



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FOTOFONKSİYONALİZE EDİLEREK UYGULANMIŞ
İMLANTLARIN ÇEVRESİNDEKİ KEMİK YAPISININ
FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hamit FARŞANI

**PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Nilsun BAĞIŞ**

**ANKARA
2024**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FOTOFONKSİYONALİZE EDİLEREK UYGULANMIŞ
İMLANTLARIN ÇEVRESİNDEKİ KEMİK YAPISININ
FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Hamit FARŞİANİ

PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Nilsun BAĞIŞ

ANKARA
2024

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Fotofonksiyonalize Edilerek Uygulanmış İmplantların Çevresindeki Kemik Yapısının Fraktal Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Hamit FARŞİANİ
Tarih: İmza:

KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Periodontoloji Anabilim Dalında

Hamit FARSIANI tarafından hazırlanan

“FOTOFONKSİYONALİZE EDİLEREK UYGULANMIŞ İMPLANTLARIN
ÇEVRESİNDEKİ KEMİK YAPISININ FRAKTAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK
LİSANS/DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile kabul/ret edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi:

...
... Üniversitesi
Jüri Başkanı

.....
Üniversitesi
Raportör

.....
Üniversitesi
Üye

.....
Üniversitesi
Üye

.....
Üniversitesi
Raportör

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fügen AKTAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Fotofonksiyonalize Edilerek Uygulanmış İmplantların Çevresindeki Kemik Yapısının Fraktal Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi

İmplant başarısızlığı, implant sağ kalımını geliştirmek için başka bir cerrahi prosedüre ihtiyaç duyulmasını gerektirebilir. UV ile fotofonksiyonalizasyon dental implant başarısını ve osseoentegrasyonu olumlu etkileyebilecek bir uygulamadır. Kemik kalitesinin değerlendirilmesinde fraktal analiz yöntemi, basit, hızlı ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir. Bu çalışmanın amacı, fotofonksiyonalizasyon işleminin, implant çevresinde oluşan kemik kalitesi üzerine etkisinin değerlendirilmesidir. Çalışmada, implant öncesi ve sonrası alınan panoramik radyografilerden 42 implant, Fraktal Analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Verilerin analizi SPSS 26 programı ile yapılmış ve %95 güven düzeyi ile çalışılmıştır. Test grubunda 1. panoramik ölçümü ile 2. panoramik ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır ($p=0,044<0,05$) ve kemik fraktal skoru artış göstermiştir. Kontrol grubunda, kemik fraktal skorunda artış gözlenmekle birlikte, bu fark anlamlı değildir ($p=0,794>0,05$). Test ve kontrol gruplarının cinsiyetle ilişkisi değerlendirildiğinde; implant yön gruplarında kadınlar ile erkekler arasında 1. panoramik ve 2. panoramik ölçümleri bakımından istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Hem kadınlarda hem de erkeklerde tüm implant gruplarında 1. panoramik ölçümleri ile 2. panoramik ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). İmplant uygulaması sonrası osseoentegrasyon prosesi ile birlikte kemik fraktalinde artış olmaktadır ancak implant yüzey özellikleri optimum seviyeye getirilirse bu artış daha anlamlıdır. Fotofonksiyonalizasyon işlemi, bioaktiviteyi olumlu etkileyerek yeni kemik oluşumunu destekler ve osseoentegrasyon sürecinin daha hızlı gerçekleşmesine katkıda bulunur. Fotofonksiyonalizasyon işlemine tabi tutulmuş titanyum çevresinde oluşan kemik, kalite ve kantite açısından yüksek özelliklere sahiptir.

Anahtar Sözcükler: Fotofonksiyonalizasyon, Ultraviyole ışık, Dental İmplant, Hidrofilik yüzey

SUMMARY

Evaluation Of The Bone Structure Around Photofuntionalized Implants Using The Fractal Analysis Method

Implant failure may necessitate the need for another surgical procedure to improve implant survival. Photofunctionalization with UV is a practice that can positively affect dental implant success and osseointegration. The fractal analysis method is a simple, fast and reliable measurement method in evaluating bone quality. The aim of this study is to evaluate the effect of the photofunctionalization process on the bone quality around the implant. In the study, 42 implants were evaluated using the Fractal Analysis method from the panoramic radiographs taken before and after the implant. The analysis of the data was done with the SPSS 26 program and worked with a 95% confidence level. In the test group, there was a statistically significant difference between the 1st panoramic measurement and the 2nd panoramic measurement ($p=0.044<0.05$) and the bone fractal score increased. Although an increase was observed in the bone fractal score in the control group, this difference was not significant ($p=0.794>0.05$). When the relationship between test and control groups and gender is evaluated; There is no statistically significant difference between men and women in implant direction groups in terms of 1st panoramic and 2nd panoramic measurements ($p>0.05$). There is no statistically significant difference between the 1st panoramic measurements and the 2nd panoramic measurements in all implant groups in both men and women ($p>0.05$). There is an increase in bone fractal with the osseointegration process after implant application, but this increase is more meaningful if the implant surface properties are brought to an optimum level. The photofunctionalization process positively affects bioactivity, supports new bone formation and contributes to a faster osseointegration process. The bone formed around titanium that has been subjected to photofunctionalization has high properties in terms of quality and quantity.

Keywords: Photofunctionalization, Ultraviyolet Light, Dental Implant, Hydrophilic Surface

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
Özet	iv
İçindekiler	vi
Önsöz	viii
Simgeler ve Kısaltmalar	ix
Şekiller	x
Çizelgeler	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Dental İmplantlar	1
1.2. Osseoentegrasyon	1
1.2.1. İmplant Yüzey Özelliklerinin Osseoentegrasyona Etkisi	3
1.3. Dental İmplantlarda Yüzey İşlem Tipleri	4
1.3.1. Plazma Sprey Kaplama	4
1.3.2. Kumlama	5
1.3.3. Asitle Aşındırma	5
1.3.4. Çift Asitli Aşındırma (DAE)	6
1.3.5. Büyük Taneli Kumlama ve Asit Dağlama (SLA)	6
1.3.6. SLA Aktif Yüzey	7
1.3.7. İyon İmplantasyonu, Lazer Ablasyon Tekniği	7
1.3.8. Osseoentegrasyon	8
1.4. Fotofoniyonalizasyon	8
1.5. UV İşleminin Yararları	9
1.5.1. Elektrostatik Pozisyonu	9
1.5.2. Moleküler Seviyede UV Etkisi	10
1.5.3. Protein Bağlanması	10
1.5.4. Osteoblast Bağlanması ve Yayılması	10
1.6. İmplant Yaşlanması Nedir?	11
1.7. Dental İmplantların Dekontaminasyonunda Fotofoniyonalizasyon Etkisi	15
1.8. Fraktal Analiz	16
2.GEREÇ VE YÖNTEM	22
2.1. Çalışma Dizaynı ve Örneklem Seçimi	22
2.2. Görüntü Düzenleme	22
2.3. ROI Belirlenmesi	23
2.4. İstatistiksel Analiz	25
3. BULGULAR	26
4. TARTIŞMA	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR	43

EKLER	53
EK-1. Etik Kurul Onayı	53
ÖZGEÇMİŞ	57



ÖNSÖZ

Doktora eğitimim süresince deneyim, bilgi ve yardımlarını her zaman yanımda hissettiğim, iyi bir hekim olabilmemiz adına bize her türlü imkanı sağlayan, ilgi ve desteğini esirgemeyen, bir abla sevgisi ve şefkati ile yaklaşan, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren; meslek hayatıma yeni bir bakış açısı kazanma fırsatı sunan, öğrencisi olmaktan onur ve gurur duyduğum, emeklerinin karşılığını hiç bir zaman ödeyemeyeceğim, iyi ki benim hocam dediğim, değerli hocam Prof. Dr. Nilsun BAĞIŞ başta olmak üzere tüm Periodontoloji Ana Bilim Dalı Öğretim Üyelerine teşekkürü bir borç bilirim.



SİMGELER VE KISALTMALAR

BİC	kemik-implant arası bağlantı
HA	Hidroksiapatit
Tİ	Titanyum
TİO ₂	Titanyum oksit
HF	Hidroflorik
HNO ₃	Nitrik
H ₂ SO ₄	Sülfürik
DAE	Çift Asitli Aşamalı
SLA	Asitle Pürüzlendirilmiş Yüzey
UV	Ultraviyole
LED	Işık Yayan Diyot
UVC	Ultra Viyole Işık Işınımı
ISQ	İmplant Stabilite Katsayısı
FA	Fraktal Analiz
DEXA	Çift Enerjili X Işını Absorpsiyometrisi
CBCT	Konik ışınlı Bilgisayarlı Tomografi
ROI	İlgi Alanı
FD/FB	Fraktal boyut
FF	Fotofonksiyonallzasyon
İT	Yerleştirme Torqu

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. A) fotofonsiyonelizasyon işlemi için kullanılan cihaz b) implantı yerleştirmeden önceki cihaz içinde yuvasına yerleştirilmesi (yuva sayısı değişkendir) c) implantların önerilen süre içerisinde UV ışına maruz bırakılması d) implantın yuvadan çıkarılıp kemik içine yerleştirilmeye hazır halde bulunması	9
Şekil 1.2. İmplantın UV ışın ile muamele edildikten sonra hidrofilik özelliğindeki artış	12
Şekil 1.3. İmplantın UV ışın ile muamele edildikten sonra hidrofilik özelliğindeki artış	15
Şekil 1.4. Fraktal analiz şematik gösterim ve hesaplama prosedürü	20
Şekil 2.1. İmplant uygulama öncesi panoramik görüntüde uygulama sahasına göre ROI belirlenmesi	23
Şekil 2.2. İmplant uygulama sonrası panoramik görüntüde ROI alanının belirlenmesi	24
Şekil 2.3. Fraktal analiz aşamaları	25
Şekil 3.1. Hastaların panoramik Ölçümlerinin İmplant Gruplara, Değişime göre Karşılaştırılması	29
Şekil 3.2. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin Gruplara göre Karşılaştırılması	30
Şekil 3.3. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin İmplant Grupları Ayrımında Cinsiyete, Değişime göre Karşılaştırılması	31

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Hastaların 1.Panoramik Ölçümlerinin Uyum Analizi Sonuçları	27
Çizelge 3.2. Hastaların 2.panoramik Ölçümlerinin Uyum Analizi Sonuçları	27
Çizelge 3.3. İmplant gruplarına göre Demografik Özelliklerin İstatistikleri	27
Çizelge 3.4. Hastaların panoramik Ölçümlerinin İmplant Gruplara, Değişime göre Karşılaştırılması	28
Çizelge 3.5. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin İmplant Gruplara göre Çoklu Karşılaştırılması	29
Çizelge 3.6. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin Gruplara göre Karşılaştırılması	30
Çizelge 3.7. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin İmplant Grupları Ayrımında Cinsiyete Göre Karşılaştırılması	31



1. GİRİŞ

1.1. Dental İmplantlar

Ağız ortamından bir diş herhangi bir neden ile kaybedildiğinde, hastada fonksiyon kaybı, konuşmada bozukluk veya çiğneme düzeninde rahatsızlıkla sonuçlanan değişiklikler gibi pek çok sorun oluşabilir. Kaybedilen bir dişin yerinin dental implant ile doldurulması ise, hastanın yaşam sağlığını ve konforunu önemli ölçüde iyileştirebilen, uzun yıllardır diş hekimliğinde başarılı bir uygulama olarak yer bulan tedavi modelidir (Lee vd., 2010).

Dental implantlar, bir implant gövdesi ve başlığından (abutment) oluşur ve ayrıca bir abutment sabitleme vidası içermektedir. Dental implant gövdesi, diş kökünün taklit eder ve cerrahi fazda çene kemiğine yerleştirilir. Dental implant abutmenti, genellikle abutment sabitleme vidası ile implant gövdesine takılır ve takılan yapay dişleri desteklemek için dişeti seviyesinden oral kaviteye doğru uzanır.

Dental implant uygulamaları, yaşam kalitesini ve ağız sağlığını önemli ölçüde iyileştirmektedir. Bu yararların yanı sıra, bazen uygulama veya farklı nedenlere bağlı olarak komplikasyonlar ortaya çıkabilmektedir. Komplikasyonlar ve sorunlar dental implant yerleştirildikten hemen sonra veya restorasyon okluzyona katıldıktan sonra görülebilir. Bu sorunlardan bazıları ilerleyerek, implant başarısızlığına veya kaybına da neden olmaktadır. İmplant başarısızlığı, implant sistemini geliştirmek veya değiştirmek için başka bir cerrahi prosedüre ihtiyaç duyulmasına sebebiyet verebilir (Lee vd., 2010). Dental implantlarda karşılaşılan başarısızlıkların başında osseoentegrasyon prosedürünün gerçekleşmemesi gelir.

1.2. Osseoentegrasyon

Osseoentegrasyon, canlı kemik ile yük taşıyan bir implant yüzeyinin arasında oluşan yapısal ve fonksiyonel bağlantıyı ifade eder. Albrektsson vd. osseoentegrasyonu "implantı yumuşak dokulardan korumak için bir savunma reaksiyonu olarak arayüzey kemiğinin oluşturduğu yabancı cisim reaksiyonu" olarak tanımlamıştır (Albrektsson vd., 2017). Günümüzde, implant ve doğrudan temas ettiği kemik arasında nispi bir hareket olmadığında o implant osseoentegre olarak kabul edilir (Mavrogenis vd., 2009).

Vakaların genelinde, konakçı tarafından gelişmiş olan immünolojik veya inflamatuvar yanıt, implantın reddedilmesinden ziyade entegrasyonuna yol açmaktadır. İmmünolojik ve mekanik bir prosedür zinciri olarak uyarılan kemik koruma reaksiyonu ve oral implantlarda oluşturulan osteoimmün ve immünolojik denge sayesinde, klinisyenler daha sonra uzun yıllar fonksiyonlarını devam edebilecek olan implantları konumlandırabilirler (Albrektsson vd., 2014).

Osseoentegrasyon prosedürünün ilk evresinde osteoblastların dental implant yüzeyine tutunması, tam iyileşmeyi kesin olarak sağlamak için yetersizdir. Bu erken tutunma özelliği, mezenkimal hücreler tarafından osteoblast proliferasyonu için bir ön koşuldur (Elias vd., 2010). Bununla birlikte, implantların uzun vadeli osseoentegrasyon başarısını bir çok faktör etkilemektedir. Bunlar arasında, hasta kemiğinin yeteri kadar mevcut olması, implanta ait mikro ve makro tasarım özellikleri, cerrahi planlama ve steril koşulların sağlanması, cerrahi prosedür, risk faktörlerinin eliminasyonu ve dental implant materyalinin özellikleri sayılabilir (Romanos vd., 2014).

Özetle, dental implantlarda, primer stabilizeye ulaşabilmek için uygun şartların hazırlanması ve atravmatik bir cerrahi teknik prosedürü şarttır. Ek olarak, inflamatuvar yanıtları en aza indirmek için, implantların biyouyumlulukları, tasarımları ve yüzey özellikleri de optimal olmalıdır. Böylelikle iyi bir primer stabilize sonucunda, ideal osseoentegrasyon sağlanabilir (Jonge vd., 2010).

Başarılı bir osseoentegrasyonun temel ögesi yeterli ve iyi kalitede kemik varlığıdır. Sorunsuz ve sağlıklı kemiğin yanı sıra, düşük kemik kalitesine sahip kişilerde oral rehabilitasyon zorluklarını karşılamak için ve ideal osseoentegrasyona ulaşabilmek için implant yüzey özellikleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Günümüze kadar, bu hedeflere ulaşmak için titanyum, zirkonya ve polietilen gibi geniş bir malzeme yelpazesine sahip farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik müdahaleler dahil olmak üzere çeşitli implant yüzey modifikasyonları kullanılmıştır. İdeal modifikasyonlar, biyofilm oluşumu riskini azaltmak için bakteri kolonizasyonunu en aza indirirken osseoentegrasyonu kolaylaştıracak şekilde implantın yüzeyi ile etrafındaki kemik ile etkileşimi geliştirir (Kligman vd., 2021).

Çağdaş diş hekimleri için en büyük sorun, hızlı yükleme protokolleri talep eden sağlıklı kemik koşullarına sahip hastalara ve niceliksel veya niteliksel olarak riskli kemik sahibi olan

hastalara oral rehabilitasyon sağlamaktır. Bu koşullar, implant yüzey tasarımında ilerlemeler gerektirmektedir. Kemik iyileşme fizyolojisinin aydınlatılması, araştırmacıları doğal kemik özelliklerini yakından taklit eden implant yüzeyleri tasarlamaya yöneltmiştir.

Araştırmalarda yaygın olarak deneysel yüzey modifikasyonları tartışılmaktadır ve dental implantların farklı yüzey modifikasyonları ile bu değişikliklerin osseoentegrasyon üzerindeki etkileri gözden geçirilmiştir. (Smeets vd., 2016). Yapılan bir araştırmada implantların yüzey pürüzlülüğünün artırılmasının, osteojenik hücrelerin tutunmasını kolaylaştırıp; bu hücrelerin osteokondüksiyon yoluyla implant yüzeyine daha hızlı transfer olmasını sağladığı ispatlanmış ve çalışmalar implant yüzeylerini iyileştirmeye yoğunlaşmıştır (Naves vd., 2015).

Yüzey modifikasyonlarındaki çalışmalar kum püskürtme, asitle pürüzlendirme gibi işlemlerin yanı sıra hidrofilik yüzey dokularına odaklanarak birkaç yıldır başarıyla kullanılan ve biyolojik destek sunan diş implantlarını gündeme getirmektedir. Ek olarak , kristal biriktirme, lazer ablasyonu, proteinler, ilaçlar veya büyüme faktörleri ile yüzey kaplamaları gibi yeni teknikler de gündemdedir (Cochran., 1998).

Bu çalışmalar ile, dental implantların yeni yüzeylerinin geliştirilmesinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. İmplant yüzey özelliklerindeki bu yenilikler, zorlu koşullarda bile yüksek başarı ve öngörülebilir hayatta kalma oranları ile hastaların rehabilitasyonu için zemin hazırlamaktadır (Smeets vd., 2016).

1.2.1. İmplant Yüzey Özelliklerinin Osseoentegrasyona Etkisi

Mekanik anlamda implant ve kemik bağlantısını sağlayan osseoentegrasyon prosedürü daha çok implantın makro yüzeyi ile yani geometrisi ve fiziksel özellikleri ile ilişkilidir.1990'lara kadar, diş implantları tornalama, frezeleme veya parlatma şeklinde bir üretim prosedürü halinde işlenerek oluşturulmuş yüzeylere sahipti (Buser vd., 2012). Bu işlenmiş yüzeyler boyunca oluşturulan yivlerle, osteojenik hücrelerin kemiğe tutunması ve çoğalması sağlanmış, böylece mekanik anlamda desteklenmiş bir kemik-implant ara yüzü oluşturulmuştur. İşlenmiş implantların iyileşme süresi, anatomik yerleşime ve kemiğin kalitesine bağlı olarak yaklaşık 3-6 ay arasında değişim gösterir (Abraham, 2014).

İyileşme prosedüründe mekanik osseoentegrasyonun yanı sıra, biyolojik osseoentegrasyonun öneminin anlaşılmasıyla çalışmalar yüzey ikrotopografisi üzerine yoğunlaşmış ve yüzey özelliklerinin bu yönde de geliştirilmesine çalışılmıştır (Knabe vd., 2002). İyi bir kemik bağlantısı, implant yüzeyinde oluşturulmuş, mikrometre ölçeğindeki (1–100 µm) mikro pürüzlülükle doğru orantılıdır ve makineyle işleme, asitle dağlama, anodizasyon, kumlama, kum püskürtme ve farklı kaplama prosedürleri gibi farklı üretim teknikleriyle sağlanabilir (Dohan vd., 2010).

Piyasadaki diş implantlarının çoğunluğu 1-2 µm'lik bir yüzey pürüzlülük ortalamasına sahiptir. Albrektsson ve Wennerberge göre bu aralık osseointegrasyonu desteklemek için optimal seviyede bir pürüzlülük derecesi sağlamaktadır (Albrektsson, 2004).

İmplant yüzeyindeki çukur, oluklar ve çıkıntılar mikrotopografiyi karakterize eder ve kemik-implant arayüzünde biyolojik tepkiler için zemin hazırlar. Mikrotopografinin modifikasyonları, yüzey alanında bir artışa katkıda bulunur. Çalışmalar, mikro pürüzlü yüzeylerin BIC (kemik-implant arası bağlantı) seviyelerinde artış olduğunu göstermektedir (Fischer vd., 2012). Yapılan çalışmalar, yüzey topografyasındaki değişimlerin, osteojenik hücrelerin sitokin ve büyüme faktörü üretimini yanı sıra büyümeyi, metabolizmayı ve göçü de değiştirdiği gözlemlenmiştir (Shibata vd., 2014).

