T.C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

KONVANSİYONEL VE OSSEODENSİFİKASYON YÖNTEMİYLE YAPILAN ALVEOLER KRET SPLİT OPERASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA

UZMANLIK TEZİ

Yunus Emre GÜNER

ORCID: 0000-0002-0139-5708

Periodontoloji Anabilim Dalı

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI

ORDU-2024

ONAY

Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı uzmanlık öğrencisi Yunus Emre GÜNER tarafından hazırlanan ve Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI danışmanlığında yürütülen "Konvansiyonel ve Osseodensifikasyon Yöntemiyle Yapılan Alveoler Kret Split Operasyonlarının Karşılaştırılması: Retrospektif Çalışma" adlı bu tez, jürimiz tarafından ... / .../ 20... tarihinde oybirliği / oyçokluğu ile Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI	
Başkan	: Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI Periodontoloji Anabilim Dalı Ordu Üniversitesi	İmza
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Figen ÖNGÖZ DEDE Periodontoloji Anabilim Dalı Ordu Üniversitesi	İmza
Jüri Üyesi	: Prof. Dr. Ceren GÖKMENOĞLU Periodontoloji Anabilim Dalı Ankara Medipol Üniversitesi	İmza

...../...../20...

İmza

Dekan: Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Arş. Gör. Dt. Yunus Emre Güner

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca hekimlik ve insanlık adına kendisinden çok şey öğrendiğim, hiçbir zaman yardımlarını ve vaktini benden esirgemeyen, tez çalışmamın kurgulanması ve yürütülmesinde destek olan ve her daim yol gösteren değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI'ya,

Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde almış olduğum uzmanlık eğitimi süresince değerli bilgilerini ve deneyimlerini benimle paylaşan ve eğitim öğretim hayatıma olan katkılarını her daim hissedeceğim değerli hocalarım; Prof. Dr. Figen ÖNGÖZ DEDE ve Prof. Dr. Ceren GÖKMENOĞLU'na,

Hayatım boyunca desteklerini hep hissettiğim, eğitimim için her türlü imkânı sağlayan, yaşadığım tüm zorluklarda yanımda olan, bugünlere gelmemde büyük emekleri ve duaları olan anneme, babama ve kardeşime,

Uzmanlık sürecinde birlikte çalışmaktan ve vakit geçirmekten mutluluk duyduğum başta eş kıdemlilerim olmak üzere sevgili asistan arkadaşlarıma ve Periodontoloji ailesine,

Son olarak tez yazım sürecimde yaşadığım motivasyon düşüklüklerinde beni her zaman destekleyen ve tezimde çok emeği olan, her kararımın arkasında duran, beni benden çok düşünen, hayattaki en büyük şansım ve yol arkadaşım Şeyma ŞAHİN GÜNER'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

Yunus Emre GÜNER

ÖZET

KONVANSİYONEL VE OSSEODENSİFİKASYON YÖNTEMİYLE YAPILAN ALVEOLER KRET SPLİT OPERASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI: RETROSPEKTİF ÇALIŞMA

Amaç: Günümüzde diş eksikliğini rehabilite etmede kullanılan en yaygın yöntem dental implantlardır. İmplantın kemik dokusuyla tam ve sağlıklı bir bütünleşme sağlaması implant başarısı için zorunludur. İmplantasyon sırasındaki primer stabilite değerleri bu bütünleşmenin sağlanması için oldukça önemlidir. Osseodensifikasyon yöntemi günümüzde stabilite artışı için kullanılan en güncel yöntemlerden biridir. Çalışmanın amacı bu yöntemi konvansiyonel yöntemlerle karşılaştırarak etkinliğini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma, retrospektif bir çalışma olarak tasarlanmıştır ve 30.07.2021-01.01.2023 tarihlerinde Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilen alveoler kret split operasyonları sonrasında yerleştirilen dental implant operasyonlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmamıza gerekli şartları sağlayan 65 hastada uygulanan 268 implant dahil edilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen implantlar çenelerde uygulanan kadrana göre 4 gruba ayrılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler (tork, ISQ ve kemik kazanımı) hasta kayıtlarından ve radyolojik görüntülerinden elde edilmiştir. Bu değerler osseodensifikasyon ve konvansiyonel yöntemle yapılan genişletme yöntemlerine göre ikiye ayrılmıştır. Yerleştirme torku değerleri operasyon sırasında, ISQ değerleri operasyon sırasında ve diş eti şekillendiricilerin takıldığı zamanda (3-4. ay) ölçülmüştür. Operasyon öncesi ve sonrası (4. ay) konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri kemik kazanımı ölçümünde kullanılmıştır.

