oranda meydana gelen deformasyon veya şekil değiştirme olarak tanımlanmaktadır (26). 1000 mikrogerinim kemik dokuda %0,1 oranında deformasyona sebep olmaktadır. Deformasyon miktarı, kemik dokunun özelliklerine ve iletilen stres miktarına göre değişmektedir (27). Mekanostat teorisinde önemli olan kemik dokuya uygulanan kuvvet değil kemik dokusunda şekil değişikliğine sebep olan kuvvetin miktarıdır. Deformasyon miktarı, kemiğin hacmine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Erişkinlerde kortikal kemiğe uygulanan 1-2 MPa kuvvet 50-100 $\mu\epsilon$ 'e, 60 MPa kuvvet 3000 $\mu\epsilon$ 'e, 120 MPa'lık kuvvet ise 25.000 $\mu\epsilon$ 'e sebep olmaktadır. 25.000 $\mu\epsilon$ 'de kemikte şok kırılmalar oluşabilmektedir (25). Frost, erişkin kortikal kemiğinde gerilmeye bağlı olarak oluşabilecek değişiklikleri diyagramında tanımlamıştır (Şekil 2.2). Bu diyagrama göre;

Akut kullanılmama zoneu, Kemik dokudaki deformasyon değeri 50-100 $\mu\epsilon$ 'in altına indiği için kemikte kullanılmama atrofi sebebiyle rezorpsiyon meydana gelmektedir. **Adaptasyon zoneu,** kemik dokudaki deformasyon değeri 100-1500 $\mu\epsilon$ 'dir. Yıkım ve yapım olaylarının dengede olabilmesi için gerekli mikrogerinim değeri olduğu düşünülmektedir (25). Kemik dokusu histolojik açıdan primer lamelar kemik yapısındadır. Spongiyöz kemiğin her yıl %18'i, kompakt kemiğin ise %2-%5'inde remodeling meydana gelmektedir. Deformasyon değeri 1500-3000 $\mu\epsilon$ seviyesine geldiğinde **orta seviyede aşırı yükleme** meydana gelmektedir. Frost bu deformasyon değerinin kemikte mekanik yorgunluk hasarına sebep olabileceğini öne sürmektedir fakat remodeling ile bu hasar onarılabilir. Remodeling sürecinde, gelecekte oluşabilecek fonksiyonel şekil değiştirmeleri azaltmak amacıyla yeni kemik formasyonu da gerçekleşebilir. Orta dereceli aşırı yüklenmelerde, histolojik olarak kemik dokusu woven kemik yapısına sahip olur (25,28). **Patolojik seviyede aşırı yükleme zoneu** 3000 $\mu\epsilon$ üzerindeki değerlerde kemik dokuda mikro çatlak oluşumuna sebep olmaktadır. Patolojik aşırı yükleme zonunda histolojik açıdan sadece woven kemik dokusu görünmektedir. Deformasyon değeri 25.000 $\mu\epsilon$ 'in üzerinde değerlerde ise kemikte **spontan kırıklar** oluşmaktadır.



Şekil 2.4. A: akut kullanılmama, B: adaptasyon, C: orta seviyede yüklenme, D: patolojik seviyede aşırı yüklenme, E: spontan kırık (3)

Sağlıklı bir insanda, artan fiziksel aktivite osteoklastik ve osteoblastik aktiviteler arasındaki dengeyi, yani kemik yıkım ve yapım süreçlerini, net kemik kütlesi artışına doğru kaydırır. Kesitsel çalışmalar, egzersize yanıt olarak kemik kütlesi ve morfolojisinde önemli değişiklikler olabileceğini göstermektedir. Örneğin, profesyonel tenis oyuncularının üst kol kemiği olan humerusta, kemik mineral içeriği oynayan kolda oynamayan koldan yaklaşık %20 daha fazla olduğu bildirilmiştir (29). Buna karşılık, uzun süreli uzay uçuşu sırasında kas-iskelet sisteminin yüksüz kalması, kemik mineral yoğunluğu ve mineral içeriğinde azalmayla sonuçlanan artmış rezorpsiyona neden olur (30). Astronotların, kas kaybını önlemek için tasarlanmış egzersiz programlarına rağmen, ayda yaklaşık %1-2 oranında kemik minerali kaybettiği tespit edilmiştir (31). Hayvanlar üzerine yapılan birçok çalışma da mevcuttur.

Fare tibia kemikleri üzerine yapılan bir çalışmada, mekanik yüklenme yaptıkları kemiklerin hem kortikal hem trabeküler tabakalarında osteojenik aktivitenin arttığını bildirilmiştir(32).

Başka bir çalışmada, tavşanlarda iki taraflı olarak implante edilmiş cihazlarla 4 haftalık bir deney gerçekleştirilmiştir. Sağ bacakta günlük olarak 10, 25 veya 50 döngüde 0,5 Hz. frekansta 1 Mpa basınç uygulanmış ve sol bacak kontrol grubu olarak herhangi bir yüklenme

yapılmadan bırakılmıştır. Tavşan modeli kullanarak, süngerimsi kemiğe uygulanan mekanik yüklemenin kemik oluşumunu artırdığını ve trabeküler morfolojiyi değiştirdiğini gösterdiklerini bildirmişlerdir (33).

2.3. Total Dişsizlik

Total dişsizlik, ağız boşluğunda hiçbir dişin bulunmaması anlamına gelir. Yeterli diş sağlığı, refah ve yaşam kalitesi için oldukça önemlidir. Dişsizlik, yaşlılar için halk sağlığı sorunlarından biridir ve birinci basamak sağlık hizmetlerinin uygulanmasını açıkça etkiler aynı zamanda, yıkıcı ve geri dönüşü olmayan bir durumdur (34). Dişsizlikten muzdarip hastalar, geniş bir yelpazede fiziksel farklılıklar ve sağlık koşulları sergiler. Diş kaybı, çiğneme ve konuşmayı etkiler ve kötü estetik sonucunda yaşam kalitesini düşürebilir (35). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tüm daimî dişlerin kaybıyla meydana gelen total dişsizliği engellilik durumu olarak kabul etmektedir (36). Dişsizliğin bölgesel dağılımı farklılık gösterebilmektedir. ABD'de yaşlıların %26'sının total dişsiz olduğu ve total dişsiz yaşlı popülasyonunun Avrupa'da %15 ila %78, Çin'de %11, Endonezya'da %24 ve Brezilya'da %23 olduğu tahmin edilmektedir (37). Türkiye'deki total dişsizlik, 70-74 yaş skalasında 65-69 yaş skalasına göre yüksek derecede olduğu ve dişsizlik prevalansının %48 olduğu bildirilmiştir (38).

2.3.1.Total Dişsizlikte Kullanılan Protetik Tedavi Seçenekleri

Konvansiyonel Tam Protezler:

Protez, insan vücudundaki eksik bir parçayı yerine koyan ve o parçanın fonksiyonlarını yerine getirmeye çalışan aygıtlara denir. Maksilla ya da mandibuladaki tüm dentisyonu içeren, kemik ve mukozadan destek alan hareketli protezlere total protezler adı verilir (39). Total protezler, maksilla ve mandibulada kemik rezorpsiyonuna yol açabilir. Her iki çenedeki kemik rezorpsiyonları, protez retansiyon ve stabilitesini olumsuz açıdan etkilerken kas ataçmanları da total protezlerin işlevini kısıtlayabilir (40). Maksiller ve mandibular total protezlerde, hastalar çoğunlukla çiğneme fonksiyonunun yetersiz kalmasından ve mandibular protezlerinin hareket etmesinden şikâyetçidirler (41). Mandibulada gözlenen rezorpsiyon, mandibular protezin oturacağı yüzey alanını sınırlar, doku desteğinin yitirilmesine ve stabilitesinin bozulmasına

neden olarak hastada memnuniyetsizlik yaratır (42). Mandibular protezin retansiyon eksikliği ile meydana gelen hayat kalitesindeki azalma dental implantlarla giderilebilmektedir (43).

Total Dişsizlik Durumlarında Uygulanan İmplant Destekli Protezler:

Dişsiz çenelerin rehabilitasyonunda yeterli miktar ve kalitede kemik mevcut olduğunda total protezin retansiyon ve stabilitesinin artırılması için dental implantlar uygulanmıştır (44). Total dişsiz hastalarda implant destekli protezler implant destekli sabit protez, implant destekli hareketli protez ve implant-doku destekli hareketli protez şeklinde uygulanabilir (45).

İmplant Destekli Sabit Protez:

Tamamıyla dişsiz çenelere altı veya sekiz adet implant uygulaması, implant destekli sabit protez restorasyonuna yeterli desteği verir (46). Hasta memnuniyeti bu tedavi yönteminde diğer protetik yöntemlere göre daha fazladır. Hasta doğal dişe yakın bir hissiyatla protezini kullanabilmektedir (47). Tedavinin dezavantajları şiddetli atrofik kemik ve yumuşak doku kaybı olan hastalarda uygulanamaması, yüksek maliyetli olması ve iyi bir ağız hijyeni sağlamanın güç olmasıdır (48).

İmplant Destekli Hareketli Protez:

İmplant destekli hareketli protez planlaması için alt çeneye minimum iki adet, üst çeneye ise minimum dört adet dental implant uygulanabilir. Günümüzde, mandibulada implant destekli total protezler birincil tedavi seçeneğini oluşturur (4). İmplant destekli hareketli protezler sabit protezlere göre bazı avantajlar sunar. Bunlar; implant destekli hareketli protezlerin yapım-onarımlarının kolay olması ve daha ekonomik olmalarıdır (49). Ayrıca hasta memnuniyeti, stabilite ve estetik açıdan implant destekli protetik restorasyonların geleneksel total protezlere oranla daha başarılı olduğu bildirilmiştir (50).

2.4. Dental İmplantlar Tanımı ve Tarihçesi

İmplant, kaybolan fonksiyonu geri kazandırmak amacıyla canlı dokuya entegre edilen bir cihaz olarak tanımlanabilir. Latince kökenli bu kelime, "in" yani "içinde" ve "planto" yani "yerleştirmek, ekmek" sözcüklerinin birleşiminden türetilmiştir (51). Dental implant, kemiğin içinden ya da kemiğin üzerinden sabit veya hareketli protezlere tutuculuk ve destek sağlamak amacıyla, mukoza veya periost altına yerleştirilerek kullanılan alloplastik materyallere denir

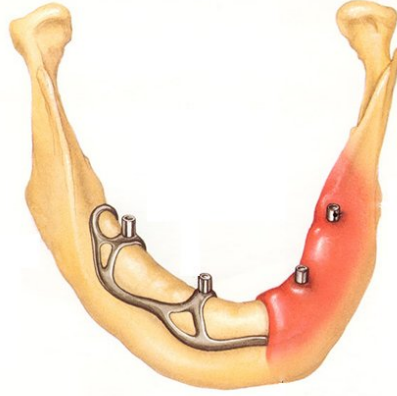
(39). Dental implantların tarihi, taşlar ve oyulmuş deniz kabuklarının insan çene kemiklerine yerleştirildiği antik Mısır uygarlığına kadar uzanmaktadır (52). Mısırlılar değerli metallere elde ettikleri kama şeklinde implantlar kullanmış, Eski Çin medeniyetleri ise bambu çubuklarından kama benzeri yapıları çene kemiği içerisine yerleştirerek sabit protezlere destek sağlamıştır. Honduras'ta yapılan bir kazıdan elde edilen M.S. 600 yılına ait olduğu düşünülen alt çenede, deniz kabuğu yontularak diş formu verilmiş ve kemiğe gömülmüş keser dişler bulunmuştur (53). Dental implantların modern görünümüne en yakın haliyle kullanılmaya başlanması 1960'lı yıllarda gerçekleşmiştir. Blade tipi, subperiosteal ve transmandibular implantlar geliştirilmiştir. Klinik sonuçları ise pek başarılı bulunmamıştır. 1965 yılında tanıtılan ve Branemark tarafından yapılan ilk titanyum implantlar ile 'osseointegrasyon' terimi gündeme gelmiştir (54). 1970'li yıllarda tasarım değiştirilerek iyileşme süresi uzatılmış, 1982'de ise implantoloji alanında dönüm noktası kabul edilen Toronto konferansı ile osseointegrasyon terimi George Zarb tarafından tekrar anlatılmıştır (54).

2.5. Dental İmplant Türleri

Dental implantlar, farklı kategorilere ayrılabilir. Genellikle kemik dokusuyla olan bağlantılarına göre implantlar; subperiosteal, transoseöz, intramukozal ve en yaygın olarak kullanılan endosseoz implantlar şeklinde dört ana gruba ayrılırlar (55).

2.5.1 Subperiosteal İmplantlar

Subperiosteal implantlar, kişiye özel olarak hazırlanmış ve mukoza ile rezidüel alveoler kret yüzeyi arasında konumlandırılmış implant türüdür. Kemik rezorpsiyonunun yüksek olduğu atrofik çenelerde, kemik içi implantların uygulanmasının zor olduğu hastalarda uygulanabilir. (56). Subperiosteal implantlar, önceki zamanlarda cerrahi olarak açığa çıkarılan kemiğin üzerinden alınan ölçülerle kişiye özel olarak üretilmiştir. Üretilen implantlar daha sonra ikinci bir cerrahi işlemle yerleştirilmiştir (57). Günümüzde, kişiye özel olarak bilgisayarlı tomografi (BT) ve üç boyutlu yazıcılar kullanılarak üretilen subperiosteal implantlar, ölçüm aşamasındaki cerrahi müdahale ihtiyacını ortadan kaldırarak kemik kaybı ve enfeksiyon riskini azaltmıştır (58).



Şekil 2.5. Subperiosteal implant (59)

2.5.2. Transosseoz İmplantlar

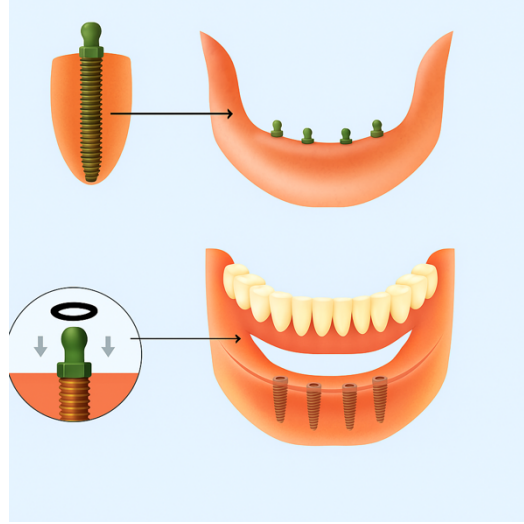
Transosseoz implantlar, mandibulayı bikortikal şekilde dikey olarak geçerek oral mukozadan çıkan implantlardır (60). Başarısız olgularda, çıkarılması güç olmakla birlikte çevre dokularda ciddi hasar oluşabilir (56). Bu implantlar total dişsiz hastalarda proteze destek sağlamak için dizayn edilmiştir fakat günümüzde kullanılmamaktadır (61).



Şekil 2.6. Transosseoz implantlar (62)

2.5.3. İntramukozal İmplantlar

Hareketli protezlerin stabilitesini arttırmak amacıyla atrofik çenelerde intramukozal implantlar kullanılmıştır. İntramukozal implantlar, yumuşak dokunun altına yerleştirilir mantar şeklinli titanyum parçalardan meydana gelir protez tabanına oturarak mekanik bir kitleme sağlar. İntramukozal implantlar günümüzde kullanılmamaktadır (63).



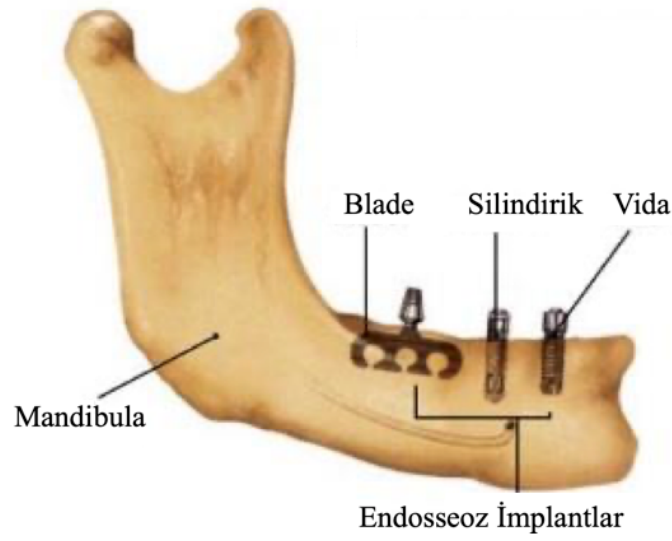
Şekil 2.7. İntramukozal implantlar

2.5.4. Endosseoz (kemik içi) İmplantlar

Endosseoz implantlar, cerrahi olarak uygun yuvalar hazırlanarak alveolar kemiğin içine yerleştirilen ve kemikte yalnızca kortikal tabakayı delen, alloplastik materyallerdir (64). Ana parça ve yardımcı parça olarak iki parçadan oluşur. Ana parça kemik içinde yardımcı parça kemik dışında yerleşir. Günümüzde en sık tercih edilen dental implant türüdür (65).

Kemik içerisinde kalan ana parçanın geometrik şekline göre;

1. Vida tip implantlar
2. Blade implantlar
3. Silindirik implantlar
4. Vent tipi implantlar olarak sınıflanabilir.



Şekil 2.8. Endosseoz (kemik içi) implantlar (66)

Vida Tip İmplantlar:

Günümüzde rutinde kullanılan aynı zamanda kök formu implantlar olarak da adlandırılan implantlardır (56). Yivli yapısı sebebiyle osseointegrasyonu arttırdığı için diğer implant tiplerine göre avantajlıdır (67). Vida tip implantlarda implanta gelen kuvvetler vida yivlerinin eğimleriyle kemiğe aktarılır. Araştırmalar, vida tip implantlara iletilen yüklerin, yivlerin eğimli yüzeyleri vasıtası ile kemiğe daha az miktarda ve homojen bir şekilde iletilildiğini ortaya koymuştur (68).

Blade İmplantlar:

Linkow tarafından tasarlanmış implant sistemidir. Kret genişliği yetersiz olduğu çenelerde uygulanan implantlardır (69). Bu implantların kemikle olan yüzey alanını arttırmak için boyun bölgeleri dışındaki kısımları hidroksiapatit ve plazma sprej ile kaplanmıştır (70). Çıkarılmalarının zor olması, çıkarılırken fazla kemik kaybı oluşturması ve endikasyonlarının kısıtlı olmasından dolayı kullanımlarından vazgeçilmiştir (71).

Silindirik İmplantlar:

Silindirik implantlar primer retansiyonunu kemik içine girdiği yuvalardan geniş olan implantın çakılarak sıkışması sonucu sağlar (69). İmplantların yüzeyleri kemikle moleküler

düzeyde retansiyonun sağlanabilmesi için hidroksiapatit plazma sprej veya titanyum plazma sprej ile kaplıdır (72).

Vent Tipi İmplantlar:

Bu implant sistemi daha küçük hacimli implant üretmek için tasarlanmıştır. Gövdesinde tutunma alanını arttırmak için delikler bulunur (73). Kemik, bu boşluklara dolarak dental implant yüzeyindeki kayma direncini artırır ve ayrıca bu boşluklar içindeki yeni kemik dokusu şok emici olarak işlev görür (74).

2.6. Osteointegrasyon

1950'li yıllarda Branemark'ın tavşan fibulaları üzerinde yaptığı bir çalışmada, titanyum-kemik bağlantısı oluştuğunu gözlemlemiştir. Titanyum oksit tabakası ve kemiğin bağlantısı öylesine iyidir ki fraktür olmaksızın ayrılmaları mümkün olmamaktadır (75). Bu bağlantıya çalışmalar sonucunda osseointegrasyon adı verilmiştir ve “yükleme altındaki implant yüzeyi ile canlı kemik arasında fibrötik doku olmadan gelişen, ışık mikroskobu ile görülebilen işlevsel ve yapısal bağlantı” şeklinde tanımlanmıştır. Osseointegrasyon biyolojik olarak meydana gelir, implantın tutuculuk ve stabilizasyonu için gereklidir. Osseointegrasyonun başarısı, implantın yüzey özelliklerine, geometrik şekline ve uygun cerrahi tekniğin uygulandığı kemik dokusuna bağlıdır (54,76). 1970'lerin başlarına kadar, bütün kemik-metal örneklerini sağlamak için uygun yöntemlerin eksikliği nedeniyle histolojik kanıtlar yetersiz ve ikincil kalmıştır. 1970'lerin ortalarında, Schroeder ilk kez histolojik olarak osseointegrasyonun kanıtlarını göstermiş ve doğrudan kemik-implant temasını başarıyla kanıtlamıştır (77). Dental implant ile temas ettiği kemik arasında ilerleyici bir hareket olmadığında, osseointegre kabul edilir. Bu, yaşayan kemik dokusu ile yük taşıyan bir implant arasındaki doğrudan işlevsel ve yapısal bağlantıyı ifade eder (78). Primer stabilite, implantın yerleştirildiği anda elde edilen çene kemiğinin mekanik özelliklerince belirlenen stabildir. Yeni kemik oluşumuyla artan sekonder stabilite, implant yüzeyindeki kemik oluşumu ve remodelasyonu ile sonuçlanır, bu da kemik ve implant arasındaki temas oranının artmasıyla sağlanır. Osseointegrasyon süreci, kemik iyileşmesinden sonra, implantın nihai başarısından sorumlu olan sekonder stabiliteyi üretir (79,80).