1.3. Dental İmplantlarda Yüzey İşlem Tipleri

1.3.1. Plazma Sprey Kaplama

Plazma püskürtme tekniği genellikle hidroksiapatit (HA) ve titanyum (Ti) gibi kalın bir tabaka içerir. Kaplama işlemi, implant alt tabakaları üzerine termal olarak erimiş malzemelerin püskürtülmesini içermektedir. Ti alaşımları substrat üzerinde HA kaplamasının bir kombinasyonu, iyi biyouyumluluk ve mekanik özellikler gibi çekici özelliklerinden dolayı ilgi görmüştür (Simmons vd., 1999). Plazma spreyi, yüzey pürüzlülüğünü artırarak implantların yüzey alanını büyük ölçüde artırır (Ong vd., 2002). Plazma püskürtme kaplamaların mekanik davranışı artırma potansiyeli birçok çalışma tarafından ele alınmıştır (Gu vd., 2004). HA'yı titanyum implantlara yapıştırmak için çeşitli teknikler önerilmiştir

ancak ticari implantlarda yalnızca plazma sprey kaplama tekniği başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Guéhenec vd., 2007).

1.3.2. Kuşlama

Yüzeyi pürüzlendirmenin bir başka yolu da, implant yüzeyi üzerine seramik malzemeler veya silika kullanılarak basınçlı bir şekilde parçacık projeksiyonu yoluyla grit püskürtmedir. Bunun için genellikle kum, hidroksiapatit, alümina veya TiO₂ partikülleri gibi malzemeler kullanılır (Velasco vd., 2010). Grit püskürtmeyi, her zaman artık püskürtme parçacıklarını gidermek için bir asitle dağlama izler. Bu nedenle kum püskürtme, yüzey kirleticilerini alt tabakalar üzerine gömme yollarından biri olarak da kabul edilir (Cho ve Jung., 2003).

1.3.3. Asitle Aşındırma

Asitle aşındırmada, metal yüzeylerde asit kullanımı sadece yüzeyi temizlemek için değil aynı zamanda pürüzlülüğü değiştirmek için de kullanılmaktadır. Bu teknikte yaygın olarak hidroflorik (HF), nitrik (HNO₃) ve sülfürik (H₂SO₄) gibi güçlü bir asit veya bu asitlerin bir kombinasyonu kullanılır.

Asitle pürüzlendirilmiş yüzeylerde, hücre adezyonu ve kemik oluşumu artmış, böylece osseointegrasyon da artmıştır (Wong vd., 2003). Çözünme kabiliyeti nedeniyle HF, yapıştırıcı ajanların bağlanma yüzeyini arttırmak için, restoratif seramik materyallerin dağlanmasında kullanılmıştır. Bu tekniğin önemi ayrıca alt tabakayı boyut ve şekillerden bağımsız olarak homojen pürüzlü hale getirmesidir (Guo vd., 2012).

Titanyumun pürüzlülüğü, kemik implantlarının ara yüzünde kemik oluşumu ve rezorpsiyonunun stabilitesini belirlemeye yardımcı olan faktörlerden biridir. Alla vd. (2011) bir implant üzerinde asitle aşındırma yoluyla kemiğin iç büyümesine izin veren bir nanotopografinin pürüzlülüğü iyileştirebileceğini bildirmiştir (Alla vd., 2011). Bir başka çalışma, aşındırma oranının kullanılan asidin tipine ve konsantrasyonuna bağlı olduğunu bildirmiştir (Ban vd., 2006). Ancak bu asitlerin asitlemede uygunluğu özellikle kemik implant kontağı ve tork kaldırma konusunda daha ileri testler gerektirdiğinden belirlenememiştir.

1.3.4. Çift Asitli Aşındırma (DAE)

Asitle aşındırmaya benzer şekilde; DAE, kimyasal veya asit yoluyla yüzeyi işleyebilir. Mikro pürüzlü yüzey boyunca dual asitleme ile hızlı osseointegrasyon elde edilebilir (Chou vd., 2001). İşlenmiş bir yüzey ile DAE uygulanmış (HF ve HCl/H₂SO₄) implantlar arasındaki karşılaştırmalı bir çalışma, çift asitle işlenmiş yüzeyin ters torka karşı daha fazla dirence ve daha iyi osseointegrasyona sahip olduğunu göstermiştir (Chou vd., 2001).

Bununla birlikte, asitle aşındırma işlemi büyük ölçüde asit seçimine ve prosedürüne bağlıdır. Juodzbaly vd. (2003) asitle pürüzlendirilmiş bir titanyum implantın, kum püskürtmeli büyük taneli asitle pürüzlendirilmiş (SLA) yüzey işleminden elde edilenlere benzer yüzey topografisi sergilediğini gözlemledi. Titanyum örneğinin H₂SO₄ ve ardından HCl ile pürüzlendirmeden sonra 1–10 µm mikropitlerle iyi bir yüzey pürüzlülüğü gösterdiğini bildirdiler (Juodzbaly vd., 2003).

1.3.5. Büyük Taneli Kumlama ve Asit Dağlama (SLA)

Bu işlem, yüzey pürüzlülüğünü artırmak için implant yüzeyini büyük taneli kum partikülleri ile kaplamayı ve asitle aşındırmayı birleştirir (Zinger vd., 2003). İmplant yüzeyinde, makro pürüzlülük ve mikro çukurlar elde edilerek osseointegrasyonun artması hedeflenir. SLA yüzey, kaplama bir yüzey değildir. Büyük kum tanelerinin implant üzerine püskürtülmesi ile makro pürüzlülük oluşturulmasını takiben asitleme ile mikro çukurcuklar elde edilmesi hedeflenir. SLA implant yüzeyleri orta derece pürüzlü yüzeylerdir ve pürüzlülük derecesi implant yüzeyi boyunca aynıdır.

SLA yüzey, titanyum yüzeyinin korindon parçacıkları kullanılarak kumlanması ile üretilir ve bu işlem ile titanyum yüzeyinde makro pürüzlülük elde edilir. Bu süreci, birkaç dakika boyunca yüksek sıcaklıkta HCl çözeltisinde bekleterek, güçlü bir asitle aşındırma banyosu takip eder. (Hung vd., 2013). Cho ve Jung. Çalışmalarında SLA yüzeyinin geniş boşluklara (çapı 5 µm ila 20 µm arasında) ve mikro çukurlara (~0,5 µm ila 3 µm arası) sahip olduğunu bildirmişlerdir (Cho ve Jung , 2003). Bu nedenle, SLA ile işlenmiş yüzeyin, doku entegrasyonunu ve hücre proliferasyonunu iyileştirmek için yararlı olduğu bulunmuştur.

Xue ve ark. tarafından gerçekleştirilen altı yetişkin köpek üzerinde yapılan in vivo çalışmalar, sıralı kumlama ve alkali muameleden sonra yüzeyin yüksek kesme mukavemeti gösterdiğini, erken kemik büyümesini ve osseointegrasyonu geliştirdiğini bildirmiştir (Xue vd., 2005).

İki aşamalı kimyasal işlem uygulaması (asit-alkali) üzerine yakın tarihli bir araştırma, optimize edilmiş morfoloji ve iyi biyoaktivitenin, implantasyonun erken aşamasında iyi osseointegrasyonla sonuçlandığını rapor etmiştir (Hallgren vd., 2003). Benzer şekilde, Xue vd. SLA ile muamele edilen implantların ardından DAE'nin (HCl ve H₂SO₄) iyileşme fazı sırasında daha iyi osseointegrasyonu teşvik ederek biyoaktivitenin olumlu etkilendiğini bildirmişlerdir (Xue vd., 2005). Ek olarak, Kim ve ark. Yaptıkları biyolojik değerlendirmede insan osteoblastlarının, hücre bağlanması ve proliferasyonu için daha fazla alan sağlayan SLA yüzey üzerinde kusursuz şekilde büyüdüğünü keşfetti (Kim vd., 2008). SLA uygulamasında, yüzey morfolojisi tipik olarak kum püskürtmeden sonra pürüzlü ve düzensiz hale gelse de, asitleme işleminden sonra biyolojik açıdan avantajlı hale gelir.

1.3.6. SLA Aktif Yüzey

İmplant yüzey özellikleri ne kadar geliştirilse de biyolojik aktivitenin desteklenmesi de önemlidir. SLA aktif yüzeyde, implantlar yerleştirilene kadar salin solüsyonu içeren özel ambalajında saklanır ve böylelikle implant yüzeyine hidrofilik özellik kazandırılır. İmplant yüzeyi, hidrofilik özelliği sayesinde, doku içerisine yerleştirilince, kanı yüzeyindeki mikroporlara çeker (Buser vd., 1991).

1.3.7. İyon İmplantasyonu, Lazer Ablasyon Tekniği

İmplant yüzeylerindeki geliştirme çabalarının yanı sıra, osseointegrasyonun iyileştirilmesi için doku uyumu ve biyolojik özelliklerin artırılması da güncel çalışma konularıdır. İyon implantasyonu işlemi, bir elektrik alanında iyonlarının hızlandırılması ve yaklaşık olarak 1 µm derinliğe kadar implant yüzeyine çarptırılmasını içerir (Lacefield WR Malzemeleri özellikleri 1999). Braceras ve arkadaşları, bu yöntemle kobaltın titanyuma perfüzyonun osseointegrasyonda olumlu sonuçlarını kanıtlamıştır (Braceras vd., 2003).

Pető ve ark. tarafından önerilen başka bir teknik, lazerle modifiye edilmiş implant yüzeyleridir. İşlenmiş ve kumlanmış implantlara kıyasla, lazerle işlenmiş implant yüzeylerinde, implantların çıkarma torkunun %20 daha fazla olduğu bildirilmiştir (Pető vd., 2002). Bir başka çalışma, 12 haftalık iyileşmeden sonra lazerle modifiye edilmiş implant için çıkarma tork değerinin 52 Ncm iken, işlenmiş yüzey implantında bu değer 35 Ncm olduğunu göstermiştir (Knabe vd., 2002).

1.3.8. Osseoentegrasyon

Fotofonsiyonalizasyon işlemi; yüzey hidrasyonunun değiştirilmesini ve biyolojik bir yaşlanma süreciyle implant yüzeyinde oluşmuş hidrokarbonları ortadan kaldırmayı; böylelikle biyolojik yeteneklerin geliştirilmesini hedefleyen bir işlemdir. Uygulama; hücrel proliferasyonu, göçü ve bağlanmayı geliştirebilir. Ek olarak, yüksek biyoaktivite potansiyeli, implant etrafında oluşan kemik dokusunun kalitesini arttırabilir ve böylelikle daha iyi bir osseoentegrasyon sağlanabilir (Amn Dental Association (ADA)).

1.4. Fotofonsiyonalizasyon

İmplant yüzeyinin yaşlanması yani fabrikasyon ve paketlenme sonrasındaki bekleme sürecinde, titanyum yüzeylerdeki hidrofiliğin azalması, osseoentegrasyon başarısını azaltan bir durumdur. Bu durumu minimuma indirmek için, farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan birisi ultraviyole ışık ile fotofonsiyonalizasyon işlemi uygulamasıdır. Fotofonsiyonalizasyon işlemi; yüzey hidrasyonunun değiştirilmesini ve biyolojik bir yaşlanma süreciyle implant yüzeyinde oluşmuş hidrokarbonları ortadan kaldırmayı; böylelikle biyolojik yeteneklerin geliştirilmesini hedefleyen bir işlemdir. Uygulama; hücrel proliferasyonu, göçü ve bağlanmayı geliştirebilir. Ek olarak, yüksek biyoaktivite potansiyeli, implant etrafında oluşan kemik dokusunun kalitesini arttırabilir ve böylelikle daha iyi bir osseoentegrasyon sağlanabilir (American Dental Association (ADA)).

Ultraviyole (UV) ışık kullanılarak implantların fotofonsiyonalizasyonu, işlenmiş yüzeylerde osseoentegrasyonun uyarılması için basit ve etkili bir işlem olarak bilinmektedir (Aita vd., 2009). UV ile fotofonsiyonelleştirme işlemi, UV prosedürü uygulandıktan sonra titanyum (Ti) yüzeylerde meydana gelen bir farklılaşma prosedürüdür. Fiziksel ve kimyasal özelliklerdeki bir takım değişiklik ve biyolojik özelliklerdeki iyileşme dahil olmak üzere

yoğun UV işleminden sonra titanyum yüzeyinin modifikasyonu olarak tanımlanmaktadır (Nakashima vd., 1997).

UV işleminin, Ti yüzeylerdeki fizikokimyasal özellikleri değiştirerek hidrofobik özelliği azalttığı ve yüzeye süperhidrofilik özellik kazandırdığı kanıtlanmıştır (Keleher vd., 2002). Titanyum yüzeylerin UV ışığına maruz kalması sonucu, bağlantı bölgelerinde oksijen boşlukları oluşturarak, Ti^{4+} - iyonlarını Ti^{3+} - iyonlarına dönüştürür. Bu işlem sonucu su adsorpsiyonunu artırır (Wang vd., 2009).



Şekil 1.1. A) fotofonsiyonelizasyon işlemi için kullanılan cihaz b) implantı yerleştirmeden önceki cihaz içinde yuvasına yerleştirilmesi (yuva sayısı değişkendir) c) implantların önerilen süre içerisinde UV ışına maruz bırakılması d) implantın yuvadan çıkarılıp kemik içine yerleştirilmeye hazır halde bulunması

1.5. UV İşleminin Yararları

1.5.1. Elektrostatik Pozisyonu

UV ışına maruz kalan titanyum yüzeyler elektropozitifdir, ama yaşlanmış titanyum yüzeyler elektronegatif özellik taşırlar (İwasa vd., 2010).

1.5.2. Moleküler Seviyede UV Etkisi

Çalışmalar, titanyum yüzeylerin UV ışına maruz kalındıktan sonra protein emilimini arttırdığını, osteojenik migrasyonu ve bağlanmayı ve ayrıca osteoblastik aktiviteyi ve farklılaşmayı arttırdığını göstermektedir (Lee ve Ogawa, 2012).

1.5.3. Protein Bağlanması

Herhangi bir malzemenin biyoyumluluk oranı, yüzeyindeki protein adsorpsiyon özelliğine büyük ölçüde bağlıdır. Protein adsorpsiyon miktarı, titanyum yüzeyler üzerindeki hidrokarbon miktarı ile ters orantıya sahiptir. Yaşlanmış titanyum yüzeylerde protein emilimi %50'nin altına düşmektedir. Titanyum yüzeylerin UV ile muamele edilmesi sadece eski implant yüzeylerinde değil, yeni yüzeylere de kıyasla protein oranında önemli bir artışa sebep olmaktadır (Webster vd., 2010).

1.5.4. Osteoblast Bağlanması ve Yayılması

Osteoblastların ilk bağlanması ve yayılması, farklı implant biyomateryallerinin yüzey özelliklerinden etkilenmektedir. Biyolojik yaşlanma, osteoblastların sayısının yaklaşık %50 oranında azalmasına neden olup ve osteoblastların yayılması belirgin şekilde geciktirmektedir. UV işlemi, yüzeylerin hidrofiliğini ve elektrostatik durumunu eski haline getirerek adezyon yapılarının gelişmesine ve protein ekspresyonuna yol açarak osteoblastik adezyon ve yayılmanın kalitesinde ve miktarında artışa neden olmaktadır (Iwasa vd., 2010).

1.5.5. Antibakteriyel Özellik: İmplant yüzeyinde bakteri kolonizasyonunun önlenmesi, önemlidir. Bununla birlikte, operasyon sırasında implant yüzeylerinin bakteriyel kontaminasyonu kaçınılmazdır. Ağız boşluğunda milyarlarca bakteri ve 600'den fazla farklı tür bulunmaktadır. Ayrıca, implantların bazıları iyileşme döneminde transmukozal olarak konumlandırılır ve oral bakterilere maruz kalır. Bu bakteriler, implant yüzeyine bağlanmalarını geliştirmek için tükürük ve kan proteinlerini kullanmaktadırlar. TiO₂'nin UV ile muamele edilmesi, implant yerleştirilmesini takiben ilk 6 saat boyunca yüzeye yapışık oral bakteri popülasyonunu yaklaşık 3 kattan fazla azaltabilmektedir. Bu süreç, bakteri erişimine karşı bir bariyer görevi gören kan pıhtısının oluşumundan önceki kritik dönemdir ve ayrıca yeni

yerleştirilen implantın bakteri kolonizasyonuna karşı hala oldukça hassas olduğu zamandır. İmplant yüzeyine gelişmiş UV aracılı osteojenik adezyon, osteoblastların mikroorganizmalarla yer için rekabet etmesine sebep olmaktadır ve bakteriyel kapasitenin çoğalmasını ve implant yüzeyine tutunmasını kayda değer bir şekilde engellemektedir. UV ışın ile tedavi prosedürü bakteriyel biyokütleyi azaltır ve biyofilm tarafından kaplanan alanı azaltır (Huang vd., 2013).

1.6. İmplant Yaşlanması Nedir?

İmplant yaşlanması, titanyum yüzeylerde zamanla hidrofilitliğin azalması olarak tanımlanır. Titanyum implantların yüzeyinin kimyasal özellikleri, başarılı osseointegrasyon ve anti-mikrobiyal etkiler için önemlidir. Orijinal ambalajında ve özel bir prosedür uygulanmasına ve sterilize edilmesine rağmen, Ti implantları çevreleyen TiO₂ tabakası, üretiminden ağız boşluğuna yerleştiren kadar atmosferde bulunan hidrokarbonlar gibi organik safsızlıklar tarafından kontamine olmaktadır. Bu sürece titanyumun biyolojik yaşlanması denir ve hidrokarbonların varlığı, bakteri yüzeyindeki hidrofobik moleküllere bakterilerin tutunmasına katkıda bulunur (Att vd., 2009).

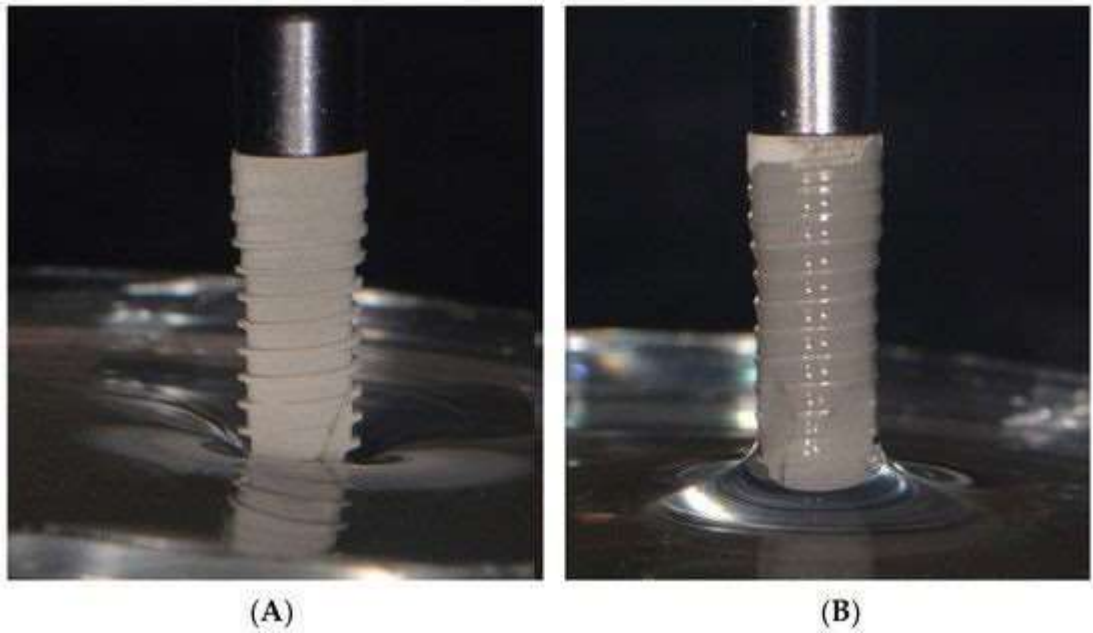
Üretim sonrasında, titanyum yüzeyler 0 ile 5 dereceden daha az bir su temas açısı sergiler ve bu yzeyele süperhidrofilik denir. Bu zellik, sırasıyla 40 ve 60 dereceden daha büyük bir temas açısı ile 2 veya 4 haftada kademeli olarak azalmakta ve yüzey hidrofilitliğini yitirerek daha hidrofobik hale gelmektedir Bu da paketleme sonrasında implantların bekleme sürelerinin osseointegrasyonu etkileyebileceğini göstermektedir (ogawa, 2012).

İmplant yüzeylerinin fizikokimyasal özellikleri, osseointegrasyon sürecini etkilemektedir. nceki alışmalarda İmplant yüzeyinin biyolojik özelliklerinin zaman içinde sabit kaldığı yani implant yüzeylerinin osseointegrasyon kabiliyetinin üretimden sonra değişmediği kabul edilmiştir. Bununla birlikte, son yapılan araştırmalara göre titanyum yüzeylerin zamanla biyolojik özelliklerinin değişime uğradığı ve bu durumun da osseointegrasyon özelliğinde önemli bir azalmaya yol açtığını rapor edilmiştir (Roy, 2014; Att, 2012).

Yeni hazırlanmış titanyum yüzeylerle karşılaştırıldığında, üretimden sonra 4 hafta muhafıza edilmiş titanyum yzeyele sahip implantlar, benzer bir osseointegrasyon gücü elde

etmek için iki kat daha fazla iyileşme süresi gerektirmiştir. Karşılaştırmanın sonucuna göre kemik implant temas yüzdesi, yeni yüzeyler için %90'dan fazla iken, bekleyen yüzeylerde %60'tan azdı ve 4 haftalık yüzeyler (bekletilen implantlar), yeni yüzeylere karşı osteojenik hücrelerin aktivasyonu,bağlanması, yerleşmesi ve çoğalması seviyelerinin sadece %20 ila %50 oranında azalmış başarı sağlayabildi (Guehenec vd., 2007).