Bulgular: Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda osseodensifikasyon ve konvansiyonel yöntemle yapılan alveoler kret split operasyonları arasında tork değeri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. ISQ değerleri karşılaştırıldığında maxilla anterior, maxilla posterior, mandibula posterior bölgelerinde osseodensifikasyon grubu daha yüksek ISQ değerleri göstermiş fakat mandibula anterior bölgesinde anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Kemik kazanımı açısından değerlendirildiğinde ise iki grup arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

Sonuç: Osseodensifikasyon yönteminin düşük yoğunluklu kemiklerde primer stabiliteyi artırmak için iyi bir seçenek olduğu görülmüştür. Alveoler kret split uygulamalarında horizontal kemik genişliğinin artırılmasında geleneksel yöntemler kadar başarılı olduğu ve güvenle kullanılabileceği sonucuna varılabilir. İmplant stabilitesi açısından konvansiyonel gruba göre daha başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Alveoler kret split operasyonları gibi yeterli primer stabilitenin sağlanması zor durumlarda osseodensifikasyon yönteminin implant stabilitesine olumlu katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dental İmplant, Osseodensifikasyon, Primer Stabilite, Kemik Kazanımı

ABSTRACT

COMPARISON OF ALVEOLAR RIDGE SPLIT OPERATIONS PERFORMED WITH CONVENTIONAL AND OSSEODENSIFICATION TECHNIQUES: A RETROSPECTIVE STUDY

Aim: Dental implants are the most commonly used method for rehabilitating tooth loss today. Achieving complete and healthy integration of the implant with the bone tissue is essential for implant success. Primary stability values during implantation are crucial for ensuring this integration. The osseodensification technique is one of the most recent methods used to enhance stability. The aim of this study is to evaluate the effectiveness of this technique by comparing it with conventional methods.

Materials and Methods: This study was designed as a retrospective study and aims to evaluate dental implant operations performed following alveolar ridge split surgeries conducted between 30.07.2021-01.01.2023, at the Department of Periodontology, Faculty of Dentistry, Ordu University. The study included 268 implants placed in 65 patients who met the required criteria. The implants included in the study were divided into four groups based on the quadrants of the jaws where they were applied. The data used in the study (torque, ISQ, and bone gain) were obtained from patient records and radiological images. These values were categorized into two groups based on whether the expansion was performed using the osseodensification or conventional technique. Placement torque values were measured during the operation, while ISQ values were measured both during the operation and at the time of gingival former placement (3-4 months). Cone beam computed tomography (CBCT) images taken before and after the operation (4 months) were used to assess bone gain.

Result: Based on the evaluations, no significant difference was found in torque values between alveolar ridge split operations performed using the osseodensification and conventional techniques. When comparing ISQ values, the osseodensification group showed higher ISQ values in the maxillary anterior, maxillary posterior, and mandibular posterior regions; however, no significant difference was observed in the mandibular anterior region. When bone gain was evaluated, no significant difference was observed between the two groups

Conclusion: It has been observed that the osseodensification technique is a good option for enhancing primary stability in low-density bones. It can be concluded that this method is as successful as conventional techniques in increasing horizontal bone width in alveolar ridge split procedures and can be used reliably. In terms of implant stability, the osseodensification group demonstrated more successful outcomes compared to the conventional group. It was observed that the osseodensification technique positively contributes to implant stability in challenging cases, such as alveolar ridge split operations, where achieving sufficient primary stability is difficult.

Keywords: Dental Implant, Osseodensification, Primary Stability, Bone Gain

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ ..... **III**
TEŞEKKÜR ..... **IV**
ÖZET ..... **V**
ABSTRACT ..... **VI**
İÇİNDEKİLER ..... **VII**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **IX**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **XI**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BİLGİLER **3**
2.1 Dental İmplantların Tanımı ve Tarihçesi 3
2.2 Dental İmplantların Sınıflandırılması 7
2.2.1 Kullanılan Materyale Göre Dental İmplantlar 7
2.2.2 İmplantasyonun Yapıldığı Kemik Bölgesine Göre Dental İmplantlar 9
2.2.3 Uygulanan Yüzey Özelliklerine Göre Dental İmplantlar 13
2.3 Osseointegrasyon Kavramı 16
2.3.1 İmplantasyon Sonrası Osseointegrasyon Süreci 17
2.4 İmplantolojide Alveol Kemik Tipleri ve Sınıflaması 18
2.5 Dental İmplantolojide Stabilite Kavramı 21
2.5.1 Primer Stabilite (Birincil Stabilite) 21
2.5.2 Sekonder Stabilite (İkincil Stabilite) 22
2.5.3 Dental İmplantlarda Kullanılan Stabilite Ölçüm Metotları 24
2.6 Osseodensifikasyon Kavramı ve Densah Driller 30
2.7 Horizontal Yönde Kemik Kaybı 35
2.7.1 Alveoler Kemik Rezorpsiyonu 35
2.7.2 Horizontal Kemik Yetersizliğinde Kullanılan Cerrahi Teknikler 36
3. GEREÇ VE YÖNTEM **40**
3.1 Gereç 40
3.1.1 Ölçüm Yapımında Kullanılan Radyografik ve Klinik Materyaller 40
3.1.2 Cerrahide Kullanılan Malzemeler ve Biyomateryaller 40
3.2 Yöntem 42
3.2.1 Çalışmanın Tasarımı 42