2.7. Tutuculuk Kavramı ve Kullanılan Tutucular

Tutuculuğun ve stabilitenin implant destekli hareketli protezlerde doğrudan implanta bağlanma sistemleri ile ilişkili olduğu öne sürülmektedir (81). İki veya ikiden fazla implantta

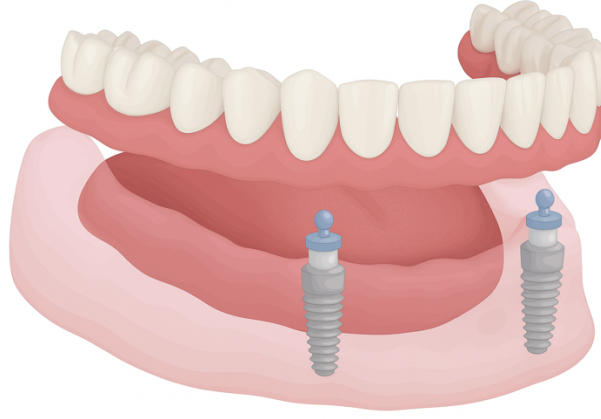
kullanılan ataşman sistemleri, splintsiz ya da splintli olup olmamasına göre sınıflandırılabilir (82). Splintsiz bağlantı sistemleri bar içermeyen sistemlerdir. Her bir implant üzerinde ayrı ayrı kullanılırlar ve Locator, ball ataşman/O-ring, ERA, mıknatıs, kron gibi yapılar aracılığıyla proteze bağlanırlar. Bu sistemler daha kolay temizlenebilir ve yapımı splintli sistemlerden kolaydır (83). Splintli sistemler, dental implantların bir bar, klips veya kombine ek sistemlerle proteze bağlanabilmesi için implantları rijit bir biçimde sabitleyen bir veya daha fazla barı içerebilir (84). Bar kullanılan sistemler splintsiz sistemlere göre daha fazla stabilite ve tutuculuk gösterirler (85).

2.7.1. Barlı Sistemler

Barlı sistemler maksillada, parsiyel rezeksiyon yapılan vakalarda, oval kretlerde mandibulada atrofik kretlerde, stabilite ve tutuculuğun yetersiz olduğu protezlerde uygulanabilir. Oral hijyeninin iyi sağlanamayacağı düşünülen yaşlı ve engelli hastalarda ve interoklüzal mesafe yetersizliği olan olgularda kontrendikedir. Tutuculuk ve stabilite yönünden avantajlıdır. Ekonomik olmaması, yapımının zor ve karmaşık olması, plak birikimine yol açması, yapımının klinik tecrübe ve teknik beceri gerektirmesi dezavantajlarıdır. Barlı sistemlerin el becerisi zayıflamış bireylerde veya oral hijyen motivasyonu olmayan hastalarda kullanımı tavsiye edilmez (86,87).

Top Başlı Tutucular:

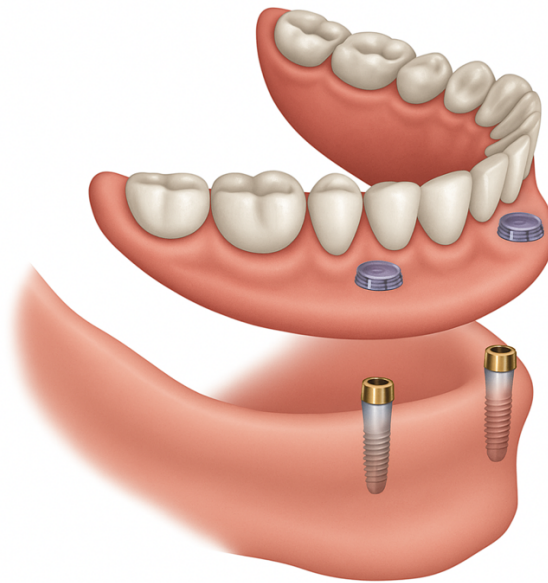
En sık kullanılan ve kullanımları en rahat olan hassas bağlantı sistemleridir. Barlı sistemlerden daha az yer kaplamakla birlikte dokudan daha fazla destek alırlar ve ekonomiktirler. Hastanın mevcut tam protezini değiştirmeye gerek yoksa sadece retansiyonu arttırmak için implant yerleştirilecekse genellikle tercih edilirler (88). Top başlı tutucu sistemlerde, protez bileşenleri için alan yetersizliği nedeniyle protezlerin aşırı şekilde konturlu hale gelmesi, tutucu klipslerin protezden ayrılması, oklüzal dikey boyutun artması komşu yapay dişlerde kırılma veya çatlakların oluşması gibi problemler hasta memnuniyetini olumsuz şekilde etkileyebilmektedir (89).



Şekil 2.9. Top başlı tutucu sistem

Locator Tutucular:

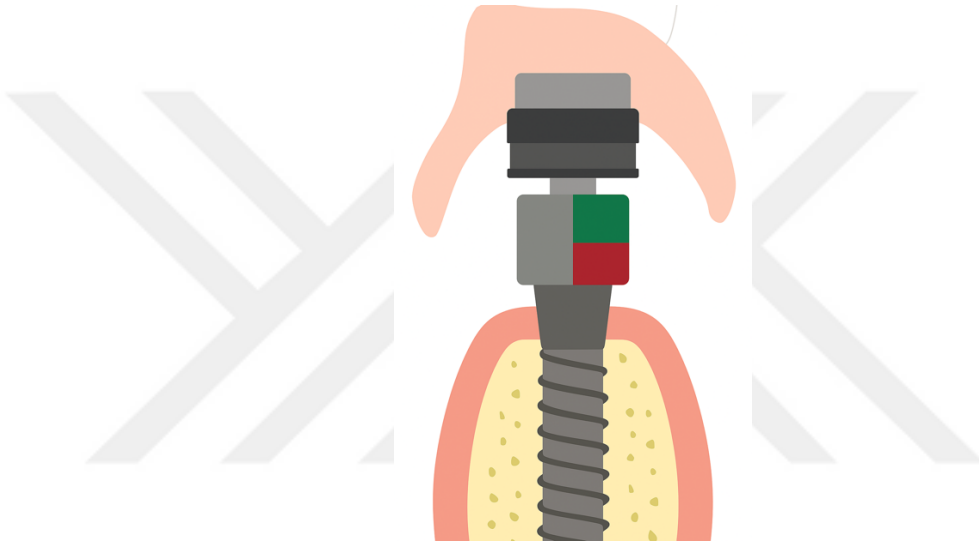
Locator tutucular, dental implantların boyutlarına ve çaplarına uygun olarak metal tutucularda çeşitli renklerde (siyah, şeffaf, mavi, yeşil, pembe ve kırmızı) ve farklı tutucu kuvvetlerine sahip sistemler olarak sunulmaktadır (90). Oklüzal dikey boyuttaki artışlar, aşırı konturlu protezlerde, interalveoler mesafenin yetersizliğinde veya tutuculara komşu yapay dişlerde kırılma ve çatlamların meydana geldiği durumlarda, locator sistemli tutucular kullanılabilir. Çift tutucu sisteminin avantajıyla daha iyi bir abutment-protez bağlantısı sağlanır. Farklı dişeti yüksekliği seçenekleri sunarak alternatif çözümler oluşturur. 40°'ye kadar açılabilme özelliği, aşınan parçaların değişimini kolaylaştırır (91).



Şekil 2.10. Locator tutuculu tistem

Magnetik Tutucular:

Magnetik tutucu sistemler iki ana bileşenden meydana gelir. Protez içinde bulunan manyetik parça ve implantın üstünde yer alan manyetik özelliği bulunmayan metal parçasından oluşur (91). Bu sistemin kullanıldığı protezler, protezin giriş yolundan bağımsız olarak üretilir. Tek başına ya da diğer tutucu sistemlerle birlikte ve açılı yerleştirilmiş implantlar mevcut olduğunda da uygulanabilir. Top başlı ve barlı tutuculu sistemlerle karşılaştırıldığında, tutuculuğunun daha az olduğu bildirilmiştir (92,93).



Şekil 2.11. Manyetik tutuculu sistem

Teleskop Tutucular:

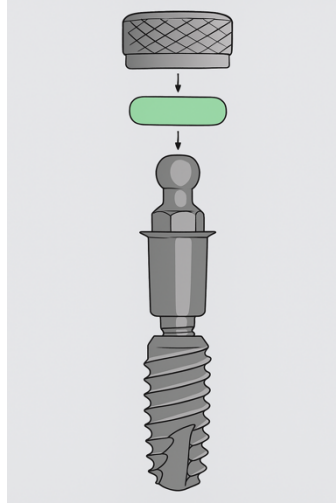
Teleskopik tutucular, hareketli bölümlü protezlere alternatif bir tutucu olarak 20. yüzyılın başlarında tanıtılmıştır (94). Çift kron tasarımına dayanırlar (56). Destek dişlerdeki eğim farkı, tutucunun birincil yapısı ile tolere edilebilir, tutucunun ikincil yapısı ise protez içinde kalır (95). Teleskopik tutucular, proteze uygulanan yatay yöndeki çıkarıcı kuvvetlere karşı yatay stabilizasyon sağlar. Özellikle motor fonksiyonların azaldığı yaşlı hastalarda takılıp çıkarılmasının kolay olması büyük bir avantaj sunar (96).



Şekil 2.12. Teleskop tutuculu sistem

O-ring Tutucular:

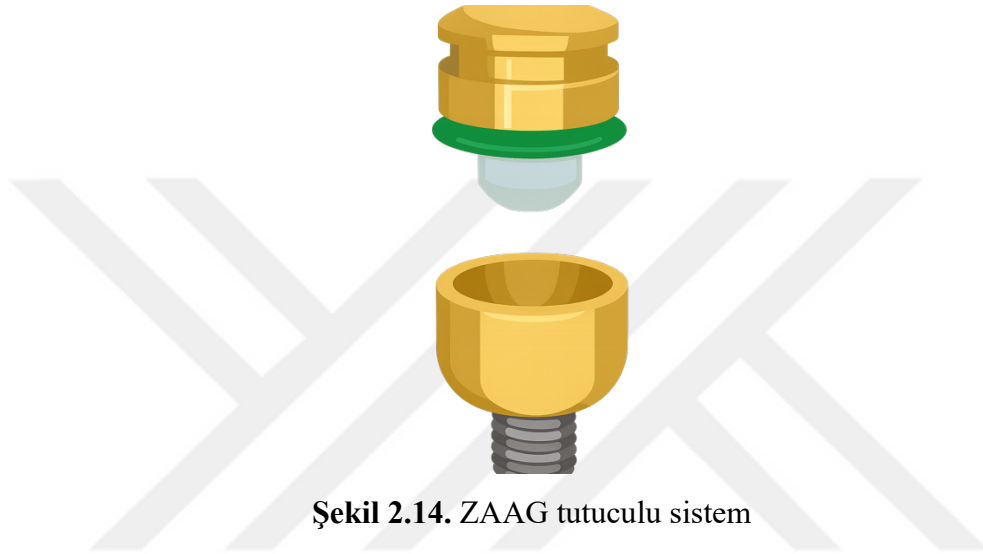
O-ring tutucu sistemler, sentetik polimerden üretilmiş, ortasında delik bulunan yuvarlak dişi parça sayesinde devrilme kuvvetlerine karşı direnç gösterirler. O-ring tutucular, manyetik tutuculara kıyasla retansiyon ve stabilizasyon yönünden daha üstündürler. İmplant destekli total ve parsiyel protezlerde tutuculuğu artırırılar, ancak protezin kullanımı ve hastaya bağlı sebeplerle 6-9 aylık bir sürede tutuculuk kaybı yaşanmaktadır (97). O-ring tutucular, implantlar arası açığı 30° 'ye kadar tolere edebilirler (98,99).



Şekil 2.13. O-Ring tutuculu sistem

ZAAG Tutucular:

ZAAG tutucular, implant ile abutment arasındaki bağlantı seviyesi alveoler krete yakın yerleştirildiği için intraradiküler tipte tutucular olarak tanımlanır. Bu sistem, kuvvetlere karşı daha fazla dayanıklılık gösterir. ZAAG tutucular, 15° ve 25° açılı seçeneklerine sahip abutment tipleri sunar. İmplantların birbirine paralel olamadığı durumlarda tercih edilebilir. ZAAG tutucuların, eğik ve dik yöndeki kuvvetlere karşı oldukça etkili bir tutuculuk sağladığı belirtilmiştir (100).

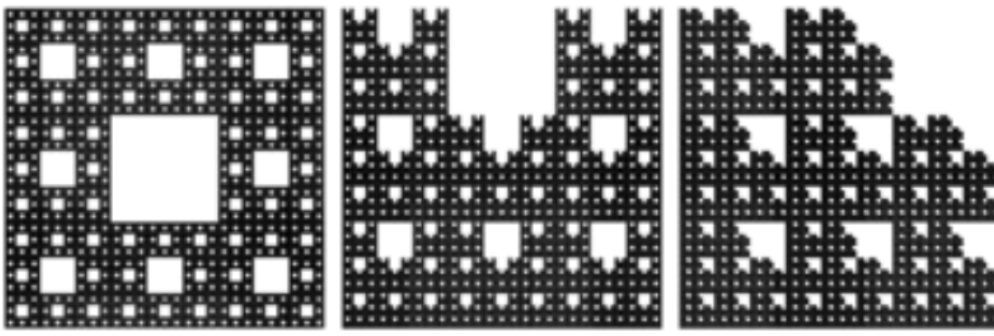


Şekil 2.14. ZAAG tutuculu sistem

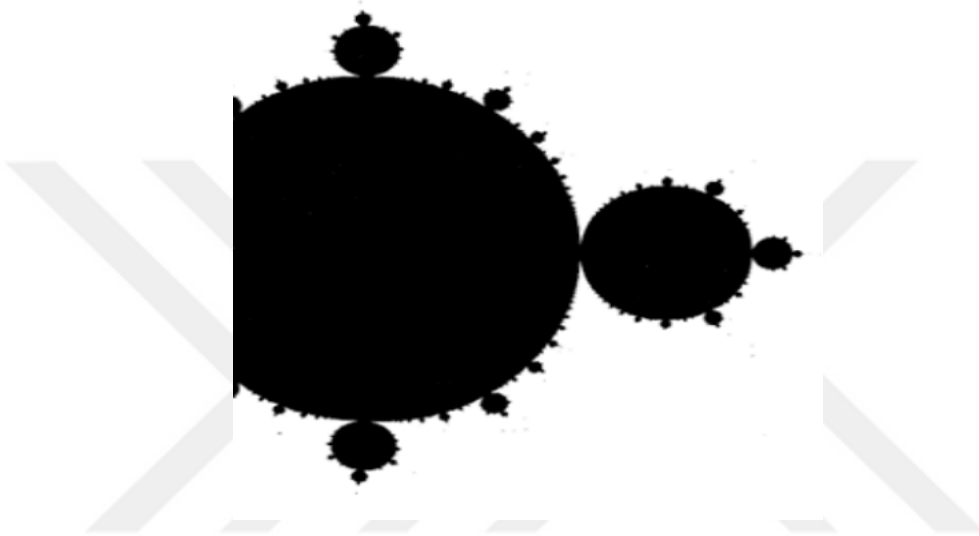
2.8. Fraktal Analiz Yöntemi

2.8.1 Fraktal Geometri

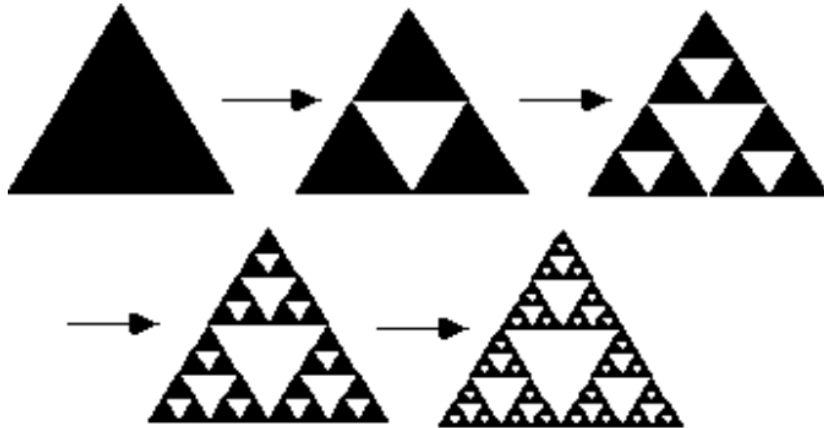
Benoit B. Mandelbrot, fraktal terimi 1975'te tanımlamıştır. Fraktal terimi, Latince parçalanmış, kırılmış anlamına gelen 'fractus' kelimesinden türetilmiştir. Fraktal kavramı, üçgen, daire, kare gibi geometrik şekillerle tanımlanamayan, kompleks geometriye sahip objeler için kullanılmaktadır (101,102). Doğadaki pürüzlü, kırık ve karmaşık nesneler, öklidyen geometrinin yetersiz kaldığı durumlarda yalnızca fraktal geometri kavramıyla tanımlanıp hesaplanabilir (103). Fraktal geometrinin temelinde, cismin her bir parçasının bütüne benzediği fraktal nesneler, kendi kendine benzer bölümlerden oluşan karmaşık yapılar olarak tanımlanır (104). Fraktal Geometride her bir parçanın cismin bütününe benzemesi self-similarity özelliği olarak adlandırılır (105).



Şekil 2.15. Self-smilarity özelliği gösteren şekil (106)



Şekil 2.16. Mandelbrot'un tanımladığı fraktal figür (107)

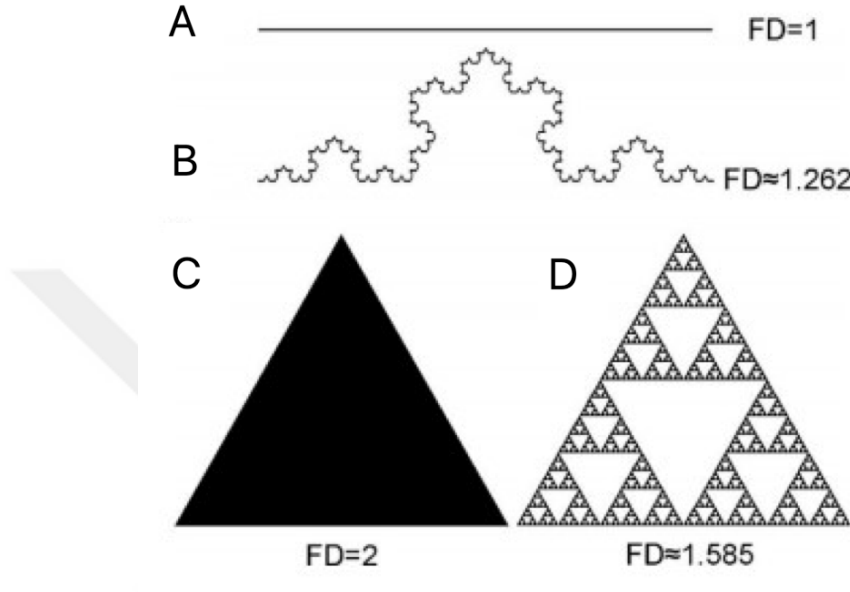


Şekil 2.17. Sierpinski üçgeni (107)

2.8.2. Fraktal Boyut

Fraktal analiz, yapıların ya da şekillerin karmaşıklık düzeyini ortaya koyan bir yöntem olup, bu karmaşıklık fraktal boyut (FB) ile sayısal olarak ifade edilir. Farklı ölçeklerden

görüntülendiğinde fraktal yapıların alanları ve uzunlukları farklılık göstermektedir. Ölçek büyüdükçe, fraktal boyut artmakta olup şekil veya yapıların detayları daha belirgin olmaktadır. Örneğin; tek bir çizgiye ait FB değeri 1 olarak hesaplanır. Von Koch eğrisinin FB değerini hesapladığımızda $\approx 1,26$ hesaplanır. Bu bize Von Koch eğrisinin karmaşıklık derecesi hakkında bilgi sunar (108). (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. A: Düz bir çizginin FB değeri, B: Koch kar tanesinin FB değeri
C: Üçgenin FB değeri, D: Sierpinski üçgeninin FB değeri (108)

Akciğerler ve trabeküler kemik gibi dallanan yapılar, doğal ve biyolojik fraktallara örnek olarak gösterilebilir. Bu doğal ve biyolojik yapılar incelendiğinde, farklı özellikler sergileyen anizotropik bir yapıya sahip oldukları görülür. Fraktallar, klasik geometrik şekillerde olduğu gibi tam sayı boyutlara sahip değildir. Örneğin, küp gibi belirli bir hacmi olan bir şekil üç boyutlu, düzlemsel bir şekil olan dikdörtgen iki boyutlu, düz bir çizgi ise tek boyutludur. Fraktallar genellikle kesirli boyutlara sahip olsa da, bazen tam sayı değerleri de alabilirler. Bu kesirli değerler, nesnelerin ve şekillerin karmaşıklık derecelerini bize gösterir (102). FB' nin düşük değerde olması, yapının daha sade bir düzene sahip olduğunu belirtirken, yüksek değerde olması genellikle yapının daha karmaşık bir yapıya sahip olduğunu ifade eder. (109).