Yeni yapılan çalışmalarda , UV ışık tedavisi ile oldukça hücre toplayıcı osteokondüktif titanyum yüzeylerin elde edildiği bildirilmiştir. Fotofoniyonizasyon olarak bilinen bu işlem, osseointegrasyon sürecinde dört kat hızlanmaya ve yaklaşık %100 kemik-implant temasıyla sonuçlanmıştır. UV işleminin titanyumun zamana bağlı biyolojik bozulmasını ve yaşlanma olayını tersine çevirdiğini ve hatta yüzeyi doğal potansiyelinin ötesinde geliştirdiğini rapor edilmiştir (Ogawa ve Att, 2012).



Şekil 1.2. İmplantın UV ışın ile muamele edildikten sonra hidrofilik özelliğindeki artış

Genel olarak implantlar, korozyona karşı direnci sağlamak, düşük elastisite modülü, yük altındaki direnci ve mukavemeti ile sitotoksik olmayan özellikleri nedeniyle titanyumdan (Ti) yapılmaktadır. Bu yapı, implantlar ile kemik arasında sağlam ve dayanıklı bir bağlantı sağlamaktadır (Albrektsson vd., 1995).

Bununla birlikte, uzun vadeli öngörülebilirlikleri yüksek olmasına rağmen, çeşitli dış faktörler Titanyum bazlı implantların osseointegrasyonunu sınırlar. Bu faktörler arasında, düşük kemik kalitesi ve miktarının varlığı, kemik defektleri, sistemik hastalıklar, bakteri çoğalması sayılabilir ve implantın başarısızlığına sebebiyet verir. Bakteriye enfeksiyonları asgari seviyeye indirmek için, Titanyum bazlı implantların kemik-implant etkileşimlerini destekleyen ve bakteriyel tutunmayı azaltan, yüksek uzun vadeli başarı oranları sağlayan yeni biyoaktif yüzey geliştirmeleri üzerine çalışmalar devam etmektedir (Canullo vd., 2016).

Bakteri enfeksiyonları ve kontaminasyonu; implantlarda başarısızlığının yaygın sebeplerinden olmaya halen devam etmektedir. Transmukozal pozisyonu gereği implant yapısının bir kısmı ağız ortamı ile temasta kalır ve implant yapısına bakteri yapışmasını önlemek için etkili bir önlem bulunmamaktadır. İşlenmiş titanyumun üzerine uygulanan UV işlemi, yüzeyi hidrofobik özellikten süper hidrofilliğe dönüştürür. UV ile muamele edilmiş yüzeyler, genel bakteri canlılığını etkilememesine rağmen; muamele edilmemiş olanlara kıyasla, bakteriyel adezyonda ve sonraki aşamalarda biyofilm oluşumunda ve implantın başarısızlığında önemli bir azalma sergilemektedir (Dorigatti ve Lima., 2015).

Yapılan çalışmalar, titanyumun UV-fotofonksiyonelleştirilmesinin, antimikrobiyal yüzeyler oluşturup koruma sağlayarak, implant yerleştirme sonucunu iyileştirme konusunda güçlü bir potansiyele sahip olduğunu sergilemektedir (Tsukimura vd., 2011).

Araştırmalara göre, implantlar üretiminden 4 hafta sonra hidrofobik hale gelmektedir. Önceki çalışmalar genel olarak implant yüzey pürüzlendirmesi üzerinde dursa da; güncel çalışmalarda kullanılan kombine fotofonksiyonelleştirilmiş-pürüzlü yüzey implantların sadece pürüzlü yüzey implantlara göre kemik-implant osseointegrasyon oranının oldukça yüksek kaydedilmiştir. Bu sonuç, fotofonksiyonelleştirmenin, pürüzsüz ve pürüzlü yüzey fark etmeksizin titanyumun kemik-implant entegrasyonunu hızlandırdığını ve geliştirdiğini, diş hekimliği ve ortopedik tıpta kullanılan çok çeşitli Titanyum bazlı malzemelerin etkinliğini artırmak için etkili bir yöntem olarak fotofonksiyonelleştirmeyi desteklediğini göstermektedir (Aita vd., 2009).

Enfeksiyon veya travma sonucu kemik defektlerinin rejenerasyonu klinik uygulamada önemli bir kriterdir ve dokunun yenilenebilmesi için doku yönlendirilmesi yapılmaktadır. İskele yapısı açısından bakıldığında, hidroksiapatit (HA), osteokondüktiviteye sahip bir kemik

materyalidir (Yang vd., 2008). HA'nın gözenekli yapısı; hücrelerin büyümesini ve kemik oluşumunu sağlayan mikrovaskulariteyi hedefler. Nitekim, kemik materyali için 150 ila 500 µm arasındaki optimal gözenek boyutları yeni kemik oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır (Kim vd., 2016).

Osteoblast hücrelerinin bir iskele yüzeyine yapışması, sert dokunun iyileşmesi için çok önemli bir faktördür. HA veya titanyum gibi birçok yapı , hidrofiliklikleri nedeniyle ilk iyileşme sürecinde büyük bir avantaja sahiplerdir. Bununla birlikte, titanyum ve bu alaşımların düşük doku adezyonu ve korozyon sırasında salınımdan kaynaklanan bir dereceye kadar toksisite gibi dezavantajları olduğu da bildirilmiştir . TiO₂ nanoparçacıklarından kaynaklanan toksisitenin, insan osteoblast hücrelerinde süperoksit anyonu düzeylerini artırarak oksidatif hasara neden olduğunu gösterilmiştir (Niska vd., 2015). Diğer bir çalışmada ise hidroksiapatitin TiO₂ 'nin toksisitesini azalttığına yönelik bulgular bildirilmiştir (Mani vd., 2017).

Yapılan araştırmalar neticesinde osteoblast hücrelerinin (Saos-2) farklı yapılara adezyonlarını incelenmiş ve insan osteoblast hücrelerinin HA ve titanyuma diğer yapılardan daha erken bağlanması bildirilmiştir. Bu nedenle, kemik rejenerasyonu için HA ve TiO₂ kombinasyonunun uygun olduğu düşünülmektedir (Okumura vd., 2001). Osseointegrasyonu arttırmak için ise; yüzey özelliklerinin değiştirilmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır. Ultraviyole ışık vastısı ile fotofonksiyonelleştirme, bir yapı iskelesinin kemik oluşumu üzerindeki etkisini daha da iyileştirmek için hidrofil özelliğinin arttırmasının bir yolu olarak geniş çapta çalışılmıştır (Lee vd., 2012).

Daha spesifik olarak, titanyum yüzeyinin UV ile muamelesinden sonra Ti⁴⁺ Ti³⁺'a dönüştürür, bu da adsorpsiyon için pozitif bir eylemdir ve titanyum yüzeyini hidrofilik hale getirerek biyoaktifleştirir. Bu nedenle, çeşitli çalışmalarda, UV fotofonksiyonelleştirilmesinin, hidrofilik yüzeye hücre tutunmasını artırıp yeni kemik oluşumunun arttırabileceği rapor edilmiştir (Lee vd., 2012).



Şekil 1.3. İmplantın UV ışın ile muamele dildikten sonra hidrofilik özelliğindeki artış

1.7. Dental İmplantların Dekontaminasyonunda Fotofonksiyonalizasyon Etkisi

Gram negatif anaerobik bakteriler peri-implantitis sorunları ile ilişkili olduğundan, peri-implantitis tedavisinde implant yüzeyinin dekontaminasyonu oldukça önem kazanmıştır. Bu süreç için mekanik ve kimyasal debridman yöntemleri, antimikrobiyal ajanlar gibi farklı tedavi seçenekleri önerilmiştir. Antibiyotik ile tedavinin etkinliği hala tartışmalıdır ve implant yüzey özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, implant yüzey morfolojisindeki değişiklikleri önlemek için diş implantlarının dekontaminasyonunda lazer ve farklı fotodinamik yöntemlere başvurulmuştur (Pranno vd., 2020).

Ultraviyole ışık (UV), güneşten veya sentetik kaynaklardan doğal olarak yayılan, ayrıca bakterisit özelliği olan, görünmeyen, yüksek frekanslı, kısa dalga boya sahip bir ışıktır. (World Health Organization Ultrav Radiation., 2022). UV ile muamele edilmiş titanyum yüzeyler, periodontal patojenik bakterileri pozitif olarak azaltan gelişmiş fotokatalitik özellikler aracılığıyla antimikrobiyal etki sergilemektedir (Hirota vd., 2021).

Ultraviyole ışınlama ile fotofonksiyonelleştirme, işlenmiş titanyum yüzeylerde meydana gelen, titanyum yüzeyleri süper hidrofilik yüzeylere yükselten ve ticari olarak saf titanyum yüzeylerde osseointegrasyon sürecini geliştiren fizikokimyasal ve biyolojik olayların modifikasyonu olarak bilinmektedir. UV radyasyonunun, çoğalmayı ve hayatta kalmayı engelleyen bakteri DNA'sını etkileyen fotokimyasal reaksiyonlar yoluyla bir antimikrobiyal etkiye sahip olduğu iyi bilinmektedir. Son yapılan çalışmalarda, 260 nm dalga boyuna sahip UVC ve Işık Yayan Diyot (LED) bazlı UV, farklı titanyum dental implant yüzeylerindeki patojen özellikli hidrokarbonları kaybetme yeteneği gösterilmiştir (Naauman vd., 2019).

Titanyum implantların yüzeyinin kimyasal özellikleri, başarılı osseointegrasyon ve antimikrobiyal etkiler için önemlidir. Orijinal ambalajında ve özel bir prosedür uygulanmasına

ve sterilize edilmesine rağmen, Ti implantları çevreleyen TiO₂ tabakası, üretiminden ağız boşluğuna yerleştirene kadar atmosferde bulunan hidrokarbonlar gibi organik safsızlıklar tarafından kontamine olmaktadır. Bu sürece titanyumun biyolojik yaşlanması denir ve hidrokarbonların varlığı, bakteri yüzeyindeki hidrofobik moleküllere bakterilerin tutunmasına katkıda bulunur (Att vd., 2009). Bu komplikasyonların bir sonucu olarak, implantları sıvı içinde saklamak, TiO₂ tabakasını kasıtlı olarak kalınlaştırmak, termal olmayan atmosferik basınçlı plazma uygulamak gibi prosedürler, antimikrobiyal ve osteokondüktif implantlar oluşturmak için uygulanmaktadır (Choi vd., 2017).

Son yıllarda, civa kaynaklı lambalar tarafından üretilen ultraviyole ışık ışınımının (UVC), fotofonksiyonelleştirme olarak bilinen bir süreçte titanyumun biyolojik yaşlanmasını tersine çevirebildiği ve implantın yüzey modifikasyonu olarak bilinen olayı başarı ile sağladığı kanıtlanmıştır (Aita vd., 2009). Bu uygulama, hidrokarbonların iki mekanizma ile uzaklaştırılmasına dayanmaktadır: 1. TiO₂ tabakasının fotokatalitik etkileşiminin indüklenmesi ve 2. hidrokarbonun doğrudan ayrışması. Bu süreçte, titanyum fotokatalitik aktivite yoluyla, mikroorganizmaların dış zarının ayrışmasından sorumlu olan reaktif oksijen türleri (örn. -OH, O₂⁻, -H₂O₂) üretir. (Liou ve Chang, 2012). Ayrıca, hidrokarbonların yüzeyden dekontaminasyonu, implant stabilite katsayısında (ISQ), kemik ve implant temasında (BIC) artış, hücreler arasındaki poliferasyonda, bağlanmasında ve farklılaşmasında ve bakteriyel tutunmasında bir azalma sağlar (Funato, Yamada, Ogawa, 2013).

1.8. Fraktal Analiz

Destek dokuların farklı özelliklerinin araştırılması, klinik ataşman kaybı olan dişlerde tedavi planlamasında önemli bir adımdır. Fraktal analiz, trabeküler kemik yapılarının karmaşıklığını değerlendirmek için bir kullanılan bir yöntemdir (Lee vd., 2010). 1975 yılında Benoit Mandelbrot tarafından türetilen 'fraktal' terimi kırık anlamına gelen Latince fractus'tan türemiştir. Blessing ve Ootsuka için özellikle önemli olan, ilgili bir sinyalin düzensiz dikenli geometrisinin, geometrik bir boyutun aksine tamsayı olmayan bir değere sahip olan kesirli bir boyut olarak tanımlanabileceği fikridir, bu şekilde yapılan ölçümlerde boyut 1 düz bir çizgiye ve boyut 2 bir alana karşılık gelmektedir ve kesirli boyut tamsayı olmayan bir değere sahiptir (Mandelbrot, 1982).

Fraktal boyutun nicelleştirilmesi için karmaşık bir sinyalin işlenmesi, dalgacık matematiğinin kullanılması gerekir ve bir sinyalin göze çarpan özelliklerini verimli bir şekilde çıkardığı için ayırık dalga dönüşümünde önem taşımaktadır. Fraktal analiz, doğal dünyanın morfolojisini tanımlamak ve ölçmek için kullanılmaktadır. Örneğin, damlayan muslukları, borsa fiyatlarını, hücre ana hatlarını, pulmoner dallanmayı, kalp atışlarını ve temporomandibular eklem seslerini tanımlamak için fraktal analiz kullanılmıştır (Weibel, 1991).

Fraktal analiz (FA) kavramını ilk olarak Mandelbrot tanıttı ve bazı araştırmacıların zaten önerdiği gibi, alveolar trabeküler kemiğin fraktal analizi ve alveolar kemiği objektif olarak karakterize etmek için bir tanı ve teşhis aracı olarak kullanılabileceğini öne sürdü. (Mandelbrot, 1982).

Çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisi (DEXA), kemik mineralizasyonunun değerlendirilmesi için altın kuraldır (Jeong vd., 2013). Ayrıca panoramik radyografi ve Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT), implant cerrahisi alanında klinik uygulamaları olan ileri görüntüleme araçlarıdır. DEXA kesitsel görüntü sağlayamaz ve CBCT kadar rutin değildir (Jeong vd., 2013). Bu nedenle CBCT, kemik mineralizasyonunu değerlendirmek için daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürde cerrahi müdahale öncesi kemik kalitesini ve primer stabiliteyi değerlendirmek için ise, mandibular fraktal boyut önerilmiştir (Milillo vd., 2016). FA, karmaşık şekilleri ve yapısal modellerini tanımlayan matematiksel bir yöntemdir. Spongios alveolar kemik, bir fraktal örnek tanımlamak için yararlı olan, altında geometrik bir patern bulunan birbirine bağlı trabeküler yapılardan oluşmaktadır, FA, bu yapıların karmaşıklığını nicel olarak gösterir (Fazzalari ve Parkinson., 1996).

Fraktal analiz ölçümü, White&Rudolph geraets ve arkadaşları tarafından geliştirilen kutu sayma yöntemidir (Geraets vd., 1999). Hesaplama; ROI (ilgi alanı) seçildikten sonra görüntü kopyalanır (**Şekil 8.1.a**). Görüntü daha sonra bir Gauss filtresi ile bulanıklaştırılır. Anatomik yapıların üst üste binen yumuşak dokuları veya hayalet görüntüleri, nesnenin değişen kalınlığının neden olduğu görüntü parlaklığı büyük ölçekli değişikliklerle Gauss filtresinin yoğunluk düzeltme adımıyla kaldırılır. Yalnızca yoğunluktaki büyük farklılıklar korunur (**Şekil 8.1. b**). Oluşturulan bulanık görüntüler orijinal görüntüden çıkarılmıştır (**Şekil 8.1.c**). Her piksel konumuna 128 gri değeri eklenir ve bu, trabeküller ve kemik iliği gibi farklı parlaklıkta belirli özellikleri yansıtan bireysel değişikliklere sahip bir görüntüyle sonuçlanır

(*Şekil 8.1.d*). 128 parlaklık değerine sahip eşikleme ile ikili bir görüntü oluşturulur. Bu işlemde görüntü, kemik iliğini ve trabekülleri temsil eden bölgelere ayrılmıştır (*şekil 8.1.e*). Daha sonra görüntü ters çevrilir ve trabekülleri temsil eden segmentler siyah renge; kemik iliği beyaz renge ayarlanmır (*Şekil 8.1.f*). Ortaya çıkan aşınmış ve genişlemiş görüntü paraziti azaltmıştır (*şekil 8.1.g,h*). Son olarak, iskeletleştirme işlemiyle, görüntü yalnızca merkezi piksel çizgisi kalana kadar daha fazla aşınmıştır (*Şekil 8.1.i*). İndirgenmiş görüntülerin fraktal analizi için yazılım tarafından sağlanan kutu sayma algoritması kullanılır. Her piksel boyutu için trabekül segmentlerini içeren kareler ve toplam kare sayısı hesaplanır.

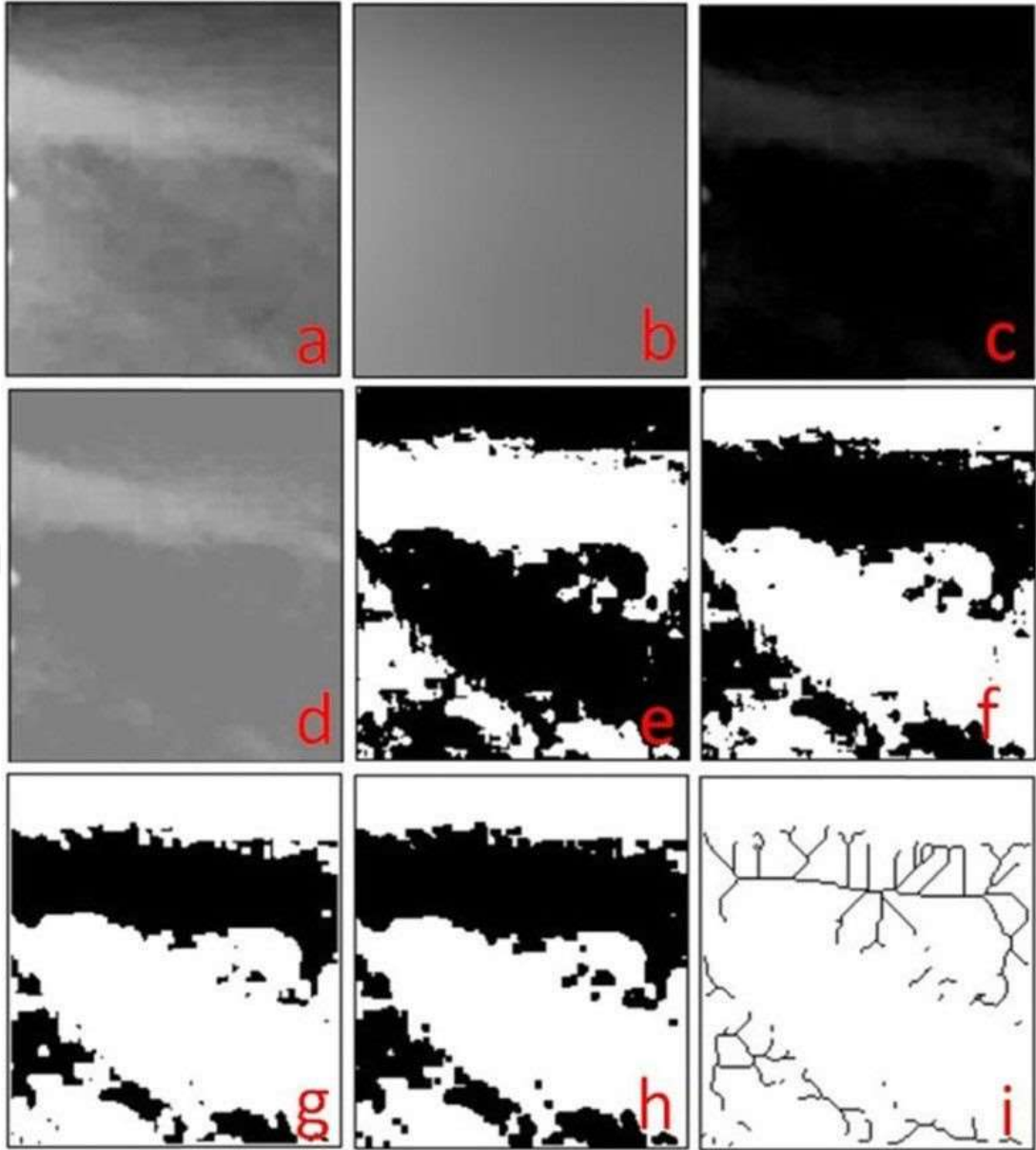
Seçilen ROI'ler ImageJ (ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri, Bethesda, MD) programı kullanılarak analiz edilmiştir. 50 x 50 piksel boyutunda ROI boyutlandırılarak kutu sayma metoduyla kemik fraktal boyut analizi ve kemik iliği fraktal boyut analizi yapılmıştır. Kemik FB analizi için gerekli işlemler National Institute of Health Image`in bir versiyonu olan ve "http:rsb.info.nih.gov" adlı internet adresinden kullanımına ücretsiz olarak izin verdiği ImageJ 1.49x görüntü analiz programı ile White ve Rudolph tarafından tasarlanan yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (Geraets vd., 2000). Buna göre kemik FB analizi için gerekli işlemler sırasıyla şu şekilde yapılmıştır;

- Görüntüde incelenecek ilgi alanı (ROI) kırılıp 8-bit formatında kaydedildi.
- Daha önce yapılan çalışma (Hwang vd., 2017) örnek alınarak interpolasyon yöntemi ile büyütme (upsampling ratio (400%)) tüm görüntülere uygulandı.
- Kaydedilen görüntü dublike edildi ve dublike edilen görüntüye Gaussian filtresi (sigma= 35 piksel) uygulanarak görüntü bulanıklaştırıldı.
- Gaussian filtresi uygulanarak bulanıklaştırılan görüntü, yumuşak doku varyasyonunu ortadan kaldırmak için görüntü işleme (image calculator) kullanılarak çıkartma (subtraction) seçeneği ile orijinal görüntü üzerinden çıkartıldı.
- Her piksel lokasyonuna 128 gri değer ilave edildi ve görüntünün başlangıç parlaklık derecesi ne olursa olsun 128 parlaklık derecesi eşik değer olarak belirlendi.