3.2.2 Çalışmaya Dahil Edilecek Hastaların Belirlenmesi 42
3.2.3 Çalışma Gruplarının Belirlenmesi 44
3.2.4 Uygulanan Cerrahi Prosedürler 46
3.2.5 Verilerin Toplanması 56
3.3 İstatistiksel İncelemeler 58
4. BULGULAR 59
4.1 Demografik Bulgular 59
4.2 Klinik Bulgular 59
4.2.1 ISQ Ölçümlerinin Karşılaştırılması 59
4.3 Radyografik Bulgular 66
4.3.1 Tomografik Ölçümlerin Karşılaştırılması 66
5. TARTIŞMA 69
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 81
KAYNAKLAR 83
EKLER 103
Ek 1 Etik Kurul Onayı 103
ÖZGEÇMİŞ 104

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1 Bulunan ilk dental implant örneği 4
Şekil 2.2 Greenfield'ın ilk endoosseoz implant modeli 5
Şekil 2.3 1938 yılında uygulanan ilk yivli implant 6
Şekil 2.4 Kemik içi (endoosseoz) implantlar 10
Şekil 2.5 Silindirik (düz) ve yivli implantlar 10
Şekil 2.6 Tek parçalı ve iki parçalı implant sistemleri 11
Şekil 2.7 Bone ve tissue level implantlar 11
Şekil 2.8 Subperiosteal implant (Garg AK, 2010) 12
Şekil 2.9 Transmandibular (transosteal) implant (Garg AK, 2010) 13
Şekil 2.10 Zigoma implantı (ekstraoral implant) 13
Şekil 2.11 Zarb ve Lekholm'un kemik sınıflaması(Zarb & Lekholm, 1985) 20
Şekil 2.12 Misch'in kemik sınıflaması (Carl E. Misch, 2007) 20
Şekil 2.13 Kablolu Osstell mentor cihazı (Turkyilmaz I., 2011) 28
Şekil 2.14 Smart peg transdüktör parçası ve ISQ ölçümü (Turkyilmaz I., 2011) 28
Şekil 2.15 Osseointegrasyon sürecinde primer ve sekonder stabilite değişimler (Raghavendra vd., 2005) 29
Şekil 2.16 Densah (Versah) drill ve Konvansiyonel drill 32
Şekil 2.17 Densah drille yapılan implantın frezleme aşamaları (Gaspar vd., 2018) . 34
Şekil 2.18 Alveoler kret split tekniğinde yeşil ağaç kırığı oluşturulması ve boşluğun greftlenmesi (Khoury F & Khoury C., 2007) 37

Şekil 3.1 Osstell cihazı ve smart peg transdüktör parçası 40
Şekil 3.2 Universal Densah bur kit (VersahLLC, Jackson, MI, ABD) 41
Şekil 3.3 Esset kit (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore) 41
Şekil 3.4 Kret kalınlıklarının operasyon öncesi ve sonrası periodontal sond yardımıyla ölçülmesi 43
Şekil 3.5 Disk frezlerle ve piezzo cerrahiyle kretlerin ikiye ayrılması 46
Şekil 3.6 Densah frezinin osseodensifikasyon modunda (saatin tersi yönde 1200 rpm hızda) bol irrigasyon altında kullanımı 48
Şekil 3.7 Densah frezleriyle yapılan osteotomi sonrası görülen plastik deformasyon 48

Şekil 3.8 Uygun boyda ve çapta implantın genişletilen sokete uygulanması 49
Şekil 3.9 İmplantların genişletilen soketteki klinik görüntüsü 49
Şekil 3.10 İmplant-kemik arasında kalan boşlukların greftlenmesi..... 50
Şekil 3.11 Greftlenen bölgenin üzerine CGF membranının yerleştirilmesi 50
Şekil 3.12 Fleplerin primer olarak süturlarla kapatılması..... 51
Şekil 3.13 Çekiçli osteotomlarla yapılan kret split işlemi 53
Şekil 3.14 Esset kit içerisindeki Twist drill ile çalışma boyu belirlenmesi 53
Şekil 3.15 Esset Kit içeresindeki ekspansiyon drilleri ile kretlerin genişletilmesi 54
Şekil 3.16 Ekspansiyon drilleri ile yapılan genişletme sonucu kret görüntüsü 54
Şekil 3.17 Uygun boyda ve çapta implantın genişletilen sokete uygulanması 55
Şekil 3.18 İmplantların genişletilen soketteki klinik görüntüsü 55
Şekil 3.19 İmplant-kemik arasında kalan boşlukların greftlenmesi..... 56
Şekil 3.20 Tomografik ölçümlerin koronal ve apikal noktalarda yapılması..... 57