2.8.3. Fraktal Analiz Yöntemleri

FB değerinin hesaplanmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır ve bu yöntemler başlıca iki kategoriye ayrılır. Bir grup yöntem, fraktal boyutu hacim ölçümüne dayanarak

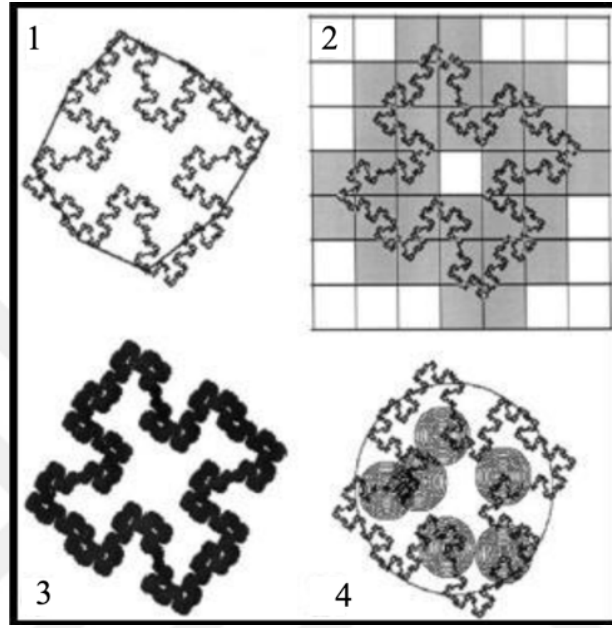
hesaplarken, diğer grup belirli iki nokta arasındaki mesafeye dayalı olarak fraktal boyutu hesaplar.

Fraktal boyutun hesaplanmasında kullanılan temel yöntemler şunlardır;

- Kutu Sayma Metodu (Box Counting Dimension)
- Tile Counting Metodu
- Caliper Yöntemi
- Power Spectrum Metodu
- Blanket Yöntemi
- Varyans Metodu
- Hurst Metodu
- Intersite Varyans Metodu
- Piksel Dilatasyon Metodu

Belirli iki nokta arasındaki mesafe ölçümüne dayanarak hesaplanan yöntemler üç başlığa ayrılabilir. Bunlar; kutu sayma (box counting) metodu, piksel dilatasyon metodu ve Richardson metodudur (110). En sık tercih edilen yöntem kutu sayma metodudur (101,110). İlk kez Flook (111) tarafından geliştirilen piksel genişletme yönteminde, incelenecek görüntünün ana hatları bir piksel genişliğinde oluşturulur. Ardından, görüntünün sınırları farklı çaplara sahip daireler kullanılarak genişletilir. Genişleme oranı, dairelerin çapına bağlı olarak belirlenir. Ana hattın genişleme miktarı ve kullanılan dairenin çapı logaritmik ölçekte grafiği çizilir. Bu değişkenlerin çizilen logaritmik grafiğinin eğimi fraktal boyutu vermektedir (104,110). Richardson yönteminde, incelenen yapının çevresi farklı boyutlardaki cetvellerle ölçülür. Her cetvel ile elde edilen değerler, logaritmik ölçekte grafiği oluşturmak için kullanılır. Grafiği uygun çizilen doğrunun eğimi FB'yi verir (110). Kutu sayma metodu aynı zamanda biyolojik verilerin Fraktal analizinde kullanılmaktadır (112). Kutu sayma yöntemi kullanılarak trabeküler kemik değerlendirildiğinde, incelenen trabeküler kemik üzerine kutular içeren bir kılavuz yerleştirilir. 2-64 piksel boyutları arasında değişmekte olan kutu ölçekleri kullanılarak trabeküler kemik içeren kutular hesaplanır. Logaritmik ölçek kullanılarak, trabeküler kemik içeren kutu sayısı ile kılavuzdaki toplam kutu boyutlarının grafiği elde edilir. Grafikte elde edilen doğrunun eğimi, fraktal boyutun hesaplanmasını sağlar (113). FB'nin düşük olması kemiğin daha porözlu olduğunu göstermekte olup yüksek olması kemiğin yoğun kemik mimarisinin daha kompleks yapıda olduğunu gösterir (108,114,115). Kütle yarıçapı veya

sandbox yöntemi, fraktal boyutun ölçülmesinde kullanılır. Ayrıca, bu teknik, fraktal bir yapının kendi içindeki yerel varyasyonlardan kaynaklanan boşlukları, delikleri veya kusurları inceleyerek fraktal laküniteyi de belirler. Rastgele olarak merkezi örnekleme bölgesinin sınırına yerleştirilen farklı çaplarda disklerin içerdiği görüntü sınırındaki pikseller sayılır. Sonuçta çıkan noktalara uygun doğrunun eğimi FB'yi sağlar (110,116).



Şekil 2.19. Fraktal boyut hesaplanmasında kullanılan metodlar:
1-Richardson metodu, 2- Kutu sayma metodu
3-Piksel dilatasyon metodu, 4-Korumalı alan (sandbox) (110)

2.8.4. Tıp ve Diş Hekimliği Alanlarında Fraktal Analiz

Damar ve sinir ağ yapılarının, akciğerin pulmoner dallanmalarının, kalp atışlarının ve kalbin iletim sinyallerinin değerlendirilmesi gibi birçok tıp alanında fraktal analiz potansiyel kullanım alanı bulmuştur (117).

Fraktal analiz, çene kemiklerini etkileyen diyabet, osteoporoz, hiperparatiroidizm, osteogenezis imperfekta, kronik böbrek hastalığı, bifosfonat osteonekrozu ve orak hücreli anemi gibi birçok hastalık üzerinde yapılan çalışmalarda kullanılmıştır (109,113,118–121). Kardiyoloji alanındaki çalışmalar, miyokart infarktüsü geçiren hastaların mortalite riskinin belirlenmesinde kalp seslerinin fraktal analiz kullanılarak değerlendirilebileceğini göstermektedir (122). Oftalmolojide, Tip 1 diyabete bağlı mikrovasküler hasarın tespitinde, her iki gözden çekilen stereoskopik retinal fotoğraflara fraktal analiz yapılmıştır. FB artışının retinal vaskülaritedeki karmaşıklığın arttığını gösterdiği ve bu durumun retinopati riskini

artırdığını işaret ettiği bildirilmiştir (123). Onkolojide, patolojik doku varlığının tespitinde fraktal analiz kullanılmış ve FB artışının displazik değişikliğin göstergesi olarak değerlendirildiği bildirilmiştir. Bu yöntem, patolojik dokuların karmaşık yapısını ve anormal hücresel değişiklikleri tanımlamada etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. FB artışı, doku içerisindeki düzensiz ve karmaşık yapıların artışını yansıtarak, potansiyel malign veya pre-malign değişikliklerin işareti olarak kabul edilmektedir (124,125). Diş hekimliğinde birçok alanda fraktal analiz kullanılmıştır. Endodontide, periapikal lezyona sahip dişlerin kök kanal tedavisi sonrası trabeküler yapıdaki değişimlerin izlenmesinde kullanılmıştır (126). Periodontolojide, periodontitisli ve gingivitisli hastaların kemiksel değişikliklerinin değerlendirmelerinde kullanılmıştır (127). Dental implant cerrahisi ve ortognatik cerrahi sonrası iyileşmeyi değerlendiren cerrahi alanında fraktal analiz çalışmaları yapılmıştır (128,129).

Ağız kanserlerinin değerlendirilmesinde de fraktal analiz kullanılmıştır. Dilin lenfatik damarlarında yapılan çalışmalarda skuamöz hücreli karsinom olgularında fraktal boyutun daha yüksek olduğu bulunmuştur. Fraktal analizin normal, pre-malign ve tümöral dokuları ayırmada kullanılabileceği vurgulanmıştır (130). Displastik değişiklikler içeren lökoplaki durumlarında FB'nin anlamlı derecede daha yüksek olduğu ve noninvaziv bir tarama aracı olarak kullanılabileceği de bildirilmiştir (131). Ayrıca, temporomandibular eklem rahatsızlıklarının değerlendirilmesi, çürük tespiti ve dental materyal analizinde fraktal analizden yararlanılmıştır (109).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışmanın Tasarımı

Bu çalışma, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 28.05.2024 tarihinde 2024/5123 numaralı karar ile onaylanmıştır.

İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı'nda yürütülen bu retrospektif çalışmada, 01.01.2017 ile 01.01.2024 tarihleri arasında tam dişsizlik şikâyeti ile başvuran ve ardından iki dental implant destekli overdenture protetik tedavi gören hastaların kayıtları incelenmiştir. Çalışmada, İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nın veri tabanından bulunan tedavi ve rutin muayene amaçlı çekilmiş panoramik radyogramlar kullanılmıştır. En uzun süre izlenen 27 hasta seçilmiştir.

İncelenen 480 hastadan yaşları 57 ile 78 arasında değişen 27 hastanın panoramik radyogramları bu çalışmaya dahil edildi. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası panoramik radyogramları incelendi. Hastaların geleneksel total protez kullanımları sırasında çekilen panoramik radyogramları kontrol grubu (n=27), aynı hastaların iki implant destekli overdenture protez kullanımları sonrasındaki takip radyogramları çalışma grubu (n=27) olarak tasarlanmıştır.

3.2. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Hastalar aşağıdaki kriterlere göre çalışmaya dahil edilmiştir:

1. Total dişsiz olup daha önce total dental protez kullanmış tedavi sonrası iki implant destekli Locater tutuculu overdenture uygulanmış olması
2. Anamnezinde çene ve yüz bölgesinde travma öyküsü içermeyen, radyografi ve demografi kayıtları tam olan, kemik metabolizmasını etkileyen herhangi bir hastalığı ve ilaç kullanımı olmaması
3. Overdenture protez yapıldıktan sonra 4 yıl (± 1 ay) süreyle kontrol röntgeni bulunması
4. Görüntü kalitelerinin iyi ve net olması

3.2. Hastaların Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

1. Kemik metabolizmasını etkileyecek herhangi bir sistemik rahatsızlığının bulunması
2. Kemik metabolizmasını etkileyen herhangi bir ilaç kullanıyor olması
3. Bruksizm gibi parafonksiyonel alışkanlıklar bulunması
4. Baş boyun bölgesine radyoterapi almış olması
5. Maksillomandibular komplekste herhangi bir patoloji gözlenen sendromu ya da yarık dudak damak gibi anomalileri olması
6. Panoramik radyografilerde mandibulanın görüntü kalitesini bozan, incelenecek bölgenin görülmesini engelleyen oluşumların veya artefaktların bulunması

3.3. Radyografik Ölçümler

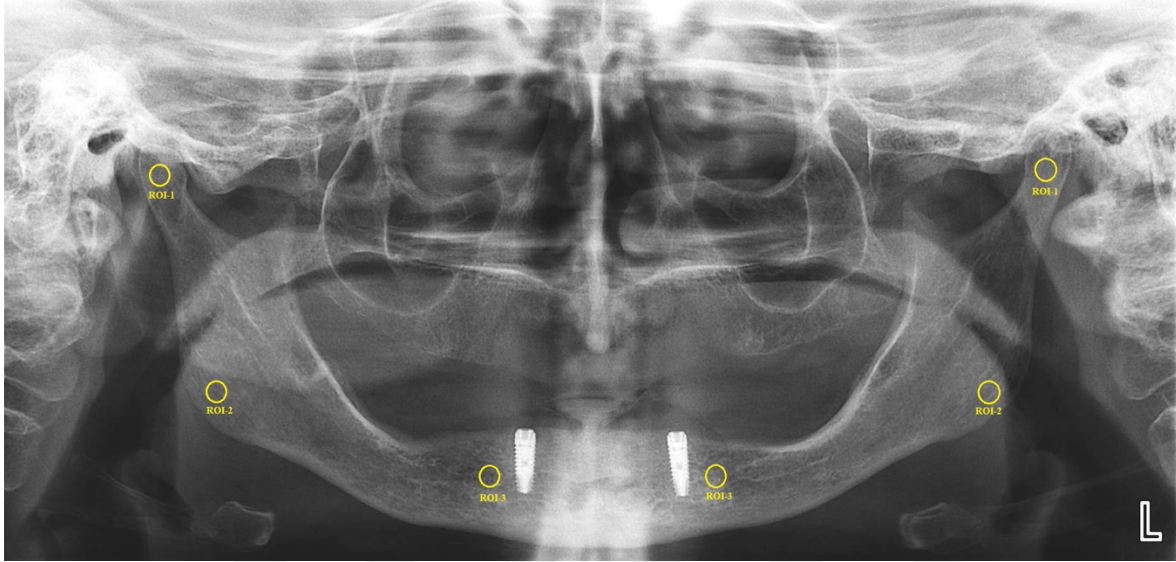
Tüm hastalardan, Planmeca Proline XC (00880 HELSINKI, FINLAND) cihazı kullanılarak, 66 kV, 5.0 mA ve 18 saniye süresince Planmeca programı ile panoramik radyogramlar alınmıştır. Üretici firmanın cihaz üzerindeki referans noktalarına tam olarak uyularak panoramik radyogramlarda standardizasyon sağlanmış; servikal vertebraların mandibula ön gövdesiyle örtüşmesini önlemek için radyogram çekimi sırasında, hastalar sagittal düzlemi yere dik, Frankfurt düzlemi yere paralel olacak şekilde ve doğru pozisyonda yerleştirildiği görüntüler tercih edilmiştir. Radyogramlar, tek bir teknisyen tarafından alınmıştır. Foramen mentalenin sınırlarının net bir şekilde görülebildiği, alt çene kondil ve angulus bölgelerinin net izlenebildiği, ölçüm yapılacak alanlarda artefakt bulunmayan ve mandibula sınırlarının net bir şekilde takip edilebildiği radyogramlar değerlendirmeye alındı. Bu koşulları karşılamayan radyogramlar çalışmaya dahil edilmedi. Uygun dijital panoramik radyogramlar üzerinde fraktal analiz gerçekleştirildi.

3.4. Fraktal Boyut Analizi

Çalışmamızda, White ve Rudoph'un tanımladığı kutu sayma (box counting) yöntemine dayanarak, National Institute of Health Image tarafından sunulan ücretsiz ImageJ 1.52v analiz yazılımıyla FA yapılmıştır (121). Tüm veriler anonimleştirilmiş ve hastaların tıbbi bilgileri körlüğü sağlanmış bir Ağız Diş ve Çene Radyoloji Uzmanı tarafından işlenmiştir. Görüntüler, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı arşivinden Tagged Image File Formatında (TIFF) yüksek çözünürlüklü olarak alınmıştır ve bu görüntüler ImageJ 1.52v programında çalışılarak hastaya ait ilgili alanlar (ROI - Region of Interest) belirlenmiştir. Her hastada sağ ve sol tarafta

simetrik olarak, mandibular kondil, angulus ve mental foramenin anteriorundan olmak üzere her bir tarafta 3 ROI seçilmiştir (Şekil 3.1). Her ROI, 45x45 piksel boyutunda incelenmiştir.

- ROI-1: Mandibular Kondil
- ROI -2: Mandibular Angulus
- ROI-3: Mental Foramenin Anterioru



Şekil 3.1. Panoramik radyogramda seçilen ilgili alanlar

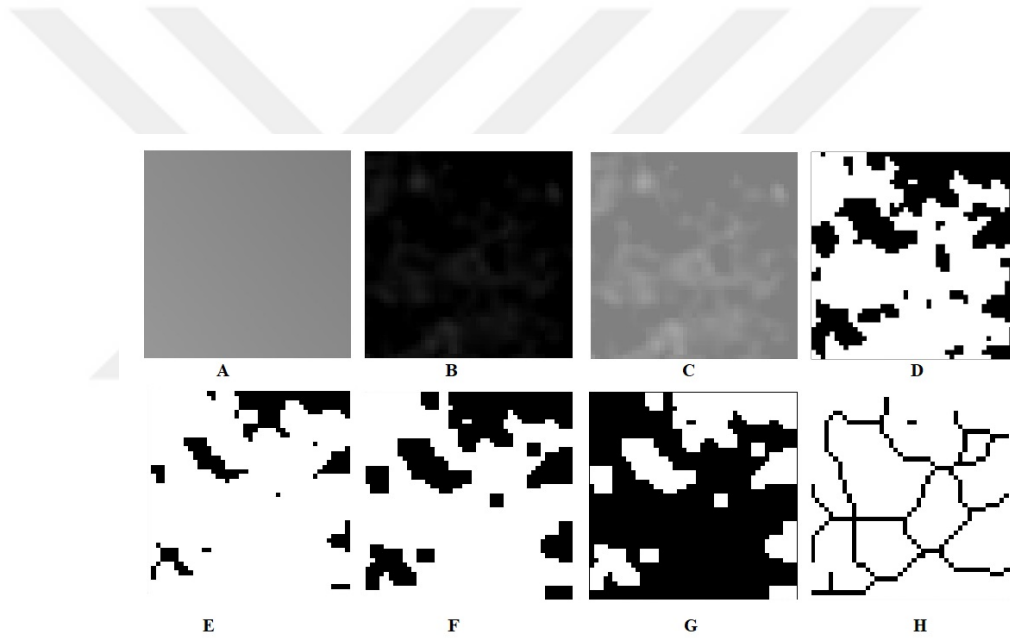
Elde edilen Fraktal Boyut (FB) değerleri üç farklı bölgeden kaydedildi. ROI'ler (Region of Interest - İlgili Bölgeler) seçilirken şu kriterlere dikkat edildi:

- Anatomik yapıların (dil, yumuşak damak, hyoid kemik, hava yolu boşluğu gibi) görüntüde süperpozisyon oluşturmadığı görüntüler tercih edildi.
- Radyografik artefaktların görüntüyü etkileyip etkilemediği kontrol edildi.
- Patolojik lezyonlardan uzak duruldu.
- Uygun trabeküler kemiğe sahip bölgeler seçildi ve böylece standardizasyon mümkün oldu.
- Tekrarlanabilirlik açısından uygun olan bölgeler önceliklendirildi.

FB analizi için aşağıdaki işlemler belirli bir sıraya göre gerçekleştirildi:

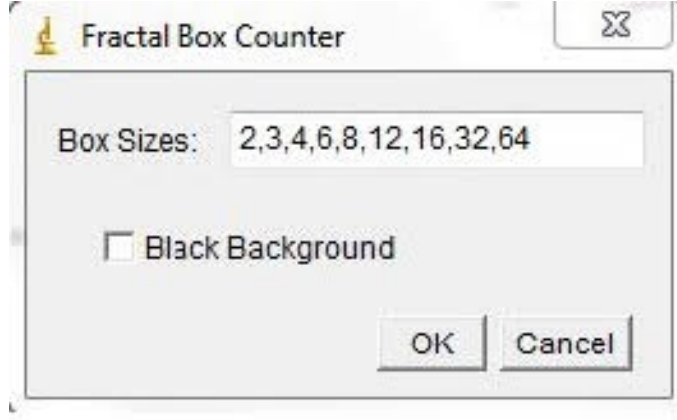
1. ROI, "Gaussian Blur" filtresi ile bulanık hale getirildi. Bu işlem, kemik yüzeyini kaplayan yumuşak dokuların ve kemik kalınlığının değişimlerinin ortadan kaldırılmasını ve ilgili bölgedeki büyük farklılıkların görüntülenmesini amaçlamaktadır.