- 128 parlaklık derecesi eşik değeri alınan görüntü ikili (siyah-beyaz)) formata çevirildi. Böylece kemik iliği ve trabeküler yapının sınırları ayırt edilebilir hale getirildi
- Görüntüdeki gürültüyü ortadan kaldırmak amacıyla görüntüye aşındırma (erozyon) ve genişletme (dilatasyon) işlemi uygulandı.
- Sonrasında tersine çevrilen görüntü iskeletleştirildi. İskelet yapısı (siyah alanlar) kemik modelini ve iskelet dışı yapı (beyaz alanlar) kemik iliğini temsil etti.
- Fraktal boyutun hesaplanması için, kutu sayma metodu (Fractal Box Counter) kullanılarak görüntü 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32 ve 64 piksel boyutlarında karelere bölündü. Trabekül içeren kareler ve görüntüdeki toplam kare sayısı, pikselin farklı boyutları için hesaplandı.
- Bu değerler logaritmik ölçekte çizildi ve grafikteki noktalara en iyi uyan doğrunun eğimi kemik FB'ü verdi.

Kemik İliği Fraktal Boyut Analizinin Yapılması

- Aşındırma (erozyon) ve genişletme (dilatasyon) işlemlerinden önce görüntü tersine çevrildi.
- Daha sonra görüntüye aşındırma (erozyon) ve genişletme (dilatasyon) işlemleri uygulandı. Görüntü tersine çevrildi ve iskeletleştirildi ve böylece trabeküllerin sadece merkezi kısımlarının kalması sağlandı. İskelet yapısı (beyaz alanlar) kemik modelini ve iskelet dışı yapı (siyah alanlar) kemik iliğini temsil etti.
- Trabekül içeren kareler ve görüntüdeki toplam kare sayısı, pikselin farklı boyutları için hesaplandı.
- Bu değerler logaritmik ölçekte çizildi ve grafikteki noktalara en iyi uyan doğrunun eğimi kemik iliği fraktal boyut analizini verdi.



Şekil 1.4. Fraktal analiz şematik gösterim ve hesaplama prosedürü

Fraktal analiz, karmaşık şekilleri ve bunlara bağlı modelleri tanımlamak için bir yöntem olarak kullanılmaktadır ve sayısal olarak fraktal boyut (FD) ile ifade edilmektedir (Kış ve Gülyüz, 2020). Fraktal boyut değerlendirilmesi, görüntü dokularını ayırt etmek için popüler bir bilgisayar analiz yöntemi haline gelmiştir Dişleri çevreleyen trabeküler kemiğin karmaşık mimarisinin bir tanımlayıcısı olarak periapikal ve panoramik radyografilerde kullanılmaktadır. Bu bilgisayar analiz yöntemi, dijital görüntüleme sistemlerinde büyük bir kolaylık sağlamıştır. Diş hekimliğinde, dental implant lokasyonlarının değerlendirilmesi, kök kanal tedavisinin değerlendirilmesi ve osteoporoz, orak hücreli anemi gibi birçok patolojik durumun saptanması için kullanılmaktadır (Wilding vd., 1998).

Önceki araştırmaların sonuçlarına göre, fraktal boyut hesaplamalarının film pozlama, hizalama ve ilgi bölgesindeki (ROI) varyasyonlardan etkilenmediği kabul edilmiştir (Shrout vd., 1999). Ve bir başka çalışmada, kVp, mAs ve koni aılandırma dahil olmak üzere radyografik ayarlardaki değişikliklerin fraktal boyut üzerinde minimal bir etkiye sahip olduğu kanıtlanmıştır (Shrout vd., 1999). Bu da, yöntemi standardizasyon gerektirmemesi ile kolay kullanılabilir kılmaktadır.

Bu bilgiler ışığında; UV ile fotofonksiyonalizasyonun dental implant başarısını ve osseoentegrasyonu olumlu etkileyebilecek bir uygulama olduğu düşünülebilir. Dental implant uygulamalarında başarıyı optimal düzeye taşımak için araştırmalar genelde başarısızlık nedenleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Dental implantlara bağlı erken başarısızlıklar, dental implantlarda biyofilm oluşununun önemli belirleyicileri olan kimyasal bileşim, yüzey serbest enerjisi ve yüzey pürüzlülüğu gibi biyomalzemelerin yüzey özelliklerinden etkilenir.

Bir diğer önemli faktör ise, materyalin osseointegrasyonu destekleyebilme yeteneğidir. Bu nedenle, dental implantlarının biyolojik özelliklerini ve antimikrobiyal aktivitesini arttırmak için titanyum materyalinin topografik ve kimyasal yüzey modifikasyonları, dental implant başarısı ile ilişkili güncel araştırma konularındandır. Standart implantlardansa, fotofonksiyonalize edilmiş implantların çevresinde oluşan kemik kalitesinde artış beklenebilir.

Kemik kalitesinin değerlendirilmesinde fraktal analiz yöntemi, basit, hızlı ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir. Bu çalışmanın amacı, dental implant uygulamalarında klinik başarının ve osseoentegrasyon hızının foto-fonksiyonalize edilmiş implantlar ile artmış olacağının ispatlanması ve yükleme sırasında implant çevresinde oluşan kemiğin kalitesinin fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilmesidir. Araştırmamızın hipotezi, fotofonksiyonalizasyon işleminin kemik trabekül yapısını olumlu etkilemesi yönündedir.

2.GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Dizaynı ve Örneklem Seçimi

Bu çalışma için Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi'ne diş eksikliği nedeniyle başvuran ve alt çene posterior sahasında çift taraflı serbest sonlu dişsizlik bulunan hastalar seçilmiş ve çalışma split mouth dizayn edilmiştir. Çalışma için Helsinki Deklarasyonu'na uyulmuş ve Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınmıştır (36290600/34/2021-Tarih:31.03.2021). Çalışma sonuçlarını değiştirme ihtimali olan; kemik metabolizmasını etkileyen herhangi bir sistemik hastalık varlığı ya da ilaç kullanımı , kist, tümör, lezyon ya da kemikte kırık varlığı olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Kriterlere uyan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 21 hastaya (12 kadın/9 erkek), tek marka (*Gravis Dental Implants, STARK, Turkey*), minimum 6 ay önce paketlenmesi yapılmış implantlar (n=42) tek bir hekim tarafından yerleştirilmiş, sağ çeneye yerleştirilen implantlar fotofonksiyonalize edilmiş, sol çene implantları standart yöntemle yerleştirilmiştir. Fotofonksiyonalizasyon işlemi, test grubu implantlara üretici firmanın (*Dentis Co.LTD, Güney Kore*) önerdiği şekilde 10sn uygulanmış ve direk kemik içine yerleştirilmiştir. Kontrol grubu implantlar standart olarak paketinden çıkarılıp direk kemik içine yerleştirilmiştir. Tüm implant uygulamaları, iki aşamalı standart cerrahi prosedür ile uygulanmış olup, cerrahi sonrası implantların üzeri kapatılarak, sahalarda en az 3 ay periyodunda iyileşmeye bırakılmıştır. Cerrahi öncesi ve 3. ayda (yükleme öncesi) alınan panoramik radyografiler tek merkezde ve tek panoramik röntgen cihazı (*Planmeca Oy, 00880 Helsinki, Promax modeli 64 kV, 10mA, 10s*) ile elde edilmiştir. İmplant sahası kemik yapısındaki değişikliklerin değerlendirilmesi için kemik fraktal analiz yöntemi kullanılmıştır. Tüm ölçümler, deneyimli tek bir çene yüz radyologu tarafından yapılmıştır. Gözlemci içi güvenilirliği test etmek için, görüntülerin 20si 1 ay sonra yeniden analiz edilip gözlemci içi güvenilirlik için korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Fraktal analiz, White ve Rudolph tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak yapılmıştır (Geraets., 1999).

2.2. Görüntü Düzenleme

Çalışmaya dahil edilen bireylerin panoramik radyografileri yüksek çözünürlüklü TIF (etiketli görüntü dosyası) olarak kaydedilmiştir. Radyografların standardizasyonu için tüm görüntülerin boyutları Adobe Photoshop CS5 (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, ABD)

tarafından 300 dpi olarak ayarlanmıştır. Görüntüleri analiz etmek için Image sürüm 1.3 yazılımı (National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) kullanılmıştır.

2.3. ROI Belirlenmesi

Panoramik radyografide uygulanan implantın apikal bölgesinde 25x25 piksel boyutunda seçilen ROI şekil 2.1 'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. İmplant uygulama öncesi panoramik görüntüde uygulama sahasına göre ROI belirlenmesi

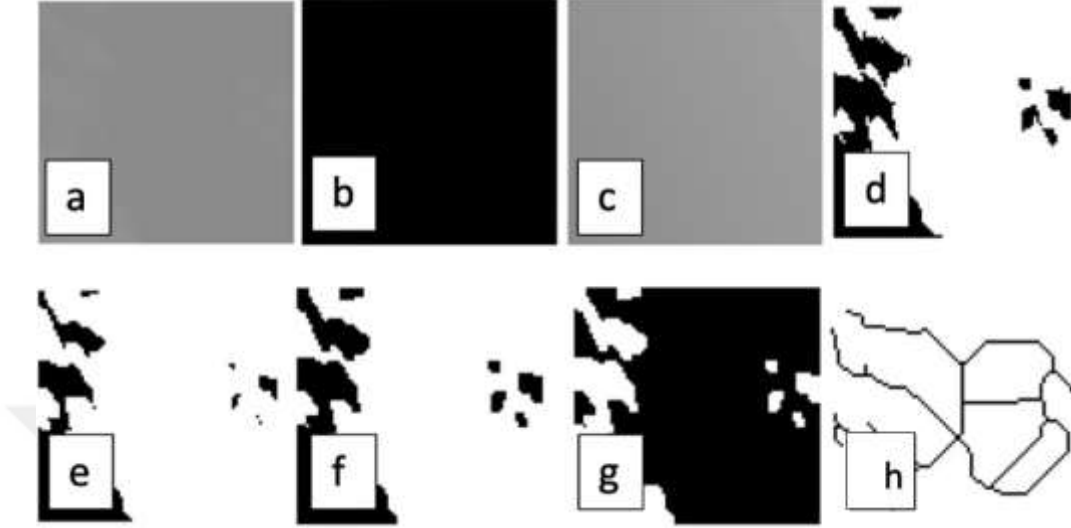
Çalışmamızda dişsiz boşluk ve implant uygulaması sonrasında seçilen ROI (MicroDicom DICOM) görüntüleyici programında standardize edilmiştir. Buna göre MicroDicom programında değerlendirilecek implantlara en yakın landmark (diş, mental foromen) rehber alınarak yatay ve dikey uzunluklar ölçülmüştür. İmplant uygulanan radyografide belirlenen ROI dişsiz mandibular kemik üzerinde yatay ve dikey uzunluklar işaretlenerek fraktal analiz uygulanmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. İmplant uygulama sonrası panoramik görüntüde ROI alanının belirlenmesi

25x25 piksel boyutunda ROI boyutlandırılarak kutu sayma metoduyla kemik FB değerleri belirlenmiştir. Kemik FB analizi için gerekli işlemler National Institute of Health Image'in bir versiyonu olan ve "<http://rsb.info.nih.gov>" adlı internet adresinden kullanımına ücretsiz olarak izin verdiği ImageJ 1.49x görüntü analiz program (ABD Ulusal Sağlık Enstitüleri, Bethesda, MD) ile White ve Rudolph tarafından tasarlanan yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre kemik FB analizi için gerekli işlemler sırasıyla şu şekilde yapılmıştır; Görüntüde incelenecek ilgi alanı (ROI) kırılıp 8-bit formatında kaydedildi. Daha önce yapılan çalışma örnek alınarak interpolasyon yöntemi ile büyütme (upsampling ratio (400%) tüm görüntülere uygulandı. Kaydedilen görüntü dublike edildi ve dublike edilen görüntüye Gaussian filtresi (sigma= 35 piksel) uygulanarak görüntü bulanıklaştırıldı. Gaussian filtresi uygulanarak bulanıklaştırılan görüntü, yumuşak doku varyasyonunu ortadan kaldırmak için görüntü işleme (image calculator) kullanılarak çıkartma (subtraction) seçeneği ile orijinal görüntü üzerinden çıkartıldı. Her piksel lokasyonuna 128 gri değer ilave edildi ve görüntünün başlangıç parlaklık derecesi ne olursa olsun 128 parlaklık derecesi eşik değer olarak belirlendi. 128 parlaklık derecesi eşik değer alınan görüntü ikili (siyah-beyaz)) formata çevirildi. Böylece kemik iliği ve trabeküler yapının sınırları ayırt edilebilir hale getirildi. Görüntüdeki gürültüyü ortadan kaldırmak amacıyla görüntüye aşındırma (erozyon) ve genişletme (dilatasyon) işlemi uygulandı. Görüntü tersine çevrildi ve iskeletleştirildi. İskelet yapısı (siyah alanlar) kemik modelini ve iskelet dışı yapı (beyaz alanlar) kemik iliğini temsil etti (Şekil 2.3). Fraktal boyutun hesaplanması için, kutu sayma metodu (Fractal Box Counter) kullanılarak görüntü 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32 ve 64 piksel boyutlarında karelere bölündü. Trabekül içeren kareler ve görüntüdeki toplam kare sayısı, pikselin farklı boyutları için hesaplandı. Bu değerler

logaritmik ölçekte çizildi ve grafikteki noktalara en iyi uyan doğrunun eğimi kemik FB'ü verdi.



Şekil 2.3. Fraktal analiz aşamaları

2.4. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS 26 programı ile yapılmış ve %95 güven düzeyi ile çalışılmıştır. Ölçümler için ortalama (Ort), standart sapma (ss), Medyan (M) istatistikleri, gruplu değişkenler için frekans (n) ve yüzde (%) istatistikleri verilmiştir. Çalışmada ölçümlerin implant gruplara göre karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi, grupların ikili karşılaştırılmasında Mann Whitney, 1. ve 2. Panoramic ölçümlerin karşılaştırması Wilcoxon testi, gözlem içi uyumun incelenmesinde tekrar ölçümler ile ilişkilerde Wilcoxon testi ve Spearman (rho) korelasyon testi kullanılmıştır. Mann Whitney; sayısal bir ölçümün 2 gruplu bir değişkene göre karşılaştırılmasında kullanılan test tekniğidir. Kruskal Wallis; sayısal bir ölçümün k ($k > 2$) gruplu bir değişkene göre karşılaştırılmasında kullanılan test tekniğidir. Wilcoxon; nicel bağımlı ölçümlerin (2 ölçüm) karşılaştırılmasında kullanılan test tekniğidir. Spearman korelasyon; nicel değişkenler arasındaki ilişkinin yönünün ve şiddetinin belirlenmesinde kullanılan test tekniğidir.

3. BULGULAR

Çalışma verileri Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi'ne diş eksikliği şikayeti ile başvuran, alt çene sağ-sol molar sahalarında diş eksikliği nedeni ile dental implant uygulaması yapılmış hasta kayıtlarından elde edildi. 12'si kadın 9'u erkek hastada olmak üzere toplam 42 adet implant analiz edildi.

İmplantların yapımı öncesi ve sonrasında kemik yapısındaki değişikliklerin değerlendirilmesi için hasta kayıtlarından elde edilen öncesi ve sonrası panoramik radyografilerde kemik fraktal analiz yöntemi kullanıldı. Tüm ölçümler, deneyimli tek bir çene yüz radyologu tarafından yapıldı. Gözlemci içi güvenilirliği test etmek için, görüntülerin 20'si 1 ay sonra yeniden analiz edilip gözlemci içi güvenilirlik için korelasyon katsayısı hesaplandı. Hastaların tedavi öncesi ve sonrası panoramik radyografilerinde yapılan kemik fraktal ölçümlerinin gözlemci uyum analizi sonuçları çizelge 3.1 ve çizelge 3.2 de gösterilmektedir. Analiz sonuçlarına göre, gözlem içi uyumluluk tespit edilmiştir.

Hastalarda ilk 1. panoramik ölçümü ile ikinci 1. panoramik ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır ($p=0,076>0,05$). İmplant gruplarına göre ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise 35 grubunda ($p=0,414>0,05$), 36 grubunda ($p=0,051>0,05$), 45 grubunda ($p=0,285>0,05$), 46 grubunda ($p=0,610>0,05$) ve sağ çene grubunda ($p=0,959>0,05$) ilk 1. panoramik ölçümü ile ikinci 1. panoramik ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır. Sol çene grubunda ise panoramik ölçümü ile ikinci 1. Panoramic ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır ($p=0,036<0,05$).

Hastalarda ilk 2. panoramik ölçümü ile ikinci 2. panoramik ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır ($p=0,498>0,05$). İmplant gruplarına göre ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise 35 grubunda ($p=0,180>0,05$), 36 grubunda ($p=0,351>0,05$), 45 grubunda ($p=0,180>0,05$), 46 grubunda ($p=0,865>0,05$), sol çene $p=0,097>0,05$), sağ çene grubunda ($p=0,677>0,05$) ilk 2. panoramik ölçümü ile ikinci 2. panoramik ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır

Çizelge 3.1. Hastaların 1.Panoramik Ölçümlerinin Uyum Analizi Sonuçları

	1.panoramik ilk	1.panoramikson	p (W)	rho
Bölge	1,105±0,067 (1,100)	1,109±0,056 (1,088)	0,076	0,440
35	1,097±0,019 (1,108)	1,067±0,050 (1,065)	0,414	0,500
36	1,153±0,073 (1,115)	1,098±0,096 (1,098)	0,051	0,667
45	1,054±0,047 (1,059)	1,038±0,021 (1,026)	0,285	0,999
46	1,081±0,058 (1,082)	1,096±0,047 (1,082)	0,610	0,607
Sol çene	1,136±0,066 (1,112)	1,089±0,083 (1,082)	0,036*	0,438
Sağ çene	1,073±0,054 (1,071)	1,079±0,049 (1,071)	0,959	0,578

* $p < 0,05$ anlamlı fark var, $p > 0,05$ anlamlı fark yok; Wilcoxon(W), Spearman(rho) test: $0 \leq r \leq 0,25$ çok zayıf, $0,26 \leq r \leq 0,49$ zayıf, $0,50 \leq r \leq 0,69$ orta, $0,70 \leq r \leq 0,89$ güçlü, $0,90 \leq r \leq 1$ çok güçlü (Akgül vd. 2003).

Çizelge 3.2. Hastaların 2.panoramik Ölçümlerinin Uyum Analizi Sonuçları

	2.panoramik ilk	2.panoramik son	p	rho
Bölge	1,084±0,067 (1,071)	1,15±0,164 (1,127)	0,498	0,762
35	1,157±0,070 (1,175)	1,170±0,080 (1,200)	0,180	0,999
36	1,123±0,050 (1,136)	1,135±0,043 (1,147)	0,351	0,750
45	1,105±0,084 (1,086)	1,085±0,065 (1,066)	0,180	0,999
46	1,077±0,031 (1,080)	1,183±0,276 (1,071)	0,865	0,607
Sol çene	1,089±0,083 (1,141)	1,146±0,054 (1,152)	0,097	0,903
Sağ çene	1,079±0,049 (1,082)	1,153±0,232 (1,069)	0,677	0,709

* $p < 0,05$ anlamlı fark var, $p > 0,05$ anlamlı fark yok; Wilcoxon(W), Spearman(rho) test: $0 \leq r \leq 0,25$ çok zayıf, $0,26 \leq r \leq 0,49$ zayıf, $0,50 \leq r \leq 0,69$ orta, $0,70 \leq r \leq 0,89$ güçlü, $0,90 \leq r \leq 1$ çok güçlü (Akgül vd. 2003).

Hastalarda implant yön gruplarının cinsiyet dağılım oranları ve yaş istatistikleri çizelge 3.3’de verilmiştir. Gruplarda yaş ve cinsiyet dağılımının homojen olduğu görülmektedir. Grup ile cinsiyet, yaş arasında ilişki bulunmamaktadır ($p=0,999 > 0,05$).