Şekil 4.1 Maxilla anterior bölgede ISQ ölçümlerinin kıyaslanması 60
Şekil 4.2 Maxilla posterior bölgede ISQ ölçümlerinin kıyaslanması 61
Şekil 4.3 Mandibula anterior bölgede ISQ ölçümlerin kıyaslanması 62
Şekil 4.4 Mandibula posterior bölgede ISQ ölçümlerin kıyaslanması 63
Şekil 4.5 Versah grubunda; bölgelere göre ISQ ölçümlerin değerlendirilmesi 64
Şekil 4.6 Kontrol Grubunda; Bölgelere Göre ISQ Ölçümlerin Değerlendirilmesi.... 66
Şekil 4.7 Gruplarda; Koronal ve Apikal'a Göre Kret Genişlikleri (mm) 67
Şekil 4.8 Gruplara Göre Kemik Kazancı Ölçümleri (mm) 68

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 3. 1 Çalışma Grupları Arasında Bölgelere Göre Uygulanan İmplant Sayıları 45

Tablo 4.1 Cinsiyete Göre Hasta Sayısı ve Yaş Ortalamaları 59
Tablo 4.2 Maxilla Anterior Bölgede ISQ Ölçümlerinin Kıyaslanması 60
Tablo 4.3 Maxilla Posterior Bölgede ISQ Ölçümlerin Kıyaslanması 61
Tablo 4.4 Mandibula Anterior Bölgede ISQ Ölçümlerin Kıyaslanması 62
Tablo 4.5 Mandibula Posterior Bölgede ISQ Ölçümlerin Kıyaslanması 63
Tablo 4.6 Versah Grubunda; Bölgelere Göre ISQ Ölçümlerinin Değerlendirilmesi 64
Tablo 4.7 Kontrol Grubunda; Bölgelere Göre ISQ Ölçümlerin Değerlendirilmesi .. 65
Tablo 4.8 Kret Genişliklerinin Kıyaslanması (mm) 67

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca diş kayıplarının telafisi için çok sayıda tedavi yöntemleri kullanılmıştır. Dental implantlar günümüzde parsiyel veya tam dişsiz hastaların oral rehabilitasyonu için güvenilir bir tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir. Bu güvenilirlik, biyouyumlu bir materyal olduklarından ve başarılı biyomekanik özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Smeets vd., 2016).

Titanyum kemik içi dental implantlar eksik dişlerin tamamlanması için iyi bir tedavi yöntemidir. Hastaların talebi genellikle yapı, görünüm ve büyüklük olarak doğal dişlere benzeyen implant destekli restorasyonlardır. Bu talep, dental implant tedavisinin karmaşıklığını artırarak yapılacak protetik restorasyon ile onu çevreleyen sert ve yumuşak dokular arasındaki uyumun yeniden sağlanmasını gerekli kılmıştır. Estetik ve fonksiyonel olarak başarılı bir implant üstü restorasyon yapılabilmesi için implant kemik içerisine üç boyutlu olarak doğru bir konumda yerleştirilmesi gerekir. Bunun için de kemik ve hatta yumuşak doku ikamelerine ihtiyaç duyulur (Aghaloo & Moy, 2007).

İmplant çene kemiğine yerleştirildiğinde zamanla osseointegrasyon adı verilen bir bağlantı meydana gelir. Bu bağlantıyı Branemark ve arkadaşları literatüre kazandırmıştır. Osseointegrasyon, implantın kemik içerisine yerleştirilmesinden bir süre sonra kemik dokusuyla implant yüzeyi arasında herhangi bir yumuşak doku oluşmaksızın stabil bir şekilde iyileşmesi sonucu oluşan biyomekanik bağlantı olarak tanımlanabilir. Başarılı bir osseointegrasyon için öncelik primer stabilitenin sağlanmasıdır (P.-I. Branemark, 1983a).