2. Elde edilen bulanık görüntü, asıl görüntüden çıkarılarak her piksele 128 gri ton ilave edildi. Bu işlem sonucunda elde edilen görüntüdeki farklı parlaklık seviyeleri, trabeküler yapısı ile kemik iliğinin ayırt edilmesine katkı sağlamaktadır.
3. Sonrasında görüntüye "Binary" işlemi uygulanarak siyah-beyaz formata dönüştürüldü, böylece trabeküler yapı ve kemik iliği ana hatları belirginleştirildi.
4. Görüntü, gürültünün azaltılması için "Erode" seçeneği ile aşındırıldı ve ardından mevcut alanların belirginleştirilmesi için "Dilate" seçeneği kullanıldı.
5. Görüntüdeki renkler "Invert" seçeneği ile ters çevrilerek, trabeküler kemiğin ana hatları açıkça görünür hale getirildi.
6. "Skeletonize" işlemi sonrasında trabeküler kemiğin ana hatları iskeletsel olarak çizgilerle belirlendi ve FA için uygun biçime getirildi. (Şekil 3.2)

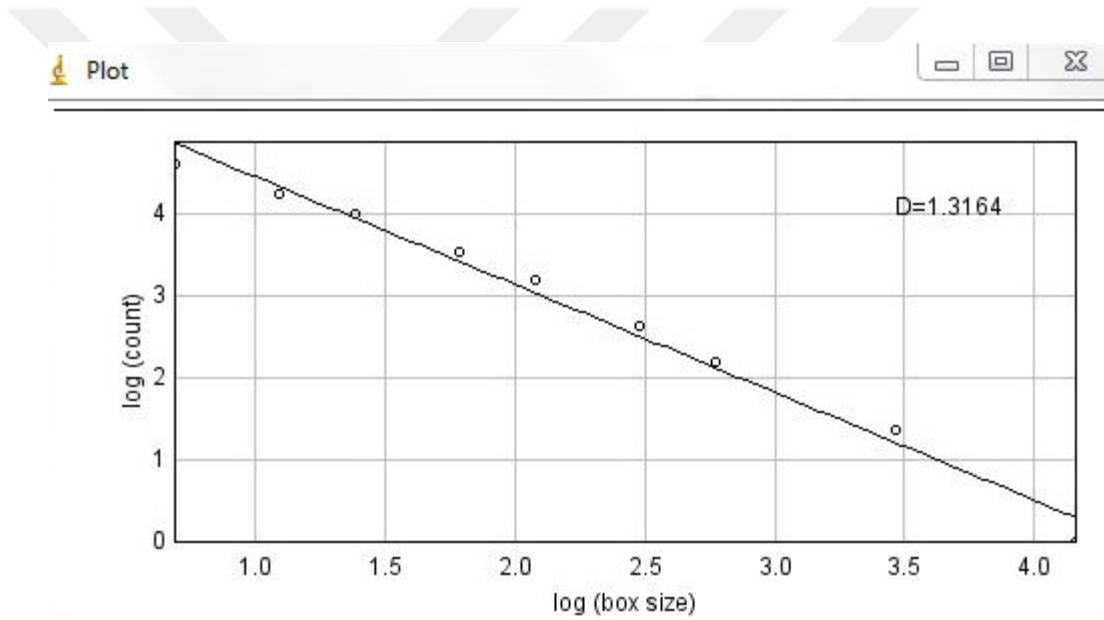


Şekil 3.2. FB analiz adımları: kırpılmış ve çoğaltılmış görüntünün bulanıklaştırılması (A), bulanık görüntünün orijinal görüntüden çıkarılması (B), her piksele 128 gri değeri eklenmesi (C), binarizasyon (D), erozyon (E), dilatasyon (F), inversiyon (G), iskeletleştirme (H).

7. Trabeküllerin ana hatları için fraktal boyut hesaplaması "Analyze" seçeneği kullanılarak yapıldı. Görüntü, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, 64 piksel boyutlarına sahip karelere "Fractal Box Count" seçeneği ile bölündü (Şekil 3.3). Trabeküllerin bulunduğu kareler ve toplam kare sayısı, her farklı boyuttaki pikseller için hesaplandı. Bu değerlerin logaritmik ölçekli grafiği oluşturuldu ve grafiğe en iyi uyum sağlayan doğru çizildi. Bu doğrunun eğimi, yapının karmaşıklığı olarak bilinen FB değerini verir (Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Fraktal box count algoritması



Şekil 3.4. Logaritmik ölçek üzerinde değerlerin çizimi. Doğrunun eğimi fraktal boyutu verir. Şekilde 'D' ile görülmektedir.

3.5. Çalışmanın Güç Analizi

Bu çalışmanın örnekleme power analiz ile belirlendi. G*power 3.1 programı kullanılarak yapılan hesaplama göre; 0,72 etki büyüklüğünde, 0,05 yanılma payında, 0,95 güven düzeyinde, 0,95 evreni temsil gücüyle örneklem büyüklüğü en az 24 olarak belirlendi (132).

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmaya alınan verilerin analizleri SPSS (Statistical Program in Social Sciences) 25 programı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya alınan verilerin Normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov Smirnow Testi ile kontrol edilmiştir. Karşılaştırma testleri için anlamlılık düzeyi (p) 0,05 olarak alınmıştır. Değişkenlerde Normal dağılım sağlandığı için ($p>0,05$) analize parametrik test yöntemleri ile devam edilmiştir.

Bağımlı ikili gruplarda karşılaştırmalar; normallik varsayımı sağlandığı için iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi (two paired samples t test) ile yapılmış, tekrarlı ölçümlerde ise gruplar arasında fark olup olmadığını test etmek için Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi (repeated measure of ANOVA) kullanılmış, analizlerde çoklu normal dağılım ve varyans homojenliği kontrolü sağlanmıştır.

Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi iki eş arasındaki farkın önemlilik testinin ikiden çok grup için genelleştirilmiş şeklidir. Bu yöntem, zaman içindeki değişimleri inceleme olanağı sağladığından, bağımsız gruplarda tek yönlü varyans analizinden farklılık gösterir. Tekrarlayan ölçümlerde iki yönlü ANOVA analizi; etkenlerden biri üzerinde tekrarlamaların olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu denemelerde örneğin gruplar birinci etken iken ikinci etken zamandır. Etkenlerden biri olan zaman üzerinde tekrarlı ölçümler mevcuttur. Burada amaç bağımlı değişkende zamana göre meydana gelen değişimin deney ve kontrol grubu arasında fark gösterip göstermediğini test etmektir. Yapılan analiz sonucunda hem grup içi hem de gruplar arası zamana göre değişimler karşılaştırılabilmekte olup aynı zamanda da H_0 hipotezi doğru iken reddedilmesi olasılığı “I. Tip hata (Type I error) oranı azalacak ve tutarlı sonuçlar elde edilecektir .

Bağımsız iki grup karşılaştırmaları için iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t test) kullanılmıştır. Kategorik verilerin analizinde çapraz tablolar oluşturularak ki-kare analizi yapılmıştır.

Yapılan ölçümlerin güvenilirliğini sağlamak için iki hafta sonra aynı kişi tarafından rastgele seçilen 16 radyografi üzerinde ölçümler tekrar yapıldı. Sınıf içi korelasyon katsayısı 0.90 ile 1.00 arasında değişerek mükemmel güvenilirliği gösterdi.

4.BULGULAR

Çalışmaya alınan katılımcılara ait demografik bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

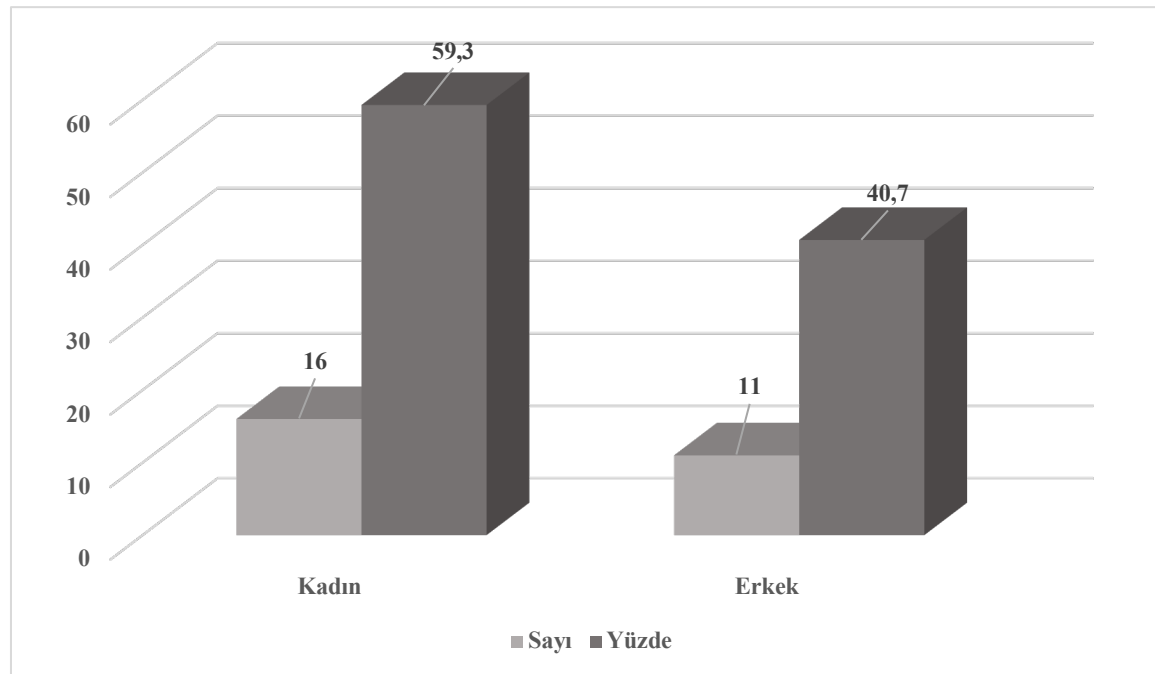
Tablo 4.1. Katılımcılara ait demografik bilgiler

Değişken	Grup	Sayı	Yüzde
Cinsiyet	Kadın	16	59,3
	Erkek	11	40,7
Taraf	Sağ	27	50,0
	Sol	27	50,0
Değişken	Ort ± ss		Min - Max
Yaş	66,48 ± 6,75		54-78

Ort; Ortalama, ss; standart sapma

Çalışmaya 27 kişi alınmıştır. Yaş değişim aralığı 54-78 olup katılımcıların yaş ortalaması $66,48 \pm 6,75$ standart sapmadır.

Çalışmaya 16 kadın (%59,3) ve 11 erkek (%40,7) alınmıştır. Cinsiyet dağılım grafiği aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1. Katılımcıların cinsiyete göre dağılımı

Tablo 4.2. Yaş ve cinsiyet arasındaki ilişki

Değişken	Grup	Ort ± ss	t değeri	p değeri
Yaş	Kadın	66,56 ± 6,57	0,105	0,916
	Erkek	66,36 ± 7,15		

Ort; Ortalama, ss; standart sapma, t; bağımsız t testi

Çalışmaya alınan kadın katılımcıların yaş ortalaması $66,56 \pm 6,57$ iken erkeklerin yaş ortalaması $66,36 \pm 7,15$ 'dir.

Katılımcılarda yaş dağılımı cinsiyete göre farklılık göstermemiş ve homojen dağılmıştır ($p>0,05$).

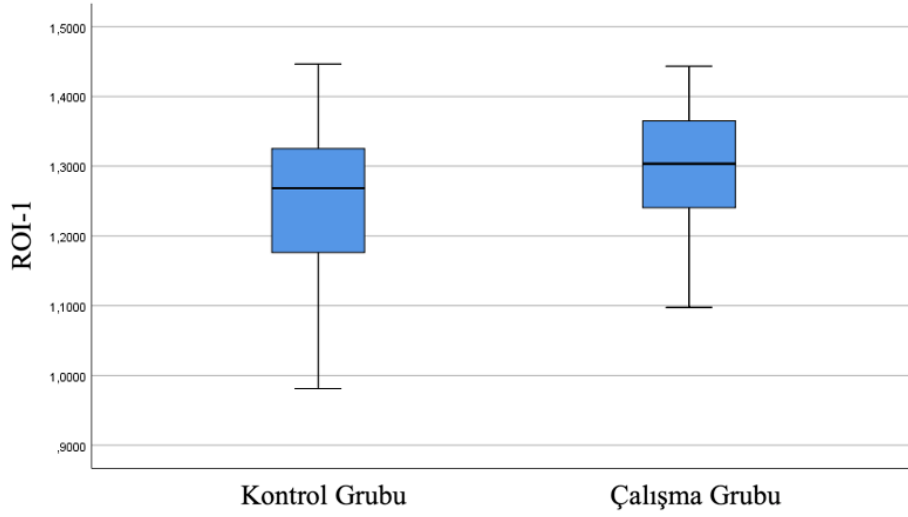
Tablo 4.3. Ölçümlerin grup içi karşılaştırılması

Değişken	Kontrol Grubu	Çalışma Grubu	t değeri	p Değeri
	Ort ± ss	Ort ± ss		
ROI-1	1,25 ± 0,11	1,30 ± 0,09	-3,431	0,001*
ROI-2	1,25 ± 0,14	1,33 ± 0,10	-3,378	0,001*
ROI-3	1,32 ± 0,11	1,37 ± 0,07	-2,627	0,001*

Ort; Ortalama, ss; standart sapma, t; bağımlı t testi, * $p<0,05$; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

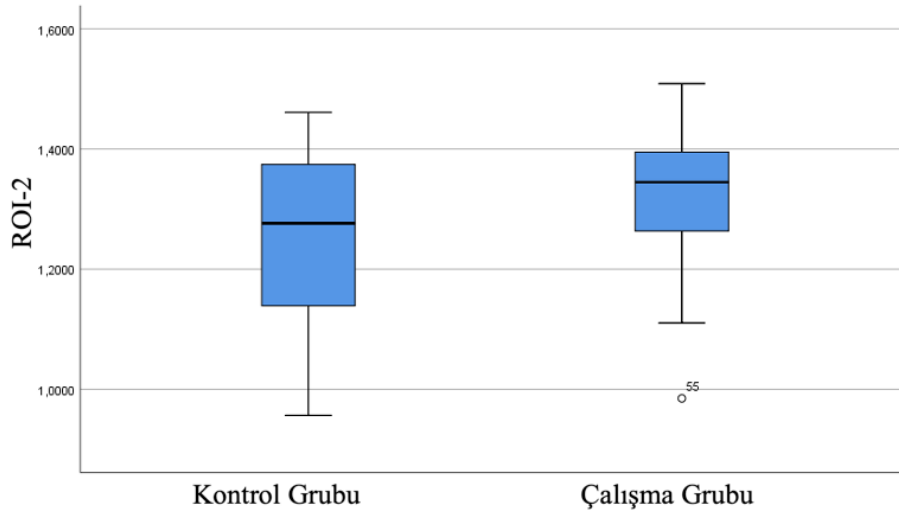
ROI-1, ROI-2 ve ROI-3 ölçümleri incelendiğinde kontrol ve çalışma grubu ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p=0,001$).

ROI-1, ROI-2 ve ROI-3 ölçümleri çalışma grubu değerleri kontrol grubu değerlerine göre yüksek bulunmuştur.



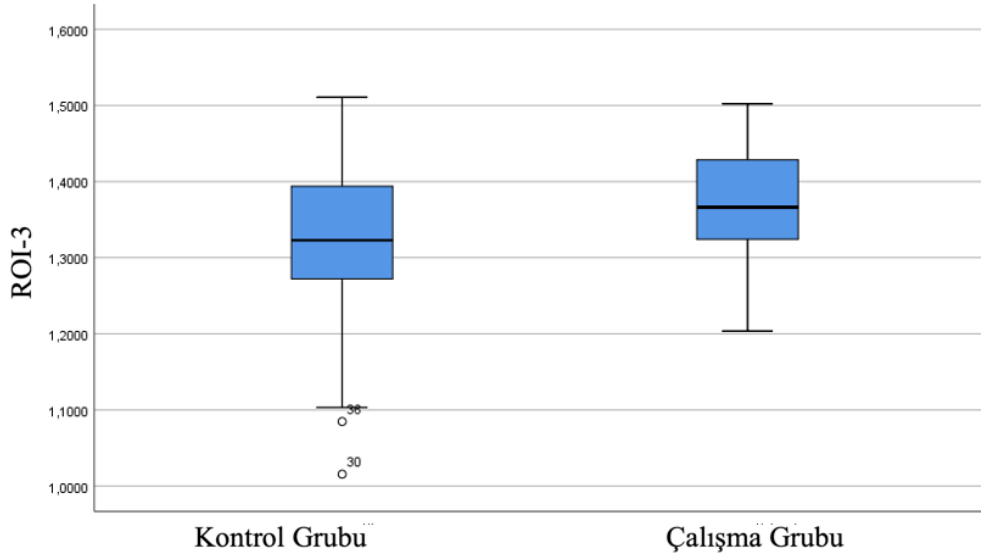
Şekil 4.2. ROI-1 ölçümlerine ait box-plot

Çalışma grubu ROI-1 ölçümleri daha yüksek değerlere sahip olup homojenlik göstermektedir.



Şekil 4.3. ROI-2 ölçümlerine ait box-plot

Çalışma grubu ROI-2 ölçümleri daha yüksek değerlere sahip olup homojenlik göstermektedir.



Şekil 4.4. ROI-3 ölçümlerine ait box-plot

Çalışma grubu ROI-3 ölçümleri daha yüksek değerlere sahip olup homojenlik göstermektedir.

Tablo 4.4. ROI-1 ölçümlerinin taraflara göre grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişken	Sağ	Sol	Gruplar arası ölçümlerin Karşılaştırması	Gruplararası Karşılaştırma	Bağımsız
	Ort ± ss	Ort ± ss		t ^a	p ^a
ROI-1					
Kontrol Grubu	1,25 ± 0,12	1,25 ± 0,10	F =0,056	t ^a =0,004	p =0,950
ROI-1					
Çalışma Grubu	1,30 ± 0,10	1,29 ± 0,08	p =0,814	t ^a =0,035	p =0,852
Grup içi					
Karşılaştırma	t ^b =6,612	p =0,013*	t ^b =5,007	p =0,030*	
(t ^b)					

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; Tekrarlayan Ölçümlerde İki yönlü Karma ANOVA test Değeri, t^a; bağımsız t testi, t^b; bağımlı t testi, *p<0,05; ölçümler arasında fark vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılarda, ROI-1 ölçümüne göre sağ ve sol tarafların kontrol ve çalışma grubu ölçümlerinin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,814).

Gruplar arası bağımsız karşılaştırmalarda;

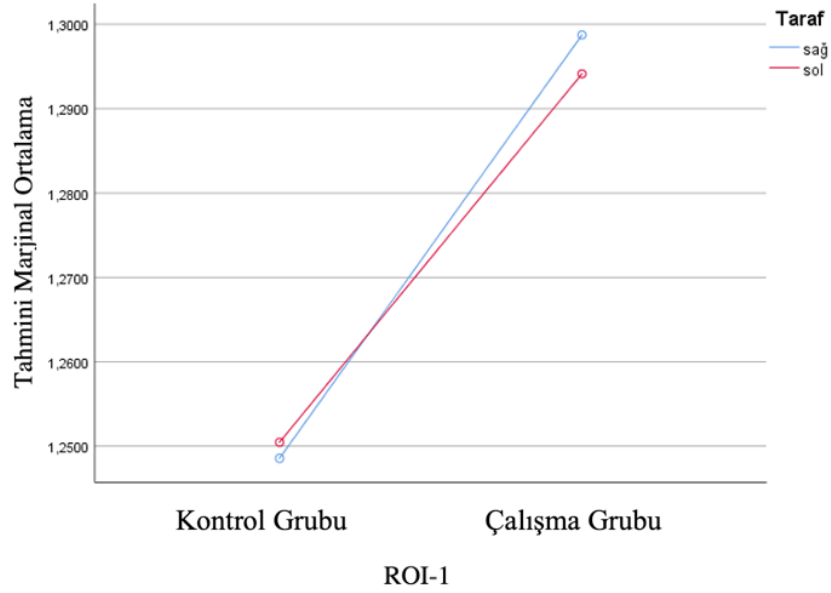
- ROI-1 kontrol grubu değerleri sağ ve sol arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,950).

- ROI-1 çalışma grubu değerleri sağ ve sol arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,852$).

Grup içi karşılaştırmalarda;

- Sağ taraf kontrol ve çalışma grupları ölçümlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,013$).
- Sol taraf kontrol ve çalışma grupları ölçümlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,030$).