Çizelge 3.3. İmplant gruplarına göre Demografik Özelliklerin İstatistikleri

		İmplant grup		p
		Sol çene (kontrol)	Sağ çene (FF-test)	
CinsiyetX ₂	Kadın	12 (57,1)	12 (57,1)	0,999
	Erkek	9 (42,9)	9 (42,9)	
Yaş (KW)		50,43±9,22	(53)	0,999
		Erkek yaş ort.41.80		
		Kadın yaş ort. 58.10	50,43±9,22 (53)	

$p < 0,05$ anlamlı ilişki var, $p > 0,05$ anlamlı ilişki yok; KruskalWallis(KW), Kikare(X₂) Test

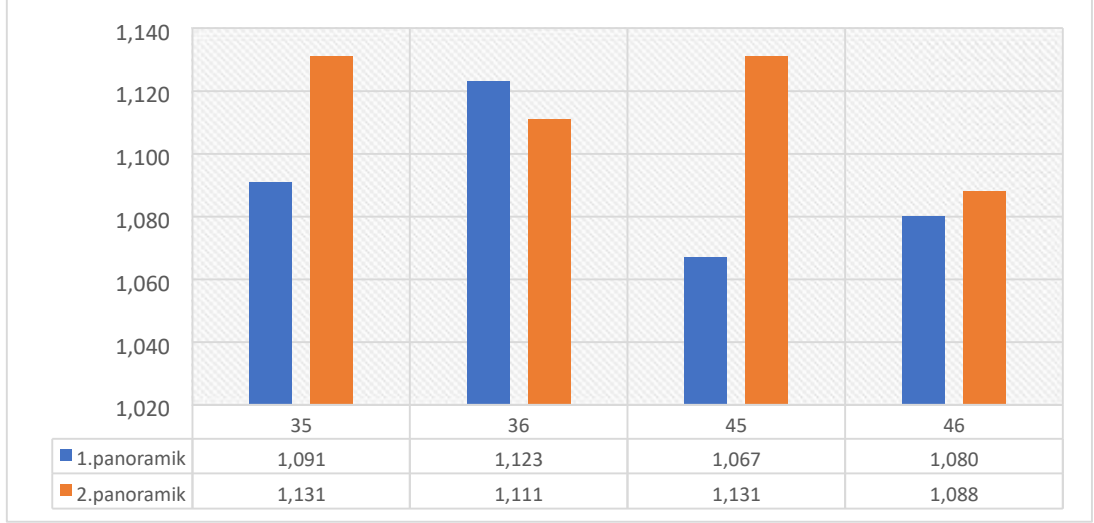
İmplant tedavisi öncesi ve sonrasında kemik fraktal değerleri ölçülen hastaların değerleri çizelge 3.4 de verilmektedir. Hastaların implant grupları arasında 1. panoramik ($p=0,112>0,05$) ve 2. panoramik ($p=0,228>0,05$) ölçümleri bakımından istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır. Anlamlı olmamakla birlikte ortalama olarak 1. panoramik ölçüm 36 implantta en yüksek, 2. panoramik ölçüm 45 implantta en yüksektir.

Çizelge 3.4. Hastaların panoramik Ölçümlerinin İmplant Gruplara, Değişime göre Karşılaştırılması

İmplant Bölge	35	36	45	46	p
1.panoramik	1,091±0,051 (1,095)	1,123±0,069 (1,108)	1,067±0,046 (1,059)	1,080±0,076 (1,052)	0,112
2.panoramik	1,131±0,056 (1,119)	1,111±0,056 (1,097)	1,131±0,060 (1,135)	1,088±0,033 (1,086)	0,228
Δ1- 2.panoramik p(W)	0,091	0,363	0,046*	0,245	

* $p<0,05$ anlamlı fark var; $p>0,05$ anlamlı fark yok; Wilcoxon(W), KruskalWallis(KW) test

Tedavi sonrası kemik fraktal değeri genelde artış göstermiştir ancak anlamlı değişiklik sadece 45 implant grubu hastalarda 1. panoramik ölçümü ile 2. panoramik ölçümü arasında bulunmuştur ($p=0,046<0,05$). Grupta 2. panoramik ölçümü daha yüksektir (1,131). 35 ($p=0,091>0,05$), 36 ($p=0,363>0,05$), 46 ($p=0,245>0,05$) implant grubu hastalarda ise 1. panoramik ölçümü ile 2. panoramik ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Hastaların panoramik Ölçümlerinin İmplant Gruplara, Değişime göre Karşılaştırılması

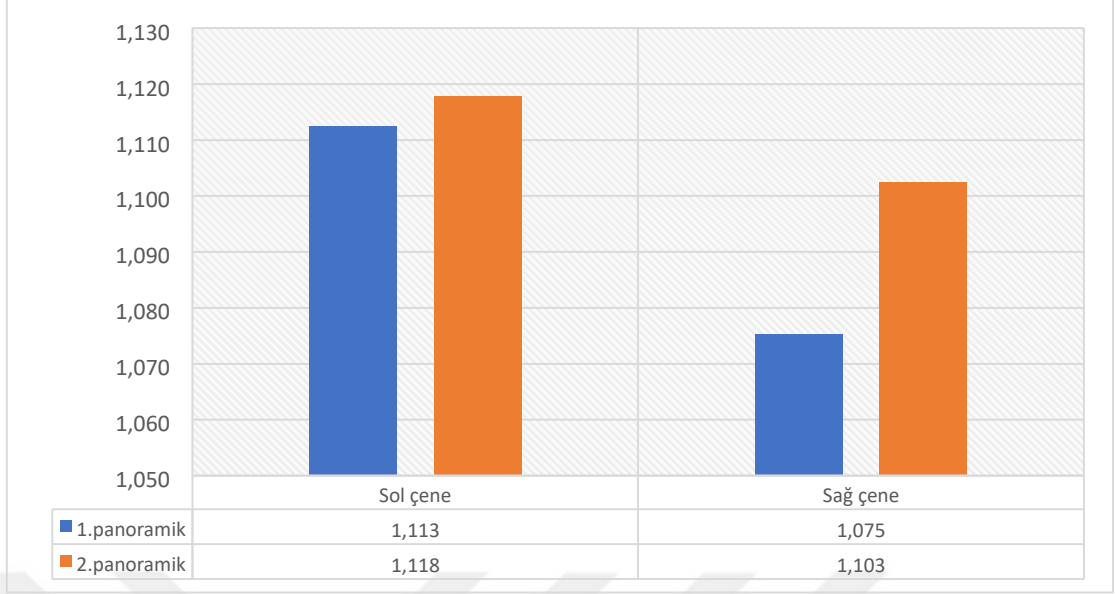
Hastaların implant bölgeleri arasında 1. panoramik ve 2. panoramik ölçümleri bakımından grup içi çoklu karşılaştırma sonuçları verilmiştir (Çizelge3.5). Hastalarda 36 implant grubu ile 46 implant grubu arasında 1. panoramik ölçümü bakımından fark bulunmaktadır ($p=0,039<0,05$). Diğer ikili karşılaştırmalarda fark gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 3.5. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin İmplant Gruplara göre Çoklu Karşılaştırılması

İmplant Bölge	İmplant Bölge	1.panoramik	2.panoramik
35	36	0,371	0,456
35	45	0,338	0,949
35	46	0,332	0,086
36	45	0,052	0,456
36	46	0,039*	0,382
45	46	0,940	0,062

* $p<0,05$ anlamlı fark var; $p>0,05$ anlamlı fark yok; MannWhitney test

Panoramik radyografi verilerimizde sağ çene (test grubu) FF işlemine tabi tutulmuş implantları, sol çene ise standart (kontrol grubu) olarak yerleştirilmiş implantları ifade etmektedir. Gruplara ait implant tedavisi öncesi ve sonrası kemik fraktal skorları Şekil 3.2. de verilmiştir.



Şekil 3.2. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin Gruplara göre Karşılaştırılması

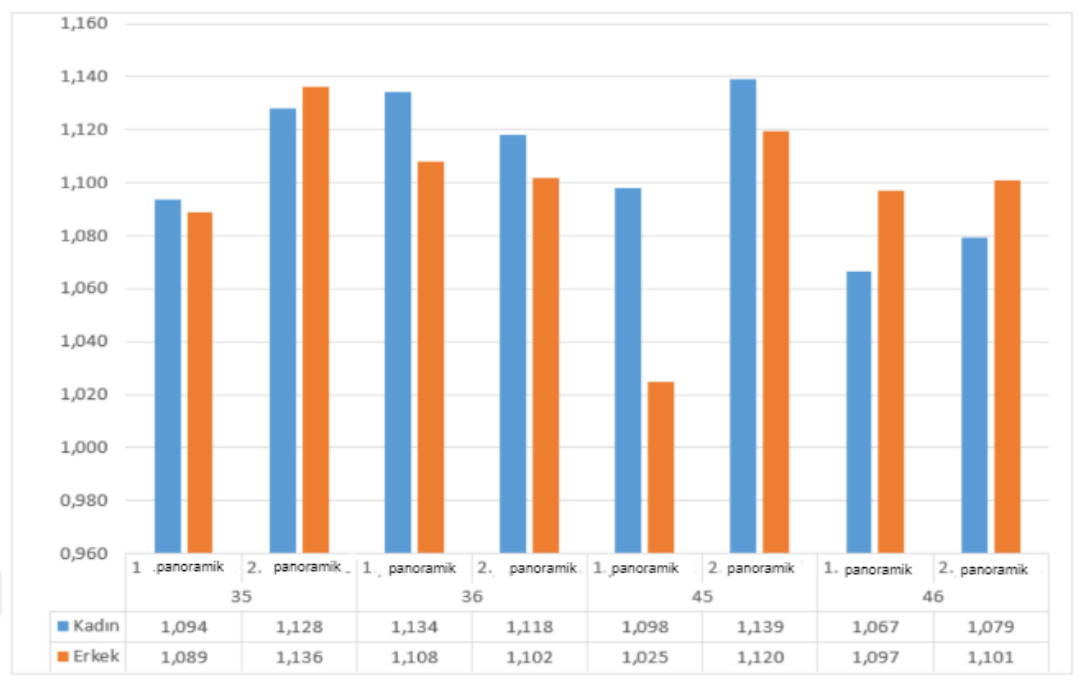
Hastaların panoramik ölçümlerini implant gruplarına göre karşılaştırdığımızda; test grubu hastalarda 1. panoramik ölçümü ile 2. panoramik ölçümü arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmaktadır ($p=0,044<0,05$) ve kemik fraktal skoru artış göstermiştir (1,103). Kontrol grubu hastalarda, kemik fraktal skorunda artış gözlenmekle birlikte, bu fark anlamlı değildir ($p=0,794>0,05$) (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin Gruplara göre Karşılaştırılması

	İmplant Çene Grup		p
	Sol çene (<i>kontrol</i>)	Sağ çene (<i>FF-test</i>)	
1.panoramik (MW)	1,113±0,064 (1,102)	1,075±0,067 (1,053)	0,021*
2.panoramik (MW)	1,118±0,056 (1,105)	1,103±0,047 (1,092)	0,428
Δ1-2.panoramik p (W)	0,794	0,044*	

* $p<0,05$ anlamlı fark var; $p>0,05$ anlamlı fark yok; Wilcoxon(W), MannWhitney(MW) test

Hastaların panoramik radyografi ölçümlerinin implant grupları ayırımında cinsiyetteki değişime göre karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmadaki 21 Hastanın, 12'si kadın 9 tanesi erkektir. İmplant bazında elde edilen kemik fraktal skorları cinsiyet dağılımı grafikteki gibidir (Şekil 3.3). Hem kadınlarda hem de erkeklerde tüm implant gruplarında tedavi öncesi ve sonrası kemik fraktal ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$).



Şekil 3.3. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin İmplant Grupları Ayrımında Cinsiyete, Değişime göre Karşılaştırılması

Test ve kontrol gruplarının cinsiyetle ilişkisi değerlendirildiğinde; implant yön gruplarında kadınlar ile erkekler arasında 1. panoramik ve 2. panoramik ölçümleri bakımından istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$). Hem kadınlarda hem de erkeklerde tüm implant gruplarında 1. panoramik ölçümleri ile 2. panoramik ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır ($p>0,05$)(çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Hastaların Panoramik Ölçümlerinin İmplant Grupları Ayrımında Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

		Cinsiyet		p (MW)
		Kadın	Erkek	
Sol çene (kontrol)	1.panoramik	1,121±0,048 (1,109)	1,102±0,083 (1,075)	0,227
	2.panoramik	1,121±0,058 (1,112)	1,113±0,056 (1,089)	0,722
Δ1-2.panoramik p(W)		0,937	0,859	
Sağ çene (FF-test)	1.panoramik	1,077±0,053 (1,072)	1,073±0,085 (1,044)	0,355
	2.panoramik	1,099±0,055 (1,086)	1,107±0,035 (1,093)	0,546
Δ1-2.panoramik p(W)		0,286	0,110	

* $p<0,05$ anlamlı fark var; $p>0,05$ anlamlı fark yok; Wilcoxon(W), Mann Whitney test

4. TARTIŞMA

Dental implant tedavisi, eksik dişlerin tamamlanması için yaygın bir klinik prosedürdür. Çeşitli risk faktörleri ise implant kaybına kadar ilerleyebilen başarısızlık durumu ile sonuçlanabilmektedir. İmplant kaybına yol açan önemli faktörlerden biri klinik prosedürlerdir. Uygulama sahasının sterilitesi, cerrahi yöntemler, implantların yüzey özellikleri implant başarısı açısından hayattır. Hirota vd. (2018), 219 hastada 563 implantı sağ kalım açısından değerlendirdikleri çalışmalarında erken dönemde implant başarısızlık oranının fotofoniyonalizasyon kullanılmadığında %4,3 iken fotofoniyonalizasyon uygulandığında ise %1,3'e düştüğünü belirtmişlerdir (Hirota vd., 2018). Uygulanan dental implantın yüzeyinin hidrofilik olması, bioaktiviteyi artırarak osseointegrasyonu olumlu yönde etkiler (Sawase, 2008).

Yeni işlenmiş ve pasifleştirilmiş bir TiO yüzeyinin biyolojik aktivitesi 7 gün gibi kısa bir sürede bozulmakta ve işlevi azalmaktadır. Bununla birlikte, UV tedavisi bu biyolojik aktiviteyi yeniden etkinleştirir. Fotofoniyonalizasyon prosedürü hidrofobik yüzey koşullarını süperhidrofilik bir yüzeye dönüştürür. Kirletici hidrokarbonları giderir ve doğrudan hücre çekiciliğini artırır. Bu işlem, kavramsal olarak biyo inert bir malzeme olan TiO'ya biyoişlevsellik kazandırır. UV ile muamele edilen implantları olan ratlarda (kemikimplant teması) BIC'nin %100'e kadar çıktığı bildirilmiştir. Ultra viyole tedavisi, protein adsorpsiyonu, osteoblast yayılması, bağlanma, proliferasyon ve farklılaşmada artışa neden olmaktadır (Lee ve Ogawa, 2012).

Fotofoniyonalizasyon işleminden sonra dental implantların artan osseointegrasyonunun ardındaki mekanizmalar, hidrofilikliğin artırılması ve implant yüzeyindeki hidrokarbon kirliliğinin ortadan kaldırılmasına bağlıdır.(Yeo vd., 2019). Ultraviyole ışınlanmanın titanyum dioksitte hidrofilikliğe neden olabileceği fikri ilk olarak 1997'de Wang vd. tarafından ortaya atıldı ve bağlantı bölgelerindeki oksijen boşluklarında, daha fazla su adsorpsiyonu için ilgili Ti4 + bölgelerinin Ti3 + bölgelerine dönüşümüne sebep olduğu gösterildi (Wang vd., 1997). Bu temele dayandırılarak geliştirilen fotofoniyonalizasyon işleminin, implant stabilitesi oluşturma hızı üzerindeki olumlu etkisi ve implant çevresinde daha hızlı osseointegrasyon kazanılması ile genel iyileşme süresini kısaltmak için etkili ve pratik bir strateji sağlayabileceği konusunda literatürde fikir birliğine varıldı. Fotofoniyonalizasyon işleminin, özellikle düşük kaliteli kemikte veya aşamalı

ve/veya eş zamanlı kemik cerrahisi gerektiren karmaşık vakalarda implant stabilitesini iyileştirdiği görülmektedir ((Xinrui vd., 2022) , (Ogawa, 2014)).

Yakın geçmişte titanyum implant yüzeylerinin UV ile muamelesinin, osseoentegrasyon kapasitesini arttırdığını, titanyum implant ara yüzey ilişkisinin daha sağlam olduğunu, özellikle erken dönemde kemik formasyon kapasitesinin yükseldiğini ve fotofonksiyonalizasyon işleminin osteokondüktivite üzerinde olumlu etkisini olduğunu gösteren pek çok çalışma yayınlanmıştır (Liu vd., 2008).

Choi vd. (2021) implant yüzeyinin UV ışık ile muamele edilmesinin, posterior maksiller bölgede implantların primer stabilitesi açısından olumlu sonuçlar gösterdiğini bildirdi. Bizim çalışmamızda, Choi vd.'den farklı olarak, çalışma dizaynı sınırları dahilinde klinik değerlendirme ve stabilite ölçümü yapılmamış, sadece radyografik olarak kemik fraktali ölçülmüştür. Sonuçlarımız, fotofonksiyonalizasyon işleminin implant çevresinde oluşan yeni kemik dokusunun kalitesine pozitif katkı sağladığını göstermiştir ancak stabilite değerine olan katkısı ile ilgili yorum yapmamız mümkün değildir. Artmış kemik kalitesi, osseoentegrasyon ve implant stabilitesinin en etkin kriterleridir. Bu doğrultuda çalışma verilerimize göre FF işleminin klinik fayda sağlayabileceği düşünülebilir. UV ışınlanmanın kullanımı, başarı şansı düşük ve yapısal olarak zayıf bölgelerde osseointegrasyonu kolaylaştıran ve böylece daha hızlı bir yükleme protokolüne izin veren basit ve ucuz bir çözüm olarak kaydedilmiştir (Choi vd., 2021).

Fotofonksiyonalizasyon işleminin avantajlarından bir diğeri, primer stabilitesi düşük/hiç stabilitesi olmayan implantlarda gündeme gelmektedir. Düşük, aşırı düşük veya hiç primer stabilite olmadan yerleştirilen fotofonksiyonel implantlar, iyileşme sırasında implant stabilitesinde hızlı bir artışla yüksek bir başarı oranı göstermiştir. Fotofonksiyonelleştirme, daha düşük primer stabiliteye sahip implantlar için daha etkili klinik sonuçlar verip; bu teknolojinin özellikle zorlu koşulları iyileştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Kitajima ve Ogawa çalışmalarında (Ogawa ve Kitajima., 2016). 15 dakikalık fotofonksiyonalizasyon işleminin, primer stabilitesi düşük olan veya hiç olmayan implantlar için, stabilitede hızlı bir artış sağladığını kanıtlamıştır. Fotofonksiyonelleştirme, daha düşük başlangıç stabilitesine sahip implantlar için stabiliteyi iyileştirmede etkili bir yöntemdir.

Saita vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, fotofonksiyonelleştirme işleminin, nano ölçekteki hidroksi apatitin daha hızlı TiO yüzeyinde biriktirmesinde etkili olduğu bulunmuştur. UV ile işlenmiş TiO'nun biyomimetik apatit birikimi, mikro ölçekli morfolojilerini değiştirmeden mikro pürüzlü titanyum yüzeylerini etkili bir şekilde geliştirebilir (Saita vd., 2016). Biyolojik olarak en etkili UV dalga boyu yaklaşık 250 nm'dir. Ancak, UV'nin implant yüzeylerine uygulama yöntemi de önem arz eder. UV camdan önemli ölçüde geçemez. Bu nedenle, implant yüzeylerinin tüm dalga boylarına maruz kaldığından emin olmak için UV ışınlanmadan önce implantlar cam veya plastik kaplardan çıkarılmalı, üretici firma önerileri doğrultusunda muamele edilmelidir. Bizim çalışmamızda, tek bir UV cihazı kullanılmış ve prosedür üretici firma önerilerine uygun olarak yürütülmüştür.

Önceki çalışmalarda fotofonksiyonelleştirme işleminin uygulanması, yetersiz kemik varlığında da olumlu sonuç vermiştir (Funato ve Ogawa, 2013). İmplant yüzeyinin arındırılarak hidrofilik hale getirilmesinin, implant başarısını arttırdığı açıktır. Bizim çalışmamızda değerlendirilen implantlar için, FF işlemine tabi tutulan ya da tutulmayan implantların hiç birisinde kemik kaybı, implant kaybı bulgusuna rastlanmamıştır. İmplant yerleştirme aşamasında klinik değerlendirme yapılmadığı için, stabilite hakkında yorum yapamasa da, ilerleyen dönemdeki radyografik incelememiz tüm implant cerrahilerinin ve iyileşme sürecinin başarılı olduğunu göstermektedir. Bu anlamda, test ve kontrol gruplarımızın her ikisi için implant sağ kalımının erken dönemde %100 olduğunu söyleyebiliriz.

İmplant stabilitesini etkileyecek önemli faktörlerden birisi kemik kalitesidir. Kemik metabolizmasını etkileyen sistemik durum ve bozukluklar ile yaş kemik kalitesi üzerine etkili faktörlerdir (Putra vd., 2023). Çalışma gruplarımızda, kemik yapısını etkileyecek bir sistemik faktör bulunmamakla birlikte cinsiyet ve yaş dağılımı homojendir.

Fotofonksiyonelleştirme işleminin etkinliğini değerlendiren çalışmalar genelde klinik başarı üzerine yoğunlaşmıştır. Hücresel düzeydeki çalışmalar ise hayvan çalışmalarıdır (Ueno vd., 2010; Pyo vd., 2013). Bizim çalışmamız bu pozitif etkiyi, kemik fraktal yapısının değerlendirilmesiyle ortaya koyan ilk insan çalışmasıdır.