Primer implant stabilitesi, implantın yerleştirildiği anda çevresindeki kemik dokusunu mekanik olarak tutmasıyla elde edilir ve implantın başarılı bir şekilde kemikle kaynaşabilmesi için temel bir ön koşuldur (Albrektsson, 1983; Rabel vd., 2007). Bu stabilite, bölgesel kemik yoğunluğu, kemik miktarı, kullanılan implantın tipi ve implant soketi hazırlanırken uygulanan cerrahi prosedürler gibi çeşitli faktörlerle yakından ilişkilidir (Meredith, 1998). Primer stabiliteyi artırmak için farklı teknikler uygulanmaktadır.

Bu tekniklerden biri de Salah Huwais tarafından ortaya atılan osssedensifikasyon tekniğidir. Kendine özgü tasarıma sahip driller, implant soketi oluşturulurken konvansiyonel driller gibi kemiği çıkarmaz, kemiği otogreftleme yoluyla korur ve

sonuç olarak kemik yoğunluğu artırılıp, implant-kemik temas yüzey alanı artırılmış olur. Bu yöntemle implantın primer stabilitesi arttırılarak iyileşme sürecini kısaltmak hedeflenmektedir. Ayrıca, frezleme sırasında kemik kaybına yol açmadığı için, kemik artırımı gerektiren cerrahi işlemlere duyulan ihtiyacı da minimuma indirecektir (Huwais & Meyer, 2017; Lopez vd., 2017).

Horizontal yönde alveoler kemik yetersizliği bulunan hastalarda implant yerleşimi için alveoler kret split tekniği rutin olarak implant cerrahilerinde kullanılmaktadır. Bu operasyonlarda karşılaşılan en önemli zorluklardan biri de implantlardan primer stabilite elde etmektir. Bu teknik alveoler kretler ayrıldıktan sonra konvansiyonel yöntemlerle veya osseodensifikasyon frezleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Literatürdeki çalışmaların çok az olduğu, yeni bir teknik olan osseodensifikasyon tekniğinin kret genişletme ve implant stabilitesi üzerindeki etkinliğini değerlendirmek ve konvansiyonel yöntemle karşılaştırmak bu araştırmanın asıl amacını oluşturmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Dental İmplantların Tanımı ve Tarihçesi

Diş kaybı, insanları tarih boyunca hem fizyolojik hem de psikolojik olarak etkilemiştir. Bu yüzden geçmişten günümüze kadar dişlerin yerini tutacak fonksiyonel ve fizyolojik olarak da dişlere benzeyen kayıpları telafi etmenin yolları aranmıştır (Block, 2018).

İmplant kelimesi Latince 'içerisine' anlamına gelen 'in' ve 'yerleştirme, gömme' anlamına gelen 'planto' kelimelerinden türemiştir. Eksik dişlerin yerine estetik, fonksiyon ve fonasyonu sağlamak amacıyla çene kemiğinin içerisine uygun pozisyona yerleştirilen alloplastik maddeye dental implant denir. Bu işleme de implantasyon adı verilir (Tunalı, 2000).

Tek veya çoklu dişsizliğin rehabilitasyonu için en etkili tedavi seçeneklerinden birisi dental implantlardır (Bandela vd., 2022). Dental implant ile yapılan restorasyon, günümüzde sabit ve hareketli protezlere iyi bir alternatif olarak kabul edilmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır (Clark D, 2016). İmplant destekli restorasyonlar, geleneksel protezlere kıyasla pek çok avantaja sahiptir. Bu avantajlar arasında mevcut kemiğin korunması, protetik restorasyonun işlevselliğinin artırılması, daha iyi stabilite, retansiyon ve fonasyonun sağlanması, estetik açıdan daha iyi sonuçlar elde edilmesi ve doğru oklüzyonun sağlanması bulunmaktadır (Adell et al., 1981).

Diş köklerine benzer materyaller kullanarak eksik dişleri değiştirme arayışı tarih boyunca birçok kültür tarafından sürdürülmüştür. Diş hekimliği tarihinin en eski uygulaması diş çekimidir. Diş çekimi sonrası uygulanan implantoloji, diş hekimliğinin en eski ikinci dalı olarak kabul edilebilir. MÖ 4000 yıllarında Çin'de, bambu çubuklarının diş kökü formunda kesilerek kemik içine yerleştirilmesiyle kök formunda diş implantlarının ilk örneklerinin uygulandığı düşünülmektedir. Ayrıca, İbranilerde gümüş ve altın oymalar, Fenikelilerde ise kölelerin dişlerinin çekilip, bu dişlerin sahiplerinin eksik dişlerinin yerine kullanılması gibi uygulamalar görülmüştür. Antik Maya uygarlığında ise deniz kabukları kemik içi implant olarak kullanılmış ve bu kabuklar diş formunu taklit edecek şekilde şekillendirilmiştir (Garg AK, 2010).