Ölçümün değişimine ait etkileşim etkisi grafiği şekil 4.5'te verilmiştir;



Şekil 4.5. ROI-1 ölçümlerinin sağ sol taraflara göre değişimlerine ait etkileşim etkisi grafiği

ROI-1 ölçümleri hem sağ hem de sol taraflarda yapılan ölçümlerde kontrol ölçümüne göre artış göstermiştir.

Tablo 4.5. ROI-2 ölçümlerinin taraflara göre grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişken	Sağ	Sol	Gruplar arası Karşılaştırma	Gruplararası Karşılaştırma	Bağımsız
	Ort ± ss	Ort ± ss		t ^a	p ^a
ROI-2					
Kontrol	1,24 ± 0,14	1,26 ± 0,14	F =0,203	t ^a =0,435	p =0,512
Grubu					
ROI-2					
Çalışma	1,32 ± 0,11	1,33 ± 0,09	p =0,654	t ^a =0,029	p =0,865
Grubu					
Grup içi					
Karşılaştırma	t ^b =7,234	p =0,010*	t ^b = 4,211	p =0,045*	
(t ^b)					

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; Tekrarlayan Ölçümlerde İki yönlü Karma ANOVA test Değeri, t^a; bağımsız t testi, t^b; bağımlı t testi, *p<0,05; ölçümler arasında fark vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılarda ROI-2 ölçümüne göre sağ ve sol tarafların kontrol ve çalışma ölçümlerinin değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,654).

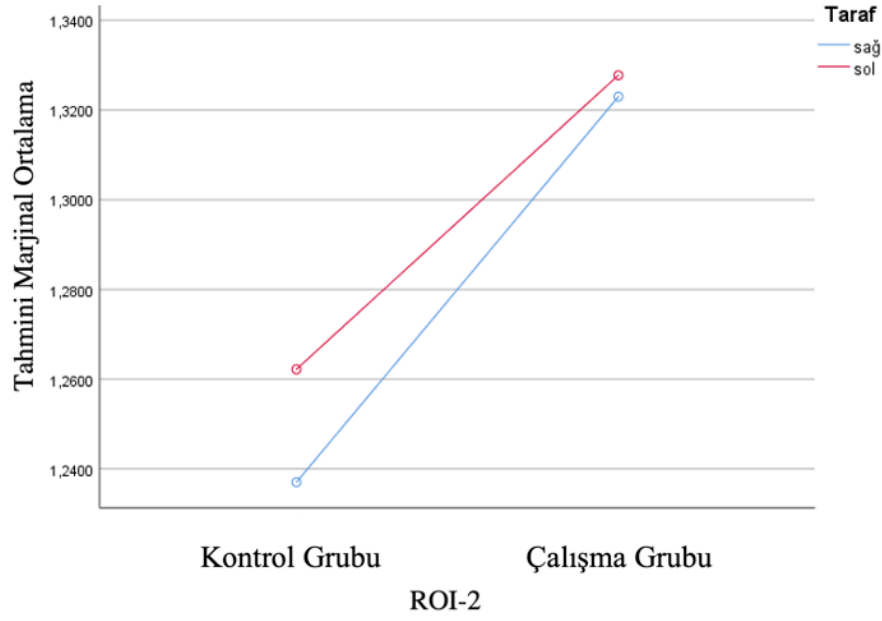
Gruplar arası bağımsız karşılaştırmalarda;

- ROI-2 kontrol grubunda sağ ve sol arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,512).
- ROI-2 çalışma grubunda sağ ve sol arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,865).

Grup içi karşılaştırmalarda;

- Sağ taraf kontrol grubu ve çalışma grubu ölçümlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,010).
- Sol taraf kontrol grubu ve çalışma grubu ölçümlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,045).

Ölçümün değişimine ait etkileşim etkisi grafiği şekil 4.6’da verilmiştir;



Şekil 4.6. ROI-2 ölçümlerinin sağ sol taraflara göre değişimlerine ait etkileşim etkisi grafiği

ROI-2 ölçümleri hem sağ hem de sol taraflarda yapılan ölçümlerde kontrol ölçüme göre artış göstermiştir.

Tablo 4.6. ROI-3 ölçümlerinin taraflara göre grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişken	Sağ	Sol	Gruplar arası Karşılaştırma	Gruplararası Karşılaştırma	Bağımsız
	Ort ± ss	Ort ± ss		t ^a	p ^a
ROI-3					
Kontrol Grubu	1,34 ± 0,1	1,31 ± 0,12	F =1,114	t ^a =0,772	p =0,384
ROI-3					
Çalışma Grubu	1,36 ± 0,07	1,37 ± 0,07	p =0,296	t ^a =0,309	p =0,580
Grup içi Karşılaştırma (t^b)	t ^b =1,239 p =0,271	t ^b = 6,792 p =0,012*			

Ort; ortalama, ss; standart sapma, F; Tekrarlayan Ölçümlerde İki yönlü Karma ANOVA test Değeri, t^a; bağımsız t testi, t^b; bağımlı t testi, *p<0,05; ölçümler arasında fark vardır.

Çalışmaya alınan katılımcılarda ROI-3 ölçümüne göre sağ ve sol tarafların kontrol ve çalışma grubu ölçümlerinin değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,296).

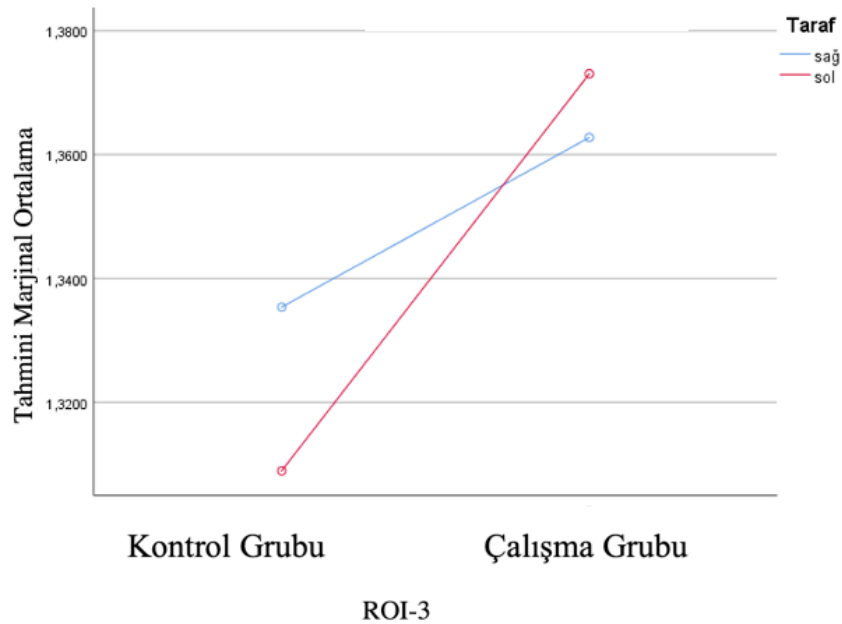
Gruplar arası bağımsız karşılaştırmalarda;

- ROI-3 kontrol grubu ölçümünde sağ ve sol arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,384$).
- ROI-3 çalışma grubu ölçümünde sağ ve sol arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p=0,580$).

Grup içi karşılaştırmalarda;

- Sağ taraf kontrol ve çalışma ölçümlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0,271$).
- Sol taraf kontrol ve çalışma ölçümlerinin değişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,012$).

Ölçümün değişimine ait etkileşim etkisi grafiği şekil 4.7’de verilmiştir;



Şekil 4.7. ROI-3 ölçümlerinin sağ sol taraflara göre değişimlerine ait etkileşim etkisi grafiği

ROI-3 ölçümleri hem sağ hem de sol taraflarda yapılan ölçümlerde kontrol ölçüme göre artış göstermiştir.

ROI-1 ($ICC=0,886$), ROI-2 ($ICC=0,912$), ROI-3 ($ICC=0,863$) değerlerinin her biri için ICC güvenilir düzeyde bulundu.

5. TARTIŞMA

Dişsizlik bireysel ve davranışsal etkilere sahip mikrobiyal veya genetik hastalıklarla ilişkilendirilmekle birlikte iatrojenik, travmatik veya terapötik nedenlerden de kaynaklanabilir (133). Daha düşük gelir ve eğitim düzeyleri, kötü oral hijyen ve azalmış genel sağlık durumu diş kaybı ihtimalini arttırmaktadır (134).

Günümüzde ve gelişmiş ülkelerde, diş kaybının en önemli nedeni çürüktür ve onu periodontal hastalıklar izler (135). Yapılan kesitsel bir çalışmada diş çekilmesinin ana nedenleri araştırılmıştır. Kalıcı dişlerin çekilmesinin en yaygın nedeni diş çürüğü %89,8, onu travma %4,1 ve ortodontik tedavi %1,9 izlemektedir. Periodontal hastalık nedeniyle çekim oranı %1,7 iken, protetik tedavi nedeniyle diş çekimi endikasyonu %1,2'dir (136). Chrysanthakopoulos yaptığı bir araştırmada diş kaybının en yaygın nedeninin (%38.09) özellikle yaşlı nüfusta (%66,17) periodontal hastalıklar olduğunu, diş çürüğünün ise genç nüfusta diş çekiminin ana nedeni olduğunu (%56,12) rapor etmiştir (137). Hull ve ark. yaptıkları, 389 çekilmiş dişin kohort çalışmasında, diş çekiminin %37'sinin çürük nedeniyle gerçekleştirildiğini, %29'unun ise periodontal hastalıklardan kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Diğer nedenler %33, travma %12 ve yirmi yaş diş çekimi ise %6 olarak belirtilmiştir (138).

Yaş, dişsizlik epidemiyolojisini etkileyen kritik bir faktördür; yaşlı grup genellikle en çok etkilenen ve dişsizliğin yol açabileceği fiziksel özelliklerin görüldüğü gruptur (139). Birleşmiş Milletler'in Dünya Nüfus Yaşlanma Raporuna göre, dünyadaki yaşlı bireylerin (60+) sayısı son yıllarda önemli ölçüde artmış olup, bu artışın önümüzdeki on yıllarda daha da devam etmesi beklenmektedir. 2015 yılında dünyada 60 yaş ve üzeri 901 milyon kişi bulunmaktaydı, bu sayı 2000 yılındaki 607 milyon yaşlı bireye göre %48'lik bir artış göstermiştir (140). Ayrıca, genç neslin yaşlanmaya devam etmesiyle birlikte yaşlı bireyler toplam nüfusun daha büyük bir oranını oluşturacaktır. Thompson ve Kreisel, yaşlanma demografisinin ve dişsizlik durumunun etkisini incelemişlerdir ve 2015 yılına kadar Kanada'nın yaşlı nüfusunda %36,5'lik bir artış olacağını tahmin ettiklerini rapor etmişlerdir. Gelişmiş diş bakımı nedeniyle dişsizlik oranında bir azalma olduğunu ve yaşlı nüfusun genişlemesinin devam edeceğini öngörmüşler (141).

Tam dişsizlik prevalansı son on yılda azalmış olsa da, diş kaybı dünya genelinde, özellikle yaşlı nüfus arasında, önemli bir hastalık olmaya devam etmektedir (142). Ancak, tam dişsizlik prevalansı ülkeden ülkeye ve bölgeden bölgeye farklılık göstermektedir (143). Yaşam

tarzı, ekonomik koşullar, eğitim, ağız sağlığı bilgisi ve inançlar, dış bakımına yönelik tutumlar gibi çeşitli faktörlerin etkisi nedeniyle ulusal örnekler arasında karşılaştırma yapmak zordur (144).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Slade ve ark. 432519 yetişkini kapsayan bir ankete göre, 15 yaş ve üzerindeki yetişkinler arasında işsizlik prevalansı %4,9 olarak bulunmuştur (145). Brezilya'da ise, daha sanayileşmiş eyaletler ve daha zengin bölgeler, ülkenin diğer bölgelerine göre daha düşük işsizlik oranlarına sahiptir (146). Escobar ve ark. El Salvador'da yaptıkları bir çalışmada 15 ila 60 yaş üstü 3322 kullanıcıda işsizliğin yaşam kalitesi üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Tam işsizlik prevalansı %2.02 gözlemlenmiş ve yaşam kalitesini ciddi ölçüde düşürdüğü bildirilmiştir (147).

Peltzer ve ark. Çin, Gana, Hindistan, Meksika, Rusya ve Güney Afrika'daki 50 yaş ve üzeri yaşlı yetişkinler arasında tam işsizlik oranlarını araştırdığı çalışmada, Hindistan'da işsizlik prevalansının %16,3 ve Çin'de %9 olduğunu rapor etmişlerdir. Meksika, %21,7 ile en yüksek prevalans oranına sahipken, Rusya %18 ile ikinci sırada gelmektedir. Güney Afrika'da prevalans %8,5 olarak bulunmuştur. En düşük prevalans oranı ise %3 ile Gana'da tespit edilmiştir (139).

Avrupa'da, birçok çalışma tam işsizlik prevalansını ortaya koymuştur. Österberg ve ark. İsveç'te 1975'ten 1997'ye kadar beş kesitsel anket yapmış ve 11582 kişiyle görüşülmüştür. Bu çalışmada, 25-74 yaş grubunda işsizlik prevalansının 1975'te %19'dan 1997'de %3'e düştüğü ve 45-64 yaş grubunda işli kişilerin oranının 1975'te %75'ten 1997'de %97'ye yükseldiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, diğer yaş gruplarında da işsizlik oranları azalmıştır (148). Pengpid ve Peltzer, Endonezya'da tam işsizlik prevalansının genel olarak %7,2 olduğunu, 80 yaş ve üzeri bireyler arasında ise %29,8 olduğunu rapor etmişlerdir (149). Pengpid ve Peltzer'in 2022 yılında yayınlanan bir çalışmasında Hindistan'daki tam işsizlik prevalansının kadınlar arasında %8,4-%8,2 ve erkekler arasında %8,5 olduğunu bildirmiştir (150).

Sosyoekonomik faktörler, özellikle yaşlı insanlar arasında düşük gelir, düşük eğitim düzeyi ve sınırlı sosyal destek gibi faktörler, işsizlik konusunda büyük bir rol oynamaktadır. İşsizlik genç toplumun da ana endişesi olabilir ve kültürel faktörler, özel bakım erişimi ve sosyoekonomik faktörlerle ilişkili olabilir. Bu faktörler, gelişmiş ve az gelişmiş ülkeler arasında tam veya kısmi iş kaybının yayılması ve prevalansını etkiler (151).

Eklund ve Burt, edentulizmde genel düşüşe rağmen, tüm yaş gruplarında düşük eğitilmiş ve maddi durumu zayıf bireylerin işsiz olma olasılığının daha yüksek olduğunu rapor etmiştir. Çalışma, işsizlik ile sosyoekonomik faktörler arasındaki ilişkiyi göstermiş; sosyoekonomik

değişkenlerin, kalan diş sayısı kadar dişsizliğin önemli bir belirleyicisi olduğunu belirtmiştir (134).

Tam dişsizlik insidansı eğitim ve gelir durumu ile ilişkilidir. Düşük eğitim ve gelir düzeyine sahip bireylerde dişsizlik riskinin daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Toplumlar içinde, diş sağlık kliniklerine tam erişime sahip olan bireylerin dişsizlik oranları genellikle düşüktür, diş sağlık hizmetlerine erişimi olmayan toplumlarda ise dişsizlik oranları daha yüksektir (152–154).

Al Hamdan ve ark. Suudi Arabistan'daki kadın hastalarda sosyoekonomik faktörler ile tam dişsizlik arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yaş, eğitim düzeyi ve sosyoekonomik durumun edentulizm ve protez talebinde önemli rol oynadığını bulmuşlardır (142,155). Makhviladze, Gürcistan'da eğitim düzeyi, aile mali durumu ve dişsizlik ilişkisini araştırmıştır. Bulguları, maddi sıkıntıların ve düşük eğitim düzeyinin diş kaybını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir (154).

Pengpid ve Peltzer, Endonezya'da genel dişsizlik prevalansının %7,2 olduğunu bildirmiş ve edentulizm prevalansının eğitimle ilişkili olduğunu vurgulamışlardır. Formal eğitimi olmayan bireylerde %11,8 prevalans oranı rapor etmişlerdir (149).

Literatürde dişsizliğin artma ve azalma oranları bir tartışma konusudur; Khazaei ve ark. (156), gelişmiş ülkelerde dişsizlik oranının sürekli olarak azaldığını, gelişmekte olan ülkelerde ise tersinin görüldüğünü belirtmiştir. Ancak Douglass ve ark. yaşlanma ve yaşlı bireylerin sayısının artması nedeniyle dişsizliğin artmaya devam ettiğini göstermiştir (142). Cinsiyet, dişsizlik yaygınlığını etkileyen önemli faktörlerden biri olma eğilimindedir (157). Birçok çalışma, dişsizliğin kadınlarda erkeklere göre daha yaygın olabileceğini öne sürmüştür (144,158).

Total dişsizlik yaşam kalitesini büyük ölçüde etkiler ve tedavi edilmesi gereklidir.

Total dişsiz hastalarda, geleneksel total protez, implant destekli hareketli protez ve implant destekli sabit protez tedavi seçenekleri olarak sıralanabilir.

Geçmiş yıllarda sıklıkla tercih edilen geleneksel total protezler, hastalarda özellikle alt çenede yetersiz retansiyon ve stabiliteden dolayı konuşma zorluğu, çiğneme-beslenme güçlüğü, ağrı gibi rahatsızlıklar vermektedir (159). Bundan dolayı total protezler yerine implant destekli protezler daha iyi bir tedavi seçeneği olmuştur. Total dişsizlik vakalarında ilk tedavi seçeneği McGill konsensusuna göre iki implant destekli overdenture protezlerdir (4).

Geçkili ve ark. geleneksel total protez ve iki implant destekli overdenture protez kullanan hastaların memnuniyetini karşılaştırdıkları çalışmada geleneksel total protez kullanan

hastaların iki implant destekli overdenture protez kullananlara göre daha düşük skorlu hasta memnuniyetine sahip olduklarını bildirmişlerdir (160).

Awad ve ark. yaptığı çalışmada da iki implant destekli overdenture protez kullanan hastaların yaşam kalite skorları geleneksel total protez kullananlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (161).

Ahmad ve ark. alveolar kemik rezorpsiyonunu ölçmek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, hastaların tedavi öncesi ve tedaviden bir yıl sonrasındaki konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri incelenmiştir. Sonlu elemanlar analizi yapılarak yürütülen çalışmada, mandibular total protez kullanan olgular ile 2-implant destekli mandibular overdenture kullanan olgular karşılaştırıldığında, geleneksel tam protez kullanan hastaların kemik rezorpsiyon miktarının 2 kat daha fazla olduğu gösterilmiştir (162).

Helkimo ve ark. yaptığı bir çalışmada tam protez veya hareketli bölümlü protez kullanan hastaların ısırma kuvvetlerinin dişli bir hastaya göre önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir (163). Miyaara ve ark. ısırma kuvvetinin protez türleri arasındaki farklılıklarını araştırdıkları çalışmada, kayıp diş sayısının artışıyla birlikte ısırma kuvvetinin azalması arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Normal dişlere sahip grubun ısırma kuvvetini %100 kabul ederek, sabit protez için %80, hareketli bölümlü protez için %35 ve tam protez grubu için %11 olarak bildirmişlerdir (164). Toman ve ark. yaptıkları bir çalışmada, iki implant tarafından desteklenen overdenture protezler, geleneksel tam protezler ve doğal dişlere sahip hastaların çiğneme performansını karşılaştırmışlardır. Gruplar arasında çiğneme performansı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. En yüksek çiğneme performansı doğal dentisyonda iken en düşük çiğneme performansı geleneksel tam protezlerde olmuştur (165).

Fontijn ve ark. yaptıkları ısırma kuvvetleri ve protez türlerinin kıyaslandığı çalışmada, implant destekli overdenture protezlerin, geleneksel tam protezlerden yüksek, doğal dentisyondan ise daha düşük ısırma kuvvet değerlerine sahip oldukları bildirilmiştir (166). Manzon ve ark. yaptığı bir çalışmada da benzer sonuçlar bildirilmiştir (167).

Bu çalışmalar göz önüne alınarak, çalışmamızdaki hastaların geleneksel tam protezden iki implant destekli overdenture protez kullanımına geçmelerinin çene üzerine gelen okluzal kuvvetleri ve çiğneme etkinliklerini artırmıştır.