Periimplantitis, implant çevresinde oluşan kemik kaybını tanımlar ve etyolojik olarak, periodontal hastalıkların etyopatogenezi ile uyum gösterir. Periodontitis ve peri-implantitis arasındaki mikrobiyal içerikler benzerdir; bununla birlikte, diş implantları, doğal dişlerden

anatomik ve fizyolojik farklılıklar nedeniyle oral enfeksiyonlara karşı daha duyarlıdırlar (Butera vd., 2022). İmplant yüzeyine uygulanan UV işleminin, mukozal tutunmayı artırdığı, mekanik ve kimyasal ayrılmaya karşı direnci yükselttiği çalışmalarda kaydedilmiştir. Bu bağ dokusu uyumluluğu, UV kaynaklı süperhidrofilikliğe ve karbon ayrışmasına dayanmaktadır. Klinik açıdan bakıldığında, titanyumun UV ile muamelesi, peri implant dokulara bakteriyel istilanın önlenmesinde ve bağ dokusunun sızdırmazlığını iyileştirmede olumlu bir yöntemdir (İkeda vd., 2021).

Ek olarak, proinflatuar durum da dahil olmak üzere peri-implant doku yanıtı, abutment geometrisi ve yüzeyinden etkilenmektedir. Bu nedenle, fotofonksiyonelleştirmenin, implant dayanak yüzeyi üzerindeki diş eti fibroblastlarının veya epitel hücrelerinin tutunmaları açısından olumlu etkisi, peri-implant enfeksiyonun şiddetini azaltabilmektedir (Razali vd., 2021). Ishii vd. (2016), ligatürle indüklenen ve 24 haftalık takip içeren peri-implantit köpek modelinde, UV ışınına maruz kalan implant etrafındaki kemik rezorpsiyonunun, UV ışınına maruz kalmayan implantın etrafındaki kemik rezorpsiyonuna göre daha az olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda, değerlendirmelerimiz implant uygulaması ve osseoentegrasyon tamamlanması sonrası/yükleme öncesi alınan radyograflar üzerinden yapılmıştır (12-16 hafta). İmplant başarısının periimplant bölgede oluşan sağlam kemik yapısı ve başarılı osseoentegrasyonla ilişkili olduğu bilinmektedir, bu nedenle uzun dönemde UV uygulamanın pozitif katkı sağlayacağı düşünülebilir ancak bu etkinin değerlendirilmesi için, uzun dönem çalışmalara ihtiyaç vardır (Ishii vd., 2016).

Periimplantitise neden olan diğer faktör olan mekanik etkiler de, bakteriyel faktörler gibi çoğunlukla protetik yükleme sonrası ortaya çıkmaktadır. (Bedoya vd., 2023). Fotofonksiyonelleştirmenin implant başarısı üzerine etkisini değerlendiren çalışmalar genelde kısa süreli sonuçları vermektedir (Coelho, vd., 2012; Teixeira vd., 2012; Giro vd., 2013).

Sawase vd. (2007) yılında yayınladıkları hayvan çalışmalarında implant yüzeyine UV uygulamasının 4 haftada herhangi bir fark sağlamadığını bildirmiş (Sawase vd., 2007) aynı araştırmacılar 2008 yılında yayınladıkları benzer çalışmalarında ise 2. Haftada UV uygulamasının kemik apozisyonunda anlamlı fark yarattığını belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarında UV uygulamasının erken dönem kemik apozisyonu için fayda sağladığını bildirmişlerdir. Bu sonuç UV uygulamasının, osseoentegrasyon sürecini kısaltarak, klinik prosedüre zamanlama açısından avantaj sağladığını düşündürebilir. (Sawase vd., 2008).

Benzer şekilde Yamauchi vd. (2017) ile Lee vd. (2019) da, fotofonksiyonalizasyon işleminin osseoentegrasyonun erken fazında yüksek kemik performansını desteklediğini bildirmiştir (Yamauchi vd., 2017), (Lee. Vd., 2019).

Literatürde UV fotofonksiyonalizasyonunun osseoentegrasyona ek fayda sağlamadığını belirten tek çalışma Mehl vd. (2018) aittir. Kırk sekiz titanyum implant ile yaptıkları domuz çalışmasında implant stabilitesini, implant stabilite katsayısı (ISQ) ölçülerek değerlendirmiş, implantasyondan önce implantların yarısını yoğun UV ışığıyla fotofonksiyonel hale getirmişlerdir. Üç ay sonra açığa çıkarılan implantların ISQ değerlerinde UV uygulamasının ek bir fayda sağlamadığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar sonuçlarını değerlendirirken kendi çalışmalarının 9 haftalık sonuçlar olduğunu ancak kıyaslama çalışmaların genellikle 4 haftalık çalışmalar olduğunu belirtmiş; osseoentegrasyona ait pozitif farklılıkların erken dönemde anlamlı farklı olabileceğini rapor etmişlerdir (Mehl vd., 2018).

Fotofonksiyonalizasyonun olumlu etkileri sadece titanyum implant yüzeylerinde değil, kemik defektlerine uygulanan titanyum mesh/membran materyallerinde de araştırılmış ve yine kemik artırımının, defekt dolumunda gerekli osteokondüktif özelliğin artmış olduğu ve klinik fayda sağladığı rapor edilmiştir (Hirota vd., 2014). Aynı araştırmacılar, bu özelliğin vertikal kemik ogmentasyonunda da avantaj sağladığını rapor etmişlerdir (Hirota vd., 2017).

Dental klinik uygulamada, radyografik görüntüler genellikle sağlık hizmeti sağlayıcısı tarafından bütünleyici olarak ele alınmaktadır. Bir hastalıktan veya tedavinin ilerlemesinden kaynaklanan kemik yapısındaki değişiklikleri objektif olarak ölçen fraktal analiz gibi çözümler, klinik ve bilimsel araştırmalar için önem arz etmektedir. Fraktal analiz, radyografları analiz etmek için yararlı bir yöntem olarak kabul edilmektedir ve kemik dokusu gibi karmaşık şekilleri ve yapısal modelleri tanımlayan ve analiz eden matematiksel bir yöntemdir. Spesifik olarak, fraktal boyut (FD), elde edilen görüntünün karmaşıklığının nicel bir ölçüsüdür. (Mandelbrot, 1967). Yapılan çalışmalarla kemiğin fraktal boyutunun ve biyomekanik özelliklerinin ilişkili olduğu ispatlanmıştır. Böylelikle; fraktal analiz ile incelenen kemik bölgelerinin kemik yoğunluğu, saptanan fraktal boyut ile ilişkilendirilerek, kemik mineral miktarı hakkında fikir yürütülebilmektedir (Haire vd., 1998), (Demirbaş vd., 2009), (Ergün vd., 2009).

Fraktal analiz yöntemi; diş hekimliği dahil olmak üzere farklı alanlarda kullanılmaktadır (Sánchez ve Uzcátegui, 2011). FA'nın, mandibuler ve maxillar rejenerasyonu ve implant uygulamasından sonraki evrelerde trabeküler değişiklikleri ölçmek ve incelemek için yararlı olduğu gösterilmiştir (Perrotti vd., 2011). Ek olarak, implant yüzeyindeki pürüzlülük ve değişiklikleri incelemek için, kök kanal tedavisinden sonra endodontik lezyonların iyileşme sürecini değerlendirmek için, epitelyal bağ dokusu arayüzündeki malign ve premalign lezyonları derecelendirmek ve tanı koymak için (Lucchese vd., 2015) ve oral skuamöz hücreli karsinomdan etkilenen bireylerin histolojik numunelerinde evreleme, derecelendirme ve varyasyonları değerlendirmek kullanım alanlarındandır. (Umemori vd., 2010). Bununla birlikte, diş hekimliğinde FA'nın ana uygulaması, çene kemiklerinin morfolojik özelliklerinin ve bunun zaman içindeki olası değişiminin değerlendirilmesidir (Kato vd., 2020). Bazı raporlar, FD'nin sağlıklı bireyleri osteoporotik hastalardan (OP) ayırmada ve teşhis etmesinde ümit verici bir uygulama olduğunu göstermiştir (Şener vd., 2015).

Fraktal terimi, büyütmede veya küçültmede ayrıntıların kendine benzeme özelliği taşıdığı nesnelere için kullanılır. Fraktal analiz yöntemi bu kompleks nesnelere analiz edip, internal yapısını sayısal olarak verebilmektedir (Jolley vd., 2006).

Tıp ve diş hekimliği alanlarında trabeküler kemiği fraktal analiz metoduyla incelemiş birçok çalışma mevcuttur (Kato vd., 2020).

Dental implant uygulamalarında, fraktal analiz yönteminin osseointegrasyonun erken bulgusu olabileceği görüşü kabul görmektedir. Soylu vd. (2021), FA yönteminin diş radyografilerine dayanarak diş implantının osseointegrasyonunu tahmin etmek için umut verici ve invaziv olmayan bir yöntem olduğunu aynı zamanda toplam tedavi süresinin kısaltılmasına yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir. Dental radyografilerde kemik mikro yapısının fraktal analizi tanısal uygulamalar için yararlı olabilir; ancak kemiğin histolojik mikro yapıları herhangi bir klinik görüntüleme yöntemiyle görüntülenemez (İbrahim vd., 2013).

Çalışmamızda FA ölçümü, hastalardan elde edilen panoramik radyograflar üzerinden yapılmıştır. Fraktal analiz ölçümü, panoramik filme ait radyasyon dozu, -10 ile +30 derece arasındaki projeksiyon açısı ve filmin hizalaması gibi parametrelerden anlamlı düzeyde etkilenmemektedir. İbrahim vd. (2013) çalışmalarında CBCT ile fraktal analiz ölçümleri

yapmış ve implantın tanısı ve takibi için iki boyutlu radyografilere kıyasla ölçümlerin yüksek doğruluğunu ortaya koymuştur. Ancak dental tomografi alınmasında etkili maruz kalma dozu, dental radyografiye göre oldukça yüksektir. Bu nedenle, tüm implantasyon vakalarında implant takibinin değerlendirilmesi için CBCT endike değildir (İbrahim vd., 2013).

Çalışmamızda kullanılan tüm panoramik filmler aynı röntgen cihazı ile çekilmiştir. Belirlenen ROI'ler kortikal sınırlar ve diş dokuları içermeyen lokalizasyonlardan seçilmiştir. Mandibulada benign/malign tümör görüntüsü olan ve incelenecek bölgelerde görüntüyü bozacak artifakta sahip panoramik görüntüler çalışma dışı bırakılmıştır. Yaşar vd. (2012), görüntülerin dijital ortamda depolanması ve aktarılması esnasında farklı formatların kullanılmasının verilerde yaklaşık %5 bilgi kaybına neden olduğu ve bu kayıpların geri dönüşümsüz olduğu bildirilmiştir (Yasar vd., 2012).

Bu nedenle radyografler üzerinde radyomorfometrik indeks, fraktal boyut ve histogram analizlerinin doğru yapılabilmesi için uygun görüntü formatının kullanılması hayatidir (Wenzel., 1996). TIFF ve JPEG görüntü formatlarının görüntülerdeki gri skala değerlerini koruyabilme değerlendiren bir çalışma TIFF görüntü formatının JPEG görüntü formatından daha başarılı olduğunu bildirmiştir (Gürdal vd., 2001).

Ayrıca TIFF ve JPEG formatındaki panoramik radyograflerin; görüntü dansitesi ve fraktal boyut değerlerine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada JPEG formatındaki görüntülerde detay kaybının fazla olduğu ve TIFF formatındaki görüntülerden elde edilen FA ölçümlerinin daha güvenilir olduğu bildirilmiştir (Yaşar vd., 2012). Bu bilgilerden hareketle bizim çalışmamızda, veri kaybını önlemek için tüm grupların radyografleri TIFF formatında kaydedilmiş ve FA ölçümleri daha sonra gerçekleştirilmiştir.

Fraktal analizde FD ölçümünde farklı metotlar önerilmiş olup, bizim çalışmamızda kemik internal yapısının değerlendirilmesinde, literatürde en çok kullanılan kutu sayma yöntemi kullanılmıştır. Tüm görüntüler, dahil edilme kriterlerine uygun olarak seçilmiş ve uzman bir çene yüz radyoloğu tarafından analiz edilmiştir.

Osseointegrasyon kavramı Brånemark tarafından kemik ile implant yüzeyi arasında başarılı ve işlevsel doğrudan bağlantı olarak tanımlanmaktadır (Branemark vd., 1985). Osseointegrasyon süreci materyalin biyoyumluluğu, implantın makro ve mikro yapısı,

cerrahi teknik, kemik kalitesi, yükleme protokolleri gibi faktörlere bağlıdır. Yerleştirme sırasında, dental implantın primer stabilitesi, sağ kalım için ön koşuldur (Elias vd., 1996).

Literatürde primer stabilite RFA, ISQ, MCI ve FA kullanılarak değerlendirilmiştir. RFA ve yerleştirme torku (IT) primer stabiliteyi değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır. FA'nın, diş hekimliğinde kemik yapısını ve implant yapısını değerlendirmek ve analiz etmek için kullanımı ise ilk olarak Sanchez ve Uzcategui tarafından tanımlanmıştır. (Sánchez ve Uzcátegui, 2011). Fotofoniyonizasyon ile UV uygulamasının implant osseoentegrasyonuna etkisini araştıran çalışmalar genellikle hücresel düzeyde yapıldığında hayvan çalışmalarıyla sınırlanmış, klinik insan çalışmaları ise ISQ değeri ölçümü veya CBCT ile kemik kalite değerlendirilmesi methodu ile stabiliteyi değerlendirmekle sınırlı kalmıştır. Klinik anlamda FF uygulanmış vakalarda osseoentegrasyonun ve implant çevresinde oluşan kemik yapısının değerlendirilmesinde, FA analiz yönteminin kullanıldığı karşılaştırmalı bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Yapılan çalışmalar göz önüne alındığında, FA'nın implantların primer stabilitesini ve implantı çevreleyen lokal kemiğin kalitesini belirlemek için yararlı bir araç olabileceği açıktır. Bu yönü ile çalışmamız, FF uygulaması yapılmış implantların çevresindeki kemik yapısını FA yöntemi ile değerlendiren ilk çalışmadır.

Koh vd. (2012) trabeküler desen yoğun kemikte açıkça görülebildiğinden, panoramik radyograflardan FD değerlendirmesinin mandibular premolar bölgede en güvenilir olduğunu göstermiştir (Koh vd., 2012). Bu nedenle, bu çalışmaya mandibular premolar ve molar bölgelere yerleştirilen implantlar dahil edilmiştir. Ayrıca FD'nin belirlenmesinde standart ROI'ler kullanılmıştır. Literatürde MCI, RFA, FD, ISQ kullanılarak kemik kalitesi, periimplantitis, implantın primer stabilitesi ve erken yükleme sonucu kemikte oluşan rezorptif değişiklikleri değerlendiren birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak operasyon öncesi ve sonrası arasında ilişki kurmaya çalışan çok az çalışma vardır. Bu çalışma, implant yerleştirilmeden önce kemiğin FD değerinin, implant yerleştirildikten 12-16 hafta sonra kemiğin FD değerleriyle korele olup olmadığını araştırmış, aynı zamanda uygulanan FF protokolünün etkinliğini ortaya koymuştur.

Lee vd. (2010) implant yerleştirme sonrasında ölçülen ISQ ile yerleştirme öncesinde ölçülen FD değeri arasında pozitif bir ilişki bulmuştur (Lee vd., 2010). Bizim çalışmamızda da, implant yerleştirilmesi sonrası FF uygulanan ve uygulanmayan implantların tamamında FA değerlerinde artış görülmüştür. Ancak bu artış, FF uygulanmış implantların FA değerleri

için anlamlıdır. Bu sonucumuz, implant uygulaması sonrasında kemik iyileşmesi ve osseointegrasyonun doğal bir sonucu olarak kemik fraktalinde artış olduğu yönünde literatürü doğrulamakla birlikte, FF işleminin bu etkiyi arttırdığını ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlara göre, daha iyi bir osseointegrasyon ve kemik oluşumu süreci için FF yöntemi fayda sağlamaktadır.

Sansare vd. (2012) implant çevresinde kemik mikroyapısı ve kemik trabekül miktarının artmasına bağlı olarak implant yerleştirildikten sonra FD değerinin anlamlı derecede arttığını göstermiştir (Sansare vd., 2012). Bu artış, kemiğin iyileşme düzeniyle açıklanabilir. Dolayısıyla FD'nin kemik iyileşmesi sürecinden sonra kemik oluşumunda ve trabeküler paternde bir artışı yansıttığı varsayılabilir. Bizim çalışmamızda, bu sonuç ile uyumludur.

Fotofonsiyonalizasyon prosedürünün erken kemik osteokonduktivitesini desteklemesi ve bu sayede yükleme sürecine karar verilmesi ve bu sürecin kısılması klinik anlamda umut vericidir. İmplant yükleme protokolü, tüm komplikasyonları ve riskleri azaltmak için implant yerleştirmeden en az 8 hafta sonra yükleme yapılmasını önerir ancak çeşitli faktörlere bağlı olarak bu süreç uzayabilir. Soylu vd. (2021), fraktal boyutları değerlendirerek osseointegrasyon ve kemik iyileşme sürecinin 2 ayda tamamlanabileceğini göstermiştir. Bizim çalışma sonuçlarımıza göre, ek olarak uygulanan FF prosedürü bu süreci kısaltabilir ve klinik sürecin hızlanmasına fayda sağlayabilir. Aynı zamanda bizim çalışmamızın ve literatürdeki diğer çalışmaların önerileri ile; basit bir yöntem olan FA yöntemi bu sürecin değerlendirilmesi için standart bir klinik protokol haline getirilebilir (Soylu vd., 2021).

Dental implantların osseointegrasyonu kemik metabolizması gibi hastaya bağlı faktörlere bağlıdır. Kemik metabolizması, kemik düzenleyici hormonlar açısından erkek ve kadın cinsiyetleri arasında farklılık göstermektedir. Chen vd. (2018) kadınlardaki implantların erkeklere kıyasla daha düşük ISQ'ya sahip olduğunu gösterdi ancak fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (Chen vd., 2018).

Literatürde preoperatif ve postoperatif implant stabilitesini cinsiyete göre FA ile karşılaştıran başka çalışma bulunmamaktadır. Bizim çalışmamızda, cinsiyet dağılımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (12 kadın ve 9 erkek), bu yönüyle çalışma popülasyonumuz cinsiyetler açısından homojen dağılım göstermiştir. Hem kadınlarda hem de

erkeklerde tüm implant gruplarında tedavi öncesi ve sonrası kemik fraktal ölçümleri arasında da istatistiksel anlamlı fark bulunmamaktadır.

Kış ve Gülerüz (2020), çalışmalarında implant kron kök oranlarındaki farklılığın FA değerlerini etkileyebileceğini bildirmişlerdir. (Kış ve Gülerüz., 2020). Bizim çalışmamızda implant boy ve çaplarından doğabilecek farklılıkların elimine edilebilmesi amacı ile sadece standart implantlar çalışmaya dahil edilmiş; ek olarak çevresinde herhangi bir kemik defekti bulunan, implant uygulaması ile birlikte augmentasyon uygulanmış implantlar çalışma dışı bırakılmıştır. Ek olarak, retrospektif çalışmalarda gözlemci uyumunun değerlendirilmesi, kalibrasyonun sağlanabilmesi ve güvenilirlik açısından önemlidir. Bizim çalışmamızda, gözlemci içi güvenilirliği test etmek için, görüntülerin randomize seçilen 20'si 1 ay sonra ikinci kez analiz edilip, gözlemci içi güvenilirlik için korelasyon katsayısı hesaplandı ve analiz sonuçlarına göre, gözlemci içi uyumluluk tespit edildi.

Bu çalışmanın bazı limitasyonları bulunmaktadır; ilk olarak çalışmanın retrospektif tasarımı ve benzer özellikte implantların kullanılması nedeniyle dahil edilen implantların toplam sayısı düşüktü ve herhangi bir ek ölçüm yapılmadı. Ancak tüm implantların iyileşme başlıklarının yerleştirildiği üçüncü ya da dördüncü ayda osseointegre olduğu söylenebilir. Bu çalışma, daha fazla örneklem büyüklüğüne sahip daha ileri araştırmalar için pilot çalışma olarak faydalı olabilir.

İkinci limitasyonumuz, bu çalışmada ROI seçimi implant öncesi radyograflarda, implant sonrası görüntüler baz alınarak seçildi. ROI konumu ve boyutunun FD ölçümleri üzerindeki etkisi belirsizdir. ROI konumunun ve boyutunun kesin olarak belirlenmesinin anlamlı bir fark yaratmayabileceği kanıtlanmıştır ancak bu konuda üzerinde fikir birliği yoktur.