1931 yılında Honduras'ta kazı yapan Dr. Wilson Poponoe, Antik Maya Uygarlığı'na ait M.Ö. 600 yıllarına tarihlendirilen bir diş implantı örneği keşfetmiştir.

Bu bulguda, bir kadına ait kafatasında eksik birkaç alt ön dişin yerine yerleştirilmiş deniz kabukları bulunmuştur (Şekil 2.1). Benzer diş implantı örnekleri, arkeolojik kazılar sırasında Antik Mısır ve Antik İnka yerleşimlerinde de ortaya çıkmıştır (Block, 2018).

Şekil 2.1 Bulunan ilk dental implant örneği

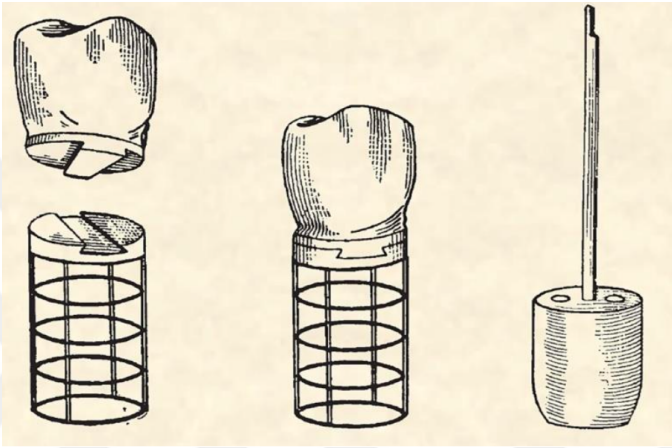
19. yüzyılda Avrupa'da diş implantları için çeşitli materyallerin test edilmeye başlandığı görülür. 1809 yılında Maggiolo, diş kökü şeklinde altın implantlar geliştirmiştir. 1809 yılında İtalyan diş hekimi Maggiolo, intraosseöz metal implantların ilk örneklerinden birini geliştirmiştir. Altından yapılan bu implantlarda, dişlerin çekilmesinin ardından oluşan çekim soketlerine metal postların yerleştirilmesi ve bu postların üzerine kronlar eklenmesi planlanmıştır. Bu prosedürün başarılı olabilmesi için belirli koşulların sağlanması gerekmektedir. Öncelikle, implantın tamamen alveol kemiği içinde yer alması ve soketin yeterli retansiyon kapasitesine sahip olması gerekir. Bu koşullar sağlandığında, çekim soketine uygun metal bir yapı yapılmalıdır. Ayrıca, bu cerrahiyi gerçekleştirecek diş hekiminin çeşitli boyutlarda ve şekillerde yapay köklere sahip olması önemlidir. Kesici, köpek ve küçük azı dişleri gibi tek köklü çekim soketleri, bu tür bir uygulamayı mümkün kılacak uygun dişlerdir (Garg AK, 2010).

Maggiolo'nun tekniği, neredeyse 200 yıl önce tanımlanmış ve dönemin sınırlı cerrahi aletleri ile, anestezi ve antibiyotik gibi modern tıbbi imkanlardan yoksun olarak uygulanmıştır. Buna rağmen, bu yöntem, günümüz modern implantolojisinin ilk adımlarından biri olarak kabul edilmektedir (Garg AK, 2010).

20. yüzyılın başlarında Lambotte, alüminyum, gümüş, pirinç, bakır, magnezyum gibi elementlerin yanı sıra altın ve nikel kaplanmış çelikleri de implant materyali

olarak üretmiştir. Ancak bu materyallerin elektrolitik etkiler nedeniyle korozyona uğradığı tespit edilmiştir (Carl E. Misch, 2007).

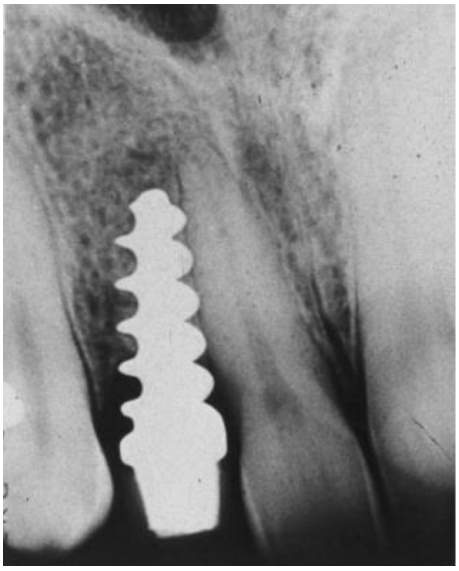
1909 yılında Greenfield, ilk endoosseöz implant için patent almıştır. Bu patent, iridyum-platin alaşımından yapılmış bir telin 24 ayar altın ile lehimlenmesiyle oluşturulan sepet benzeri bir implanta aittir (Şekil 2.2). Bu implant, sağlam kemik dokusunda bir yer açılarak yerleştirilmiş ve kemikle sıkı bir temas sağlanmıştır. Üzerine yerleştirilen protez, implanttan bağımsız olarak hazırlandığı için bu yöntem, aynı zamanda ilk iki parçalı implant olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.2 Greenfield'ın ilk endoosseoz implant modeli