Kayıp diş miktarının yanı sıra cinsiyet farklılığı ısırma kuvvetini etkileyen bir faktördür. Erkeklerde ısırma kuvveti kadınlara göre daha fazladır (168). Bu çoğunlukla erkeklerdeki kas potansiyelinden kaynaklanır (169). Ayrıca Santos ve ark. yaptıkları bir çalışmada kadın hastaların erkeklere göre incelenen ilgili alanlarda daha düşük FB değerleri gösterdiği bildirilmiştir (170).

Isırma kuvvetinin cinsiyetler arasında farklılık göstermesi, trabeküler kemik yapısı ve kemik dansitesini etkileyebilir. Çalışmamızdaki cinsiyet dağılımları, istatistiksel olarak anlamsız çıktığı için sonuçları etkilememiştir.

Literatürde tam dişsiz hastaların değişen protez türlerine bağlı mandibular kemikteki yoğunluk değişikliklerini değerlendiren çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızda literatürdeki bu eksikliği gidermeyi amaçladık.

Trabeküler kemik, kompakt kemiğe göre metabolik yönden daha aktif olması sebebiyle kemiksel değişikliklerin incelenmesi ve diagnostik açıdan değerlendirmeye daha uygundur (171). Kemik dokusunun kompleks yapısı, trabeküler kemiğin dallanma, kendi kendine benzeme ve anizotropi gibi fraktal özellikler sergilemesinden dolayı FB ve fraktal geometrik hesaplamalarla tanımlanabilir (114,172,173). FA, düzensiz ve karmaşık vücut yapılarının değerlendirilebileceği matematiksel bir yöntemdir. Bu yöntemin nicel çıktısı, FB olarak tanımlanır (174).

Diş hekimliği alanında FA kullanımı yaygındır. Belgin ve ark. yaptıkları bir çalışmada, periodontitisli hastaların ortalama FB değerleri sağlıklı hastalara göre daha düşük olduğu bildirilmiştir (175). Updike ve ark. yaptığı bir çalışmada sağlıklı bireylerle, hafif periodontitis ve şiddetli periodontitis hastalarının periapikal radyografik görüntüleri üzerinde FA değerlerini karşılaştırmışlardır. Sağlıklı bireylerin FB değerlerinin periodontitisli bireylere oranla anlamlı derecede daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (176).

Çoşgunaslan ve ark. yaptıkları bir çalışmada, 3-6 ay emziren kadınların panoramik radyografileri ve hiç doğum yapmamış kadınların (kontrol grubu) panoramik radyografilerini değerlendirmişlerdir. Çalışma grubunun kontrol grubuna göre mandibular ramus ve angulus bölgelerinde FB değerleri anlamlı olarak daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (177).

Belgin ve ark. sigara kullanan, eski sigara içen ve sigara kullanmayan (kontrol grubu) hastalar üzerinde FA yapmışlardır. Sigara içenlerin FA değeri kontrol grubuna ve eski sigara içen grubuna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu, eski sigara içenlerin FA değeri kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha düşük olduğu bildirilmiştir (178). Basavarajappa ve ark. yaptıkları çalışmada da sigara kullananların kullanmayanlara göre daha az karmaşık bir trabeküler kemik paternine sahip olduğunu göstermişlerdir (179).

Orak hücreli anemi hastaları üzerinde yapılan bir çalışmada, kontrol grubuyla beraber panoramik radyogramlar üzerinde FA yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde FB'nin 20 yaş altı bireylerde daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bunun sebebinin hasta bireylerdeki trabeküler kemik dokusunun kompleks yapısının azalması ve gözenekli hale gelmesi olduğunu bildirmişlerdir (113).

Öztürk ve ark. çocuklardaki odontojenik kistler üzerinde yaptıkları bir çalışmada kist merkezinde belirledikleri alanı fraktal analiz yöntemiyle incelemiş ve zaman içerisinde FB'lerin arttığını FA yönteminin kistler üzerinde de kullanılabildiğini göstermiştir (180).

Osteoporoz hastalarında fraktal analiz yapılan birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda ortak bir fikir birliğine varılamamıştır. Bazı araştırmacılar osteoporoz hastalarının sağlıklı gruptaki hastalara göre FB değerinin daha yüksek olduğunu ifade ederken (120,181,182) diğer grup araştırmacılar FB değerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir (183,184). Bazı çalışmalarda anlamlı bir farklılık görülmemiştir (185–187).

Kussaba ve ark. ortognatik cerrahi geçiren sınıf II ve sınıf III hastalar üzerinde yaptığı bir çalışmada, mandibular kondil bölgesinin fraktal analizini yapmışlardır. Cerrahiden bir ay önce (T0), cerrahiden bir ay sonra (T1) ve cerrahiden altı ila sekiz ay sonra (T2) KIBT görüntülerini analiz etmişlerdir. Sonuç olarak fraktal analiz yöntemiyle zamanla mandibular kondilin mikro yapısı üzerinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir (188).

Çoban ve ark. yaptığı bir çalışmada, bilateral sagittal split ramus osteotomisi ve mandibular ilerletme ile birlikte genioplasti veya sadece genioplasti geçiren, komplikasyon yaşanmayan 26 hastanın ameliyat öncesi (T0) ve ameliyat sonrası (T1) panoramik radyogramları seçilmiştir. Her iki grubun panoramik radyogramlarında, genial segment, mandibular angulus ve cerrahi osteotomi hattı FA yöntemiyle incelenmiştir. Tedavi öncesi ve sonrası FB değerlerinin, ölçüm yapılan tüm bölgelerde her iki grupta da benzer olduğu belirlenmiştir. Sadece genioplasti veya mandibular ilerletme osteotomisi ile birlikte genioplasti geçiren hastalarda trabeküler yapı farklılık göstermemektedir. Genial segmentin orta bölgesinin diğer bölgelere göre daha geç iyileştiğini bildirmişlerdir (189).

Balkan ve ark. 66 hasta üstünde yaptığı çalışmada, bruksizme bağlı masseter kas hiperaktivitesinin, masseter kas bağlanma bölgelerinde kemik yoğunluğunu artırdığını ve Botulinum toksin-A enjeksiyonuyla kas aktivitesinin kısıtlandığını, böylece kemik yapısının değiştiğini ve FB'yi azalttığını bildirmişlerdir (190).

Cesur ve ark. yaptıkları bir çalışmada, fonksiyonel aparey tedavisi gören 45 sınıf II maloklüzyonlu hastanın panoramik radyogramlarını kullanılmıştır. Ayrıca, hiçbir ortodontik tedavi görmemiş 45 kontrol grubu hastasının panoramik radyogramlarını incelemişlerdir. Her iki grup için kondil, mandibular corpus ve mandibular angulus bölgelerinde FB değerleri analiz edilmiştir. FB analizi, tedavi grubunda kontrol grubuna kıyasla kondil ve mandibular corpus trabekülasyonunda önemli değişiklikler olduğunu göstermiştir. Fonksiyonel aparey tedavisinin, mandibular kemiklerin şeklini ve trabeküler yapısını değiştirerek iskeletsel yapının düzeltilmesine etki edebildiği bildirilmiştir (191)

Cantürk ve ark. primer hiperparatiroidizmlı (PHPT) hastaların panoramik radyogramları üzerinde FA yaptıkları bir çalışmada, PHPT hastalarının angulus bölgesinde seçilen ilgi alanlarının kontrol grubuna göre daha düşük FB'ye sahip olduğunu, sağ ve sol premolar ve molar dişlerin apeksleri arasındaki ölçümlerde FB değerlerinde anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir (192).

Türkmenoğlu ve ark. Romatoid artritli (RA) hastaların panoramik radyogramlarında yaptıkları FA çalışmasında, RA çalışma grubu hastaları T-skorlarına göre 3 kategoriye (33 normal, 33 osteopenik ve 34 osteoporotik) ayırmışlardır. RA hastalarının kondil bölgelerinin kontrol grubundaki hastalara göre FB değerleri anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. FB ile femur boyun veya lomber omurga T skorları arasında anlamlı bir korelasyon görülmemiştir (193).

Wijanarko ve ark. yaptıkları bir çalışmada, mandibular kondil bölgesinin bir tarafında subkondral kisti bulunan hastalar hem çalışma hem de kontrol grubunu oluşturmuştur. Subkondral kistleri olan tarafta sağlıklı tarafa göre FB değerleri daha düşük ölçülmüştür. Fraktal analiz, klinisyenlere panoramik radyogramlarda osteoartritin erken bir işareti olarak subkondral kistin durumu hakkında ek bilgi sağlayabileceği bildirilmiştir (194).

Hayek ve ark. yaptığı bir çalışmada, implant yapılması planlanan maksiller ve mandibular bölgelerden periapikal film üzerinden FB değerlendirmesi yapmışlardır. Aynı zamanda implant yapılması planlanan bölgelerden cerrahi olarak alınan kemik dokularının histolojik analizleri de yapılmıştır. Elde edilen FA ve histolojik analizler karşılaştırılmıştır. FB değerleri ile kemik örneklerinin yoğunlukları arasında bir korelasyon görülmüştür. İmplant yapılması planlanan bölgelerdeki kemik yoğunluğunu tahmin etmek için preoperatif intraoral radyogramların yararlı, invaziv olmayan bir araç olabileceğini bildirmişlerdir (195).

Köse ve ark. 643 hasta ile yaptığı çalışmada ortodontik tedavi öncesi ve sonrası panoramik radyogramlar FA ile değerlendirilmiştir. Mandibular mental bölgedeki fraktal boyutlar ile total ortodontik tedavi süresi arasında negatif korelasyon olduğu gözlenmiştir (196).

Temur ve ark. romatizmal kalp hastalığı olan çocuklar üstüne yaptıkları FA çalışmasında, romatizmal kalp hastalığı olan hastaların kondil bölgesinde tek taraflı ve gonial bölgesinde bilateral olarak kemik metabolizmasının etkilendiğini bildirmişlerdir (197).

Ertuğrul ve ark. yaptıkları bir çalışmada, şeffaf plaklar ve geleneksel braketlerle tedavi gören hastaların ortodontik tedavi görmüş bireylerde tedaviden önceki (T1) ile takiben (T0) mandibular kondil kemik yoğunluğunu FA yöntemi kullanarak kıyaslamıştır. Şeffaf plaklar kullanılarak yapılan ortodontik tedavide mandibular kondil kemik yoğunluğu tedaviyi takiben azaltılmıştır. Geleneksel braketlerle ortodontik tedavi görmüş bireylerde, tedaviden önceki (T1)

ile karşılaştırıldığında tedaviyi takiben (T0) mandibular kondil kemik yoğunluğu artmıştır. Diğer tedavi grubuna göre mandibular kondil kemik yoğunluğu değişiminin istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur (198).

Öztürk ve ark. yaptığı bir çalışmada, kemik partiküllerini dışarı çıkarma şeklinde çalışan konvansiyonel implant osteotomisi ile kemik partiküllerini sıkıştırma şeklinde çalışan osseodensifikasyon yöntemini FA yaparak kıyaslamışlardır. Çalışmada konvansansiyonel gruba göre osseodensifikasyon frezlerinin implant çevresindeki kemik yoğunlaştırma etkisi, lateral ve apikal yönlerde daha yüksek bulunduğu ve osseodensifikasyon osteotomi grubunun, konvansiyonel implant osteotomisi grubuna göre FA değerlerinin istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bildirilmiştir (199).

Birçok çalışmada da görüldüğü üzere kemiksel değişiklikler FA yöntemiyle değerlendirilebilir. Biz de çalışmamızda kemiksel değişiklikleri değerlendirmek için FA yöntemini kullandık.

FA metodunda, kutu sayma (box-counting) yöntemi trabeküler kemiği değerlendirmek için en sık tercih edilen yöntem olmakla birlikte (200), trabeküler kemikteki boşluklar ve trabekülasyonlar sayılarak yüksek ölçüm alanlarında daha kompleks ve dens yapıdan söz edilebilir(201). Çalışmamızda, “<https://imagej.nih.gov>” internet adresinden edinilebilen ImageJ programıyla White and Rudoph’un tanımladığı kutu sayma metodu baz alınarak sırayla, görüntüleri gaussian blur filtresiyle bulanıklaştırma, elde edilen bulanık görüntünün orijinal görüntüden çıkarılması, 128 gri değer eklemesi, binary , erode, dilate ve skeletonize aşamaları gerçekleştirildi (121). Tüm ölçümler sadece bir Ağız Diş ve Çene Radyoloji Uzmanı tarafınca gerçekleştirilmiştir.

Trabeküler kemiğin yapısı seçilen anatomik yere göre değişir (202). Geraets ve ark. yaptığı çalışmada ROI konumunun belirli bir şeklinin gerekli olmayacağı savunulmuştur (203). Aksine birçok çalışmada FB’nin ROI’nin konumlandırıldığı şekil, yer ve boyuttan etkilendiği bildirilmiştir (204–206). ROI konumunun FB değerine etkisi literatürde net değildir. Parkinson ve Fazzalari’nin çalışmasında trabeküler kemiğin 0.025 mm ve 4.25 mm alt ve üst sınırlarda etkin bir fraktal yapı gösterdiğini bildirmişleridir (207). Literatürdeki bilgiler ışığında çalışmamızda ROI boyutlarını 45x45 piksel olarak belirledik.

Çalışmamızda kullanılan tüm panoramik radyogramlar aynı röntgen cihazı ile çekilmiştir. Amuk ve ark. yaptıkları bir çalışmada, görüntü formatının FB değerlerini önemli ölçüde etkilediğini belirtmiştir; TIFF formatının en yüksek, JPEG formatının ise en düşük FB ortalamalarını verdiğini bildirilmiştir. Periapikal ve panoramik radyogramlarda kVp ve mA ayarlarının değişimi FB değerlerini anlamlı şekilde etkilememektedir. Ancak KIBT

görüntülerinin üç boyutlu doğası nedeniyle FA'nın bu görüntüler için ideal olmayabileceği bildirilmiştir (208). Yaşar ve ark. yaptığı başka bir çalışmada TIFF formatındaki radyogramlar üzerinde çalışıldığında FA ölçümlerinin JPEG ölçümlerine göre daha güvenilir olduğu ve JPEG formatındaki radyogramlar üzerinde çalışıldığında daha fazla detay kaybının meydana geldiği bildirilmiştir. Bu bilgilere dayanarak çalışmamızda TIFF formatında kaydedilmiş görüntüler kullanarak FA ölçümlerini gerçekleştirdik (209).

Karadağ ve ark. yaptıkları bir çalışmada, 14 hastadan alınan dijital panoramik radyogramlarla mandibular premolar veya molar bölgesine yerleştirilen toplam 30 implant değerlendirilmiştir. Başlangıç ve 3. ay radyogramları analiz edilmiştir. FB değerlerinin 3. ay ölçümlerinde mesial, distal ve apikal bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı gözlenmiştir. İmplantların yerleştirildikleri bölgede kemik trabekülasyonunu iyileştirici bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (210).

Soylu ve ark. 39 hasta üzerinde yaptıkları bir çalışmada, hastaların implant cerrahisi öncesi (t0), cerrahiden sonraki bir hafta içinde (t1) ve sırasıyla 1 (t2) ve 2 (t3) ay sonrasında çekilen panoramik radyogramlar üzerinden FA yapmışlardır. Cerrahiden sonraki ilk haftada bir azalma olduğunu bu süreden sonra kademeli olarak artmış ancak t0'da gözlenen FB değerlerini aşmadığını belirtmişlerdir. FA'nın dental implantların osseointegrasyonunu öngörmek için umut verici ve invaziv olmayan bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (211).

Sansare ve ark. yaptıkları bir çalışmada, dental implant cerrahisi öncesi ve sonrasında alınan ortopanoramik radyogramların üzerinde FA yapmışlardır. İmplant cerrahisi sonrasında FB değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. FB artışının, dental implantın osseointegrasyonunun başarılı bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir (101).

Güleç ve ark. yaptığı yaş, cinsiyet ve ilgi alanlarının seçiminin kıyaslandığı bir çalışmada seçilen alanın sağ veya sol olmasının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir (212). Çalışmamız da bu çalışmayı destekler nitelikte olup incelenen sağ ve sol taraflar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Fonksiyonel yükleri karşıyabilmek amacıyla trabeküler kemik yapısında bazı değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Mekanik olarak yüksek stres, yaşlanma, osteoklastik aktivitenin artışı gibi durumlar trabeküler kemik kaybına yol açabilmektedir. Mekanik kuvvetlerin artmasıyla birlikte, trabeküler kemik bu kuvvetleri absorbe etmekte ve iç yapısının karmaşıklığında bir artış ya da azalma görülebilmektedir (9).

Yaşar ve ark. dişsiz ve dişli bölgelerde çiğnemeyle meydana gelen oklüzal kuvvetlerin trabeküler kemikte meydana getirdiği değişiklikleri fraktal analiz yöntemiyle değerlendirdikleri

bir çalışma yapmışlardır. Dişli bölgelerin daha düşük FB değerlerine dişsiz bölgelerin ise daha kompleks trabeküler yapıya sahip olduğunu rapor etmişlerdir (213).

Pornprasertsuk ve ark. fareler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, yük taşımayan kemik dokularının FB değerlerinin kontrol grubundaki yük taşıyan farelere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (214).

Çalışmamızda artan ısırma kuvvetlerine bağlı kemik karmaşıklığının ve FB değerinin arttığını bulduk. Bu çalışmaların bulguları çalışmamız ile örtüşmemektedir.

Kurşun ve Akan'ın yaptığı FA çalışmasında total dişsiz veya parsiyel dişsizliğe sahip olup tam veya hareketli protez kullanmakta olan hastalarda zamana bağlı olarak kondilde meydana gelen trabeküler kemik yoğunluğunun azaldığı, sabit protez kullanan veya doğal dentisyona sahip hastalarda ise zamana bağlı bir değişim gözlenmediği bildirilmiştir (215).

Magat ve ark. yaptığı bir çalışmada tek taraflı sabit protez kullanan dişli hastaların sabit protezin olduğu taraf kondili ile dişli taraf kondil bölgelerinde FB yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (216).

Wagle ve ark. yaptığı bir çalışmada farelerin maksiller molar dişlerinin kök uçlarına mekanik yükleme yapılmıştır. Mekanik yükleme sonrası maksiller molar dişlerin kök uçlarında FB değerlerinde artış meydana geldiği görülmüştür (217). Çalışmamızda hastaların protez türü değişimine bağlı olarak çiğneme kuvvetleri artacağından Wagle'nin çalışmasıyla uyumlu bulgular elde edilmiştir.

Çoşgunarslan ve ark. total dişsiz hastaların kondilde meydana gelen trabeküler kemik yoğunluğu değişimlerini değerlendirdikleri bir çalışmada, KIBT görüntüleri üzerinden FA yapmışlardır. Total dişsiz hastaların FB değerlerinin doğal dişli bireylere göre anlamlı derecede düşük değerlerde olduğunu bildirmişlerdir (218).

Kiliaridis ark. sıçanlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada düşük okluzal kuvvet sonrası mandibular kondil bölgesinde atrofik değişikliklerin gözlemlendiği bildirmişlerdir (219).

Bu bilgiler neticesinde, kuvvet uygulanan kemiksel yapıların adaptasyon göstererek hipertrofiye uğradığı veya kemik dokusunun yetersiz yük altında atrofik değişiklikler gösterdiği görülmektedir. Çalışmamızdaki hastalarda değişen protez tipi nedeniyle mandibula üzerine gelen kuvvetler artmıştır. Artan kuvvetle beraber kemik adaptasyon mekanizmasıyla kemik karmaşıklığının artışı FA yöntemiyle gösterildiğinden, bulgularımız bu çalışmalar ile korelasyon göstermektedir.

Literatürde tam dişsiz hastaların veya parsiyel dişsiz hastaların değişen protez türlerine bağlı çene kemiklerindeki değişimlerini değerlendiren çalışma mevcut değildir. Bu anlamda çalışmamız bir ilk oluşturmaktadır. Çalışmamızda mandibulada trabeküler kemiği kapsayan üç

adet ROI belirlendi. Her bölgeden 45x45 pixel boyutunda alanlar belirlenerek bilateral ölçümler yapıldı. Çalışma grubu olarak hastaların iki implant destekli overdenture protetik tedavisi sonrasındaki panoramik radyogramları kullanıldı. Kontrol grubu olarak ise aynı hastaların iki implant destekli overdenture protetik tedavisi öncesindeki geleneksel total protez kullandıkları tam dişsiz panoramik radyogramları kullanıldı. Grup içi ve gruplar arası istatistiksel değerlendirmeler yapıldı. Trabeküler kemik üzerinden seçilen ROI-1, ROI-2 ve ROI-3 ölçümlerinin grup içi karşılaştırılması incelendiğinde ilk ve son ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Geleneksel tam protezden implant destekli overdenture protez kullanımına geçen hastaların artan çiğneme kuvvetleriyle beraber alt çeneye gelen yük artmıştır bunun sonucunda mandibular trabeküler kemikte karmaşıklık artışı olmuştur.