Son olarak, FF işleminin pozitif etkisi çalışmamızda kanıtlanmış ancak FD değerlerine sağladığı pozitif katkı, klinik bir ölçüm yöntemi ile desteklenememiştir. Bu anlamda, prospektif klinik çalışmaların artmasına ihtiyaç vardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Fraktal analiz, literatürde standartlaştırılmamış dental radyografilerde kemiğin trabeküler mikro yapısını ölçmek için yararlı bir yöntem olarak önerilmiştir. Klinik ortamında, dental implantların osseointegrasyonunu tahmin etmede umut verici, güvenilir ve invazif olmayan bir yöntem olarak avantaj sağlayabilir.
2. İmplantların üretim ve paketlenme sürecinden sonra, yüzey özelliklerinin ilk durumunu koruyamadığı ve yaşlanma sürecinin başladığı bilinmektedir. Osseointegrasyon hızını olumsuz yönde etkileyen bu durum FF prosesedürü ile elimine edilebilir. İmplant uygulaması sonrası osseointegrasyon prosesi ile birlikte kemik fraktalinde artış doğal iyileşme sürecinin bir sonucudur. İmplant yüzeyine uygulanan FF işlemi fraktal değerlerine ek fayda sağlar.
3. İmplant yüzey hidrofilik özelliğini değiştiren ve implant yüzeyinde yaşlanmayla oluşan hidrokarbonları ortadan kaldırarak etki gösteren FF işleminin, bioaktiviteyi olumlu etkileyerek yeni kemik oluşumunu desteklediği ve osseointegrasyon sürecinin daha hızlı gerçekleşmesine katkıda bulunduğu bilinmektedir. Çalışmamızda kemik fraktal değerlerinin FF uygulanan implant çevresinde artmış olması bu sonucu desteklemektedir. Klinik uygulamada FF uygulanması implant çevresi kemiğin, kalite ve kantitesini arttırabilir. Ancak sonuçlarımız klinik olarak desteklenemediği için, klinik ölçüm sonucu vermek mümkün değildir.

KAYNAKLAR

- Abraham, C.M.(2014). A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments. *Open Dent J.*, 16(8):50–55.[https:// doi: 10.2174/1874210601408010050](https://doi.org/10.2174/1874210601408010050)
- Albrektsson, T. and Wennerberg, A. (2004). Oral implant surfaces: Part 1-review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them. *International Journal of Prosthodontics*, 17(5):536-43
- Albrektsson, T., Wennerberg A., Andersson B., Krol J.(1995). histomorphometric study of screw-shaped and removal torque titanium implants with three different surface topographies. *Clinical Oral Implant Research* 6(1). <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1995.060103.x>
- Albrektsson, T., Chrcanovic, B., Jacobsson M., and Wennerberg A.(2017). Osseointegration of Implants A Biological and Clinical Overview., *SciMedCentral , JSM Dent Surg*, 2(3): 1022
- Albrektsson, T., Dahlin C., Jemt T., Sennerby L., Turri A. & Wennerberg A.(2014). Is Marginal Bone Loss around Oral Implants the Result of a Provoked Foreign Body Reaction?. *Clinical Implant Dentistry*, <https://doi.org/10.1111/cid.12142>
- Alla, R.K., Ginjupalli, K., Upadhy, N., Shammash, M., Krishna Ravi,R. & Sekhar, R.(2011). SURFACE ROUGHNESS OF IMPLANTS: A REVIEW. *Trends Biomater. Artif. Organs*, 25(3):112-118.
- Aita, H., Hori N., Takeuchi, M., Suzuki, T., Yamada, M., Anpo, M., & Ogawa, T. (2009). The effect of ultraviolet functionalization of titanium on integration with bone. *Biomaterials*, 30(6):1015-1025.[https:// doi:org/10.1016/j.biomaterials.2008.11.004](https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2008.11.004)
- Att, W., Hori, N., Takeuchi, M., Ouyang, J., Yang, Y., Anpo M., Ogawa, T.(2009). Time-dependent degradation of titanium osteoconductivity: An implication of biological aging of implant materials. *Biomaterials* 30(29). <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.06.040>
- Att, W. and Ogawa, T.(2012). Biological aging of implant surfaces and their restoration with ultraviolet light treatment: a novel understanding of osseointegration. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 27(4): 753-761.
- Ban, S., Iwaya, Y., Kono, H. & Sato, H.(2006). Surface modification of titanium by etching in concentrated sulfuric acid. *Dental Materials*, 22(12).[https://doi: 10.1016/j.dental.2005.09.007](https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.09.007).
- Bedoya, A., Galarraga-Vinueza, ME., Correa, Bb ., Schwarz, F., Bianchini, M.A. & Magalhães Benfatti ,CA.(2023). Prevalence, risk indicators, and clinical characteristics of peri-implant mucositis and peri-implantitis for an internal conical connection implant system: A multicenter cross-sectional study. *J Periodontol.*, 1(1):23-0355. <https://doi.org/10.1002/JPER.23-0355>
- Braceras, I., Alava, J. I. & Onate, J. I.(2003). Improved osseointegration in ion implantationtreated dental implants. *Surface and Coatings Technology*, 158-159((28–32): 1115-1120.[https:// doi: 10.1016/s0257-8972\(02\)00203-7](https://doi.org/10.1016/s0257-8972(02)00203-7).
- Buser, D., Simone, F.M.J., Wittenben J.G., Bragger Urs., Ramseier, C.A. & Salvi, E.(2012). 10-year survival and success rates of 511 titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a retrospective study in 303 partially edentulous patients. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14(6): 839-851. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2012.00456.x>
- Buser, D., Schenk, R.K., Steinemann, S., Fiorellini, J.P., Fox, C.H. & Stich, H.(1991).fluence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in

miniature pigs. *Journal of Biomedical Materials Research*, 25(7):889-902.
<https://doi.org/10.1002/jbm.820250708>

- Butera, A., Pascadopoli, M., Pellegrini, M., Gallo, S., Zampetti, P. & Scribante, A.(2022). Oral Microbiota in Patients with Peri-Implant Disease: A Narrative Review. *Appl. Sci.*, 12(7):3250. <https://doi.org/10.3390/app12073250>
- Branemark, P. I., Zarb G. A., Albrektsson, T. & Rosen, H. M.(1985) Tissue-integrated prostheses. osseointegration in clinical dentistry. *Int Dent J.*, 35(4): 399–410. Quintessence Osseointegration in Clinical Dentistry 11-344, 1985
- Canullo, L., Penarrocha-Oltra, D., Covani, U., Botticelli, D., Serino, G. & Penarrocha, M.(2016). Clinical and microbiological findings in patients with peri-implantitis. *Clin Oral Implants Res.*, 27(3): 376-382. <https://doi.org/10.1111/clr.12557>
- Cochran, D.L.(1998). A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J PERIODONTOL*, 70(12): 1523-1539. <https://doi.org/10.1902/jop.1999.70.12.1523>
- Coelho, P.G., Giro, G., Teixeira, H.S., Marin, C., Witek, L., Thompson, V.P., Tovar, N. & Silva, N.R.(2012). Argon-based atmospheric pressure plasma enhances early bone response to rough titanium surfaces. *J Biomed Mater Res A.*, 100(7):1901–1906. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.34127>
- Cho, S-A and Jung, S-K.(2003). A removal torque of the laser-treated titanium implants in rabbit tibia. *Biomaterials*, 24(26): 4859-4863. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(03\)003776](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(03)003776)
- Chou, B.-Y. and Chang, E.(2001). Interface investigation of plasma-sprayed hydroxyapatite coating on titanium alloy with ZrO₂ intermediate layer as bond coat. *Scripta Materialia. Surface and Coatings Technology* 153(1): 487-493. [https://doi.org/10.1016/S1359-6462\(01\)01064-8](https://doi.org/10.1016/S1359-6462(01)01064-8)
- Choi, S.H., Jeong, W.S., Cha, J.Y., Lee, J.H., Lee, K.J., Yu, H.S., Choi, E.H., Kim, K.M. & Hwang, C.J.(2017). Overcoming the biological aging of titanium using a wet storage method after ultraviolet treatment. *Scientific Reports*, 7(1): 3833. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-041929>
- Choi, B., Lee, Y.C. & Oh, K.C.(2021). Effects of photofunctionalization on early osseointegration of titanium dental implants in the maxillary posterior region: a randomized double-blinded clinical trial. *Int J Implant Dent.*, 7(37):s40729. <https://doi.org/10.1186/s40729-021-00318-x>
- Chen, M.H.M., Lyons, K., Tawse, S.A. & Ma, S.(2018). Resonance frequency analysis in assessing implant stability: a retrospective analysis. *Int J Prosthodont.*, 32(4):317-326.
- Dohan, E., Vazquez, L., Park, Y.J. & Sammartino, G., Bernard J.P.(2010). Identification Card and Codification of the Chemical and Morphological Characteristics of 14 Dental Implant Surfaces *J Oral Implantol* (2011) 37 (5): 525–542. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00080>
- Demirbaş, A.K., Ergün S.Güneri, P., E.S., Aktener B.O., & BOYACIOĞLU, H.(2009). Mandibular bone changes in sickle cells anemia: fractal analysis. *Oral Surgery, Application of fractal analysis in hyperparathyroidism. Dentomaxillofacial Radiology*, 38(5): e41-8. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2008.03.007>
- Dorigatti, D. A., Lima, B.P., Sekia, T., Torii, Y., Ogawa, T., Shi, W. & Lux, R.(2015). Effect of UV-photofunctionalization on oral bacterial attachment and biofilm formation to titanium implant material. *Biomaterials*, 67(8492). <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2015.07.030>

- Elias, J.J., Brunski, JB. & Scarton, HA.(1996). A dynamic modal testing technique for noninvasive assessment of bone dental implant interfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants.*, 11(6): 728-734.
- Elias, C.N &Meirelles, L. (2010) Improving osseointegration of dental implants, *Expert Review of Medical Devices*, 7:2, 241-256.doi: 10.1586/erd.09.74
- Funato, A.,Yamada,M. & Ogawa, T.(2013). Success Rate, Healing Time, and Implant Stability of Photofunctionalized Dental Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 28(5):1-9.[https:// doi: 10.11607/jomi.3263](https://doi.org/10.11607/jomi.3263)
- Funato, A. and Ogawa,T.(2013). Photofunctionalized dental implants: a case series in compromised bone. *Int J Oral Maxillofac Implants.*, 28(6): 1589-1601.[https:// doi:10.11607/jomi.3232](https://doi.org/10.11607/jomi.3232)
- Fazzalari, N.L. and Parkinson, I.H.(1996). Fractal dimension and architecture of trabecular bone. *JPathol.*, 178(1):100-105.[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9896\(199601\)178:1<100::AIDPATH429>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9896(199601)178:1<100::AIDPATH429>3.0.CO;2-K)
- Fischer, K. and Stenberg, T.(2012). Prospective 10-year cohort study based on a randomized controlled trial (RCT) on implant-supported full-arch maxillary prostheses. Part 1: sandblasted and acid-etched implants and mucosal tissue. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.*, 14(6): 808-815.<https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2011.00389.x>
- Geraets, W.G. and Van der Stelt, P.F.(2000). Fractal properties of bone. *Dentomaxillofac Radiol.*, 29(3): 133-188. <https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600524>
- Geraets, WG and Van der STELT, P.F.(1999). Alterations of the Trabecular Pattern of the Jaws in Patients with Osteoporosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 88(5): 628-635. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(99\)70097-1](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(99)70097-1)
- Giro, G., Tovar, N., Witek, L., Marin, C., Silva, N.R., Bonfante, E.A.& Coelho, P.G.(2013). Osseointegration assessment of chairside argon-based non thermal plasma-treated Ca-P coated dental implants. *J. Biomed. Mater. Res. A.*, 101(1):98–103. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.34304>
- Gu, Y.W., Xu J.L., Khor, K.A., Dong, Z.L., Kumar, R. & Cheang, P.(2004). Preparation and characterization of nano-sized hydroxyapatite powders produced in a radio frequency (rf) thermal plasma, *Materials Science and Engineering Pages 1-416*. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2003.12.040>
- Guéhenneq, L., Soueidan, A., Layrolle, P. & Amouriq, Y.(2007). Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration *Dental Materials* 23(7). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.025>
- Guehenneq, L., Soueidan, A., Layrolle, P. & Amouriq, Y.(2007). Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mater*, 23(7): 844-854. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.025>
- Guo, C. Y., Matinlinna, J. P. & Tang, A. T. H. (2012).Effects of surface charges on dental implants: past, present, and future. *International Journal of Biomaterials*, 2012(381535):1-5. <https://doi.org/10.1155/2012/381535>
- Gürdal, P., Hildebolt,C. & Akdeniz, B.(2001). The effects of different image file formats and imageanalysis software programs on dental radiometric digital evaluations. *Dentomaxillofacial Radiology*, 30(1): 1-63. <https://doi.org/10.1038/sj/dmfr/4600570>

- Hallgren, C., Reimers, H., Chakarov, D., Gold, J. & Wennerberg, A.(2003). An in vivo study of bone response to implants topographically modified by laser micromachining. *Biomaterials*, 24(5):701-710.[https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(02\)00266-1](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(02)00266-1)
- Huang, H.L., Tsai, M.T. & Su, K.C.(2013). Relation between initial implant stability quotient and boneimplant contact percentage: An in vitro model study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 116(5): e356-e361. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2012.01.037>
- Hung, K.Y., Lo, S.C., Shih, C.S., Yang, Y.C., Feng, H.P. & Lin, Y.C. (2013). Titanium surface modified by hydroxyapatite coating for dental implants. *Surface and Coatings Technology*, 231(337-345). <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2012.03.037>
- Hirota, M., Sugita, Y.,Ishijima, M., Ikeda, T., Saruta, J., Maeda, H. & Ogawa, T.(2021). UV photocatalytic activity of titanium dioxide (TiO₂) surface contaminated with bacterial biofilm: Implications for photo-restoration of osteoconductivity. *Materials Today Advances*
- Hirota, M., Ozawa, T., Iwai, T., Ogawa, T. & Tohnaĭ, I.(2018). Effect of photofunctionalization on early implant failure. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 33(5): 10981102.<https://doi.org/10.11607/jomi.6541>
- Hirota, M., Ikeda, T., Tabuchi, M., Iwai, T., Tohnaĭ, I. & Ogawa, T. (2014). Effect of ultravioletmediated photofunctionalization for bone formation around medical titanium mesh. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*,72(9):1691-1702. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2014.05.012>
- Hirota, M., Ikeda, T., Tabuchi, M., Ozawa, T., Tohnaĭ, I. & Ogawa, T. (2017). Effects of ultraviolet photofunctionalization on bone aug- mentation and integration capabilities of titanium mesh and implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 32(1): 52-62.<https://doi.org/10.11607/jomi.4891>
- Haire, T.J., Hodgskinson, R., Ganney, PS. & Langton, C.M.(1998). A comparison of porosity, fabric and fractal dimension as predictors of the Young's modulus of equine cancellous bone. *Med Eng Phys.*, 20(8): 588-593.[https://doi.org/10.1016/S1350-4533\(98\)00063-0](https://doi.org/10.1016/S1350-4533(98)00063-0)
- Hwang, C.J.,Hyung Y. A., Choi, D., Kim k.M.(2017). Effect of the ultraviolet light treatment and storage methods on the biological activity of a titanium implant surface. *Dental Materials.*, 33(12): 3833. <https://doi.org/10.1038/s41598-01704192-9>
- Ibrahim, N., Parsa, A., Hassan, B., Van der Stelt, P. & Wismeĭjer, D.(2013). Diagnostic imaging of trabecular bone microstructure for oral implants: a literature review. *Dentomaxillofacial Radiology.*, 42(3):1-5. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20120075>
- Ikeda, T.; Ueno, T.; Saruta, J.; Hirota, M.; Park, W. & Ogawa, T.(2021).Ultraviolet Treatment of Titanium to Enhance Adhesion and Retention of Oral Mucosa Connective Tissue and Fibroblasts. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 12396. <https://doi.org/10.3390/ijms222212396>
- Ishii, K., Matsuo, M., Hoshi, N., Takahashi, S.S., Kawamata, R. & Kimoto, K.(2016). Effect of ultraviolet irradiation of the implant surface on progression of periimplantitis-a pilot study in dogs. *Implant Dentistry*, 25(1):47-53.<https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000332>
- Iwasa, F., Hori, N.,Ueno, T., Minamikawa, H.,Yamada, M. & Ogawa, T.(2010). Enhancement of osteoblast adhesion to UV-photofunctionalized titanium via an electrostatic mechanism. *Biomaterials*, 31(10): 2717-2727. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.12.024>
- Juodzbalyġ, G., Saprioniene, M. & Wennerberg, A.(2003). New acid etched titanium dental implant surface. *Stomatologĭja, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 5(1):101-105.

- Jeong, K., Kim, S.G., Oh J.S. & Jeong, M.A.(2013). Consideration of various bone quality evaluation methods. *Implant Dent.*, 22(1):55-59. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e31827778d9>
- Jolley, L., Majumdar S. & Kapila S.(2006). Technical factors in fractal analysis of periapical radiographs. *Dentomaxillofac Radiol.*, 35(6):393-481. <https://doi.org/10.1259/dmfr/30969642>
- Jonge, L.T., Ju.J., SCG Leeuwenburgh., Yamagata,Y., Higuchi, T., Wolke, J.S.G., Inoue, K. & Janse, J.a.(2010). A comparative study of two advanced spraying techniques for the deposition of biologically active enzyme coatings onto bone-substituting implants. *Thin Solid Films*, <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2010.04.066>
- Kato, C., Barra, S.G., Tavares, N.P.K., Amaral, T.M.P., Brasileiro, C.B. & Mesquita, R.A.(2020). Use of fractal analysis in dental images: A systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.*, 49(2):1. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20180457>
- Kligman, S., Ren, Z., Chung, C.H., Perillo, M.A., Chang, Y.C., Koo, H., Zheng Z. & Li, C.(2021). The Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration and Biofilm Formation. *J Clin Med.*, 10(8): 1641. <https://doi.org/10.3390/jcm10081641>
- Kim, H., Choi, S.-H., Ryu, J.-J., Koh, S.-Y., Park, J.-H. & Lee, I.-S.(2008). The biocompatibility of SLA-treated titanium implants. *Biomedical Materials.*, 3(2):1. <https://doi.org/10.1088/17486041/3/2/025011>
- Keleher, J., Bashant, J., Heldt, N., Johnson, L. & Li, Y.(2002). Photo-catalytic preparation of silver-coated TiO₂ particles for antibacterial applications. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 18(1):133–13. <https://doi.org/10.1023/A:1014455310342>
- Kim, R. W., Kim, J. H. & Moon, S. Y. (2016). Effect of hydroxyapatite on critical-sized defect. *Maxillofac Plast Reconstr Surg.*, 38(26):1 <https://doi.org/10.1186/s40902-016-0072-2>.
- Kış. C. and Güleriyüz Gürbulak. H.(2020). International Journal of Implant Dentistry (2020) . Evaluation of the peri-implant bone trabecular microstructure changes in short implants with fractal analysis. *International Journal of Implant Dentistry*, 6(13):1-8. <https://doi.org/10.1186/s40729-020-00209-7>
- Knabe, C. , Klar, F., Fitzner, R., Radlanski, R.J. & Gross, U.(2002). In vitro investigation of titanium and hydroxyapatite dental implant surfaces using a rat bone marrow stromal cell culture system. *Biomaterials*, 23(15): 3235-3245. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(02\)00078-9](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(02)00078-9).
- Koh, K.J., Park, H.N & Kim, K.A.(2012). Prediction of age-related osteoporosis using fractal analysis on panoramic radiographs. *Imaging Sci Dent.*, 42(4):231-5 <http://dx.doi.org/10.5624/isd.2012.42.4.231>.
- Lacefield, W.R.(1999). Materials characteristics of uncoated/ceramic-coated implant materials. *Advances in Dental Research*, 13(1):21–26. <https://doi.org/10.1177/08959374990130011001>
- Lee, J.H. and Ogawa, T.(2012). Molecular Approaches to Functionalization of Dental Implant Surfaces. *European Journal of Molecular Biotechnology*, 10(4): 228-240. <https://doi.org/10.13187/ejmb.2015.10.228>
- Lee, J.H. and Ogawa, T.(2012). The Biological Aging of Titanium Implants. *The Biological Aging of Titanium Implants. Implant Dentistry* 21(5). doi: 10.1097/ID.0b013e31826a51f4
- Lee, D.H., Ku, Y., Rhyu, I.C., Hong, J.U., Lee, C.W. & Heo, M.S.(2010). A clinical study of alveolar bone quality using the fractal dimension and the implant stability quotient. *J Periodontal Implan.*, 40(1): 19-24. <https://doi.org/10.5051/jpis.2010.40.1.19>