1913 yılında Greenfield, Philadelphia'daki Stomatoloji Akademisi'nin aylık toplantısında geliştirdiği implantın detaylarını, uygulama tekniğini ve kişisel deneyimlerini paylaşmıştır. Bu bilgileri içeren toplantı notları, dönemin önde gelen diş hekimliği dergilerinden olan Dental Cosmos'ta yayımlanmıştır (Greenfield, 1971).

Bu süreçte araştırmacılar daha önceden korozyona uğrayıp biyouyumlu olmayan materyallere alternatif materyaller denemişlerdir. Greenfield'ın ardından Alvin ve Strock, krom-kobalt-molibden alaşımı olan vitalyum ile çalışmalar yapmışlardır. Hem köpeklerde hem de insanlarda bu materyali kullanarak eksik dişlerin restorasyonunu denemişlerdir. Bu süreçte, geliştirdikleri implant, yivli bir tasarıma sahip olup çekim soketine yerleştirilmiş ve çevresinin kemik ile iyileştiği gözlemlenmiştir (Şekil 2.3). İlk kez 1938 yılında insan üzerinde uygulanan bu implant, hastanın vefatına kadar yaklaşık 17 yıl boyunca aynı protezle kullanılmıştır (Block, 2018).



Şekil 2.3 1938 yılında uygulanan ilk yivli implant

İmplantoloji camiasında biyouyumlu materyal geliştirme çabaları sürerken 1951 yılında Leventhal, kemik kırıklarının sabitlenmesinde titanyumun uygun olduğunu belirtmiştir. Paylaştığı makalesinde şunları ifade etmiştir: "İmplant yerleştirildikten 6 hafta sonra ilk stabilizasyonundan daha stabil olacaktır; 12 hafta geçtikten sonra sökülmesi oldukça zor olacaktır ve 16 hafta geçtikten sonra implant sökülmek istendiğinde bir miktar kemik de kaldırmak zorunlu olacaktır (Leventhal, 1951).

Ortopedi uzmanı Branemark, Leventhal'ın titanyum üzerine yaptığı araştırmaları kendi pratiklerinde test ettikten sonra titanyum endoosseöz implantlar üzerinde çalışmalara yönelmiştir. 1969'da bu implantlarla ilgili kapsamlı deneyimlerini içeren bir çalışma yayınlamıştır (Brånemark et al., 1969). Ayrıca, 1977 yılında "Başarılı İmplant Tedavisinin İlkeleri" başlıklı bir makale yayımlamış ve bu makalede, 15 yıllık klinik takip verilerini implantoloji camiasıyla paylaşmıştır (Brånemark et al., 1977).

1960'lı yıllara kadar, subperiosteal (kemik yüzeyine) veya kemik içine yerleştirilen blade (bıçak) şeklindeki farklı implant tipleri kullanılmıştır. Ancak, modern implantolojinin temeli, İsveçli ortopedi cerrahı Branemark'ın çalışmalarına dayanmaktadır (Buser vd., 2017). Branemark 1952 yılında tavşan femur kemiği içinde oluşturduğu alana yerleştirdiği titanyumun etrafındaki kan dolaşımını araştırırken tesadüfen titanyumun zamanla kemikle sıkı bir bağlantı kurduğunu, kemikten ayrılmadığını gözlemlemiştir (P.-I. Branemark, 1983a). Bu olguyu "osseointegrasyon" olarak tanımlamıştır. Bu kavram, daha sonra yine Branemark tarafından geliştirilmiş

ve "canlı kemik ile yük taşıyan implant yüzeyi arasındaki doğrudan yapısal ve fonksiyonel bağlantı" olarak tanımlanmıştır. Bu gözlem, implantoloji alanında önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmiştir (P. I. Brånemark vd., 1977).