Bu çalışmanın limitasyonları, çalışmadaki hasta sayısı kısıtlılığıdır. Daha ayrıntılı inceleme için daha uzun dönemli takip yapılması, örneklem sayısının arttırılması ve farklı protez türlerinin kıyaslamansı gerekmektedir. Çalışmamızın sonuçları, bu konuda yapılacak gelecekteki araştırmalar için yol gösterici olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fraktal analiz yöntemi ile sağ ve sol mandibular kondil (ROI-1), angulus (ROI-2) ve mental foramenin anterioru (ROI-3) bölgelerindeki trabeküler kemikte meydana gelen değişiklikleri saptadık.

Bu çalışmanın limitleri dahilinde aşağıdaki sonuçlara varılabilir;

1. ROI-1, ROI-2 ve ROI-3 FB ölçümleri çalışma grubu değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.
2. Gruplar arası bağımsız karşılaştırmalarda; ROI-1, ROI-2 ve ROI-3 FB kontrol ölçümünde gruplar (sağ ve sol) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. ROI-1, ROI-2 ve ROI-3 FB çalışma grubu ölçümünde sağ ve sol arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır.
3. Geleneksel total protez kullan hastaların iki implant destekli overdenture protetik tedavisi sonrasında mandibuladaki trabeküler kemiksel değişiminin fraktal boyut ölçümlerinde istatistiksel olarak farklı olması sebebiyle sıfır hipotezi desteklenmemiştir.
4. FA, literatürde standardize edilmemiş dental radyografilerde kemiğin trabeküler mikro yapısını değerlendirmek için yararlı bir yöntem olarak önerilmiştir. Klinik ortamında, protetik tedavilerin kemik üzerindeki değişimlerini değerlendirmek için invaziv olmayan bir yöntem olarak avantaj sağlayabilir.

KAYNAKLAR

1. Boucher CO. Complete denture prosthodontics—the state of the art. *J Prosthet Dent*. 1975;34(4):372–83.
2. Carlsson GE, Omar R. The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. *J Oral Rehabil*. 2010;37(2):143–56.
3. Misch CE. Dental implant prosthetics (ed.). St louis, Missouri. 2005;63146.
4. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S, et al. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. Montreal, Quebec, May 24-25, 2002. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002;17(4):601–2.
5. Van Der Bilt A, Van Kampen FMC, Cune MS. Masticatory function with mandibular implant-supported overdentures fitted with different attachment types. *Eur J Oral Sci*. 2006;114(3):191–6.
6. Kalender O. Çocuk kırıklarında yeniden şekillenmenin önemi. *TOTBİD*; 2008.
7. Abdulhameed EA, Al-Rawi NH, Uthman AT, Samsudin AR. Bone Texture Fractal Dimension Analysis of Ultrasound-Treated Bone around Implant Site: A Double-Blind Clinical Trial. *Int J Dent*. 2018;2018(1):2672659.
8. Pothuau L, Benhamou CL, Porion P, Lespessailles E, Harba R, Levitz P. Fractal dimension of trabecular bone projection texture is related to three-dimensional microarchitecture. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2000;15(4):691–9.
9. Jolley L, Majumdar S, Kapila S. Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofac Radiology*. 2006;35(6):393–7.
10. Dr. Fazzalari NL, Parkinson IH. Fractal properties of subchondral cancellous bone in severe osteoarthritis of the hip. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1997;12(4):632–40.
11. Palacci P, Ericsson I. Esthetic implant dentistry: soft and hard tissue management. (No Title). 2001;
12. Bancroft JD, Gamble M. Theory and practice of histological techniques. Elsevier health sciences; 2008.
13. Misch CE. Dental implant prosthetics 2nd ed. St Louis: Elsevier Mosby. 2015;18.
14. Sánchez-Labrador L, Molinero-Mourelle P, Pérez-González F, Saez-Alcaide LM, Brinkmann JCB, Martínez JLQ, et al. Clinical performance of alveolar ridge augmentation with xenogeneic bone block grafts versus autogenous bone block grafts. A systematic review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021;122(3):293–302.
15. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2003;23(4).
16. Panchbhai AS. Quantitative estimation of vertical heights of maxillary and mandibular jawbones in elderly dentate and edentulous subjects. *Special Care in Dentistry*. 2013;33(2):62–9.
17. Cawood JJ, Howell R. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988;17(4):232–6.
18. Brånemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. (No Title). 1985;
19. Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading. *Int J Oral Implantol*. 1990;6(2):23–31.
20. Revell PA, Revell PA. Normal bone. *Pathology of bone*. 1986;1–34.

21. Nyman JS, Roy A, Shen X, Acuna RL, Tyler JH, Wang X. The influence of water removal on the strength and toughness of cortical bone. *J Biomech.* 2006;39(5):931–8.
22. Turner CH. Three rules for bone adaptation to mechanical stimuli. *Bone.* 1998;23(5):399–407.
23. Duncan RL, Turner CH. Mechanotransduction and the functional response of bone to mechanical strain. *Calcif Tissue Int.* 1995;57:344–58.
24. Tanne K, Nagataki T, Matsubara S, Kato J, Terada Y, Sibaguchi T, et al. Association between mechanical stress and bone remodeling. *J Osaka Univ Dent Sch.* 1990;30:64–71.
25. Frost HM. A 2003 update of bone physiology and Wolff's Law for clinicians. *Angle Orthod.* 2004;74(1):3–15.
26. Fung Y cheng. *Biomechanics: mechanical properties of living tissues.* Springer Science & Business Media; 2013.
27. Stanford CM, Brand RA. Toward an understanding of implant occlusion and strain adaptive bone modeling and remodeling. *J Prosthet Dent.* 1999;81(5):553–61.
28. Frost HM. Perspectives: bone's mechanical usage windows. *Bone Miner.* 1992;19(3):257–71.
29. Calbet JAL, Moysi JS, Dorado C, Rodriguez LP. Bone mineral content and density in professional tennis players. *Calcif Tissue Int.* 1998;62:491–6.
30. Morey ER, Baylink DJ. Inhibition of bone formation during space flight. *Science* (1979). 1978;201(4361):1138–41.
31. Lang T, LeBlanc A, Evans H, Lu Y, Genant H, Yu A. Cortical and trabecular bone mineral loss from the spine and hip in long-duration spaceflight. *Journal of bone and mineral research.* 2004;19(6):1006–12.
32. Yang H, Embry RE, Main RP. Effects of loading duration and short rest insertion on cancellous and cortical bone adaptation in the mouse tibia. *PLoS One.* 2017;12(1):e0169519.
33. van der Meulen MCH, Morgan TG, Yang X, Baldini TH, Myers ER, Wright TM, et al. Cancellous bone adaptation to in vivo loading in a rabbit model. *Bone.* 2006;38(6):871–7.
34. Cunha-Cruz J, Hujoel PP, Nadanovsky P. Secular trends in socio-economic disparities in edentulism: USA, 1972–2001. *J Dent Res.* 2007;86(2):131–6.
35. McGarry TJ, Nimmo A, Skiba JF, Ahlstrom RH, Smith CR, Koumjian JH. Classification system for complete edentulism. *Journal of Prosthodontics.* 1999;8(1):27–39.
36. Gupta A, Felton DA, Jemt T, Koka S. Rehabilitation of edentulism and mortality: a systematic review. *Journal of Prosthodontics.* 2019;28(5):526–35.
37. Walls AWG, Steele JG. The relationship between oral health and nutrition in older people. *Mech Ageing Dev.* 2004;125(12):853–7.
38. Doğan BG, Gökalp S. Tooth loss and edentulism in the Turkish elderly. *Arch Gerontol Geriatr.* 2012;54(2):e162–6.
39. Prosthodontics A of. *The glossary of prosthodontic terms.* Mosby; 1999.
40. Çalikkocalıoğlu S. *Tam protezler Cilt 1. 3. baskı.* İstanbul: Teknoğrafik Matbaacılık. 1998;45.
41. Geçkili O, Bural C, Bilmenoğlu Ç. *İmplant destekli tam protezlerde kullanılan tutucu sistemler.* 2010;
42. Feine JS, Carlsson GE. *Implant overdentures: the standard of care for edentulous patients.* (No Title). 2003;
43. Chee W, Jivraj S. Treatment planning of the edentulous mandible. *Br Dent J.* 2006;201(6):337–47.

44. Stoumpis C, Kohal R. To splint or not to splint oral implants in the implant-supported overdenture therapy? A systematic literature review. *J Oral Rehabil.* 2011;38(11):857–69.
45. Tunçdemir A, Özcan E. İmplant destekli sabit ve hareketli protetik restorasyonlar. *The Medical Journal of Mustafa Kemal University.* 2011;2(6).
46. D. Mericske-Stern R, Taylor TD, Belser U. Management of the edentulous patient. *Clinical Oral Implants Research: Chapter 7.* 2000;11:108–25.
47. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J, Cockerill JJ. *Contemporary fixed prosthodontics.* St. Louis. Mosby, Inc. 2001;2001:380–416.
48. Fredrickson EJ, Stevens PJ, Gress ML. *Implant prosthodontics: clinical and laboratory procedures.* (No Title). 1994;
49. Van Waas MAJ. The influence of clinical variables on patients' satisfaction with complete dentures. *J Prosthet Dent.* 1990;63(3):307–10.
50. Turkyilmaz I, Company AM, McGlumphy EA. Should edentulous patients be constrained to removable complete dentures? The use of dental implants to improve the quality of life for edentulous patients. *Gerodontology.* 2010;27(1):3–10.
51. Ulusoy M, Aydın K. *Diş Hekimliğinde Hareketli Bölümlü Protezler Cilt 1-2, 3. Baskı,* Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Yayınları, Ankara. 2010;
52. Lee JH, Frias V, Lee KW, Wright RF. Effect of implant size and shape on implant success rates: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2005;94(4):377–81.
53. Misch CE. Rationale for dental implants. *Dental implant prosthetics.* 2014;2:1–25.
54. Albrektsson T, Wennerberg A. The impact of oral implants-past and future, 1966-2042. *J Can Dent Assoc.* 2005;71(5):327.
55. Hürmüzlü MK, Mollaoğlu N. Dental İmplant Çeşitleri ve Biyomateryaller. *ADO Klinik Bilimler Dergisi.* 2023;12(1):142–9.
56. Spiekermann H. *Color atlas of dental medicine. Implantology.* 1995;305–16.
57. Worthington P, Lang BR, Rubenstein JE. *Osseointegration in dentistry: an overview.* (No Title). 2003;
58. Mangano C, Bianchi A, Mangano FG, Dana J, Colombo M, Solop I, et al. Custom-made 3D printed subperiosteal titanium implants for the prosthetic restoration of the atrophic posterior mandible of elderly patients: a case series. *3D Print Med.* 2020;6:1–14.
59. Garefis PN. Complete mandibular subperiosteal implants for edentulous mandibles. *J Prosthet Dent.* 1978;39(6):670–7.
60. Misch CE. *Contemporary implant dentistry 2nd edition.* Mosby Co. 1999;
61. Rosenstiel SF, Land M, Fujimoto J. Implant-supported fixed prostheses. *Contemporary fixed prosthodontics.* 2015;3:313–53.
62. Garg AK. The Historical Development of Dental Implants. *Implant Dent.* 2010;1–13.
63. Evasic RW. Intramucosal implants: A review of concepts and techniques—Single inserts and tandem denserts. *J Prosthet Dent.* 1983;49(5):695–701.
64. Misch CE. Generic root form components terminology. *Contemporary implant dentistry.* 2014;3:26–38.
65. Tunalı B. Multi-disipliner bir yaklaşımla oral implantoloji. *Nobel Tıp Kitabevleri;* 2000.
66. Misch CE. *Contemporary implant dentistry-E-Book.* Elsevier Health Sciences; 2007.
67. Bodine RL, Yanase RT, Bodine A. Forty years of experience with subperiosteal implant dentures in 41 edentulous patients. *J Prosthet Dent.* 1996;75(1):33–44.
68. Rachmiel A, Aizenbud D, Eleftheriou S, Peled M, Laufer D. Extraoral vs. intraoral distraction osteogenesis in the treatment of hemifacial microsomia. *Ann Plast Surg.* 2000;45(4):386–94.

69. Siegele D, Soltesz U. Numerical investigations of the influence of implant shape on stress distribution in the jaw bone. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1989;4(4).
70. Linkow LI, Winkler S, Shulman M, Dal Carlo L, Pasqualini ME, Rossi F, et al. A new look at the blade implant. *Journal of Oral Implantology*. 2016;42(4):373–80.
71. English C. An overview of implant hardware. *J Am Dent Assoc*. 1990;121(3):360–4.
72. Rachmiel A, Potparic Z, Jackson IT, Sugihara T, Clayman L, Topf JS, et al. Midface advancement by gradual distraction. *Br J Plast Surg*. 1993;46(3):201–7.
73. Phillips RW, Anusavice KJ, Shen C, Rawls H. Phillips' science of dental materials. Elsevier/Saunders; 2013.
74. Lubar RL, Katin RA. Implant systems incorporating the hollow-basket concept. *J Am Dent Assoc*. 1990;121(3):384–8.
75. Branemark R, Branemark PI, Rydevik B, Myers RR. Osseointegration in skeletal reconstruction and rehabilitation: a review. *J Rehabil Res Dev*. 2001;38(2):175–82.
76. Buser D, Mericske-Stern R, Dula K, Lang NP. Clinical experience with one-stage, non-submerged dental implants. *Adv Dent Res*. 1999;13(1):153–61.
77. Niznick GA. Achieving osseointegration in soft bone: The search for improved results. *Oral Health*. 2000;90:27–32.
78. Mavrogenis AF, Dimitriou R, Parvizi J, Babis GC. Biology of implant osseointegration. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2009;9(2):61–71.
79. Park NI, Kerr M. Terminology in implant dentistry. *Contemporary Implant Dentistry* 4th ed St Louis: Mosby. 2020;20–47.
80. Hupp JR, Tucker MR, Ellis E. *Contemporary Oral and Maxillofacial Surgery-E-Book: Contemporary Oral and Maxillofacial Surgery-E-Book*. Elsevier health sciences; 2013.
81. Scherer MD, McGlumphy EA, Seghi RR, Campagni W V. Comparison of retention and stability of two implant-retained overdentures based on implant location. *J Prosthet Dent*. 2014;112(3):515–21.
82. Elsyad MA, Khirallah AS. Circumferential bone loss around splinted and nonsplinted immediately loaded implants retaining mandibular overdentures: A randomized controlled clinical trial using cone beam computed tomography. *J Prosthet Dent*. 2016;116(5):741–8.
83. Seo YH, Bae EB, Kim JW, Lee SH, Yun MJ, Jeong CM, et al. Clinical evaluation of mandibular implant overdentures via Locator implant attachment and Locator bar attachment. *J Adv Prosthodont*. 2016;8(4):313.
84. Pellizzer EP, Goiato MC, de Faria Almeida DA, Falcon-Antenucci RM, Lemos CAA, de Souza Batista VE, et al. Removable partial denture after gunshot injury: five year follow-up. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2017;28(4):e381–3.
85. Cakarar S, Can T, Yaltirik M, Keskin C. Complications associated with the ball, bar and Locator attachments for implant-supported overdentures. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011;16(7):e953-9.
86. Misch CE, Judy K. Mandibular implant overdentures design and fabrication. *Dental Implant Prosthetics* St Louis: Mosby. 2005;228–51.
87. Shafie H. Principles of attachment selection. *Clinical and Laboratory Manual of Implant Overdentures*, 1st ed; Blackwell Publishing Inc: Oxford, UK. 2007;31–6.
88. Misch 2nd CE. *Dental Implant Prosthetics*, 2nd. St Louis, MO, USA: Mosby Elsevier. 2014;
89. Lee CK, Agar JR. Surgical and prosthetic planning for a two-implant-retained mandibular overdenture: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2006;95(2):102–5.

90. Geckili O, Bilhan H, Bilgin T. Locator Attachments as an Alternative to Ball Attachments in 2-Implant Retained Mandibular Overdentures. *J Can Dent Assoc (Tor)*. 2007;73(8).
91. Leles CR, Leles JLR, Souza C de P, Martins RR, Mendonça EF. Implant-supported obturator overdenture for extensive maxillary resection patient: a clinical report. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*. 2010;19(3):240–4.
92. Tokuhisa M, Matsushita Y, Koyano K. In Vitro Study of a Mandibular Implant Overdenture Retained with Ball, Magnet, or Bar Attachments: Comparison of Load Transfer and Denture Stability. *International Journal of Prosthodontics*. 2003;16(2).
93. Naert I, Alsaadi G, Quirynen M. Prosthetic aspects and patient satisfaction with two-implant-retained mandibular overdentures: a 10-year randomized clinical study. *International Journal of Prosthodontics*. 2004;17(4).
94. Langer Y, Langer A. Tooth-supported telescopic prostheses in compromised dentitions: A clinical report. *Journal of prosthetic dentistry*. 2000;84(2):129–32.
95. Preiskel HW, Tsolka P. Telescopic prostheses for implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 1998;13(3).
96. Porter Jr JA, Petropoulos VC, Brunski JB. Comparison of Load Distribution for Implant Overdenture Attachments. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2002;17(5).
97. Winkler S, Piermatti J, Rothman A, Siamos G. An overview of the O-ring implant overdenture attachment: clinical reports. *Journal of Oral Implantology*. 2002;28(2):82–6.
98. Yang T, Maeda Y, Gonda T, Kotecha S. Attachment systems for implant overdenture: influence of implant inclination on retentive and lateral forces. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(11):1315–9.
99. Aguilar ML, Elias A, Vizcarrondo CET, Psoter WJ. Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. *J Prosthet Dent*. 2010;103(4):202–9.
100. Petropoulos VC, Mante FK. Comparison of retention and strain energies of stud attachments for implant overdentures. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*. 2011;20(4):286–93.
101. Sansare K, Singh D, Karjodkar F. Changes in the fractal dimension on pre-and post-implant panoramic radiographs. *Oral Radiol*. 2012;28:15–23.
102. Lopes R, Betrouni N. Fractal and multifractal analysis: a review. *Med Image Anal*. 2009;13(4):634–49.
103. Sparrow C. *The Fractal Geometry of Nature*. JSTOR; 1984.
104. Geraets WG, Van Der Stelt PF. Fractal properties of bone. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2000;29(3):144–53.
105. Mandelbrot B. How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. *Science* (1979). 1967;156(3775):636–8.
106. Landini G. Fractals in microscopy. *J Microsc*. 2011;241(1):1–8.
107. Gülderen D. Fraktal geometri'nin plastik sanatlarda kullanımı. Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Resim Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 2017;1–119.
108. Sánchez I, Uzcátegui G. Fractals in dentistry. *J Dent*. 2011;39(4):273–92.
109. Güleç M, Taşşöker M, Şener S. Tıpta ve diş hekimliğinde fraktal analiz. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2019;40(1):17–31.
110. Smith Jr TG, Lange GD, Marks WB. Fractal methods and results in cellular morphology—dimensions, lacunarity and multifractals. *J Neurosci Methods*. 1996;69(2):123–36.