- Lee, J.B., Jo, Y.H., Choi, J.Y., Seol, Y.J., Lee, Y.M., Ku, Y., Rhyu, I.C. & Yeo, L. (2019). The Effect of Ultraviolet Photofunctionalization on a Titanium Dental Implant with Machined Surface. *Materials*, 12(13): 2078. <https://doi.org/10.3390/ma12132078>
- Liou, J.W. and Chang, H. (2012). Bactericidal Effects and Mechanisms of Visible Light Responsive Titanium Dioxide Photocatalysts on Pathogenic Bacteria. *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis*, 60(1):267-275. <https://doi.org/10.1007/s00005-012-0178-x>
- Liu, X., Zhao, X., Li, B., Cao, C., Dong, Y., Ding, C. & Chu, P. K. (2008). UV- irradiation-induced bioactivity on TiO₂ coatings with nanostructural surface. *Acta Biomaterialia*, 4(3): 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2008.01.011>
- Lucchese, A., Gentile, E., Capone, G., De Vico, G., Serpico, R. & Landini, G. (2015). Fractal analysis of mucosal microvascular patterns in oral lichen planus: a preliminary study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 120(5). doi.org/10.1016/j.oooo.2015.06.029.
- Mavrogenis, A.F., Dimitriou, R. & Parvizi, J. (2009). Biology of implant osseointegration. *C. J Musculoskelet Neuronal Interact*, 9(2): 61-71.
- Milillo, L., Fiandaca, C., Giannoulis, F., Ottria, L., Lucchese, A. & Silvestre, F. (2016). Immediate vs nonimmediate loading post-extractive implants: A comparative study of Implant Stability Quotient (ISQ). *ORAL & implantology*, 9(3): 123–131. <https://doi.org/10.11138/orl/2016.9.3.123>
- Mandelbrot, B. (1967) How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension. *Science* 156(3775):636–638. <https://doi.org/10.1126/science.156.3775.636>
- Mandelbrot, B.B. (1982). The Fractal Geometry of Nature. *International Business Machines*. 1(1):1-3.
- Mani, D., Hachim, D., Wang, N., Lopresti, S.T., Stahl, E.C., Umeda, Y.U., Rege, R., Carey, S.T. & Brown, B.N. (2017). Effects of aging upon the host response to implants. *Journal of Biomedical Materials Research* 105(5). <https://doi.org/10.1002/jbm.a.36013>
- Mehl, C., Kern, M., Neumann, F., Bähr, T., Wiltfang, J. & Gassling, V. (2018). Effect of ultraviolet photofunctionalization of dental titanium implants on osseointegration. *Journal of Zhejiang University Science B*, 19(7): 525–534. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1600505>
- Naves, M.M., Menezes, H.H., Magalhães, D., Ferreira, J.A., Ribeiro, S.F., De Mello, J.D. & Costa, H.L. (2015). Effect of Macrogeometry on the Surface Topography of Dental Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 30(4):789-799. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.10.024>
- Nakashima, Y., Hayashi, K. & Inadome, T. (1997). Hydroxyapatite-coating on titanium arc sprayed titanium implants. *J Biomed Mater Res*. 1997;35:287-298. [doi:10.1097/ID.0b013e3180e92a78](https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3180e92a78)
- Naauman, Z., Rajion, Z.A.B., Maliha, S., Hairy, P., Muhammad, Q.S. & Razak Noor, H.A. (2019). Ultraviolet A and Ultraviolet C Light-Induced Reduction of Surface Hydrocarbons on Titanium Implants. *Eur J Dent.*, 13(1): 114-118. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1688741>
- Niska, K., Pyszka, K., Tukaj, C., Wozniak, M., Radomski, M.W. & Inkielewicz-Stepniak, I. (2015). Titanium dioxide nanoparticles enhance production of superoxide anion and alter the antioxidant system in human osteoblast cells. *International Journal of Nanomedicine*, 10(2015): 1095-1107. <https://doi.org/10.2147/IJN.S73557>

- Okumura, A., Masaaki Goto, A., Tetsuya Goto, B., Masao Yoshinari, C., Sadahiko Masuko, D., Takeshi Katsuki, A. & Tanaka, T. (2001). Substrate affects the initial attachment and subsequent behavior of human osteoblastic cells. *Biomaterials*, 22(16):2263-2271. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(00\)00415-4](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(00)00415-4)
- Ong, J.L., Yanga Y. & Tian, J.(2002). Deposition of highly adhesive ZrO₂ coating on Ti and CoCrMo implant materials using plasma spraying, *Biomaterials* 24 (2003) 619–627
- Ogawa, T. & Lee, J.H.(2012). The Biological Aging of Titanium Implants, *Implant Dentistry* 21(5). doi: 10.1097/ID.0b013e31826a51f4
- Ogawa, T. and Att, W. (2012). Biological aging of implant surfaces and their restoration with ultraviolet light treatment: a novel understanding of osseointegration. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 27(4): 753-761.
- Ogawa, T., Minamikawa, H., Ikeda, T., Att, W., Hagiwara, Y., Hirota, M., Tabuchi, M., Aita, H. & Park, W. (2014). Photofunctionalization increases the bioactivity and osteoconductivity of the titanium alloy Ti6Al4V. *J Biomed Mater Res A.*, 102(10): 3618-3630. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.35030>
- Ogawa, T., Kitajima, H.(2016). *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 31(2).doi: 10.11607/jomi.4054
- Pető, G., Karacs, A., Pászti, Z., Guzzi, L., Divinyi, T. & Joób, A.(2002). Surface treatment of screw shaped titanium dental implants by high intensity laser pulses. *Applied Surface Science*, 186(1–4): 7-13. [https://doi.org/10.1016/S0169-4332\(01\)00769-3](https://doi.org/10.1016/S0169-4332(01)00769-3)
- Putra, R.H., Cooray, U., Nurrachman, A.S., Yoda, N., Judge, R., Putri, D.K. & Astuti, E.R. (2023). Radiographic alveolar bone assessment in correlation with primary implant stability: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.*, 1(1): 0905-716. <https://doi.org/10.1111/clr.14195>
- Pranno, N., Cristalli, M. P., Mengoni, F., Sauzullo, I., Annibali, S., Polimeni, A. & La Monaca, G. (2020). Comparison of the effects of air-powder abrasion, chemical decontamination, or their combination in open-flap surface decontamination of implants failed for peri-implantitis: An ex vivo study. *Clin Oral Investig.*, 25(5): 2667–2676. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03578-w>
- Pyo, S. W., Park, Y. B., Moon, H. S., Lee, J. H. & Ogawa, T.(2013). Photofunctionalization enhances bone-implant contact, dynamics of interfacial osteogenesis, marginal bone seal, and removal torque value of implants: A dog jawbone study. *Implant Dentistry*, 22(6):666-675. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000003>
- Perrotti, V., Guiseppa, A., Marco, D., Piattelli, A., & Iezzi, G.(2011). Fractal Analysis: A Novel Method to Assess Roughness Organization of Implant Surface Topography. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 31(6): 632-639.
- Romanos, G.E., Calvo-Guirado, J.L., Satorres-Nieto, M., Aguilar-Salvatierra, A., Arcesio Delgado-Ruiz, R., Maté-Sánchez, J., Gargallo-Albiol, J. & Gómez-Moreno, G.(2014). Influence of surface treatment on osseointegration of dental implants: histological, histomorphometric and radiological analysis in vivo. *Clin Oral Invest* 19,509–517. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-241-2>
- Roy, S.K., Kumar, A., Berger, H., & Dutta, M.J..(2014). Laser Surface Cladding of Ti-6Al-4V on AISI 316L Stainless Steel for Bio-implant Application. *Lasers in Engineering (Old City Publishing)*, 2014, 28(1/2).

- Razali, M., Ngeow, W.C., Omar, R.A. & Chai, W.L.(2021). An In-Vitro Analysis of Peri-Implant Mucosal Seal Following Photofunctionalization of Zirconia Abutment Materials. *Biomedicines*, 9(1):78. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9010078>
- Saita, M, Ikeda, T, Yamada, M, Kimoto, K, Lee, M.C, Ogawa,T.(2016). UV photofunctionalization promotes nano-biomimetic apatite deposition on titanium. *Int J Nanomedicine*.doi: 10.2147/IJN.S95249
- Sánchez I., Uzcátegui, G.(2011).Fractals in dentistry,*Journal of Dentistry*,Volume39(4). doi.org/10.1016/j.jdent.2011.01.010
- Smeets, R., Stadlinger, B., Schwarz, F., Beck-broichsitter, B., Jung, O., Precht, C., Kloss, F., Gröbe, A., Heiland, M. & Ebker, T.(2016). Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. *Biomed Res Int*, 10(1155):1. <https://doi.org/10.1155/2016/6285620>
- Shrout, M.K., Farley, B., Patt, S.,Potter. J.,Hildebolt. F., Pilgram. T.,Yokoyama-Crothers.N.,Dotson. M.,Hauser. J.,Cohen. S., & Karadaris.E.(1999). 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*, 88(5): 636-639. [https://doi.org/10.1016/S10792104\(99\)70098-3](https://doi.org/10.1016/S10792104(99)70098-3)
- Sawase, T., Jimbo, R., Wennerberg, A., Suketa, N., Tanaka, Y. & Atsuta, M.(2007). A novel characteristic of porous titanium oxide im- plants. *Clin. Oral Implants Research*, 18(6): 680-685. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01404.x>
- Sawase, T., Jimbo, R., Baba, K., Shibata, Y., Ikeda, T. & Atsuta, M.(2008). Photo-induced hydrophilicity enhances initial cell behavior and early bone apposition. *Clin. Oral Implants Research*, 19(5): 491-496. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01509.x>
- Sener, E., Cinarcik S & Baksi,B.G.(2015). Use of fractal analysis for the discrimination of trabecular changes between individuals with healthy gingiva or moderate periodontitis. *J Periodontol.*, 86(12): 1364-1369. <https://doi.org/10.1902/jop.2015.150004>
- Shibata, Y., Tanimoto, Y.(2014). A review of improved fixation methods for dental implants. Part I: Surface optimization for rapid osseointegration, *Journal of Prosthodontic Research*(2014). <https://doi.org/10.1016/j.jprior.2014.11.007>
- Simmons, C.A., Valiquette, N.& Pilliar, R.M.(1999). Osseointegration of sintered porous-surfaced and plasma spray-coated implants: An animal model study of early postimplantation healing response and mechanical stability, *Journal of Biomedical Materials Research*. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4636\(199911\)47:2<127::AID-JBM3>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4636(199911)47:2<127::AID-JBM3>3.0.CO;2-C)
- Soylu, E.(2021). International Journal of Implant Dentistry . Fractal analysis as a useful predictor for determining osseointegration of dental implant A retrospective study. *Int J Implant Dent.*, 7(14):1-8. <https://doi.org/10.1186/s40729-021-00296-0>
- Sansare, K., Singh, D. & Karjodkar F.(2012). Changes in the fractal dimension on pre-and post-implant panoramic radiographs. *Oral Radiol*.28(1):15-23. <https://doi.org/10.1007/s11282-011-0075-8>
- Teixeira, H.S., Marin, C., Witek, L., Freitas JR, A., Silva, N.R., Lili, T., Tovar, N., Janal, M.N. & Coelho, P.G.(2012). Assessment of a chair-side argon-based non-thermal plasma treatment on the surface characteristics and integration of dental implants with textured surfaces. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, 9(1):45–49. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2012.01.012>

- Tsukimura, N., Hori, N., Iwasa, F., Sugita, Y., Ueno, T., Kojima, N. & Ogawa, T. (2011). Effects of UV photofunctionalization on the nanotopography enhanced initial bioactivity of titanium. *Acta Biomaterialia*, 7(10): 3679-3691. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2011.06.022>
- Ueno, T., Yamada, M., Suzuki, T., Minamikawa, H., Sato, N., Hori, N. & Ogawa, T. (2010). Enhancement of bone-titanium integration profile with UV-photofunctionalized titanium in a gap healing model. *Biomaterials*, 31(7): 1546-1557. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.11.018>
- Umemori, S., Tonami, K.Ī., Nitta, H., Mataka, S. & Araki, K. (2010). The Possibility of Digital Imaging in the Diagnosis of Occlusal Caries. *International Journal of Dentistry*, 2010(1):1-4. <https://doi.org/10.1155/2010/860515>
- Velasco, E., Jos, A., Camean, A.M., Pato-Mourelou, J. & Segura-Egea, J. (2010). In vitro evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of a commercial titanium alloy for dental implantology. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 702(1):17-23. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2010.06.013>
- Wang, R., Hashimoto, K., Fujishima, A., ChikunĪ, M., Kojima, E., Kitamura, A., Shimohigoshi, M. & Watanabe, T. (1997). Light-induced amphiphilic surfaces. *Nature* 388(1):431-432. <https://doi.org/10.1038/41233>
- Wang, CH., Pan, S.J., Liang, H.C., Yang, F.W., Li, X.D. & Yang, S.H. (2009). Template synthesis of N—F-codoped TiO₂ nanotubes with high visible light activity. *Sci. China Ser. B-Chem.* 52, 2043-2046. doi: <https://doi.org/10.1007/s11426-009-0133-9>
- Weibel, E.R. (1991). Fractal Geometry: A Design Principle for Living Organisms. *Am. J. Physiol.*, 261(6): L361-L369. <https://doi.org/10.1152/ajplung.1991.261.6.L361>
- Webster, T.J., Puckett, S.D., Taylor, E., Raimondo, T. (2010). The relationship between the nanostructure of titanium surfaces and bacterial attachment. *Biomaterials* 31(4). <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2009.09.081>
- Wilding, R.J.C., Ferguson, M.M., Parr, N., Mckellar, G. & Adams, B.K. (1998). Changes in Bone Strength during Repair Predicted by Fractal Analysis of Radiographs. *Fractals in Biology and Medicine*. doi: 10.1007/978-3-0348-8936-0_26
- Wenzel, A. (1996). Impact of lossy image compression on accuracy of caries detection in digital images taken with a storage phosphor system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 81(3):351-355. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(96\)803362](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(96)803362)
- Wong, M., Eulenberger, J., Schenk, R. & Hunziker E. (2003). Effect of Surface Topology on the Osseointegration of Implant Materials in Trabecular Bone. *Journal of Biomedical Materials Research*, 29(12): 1567-1575. <https://doi.org/10.1002/jbm.820291213>
- Xue, W., Liu, X., Zheng, X. & Ding, C. (2005). In vivo evaluation of plasma-sprayed titanium coating after alkali modification. *Biomaterials*, 26(16):3029-3037. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2004.09.003>
- Xinrui, L., Qiao B.O., Ziyu, G.E., Jiahui, Y. & Zhang, Y. (2022). Clinical Effects of Photofunctionalization on Implant Stability and Marginal Bone Loss: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.*, 11(23): 7042. <https://doi.org/10.3390/jcm11237042>

- Yang, S., Yang, H., Chi, X., Evans, J.R.J., Thompson, I., Cook, R.J. & Robinson, P.(2008). Rapid prototyping of ceramic lattices for hard tissue scaffolds. *Materials & Design*, 29(9): 1802-1809. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.03.024>
- Yamauchi, R., Itabashi, T., Wada, K., Tanaka, T., Kumagai, G. & Ishibashi, Y.(2017). Photofunctionalised Ti6Al4V implants enhance early phase osseointegration. *Bone and Joint Research*, 6(5): 331 – 336. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.65.BJR-2016-0221.R1>
- Yeo, I.-S., Lee, J.-B., Jo, Y.-H., Choi, J.-Y., SEOL, Y., J., Lee, Y.-M. & Ku, Y. (2019). The effect of ultraviolet photofunctionalization on a titanium dental implant with machined surface: An in vitro and in vivo study. *Materials (Basel)*, 12(13): 2078. <https://doi.org/10.3390/ma12132078>
- Yasar, F., B. Apaydın & H.-H. Yılmaz.(2012). The effects of image compression on quantitative measurements of digital panoramic radiographs. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 17(6): e1074–e1081.<https://doi.org/10.4317/medoral.17912>
- Zinger, O., Anselme, K. & Denzer, A.(2003). Time-dependent morphology and adhesion of osteoblastic cells on titanium model surfaces featuring scale-resolved topography. *Biomaterials*, 25(14): 2695-2711. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.09.111>

EKLER

EK-1. Etik Kurul Onayı



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Konu : Etik Kurul Hk.
Sayı : 36290600/ 24/ 2021

31.03.2021

Sayın Doç. Dr. Nilsun BAĞIŞ
A.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi
Periodontoloji Anabilim Dalı
Öğretim Üyesi

Doç. Dr. Nilsun BAĞIŞ tarafından gönderilen "Implant Yüzeyine Uygulanan Ultraviyole Işık ile Foto-Fonksiyonelizasyon İşleminin Osseointegrasyon Hızına Etkisinin Ölçülmesi ve Implant Yükleme Sonrası Implant Çevresi Kemik Yapısının Fraktal Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi" konulu çalışma, Etik Kurulumuz tarafından incelenmiş ve araştırma etiği açısından uygun bulunmuştur.



İlgili mevzuat gereğince, Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan da izin alınmaz gerekmektedir.

Bilgilerinizi saygılarımla rica ederim.

	KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU	
		Sayfa Sayısı: 1/1

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		"İmplant Yüzeyine Uygulanan Ultraviyole Işık ile Foto-Fonksiyonelizasyon İşleminin Osseointegrasyon Hızına Etkisinin Ölçülmesi ve İmplant Yüklmesi Sonrası İmplant Çevresi Kemik Yapısının Fraktal Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi"
ETİK KURULU BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	ANKARA ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
	AÇIK ADRESİ:	A.Ü. DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ BEŞEVLER / ANKARA
	TELEFON	2965737
	FAKS	
	E-POSTA	

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	DOÇ. DR. NİLSUN BAĞIŞ			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	ANKARA ÜNİV. DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	ANKARA			
	VARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ				
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TUBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alabilir i-zer)				
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
FAZ 4		<input type="checkbox"/>			
Gözetimsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input checked="" type="checkbox"/>			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ	<input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ	<input type="checkbox"/>	
	ULUSAL	<input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI	<input type="checkbox"/>	
	İn vitro tıbbi a-razmalar ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma	<input type="checkbox"/>				
İlaç Dışı Gözetimsel Olmayan Çalışma	<input type="checkbox"/>				



	KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU	
		Sayfa Sayısı: 1/2

ARAŞTIRMANNI AÇIK ADI	"İmplant Yüzeyine Uygulanan Ultraviyole Işık ile Foto-Fonksiyonelizasyon İşleminin Osseointegrasyon Hızına Etkisinin Ölçülmesi ve İmplant Yükleme Sonrası İmplant Çevresi Kemik Yapısının Fraktal Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi"
-----------------------	--

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	31.03.2021	1	Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLUR RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>		
	ARAŞTIRMA DÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>		
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>		
	ILAN	<input type="checkbox"/>		
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>		
	SÖMÜÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>		
DİĞER:				
KARAR BELGELERİ	Karar No: 07/07	Tarih: 31.03.2021		
	Yukarıda belirtilen verilerin ışığında aşağıda belirtilen araştırmacı/çalışanları, protokol, amac, yöntem ve yöntemleri özetlenerek araştırmanın ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/belirli kısmının hayvanlar deneyiminde belirlenen sonuçlarla karşılaştırılmasında etik ve bilimsel açıdan değerlendirilmesine toplantıya katılan etik kurul üyesi tarafından uygun görülmesi için karar verilmiştir.			
İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yürürlükte Bulunan Araştırmacılar İçin Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kanunu'nda yer alan maddeler geçerlidir.				

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yürürlükte Bulunan Araştırmacılar İçin Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kanunu
BAŞKANIN URVANI / ADI / SOYADI:	

Unvan/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Onay	Onay	Araştırma ile İlgili	Katılım *
Prof. Dr. Murat AKKAYA	Periodontoloji	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Serpil ALTUNDOĞAN	Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Sadullah ÜÇTAŞLI	Protetik Diş Tedavisi	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Ufuk TOYGAR MEMİKOĞLU	Ortodonti	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Şaziye SARI	Periodonti	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>

	KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU	
		Sayfa Sayısı: 1/3

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	"İmplant Yüzeyine Uygulanan Ultraviyole Işık ile Foto-Fonksiyonelizasyon İşleminin Osseointegrasyon Hızına Etkisinin Ölçülmesi ve İmplant Yükleme Sorusu İmplant Çevresi Kemik Yapısının Fraktal Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi"
-----------------------	---

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlgili		Katılım *		İmza
			E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Adil NALÇACI	Diş Hastalıkları ve Tedavisi	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Mehmet Hakan KURT	Ağız Diş ve Çene Radyolojisi	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Biçe PEHLIVANOĞLU	Fizyoloji	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Sevil ÖZGER İLHAN	Farmakoloji	Gazi Üniv. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Sevilay KARAHAN	Bioistatistik	Hacettepe Üniv. Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Şafak PARLAK BÖRÜ	Hukuk	Ankara Üniv. Hukuk Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Kimya Müh. Orhan YILMAZ	Bilgisayar	Ankara Üniv. Diş Hek. Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* Toplantıda Bulunan

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Murat AKKAYA
İmza:

...

ÖZGEÇMİŞ

I-Bireysel Bilgiler

Adı : Hamit
Soyadı : Farsiani
Uyruğu : TC

II- Eğitimi

2018-2024 Ankara Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakóltesi, Periodontoloji Anabilim Dalı- Ankara
2012-2017 Ankara Üniversitesi , Diş Hekimliği Fakóltesi- Ankara

III-Yabancı Dil : İngilizce-Farsça-Azerice

IV- Ünvanları

Dt.

V- Mesleki Deneyimi

2018-2024 Doktora öğrencisi (Tam zamanlı), Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakóltesi, Periodontoloji Anabilim Dalı- Ankara, Türkiye

VI- Bilimsel İlgi Alanları

Yayımları:

1- Erdil D, **Farsiani H**, Bağış N. Dental Botoks Uygulamaları. Dental and Medical Journal. (2019), Volume:1 Sayı:3 Sayfa:89-102

2-**Farsiani H**, Erdil D, Camgöz M, Bağış N. Oral Ülserasyonlar: Etyoloji, Sınıflandırma, Yönetim ve Teşhis Algoritması. Dental and Medical Journal (2021), Volume:3 Sayı:1 Sayfa:23-38

Kongre Bildirisi:

Hamit FARSIANI, Merter GÜÇLÜ, Nilsun BAĞIŞ, Yetersiz Yumuşak Doku Arttırımı İçin ROLL FLEP TEKNİĞİ, Türk Diş Hekimleri Birliği 30.Uluslararası Bilimsel Kongre Merkezi-İzmir, 2023.