111. Flook AG. The use of dilation logic on the quantimet to achieve fractal dimension characterisation of textured and structured profiles. *Powder Technol.* 1978;21(2):295–8.
112. Kato CNAO, Barra SG, Tavares NPK, Amaral TMP, Brasileiro CB, Mesquita RA, et al. Use of fractal analysis in dental images: a systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2020;49(2):20180457.
113. Demirbaş AK, Ergün S, Güneri P, Aktener BO, Boyacıoğlu H. Mandibular bone changes in sickle cell anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2008;106(1):e41–8.
114. Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Fractal dimension on dental radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2001;30(5):270–5.
115. Southard TE, Southard KA, Jakobsen JR, Hillis SL, Najim CA. Fractal dimension in radiographic analysis of alveolar process bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 1996;82(5):569–76.
116. Smith TG, Lange GD. Biological cellular morphometry-fractal dimensions, lacunarity and multifractals. *Fractals in biology and medicine.* 1998;30–49.
117. Lopes R, Betrouni N. Fractal and multifractal analysis: a review. *Med Image Anal.* 2009;13(4):634–49.
118. Gumussoy I, Miloglu O, Cankaya E, Bayrakdar IS. Fractal properties of the trabecular pattern of the mandible in chronic renal failure. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2016;45(5):20150389.
119. Demiralp KÖ, Kurşun-Çakmak EŞ, Bayrak S, Akbulut N, Atakan C, Orhan K. Trabecular structure designation using fractal analysis technique on panoramic radiographs of patients with bisphosphonate intake: a preliminary study. *Oral Radiol.* 2019;35:23–8.
120. Bollen AM, Taguchi A, Hujoel PP, Hollender LG. Case-control study on self-reported osteoporotic fractures and mandibular cortical bone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2000;90(4):518–24.
121. White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 1999;88(5):628–35.
122. Tapanainen JM, Thomsen PEB, Køber L, Torp-Pedersen C, Mäkitallio TH, Still AM, et al. Fractal analysis of heart rate variability and mortality after an acute myocardial infarction. *Am J Cardiol.* 2002;90(4):347–52.
123. Cheung N, Donaghue KC, Liew G, Rogers SL, Wang JJ, Lim SW, et al. Quantitative assessment of early diabetic retinopathy using fractal analysis. *Diabetes Care.* 2009;32(1):106–10.
124. Cross SS. Fractals in pathology. *The Journal of Pathology: A Journal of the Pathological Society of Great Britain and Ireland.* 1997;182(1):1–8.
125. Heymans O, Fissette J, Vico P, Blacher S, Masset D, Brouers F. Is fractal geometry useful in medicine and biomedical sciences? *Med Hypotheses.* 2000;54(3):360–6.
126. Huang CC, Chen JC, Chang YC, Jeng JH, Chen CM. A fractal dimensional approach to successful evaluation of apical healing. *Int Endod J.* 2013;46(6):523–9.
127. Shrout MK, Roberson B, Potter BJ, Mailhot JM, Hildebolt CF. A comparison of 2 patient populations using fractal analysis. *J Periodontol.* 1998;69(1):9–13.
128. Heo MS, Park KS, Lee SS, Choi SC, Koak JY, Heo SJ, et al. Fractal analysis of mandibular bony healing after orthognathic surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2002;94(6):763–7.

129. Wilding RJC, Slabbert JCG, Kathree H, Owen CP, Crombie K, Delport P. The use of fractal analysis to reveal remodelling in human alveolar bone following the placement of dental implants. *Arch Oral Biol.* 1995;40(1):61–72.
130. Margaritescu C, Raica M, Pirici D, Simionescu C, Mogoanta L, Stinga AC, et al. Podoplanin expression in tumor-free resection margins of oral squamous cell carcinomas: an immunohistochemical and fractal analysis study. *Histology and histopathology*, Vol 25, n° 6 (2010). 2010;
131. Iqbal J, Patil R, Khanna V, Tripathi A, Singh V, Munshi MAI, et al. Role of fractal analysis in detection of dysplasia in potentially malignant disorders. *J Family Med Prim Care.* 2020;9(5):2448–53.
132. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009;41(4):1149–60.
133. Cooper LF. The current and future treatment of edentulism. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry.* 2009;18(2):116–22.
134. Eklund SA, Burt BA. Risk factors for total tooth loss in the United States; longitudinal analysis of national data. *J Public Health Dent.* 1994;54(1):5–14.
135. Krogh HW. Permanent tooth mortality: A clinical study of causes of loss. *The Journal of the American Dental Association.* 1958;57(5):670–5.
136. Alaboudi AK, Aboalshamat KT, Mahfouz A, Alobodi A, Abualfaraj A. Reasons for teeth extraction in governmental hospitals in Madinah City, Saudi Arabia. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences.* 2016;15(7):1–5.
137. Chrysanthakopoulos NA. Istraživanje o razlozima ekstrakcije zuba kod odrasle populacije u Grčkoj. *Acta stomatologica Croatica: International journal of oral sciences and dental medicine.* 2011;45(2):110–9.
138. Hull PS, Worthington H V, Clerehugh V, Tsirba R, Davies RM, Clarkson JE. The reasons for tooth extractions in adults and their validation. *J Dent.* 1997;25(3–4):233–7.
139. Peltzer K, Hewlett S, Yawson AE, Moynihan P, Preet R, Wu F, et al. Prevalence of loss of all teeth (edentulism) and associated factors in older adults in China, Ghana, India, Mexico, Russia and South Africa. *Int J Environ Res Public Health.* 2014;11(11):11308–24.
140. Nations U. World population ageing report. *World Population Ageing.* 2015;
141. Thompson GW, Kreisel PSJ. The impact of the demographics of aging and the edentulous condition on dental care services. *J Prosthet Dent.* 1998;79(1):56–9.
142. Douglass CW, Shih A, Ostry L. Will there be a need for complete dentures in the United States in 2020? *J Prosthet Dent.* 2002;87(1):5–8.
143. Millar WJ, Locker D. Edentulism and denture use. *Health Rep.* 2005;17(1):55–8.
144. Müller F, Naharro M, Carlsson GE. What are the prevalence and incidence of tooth loss in the adult and elderly population in Europe? *Clin Oral Implants Res.* 2007;18:2–14.
145. Slade GD, Akinkugbe AA, Sanders AE. Projections of US edentulism prevalence following 5 decades of decline. *J Dent Res.* 2014;93(10):959–65.
146. Moreira R. Tooth-loss in adults and the elderly in Brazil: the influence of individual, contextual and geographical features [Ph. D. thesis]. SaoPaulo, Brazil: Fac Saude Publica, Univ Sao Paulo. 2009;
147. Escobar GAA, Cartagena FJR, de González WYE, de Rodríguez KAA, Pérez MB, Mesa F, et al. Edentulism and quality of life in the Salvadoran population: a cross-sectional study. 2024;

148. Österberg T, Carlsson GE, Sundh V. Trends and prognoses of dental status in the Swedish population: analysis based on interviews in 1975 to 1997 by Statistics Sweden. *Acta Odontol Scand*. 2000;58(4):177–82.
149. Pengpid S, Peltzer K. The prevalence of edentulism and their related factors in Indonesia, 2014/15. *BMC Oral Health*. 2018;18:1–9.
150. Peltzer K, Pengpid S. Social and health determinants of edentulism among older adults in India. *International Journal on Disability and Human Development*. 2022;21(2):113–8.
151. Mack F, Mundt T, Budtz-Jørgensen E, Mojon P, Schwahn C, Bernhardt O, et al. Prosthodontic status among old adults in Pomerania, related to income, education level, and general health (results of the Study of Health in Pomerania, SHIP). *International Journal of Prosthodontics*. 2003;16(3).
152. Eklund SA, Burt BA. Risk factors for total tooth loss in the United States; longitudinal analysis of national data. *J Public Health Dent*. 1994;54(1):5–14.
153. Shah VR, Shah DN, Parmar CH. Prosthetic status and prosthetic need among the patients attending various dental institutes of Ahmedabad and Gandhinagar district, Gujarat. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2012;12:161–7.
154. Tsitaishvili L, Margvelashvili V, Kalandadze M. Evaluation of edentulism, influence of socio-economic, behavioural factors and general health on prosthetic status of adult population of Georgia. In: 3rd EURASIAN MULTIDISCIPLINARY FORUM, EMF 2015 19-21 October, Tbilisi, Georgia. 2015. p. 233.
155. Al Hamdan E, Fahmy MM. Socioeconomic factors and complete edentulism for female patients at King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia. *Tanta Dental Journal*. 2014;11(3):169–73.
156. Khazaei S, Firouzei MS, Sadeghpour S, Jahangiri P, Savabi O, Keshteli AH, et al. Edentulism and tooth loss in Iran: SEPAHAN systematic review No. 6. *Int J Prev Med*. 2012;3(Suppl1):S42.
157. Müller F, Naharro M, Carlsson GE. What are the prevalence and incidence of tooth loss in the adult and elderly population in Europe? *Clin Oral Implants Res*. 2007;18:2–14.
158. Hessari H, Vehkalahti MM, Eghbal MJ, Samadzadeh H, Murtomaa HT. Oral health and treatment needs among 18-year-old Iranians. *Medical Principles and Practice*. 2008;17(4):302–7.
159. Egido Moreno S, Ayuso Montero R, Schemel Suárez M, Roca-Umbert JV, Izquierdo Gómez K, López López J. Evaluation of the quality of life and satisfaction in patients using complete dentures versus mandibular overdentures. Systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Dent Res*. 2021;7(2):231–41.
160. Geckili O, Bilhan H, Mumcu E, Dayan C, Yabul A, Tuncer N. Comparison of patient satisfaction, quality of life, and bite force between elderly edentulous patients wearing mandibular two implant-supported overdentures and conventional complete dentures after 4 years. *Special Care in Dentistry*. 2012;32(4):136–41.
161. Awad MA, Rashid F, Feine JS, Consortium OEST. The effect of mandibular 2-implant overdentures on oral health-related quality of life: an international multicentre study. *Clin Oral Implants Res*. 2014;25(1):46–51.
162. Ahmad R, Chen J, Abu-Hassan MI, Li Q, Swain M V. Investigation of mucosa-induced residual ridge resorption under implant-retained overdentures and complete dentures in the mandible. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2015;30(3).
163. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand*. 1977;35(6):297–303.

164. Miyaura K, Morita M, Matsuka Y, Yamashita A, Watanabe T. Rehabilitation of biting abilities in patients with different types of dental prostheses. *J Oral Rehabil.* 2000;27(12):1073–6.
165. Toman M, Toksavul S, Saraçoğlu A, Cura C, Hatipoğlu A. Masticatory performance and mandibular movement patterns of patients with natural dentitions, complete dentures, and implant-supported overdentures. *International Journal of Prosthodontics.* 2012;25(2).
166. Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, Van Der Bilt A, Van'T Hof MA, Witter DJ, Kalk W, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res.* 2000;79(7):1519–24.
167. Manzon L, Vozza I, Poli O. Bite force in elderly with full natural dentition and different rehabilitation prosthesis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1424.
168. Koç D, Dogan A, Bek B. Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. *Journal of Applied Oral Science.* 2011;19:274–9.
169. Regalo SCH, Santos CM, Vitti M, Regalo CA, de Vasconcelos PB, Mestriner Jr W, et al. Evaluation of molar and incisor bite force in indigenous compared with white population in Brazil. *Arch Oral Biol.* 2008;53(3):282–6.
170. Santos IG, de Faria FR, da Silva Campos MJ, de Barros BÁC, Rabelo GD, Devito KL. Fractal dimension, lacunarity, and cortical thickness in the mandible: Analyzing differences between healthy men and women with cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent.* 2023;53(2):153.
171. FROST HM. Dynamics of bone remodeling. *Bone biodynamics.* 1964;315–34.
172. Saeed SS, Ibraheem UM, Alnema MM. Quantitative analysis by pixel intensity and fractal dimensions for imaging diagnosis of periapical lesions. *Int J Enhanc Res Sci Technol Eng.* 2014;3(5):138–44.
173. Pothuau L, Lespessailles E, Harba R, Jennane R, Royant V, Eynard E, et al. Fractal analysis of trabecular bone texture on radiographs: discriminant value in postmenopausal osteoporosis. *Osteoporosis International.* 1998;8:618–26.
174. Güngör E, Yildirim D, Çevik R. Evaluation of osteoporosis in jaw bones using cone beam CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *J Oral Sci.* 2016;58(2):185–94.
175. Aktuna Belgin C, Serindere G. Evaluation of trabecular bone changes in patients with periodontitis using fractal analysis: A periapical radiography study. *J Periodontol.* 2020;91(7):933–7.
176. Updike SX, Nowzari H. Fractal analysis of dental radiographs to detect periodontitis-induced trabecular changes. *J Periodontal Res.* 2008;43(6):658–64.
177. Coşgunarslan A, Canger EM, Soydan Çabuk D, Kış HC. The evaluation of the mandibular bone structure changes related to lactation with fractal analysis. *Oral Radiol.* 2020;36:238–47.
178. Belgin CA, Serindere G, Hammudioglu ZE. Evaluation of bone change in smokers and ex-smokers using fractal analysis and lacunarity analysis. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 2024;36(4):444–8.
179. Basavarajappa S, Ramachandra VK, Kumar S. Fractal dimension and lacunarity analysis of mandibular bone on digital panoramic radiographs of tobacco users. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2021;15(2):140.
180. Ozturk G, Dogan S, Gumus H, Soylu E, Sezer AB, Yilmaz S. Consequences of Decompression Treatment With a Special-Made Appliance of Nonsyndromic Odontogenic Cysts in Children. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2022;80(7):1223–37.

181. Ruttimann UE, Webber RL, Hazelrig JB. Fractal dimension from radiographs of peridental alveolar bone: a possible diagnostic indicator of osteoporosis. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*. 1992;74(1):98–110.
182. Law AN, Bollen AM, Chen SK. Detecting osteoporosis using dental radiographs: a comparison of four methods. *The Journal of the American Dental Association*. 1996;127(12):1734–42.
183. Fazzalari NL, Parkinson IH. Fractal properties of cancellous bone of the iliac crest in vertebral crush fracture. *Bone*. 1998;23(1):53–7.
184. Southard TE, Southard KA, Krizan KE, Hillis SL, Haller JW, Keller J, et al. Mandibular bone density and fractal dimension in rabbits with induced osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2000;89(2):244–9.
185. Vijayalakshmi K, Krithika CL, Raghuram PH, Kannan A. Fractal analysis of trabecular bone pattern in the mandible as an indicator of osteoporosis in women-a clinical study. *Asian J Pharm Clin Res*. 2018;11(2):157–60.
186. Yaşar F. Osteoporotik kemik trabekül bulgularının radyografik, dijital analiz ve kemik mineral densite yöntemleriyle karşılaştırılması. 2002;
187. Tosoni GM, Lurie AG, Cowan AE, Bureson JA. Pixel intensity and fractal analyses: detecting osteoporosis in perimenopausal and postmenopausal women by using digital panoramic images. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2006;102(2):235–41.
188. Kussaba II, Felipe BC, Poluha RL, Iwaki Filho L, da Silva MC, Iwaki LCV. Fractal analysis of the mandibular ramus in class II and III patients undergoing orthognathic surgery: Retrospective study trough Cone-beam Computed Tomography. 2024;
189. Çoban G, Öztürk T, Bilge S, Canger EM, Demirbaş AE. Evaluation of trabecular changes following advancement genioplasty combined with or without bilateral sagittal split osteotomy by fractal analysis: a retrospective cohort study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):160.
190. Balkan EP, Paksoy CS, Bağış N. Fractal analysis of the effects on mandibular bone of botulinum toxin therapy of the masseter muscle in patients with bruxism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2024;137(1):83–8.
191. Cesur E, Bayrak S, Kursun-Çakmak EŞ, Arslan C, Köklü A, Orhan K. Evaluating the effects of functional orthodontic treatment on mandibular osseous structure using fractal dimension analysis of dental panoramic radiographs. *Angle Orthod*. 2020;90(6):783–93.
192. Canturk F, Miloglu O, Gumussoy I, Dayanan R. The investigation of Radiographic Findings of mandibles on panoramic radiographs of patients with primary hyperparathyroidism using Fractal Analysis. *Eurasian J Med*. 2021;53(3):185.
193. Türkmenoğlu A, Yüksel HT, Karahan AY. Evaluation of mandibular condyle trabecular structure in patients with rheumatoid arthritis using fractal analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2022;133(2):229–37.
194. Wijanarko AP, Srimawong P, Pornprasertsuk-Damrongsri S, Janhom A. Fractal analysis of subchondral cyst at mandibular condyle detected on panoramic radiograph in a group of Thai population. *Journal of Dentistry Indonesia*. 2022;29(2):78–83.
195. Hayek E, Aoun G, Geha H, Nasseh I. Image-based bone density classification using fractal dimensions and histological analysis of implant recipient site. *Acta Informatica Medica*. 2020;28(4):272.
196. Köse E, Ay Ünüvar Y, Uzun M. Assessment of the relationship between fractal analysis of mandibular bone and orthodontic treatment duration: A retrospective study.

- Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie. 2022;83(Suppl 1):102–10.
197. Temur KT, Magat G, Cosgunarslan A, Ozcan S. Evaluation of Jaw Bone Change in Children and Adolescents with Rheumatic Heart Disease by Fractal Analysis. *Niger J Clin Pract.* 2024;27(2):260–7.
 198. Ertugrul BY, Veli İ. Evaluating the effects of orthodontic treatment with clear aligners and conventional brackets on mandibular condyle bone quality using fractal dimension analysis of panoramic radiographs. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2022;123(5):538–45.
 199. Öztürk A, Arısan V. IN VITRO STUDY OF FRACTAL ANALYSIS OF OSTEOTOMIES PERFORMED WITH DIFFERENT DESIGN IMPLANT DRILLS IN LOW DENSITY BONE BLOCKS. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi.* 2023;6(2):160–5.
 200. Uğur Aydın Z, Toptaş O, Göller Bulut D, Akay N, Kara T, Akbulut N. Effects of root-end filling on the fractal dimension of the periapical bone after periapical surgery: retrospective study. *Clin Oral Investig.* 2019;23:3645–51.
 201. Gomes CC, de Rezende Barbosa GL, Bello RP, Bóscolo FN, De Almeida SM. A comparison of the mandibular index on panoramic and cross-sectional images from CBCT exams from osteoporosis risk group. *Osteoporosis International.* 2014;25:1885–90.
 202. White SC, Cohen JM, Mourshed FA. Digital analysis of trabecular pattern in jaws of patients with sickle cell anemia. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2000;29(2):119–24.
 203. Geraets WGM, Verheij JGC, Van der Stelt PF, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, et al. Selecting regions of interest on intraoral radiographs for the prediction of bone mineral density. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2008;37(7):375–9.
 204. Yasar F, Akgunlu F. Evaluating mandibular cortical index quantitatively. *Eur J Dent.* 2008;2(04):283–90.
 205. Baksi BG, Fidler A. Fractal analysis of periapical bone from lossy compressed radiographs: a comparison of two lossy compression methods. *J Digit Imaging.* 2011;24:993–8.
 206. Shrout MK, Farley BA, Patt SM, Potter BJ, Hildebolt CF, Pilgram TK, et al. The effect of region of interest variations on morphologic operations data and gray-level values extracted from digitized dental radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 1999;88(5):636–9.
 207. Parkinson, Fazzalari. Methodological principles for fractal analysis of trabecular bone. *J Microsc.* 2000;198(2):134–42.
 208. Amuk M, Sarıbal GŞ, Ersu N, Yılmaz S. The effects of technical factors on the fractal dimension in different dental radiographic images. *Eur Oral Res.* 2023;57(2):68–74.
 209. Yasar F, Apaydın B, Yılmaz HH. The effects of image compression on quantitative measurements of digital panoramic radiographs. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(6):e1074.
 210. Karadag I, Yılmaz HG. Evaluation of change in trabecular bone structure surrounding dental implants by fractal dimension analysis and comparison with radiomorphometric indicators: a retrospective study. *PeerJ.* 2022;10:e13145.
 211. Soylu E, Coşgunarslan A, Çelebi S, Soydan D, Demirbaş AE, Demir O. Fractal analysis as a useful predictor for determining osseointegration of dental implant? A retrospective study. *Int J Implant Dent.* 2021;7:1–8.
 212. Güleç M, Taşsöker M, Özcan S. Mandibular trabeküler kemiğin fraktal boyutu: Yaş, cinsiyet ve ilgi alanı seçiminin önemi nedir? *Selcuk Dental Journal.* 2019;6(4):15–9.

213. Yasar F, Akgunlu F. Fractal dimension and lacunarity analysis of dental radiographs. *Dentomaxillofacial radiology*. 2005;34(5):261–7.
214. Pornprasertsuk S, Ludlow JB, Webber RL, Tyndall DA, Sanhueza AI, Yamauchi M. Fractal dimension analysis of weight-bearing bones of rats during skeletal unloading. *Bone*. 2001;29(2):180–4.
215. Kurşun BÜ, Akan E. Protez Türlerinin Kondil Bölgesindeki Trabeküler Kemik Yoğunluğuna Etkisinin İncelenmesi: Retrospektif Klinik Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*. 2022;28(2).
216. Mağat G, Büyükerkmen EB, Şener SÖ. Evaluation of the effect of fixed prosthesis on trabecular structure of condyle: radiographic texture analysis. 2018;
217. Wagle N, Do NN, Yu J, Borke JL. Fractal analysis of the PDL-bone interface and implications for orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;127(6):655–61.
218. Coşgunarslan A, Soydan Çabuk D, Canger EM. Effect of total edentulism on the internal bone structure of mandibular condyle: a preliminary study. *Oral Radiol*. 2021;37:268–75.
219. Kiliaridis S, Thilander B, Kjellberg H, Topouzelis N, Zafiriadis A. Effect of low masticatory function on condylar growth: a morphometric study in the rat. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(2):121–5.

EKLER

EK-1.Etik Kurul Onayı