2.2 Dental İmplantların Sınıflandırılması

Dental implantları farklı özellikler temel alınarak şu şekilde sınıflandırabiliriz;

- Kullanılan materyale göre
- İmplantasyonun yapıldığı kemik bölgesine göre
- Yükleme süresine göre
- Uygulanan yüzey özelliklerine göre

2.2.1 Kullanılan Materyale Göre Dental İmplantlar

Biyomateryaller, biyomedikal cihazların biyolojik sistemlerle etkileşimde bulunmasını sağlayan malzemeler olarak tanımlanabilir. İnert metal ve alaşım biyomateryallerinin geliştirilmesi, bu malzemelerin ortopedi ve diş hekimliği gibi biyomedikal alanlarda yaygın olarak kullanılmasına zemin hazırlamıştır. Bu materyallerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile çevresindeki biyolojik dokularla olan uyumlulukları, kullanım alanlarının giderek genişlemesine neden olmuştur. Osseointegrasyon süreci de kullanılan biyomateryallerle doğrudan bağlantılıdır. Biyomateryaller, genel olarak beş ana kategoride sınıflandırılabilir. Bunlar polimerler, metaller, seramikler, doğal biyomateryaller, kompozit biyomateryallerdir (Guglielmotti et al., 2019).

Cerrahi paslanmaz çelik, altın alaşımları, kobalt-krom alaşımları, alüminyum oksit, karbon, titanyum ve zirkonyum gibi çeşitli biyomateryaller, dental implant malzemesi olarak araştırılmaktadır. Günümüzde, ticari olarak saf titanyum, titanyum alaşımları ve zirkonyum, implant materyali olarak en çok tercih edilen seçenekler arasında yer almaktadır (Ogle, 2015).

2.2.1.1 Titanyum

Dental implantların üretiminde altın, krom-kobalt, paslanmaz çelik ve çeşitli diğer metal alaşımları kullanılmıştır. Titanyum, kemik dokusuyla kaynaşabilme ve canlı dokularla uyum sağlayabilme yeteneğine sahip reaktif bir materyal olarak öne çıkmaktadır. Titanyum gibi biyoinert materyaller biyolojik ortamlarda, özellikle vücut

dokularıyla etkileşimde bulunduğunda, minimum reaksiyon gösterirler ve vücut tarafından reddedilmezler. Titanyum implantların biyouyumlu olması, antibakteriyel özellik göstermesi, biyoinert yapısı, kemiğe benzer elastikiyeti ve hafifliği, onu dental implantlar için en uygun materyal haline getirmiştir (Parr vd., 1985).

Titanyum (Ti), doğada titanyum oksit (TiO2) formunda bulunan beyaz renkli, kokusuz ve yanıcı bir metaldir. Yüzeyinde doğal olarak oluşan ve metali çevresel etkilere karşı izole eden TiO2 tabakası sayesinde korozyona karşı oldukça dayanıklıdır (Jacobs vd., 1998).

Titanyumun yüzeyinde oluşan koruyucu ve stabil oksit tabakasının, uygun osseointegrasyonu desteklediği bilinmektedir. Bu oksit tabakası, ayrıca titanyum ve onun alaşımlarının dental implantlarda yüksek biyouyumluluk göstermesini de sağlamaktadır (Zhu vd., 2004).

Saf titanyum (Ti), saflık derecelerine göre 1'den 4'e kadar sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, korozyon direnci, şekillendirilebilirlik ve dayanıklılık gibi özelliklere dayanmaktadır. Sınıf 1 titanyum, en yüksek saflık seviyesine sahip olup, mükemmel korozyon direnci ve şekillendirilebilirlik sunar, ancak dayanıklılığı en düşük olan sınıftır. Sınıf 4 titanyum ise, en yüksek dayanıklılığa sahip olup, şekillendirilebilirliği ise orta seviyededir (Steinemann, 1998).

Dental implantlarda kullanılan titanyum alaşımları, bu uygulamalar için özel olarak geliştirilmiştir. Özellikle 5. sınıf titanyum alaşımı, saf titanyuma göre daha yüksek akma dayanımı ve yorulma direncine sahiptir. Bu alaşım, genellikle Ti6Al4V olarak bilinir ve kimyasal bileşimi %6 alüminyum, %4 vanadyum, %0.25 (maksimum) demir, %0.2 (maksimum) oksijen ve %90 titanyum içerir. Ti6Al4V'nin sağladığı avantajlar arasında üstün korozyon direnci, yüksek yorulma dayanımı ve stres korumasını azaltan düşük elastik modül yer alır. Bu alaşım, özellikle yüksek ısırma kuvvetlerinin uygulandığı arka çene gibi, iyi mekanik özelliklerin gerektiği durumlarda tercih edilmektedir (Jacobs vd., 1998).

2.2.1.2 Zirkonyum

Zirkonyum dioksit (ZrO2), biyouyumluluğu titanyumla karşılaştırılabilir düzeyde olan ve dental implantlarda kullanılan bir seramik materyaldir. Bu seramiğin dental implant materyali olarak öne çıkan en büyük avantajı, beyaz renkte olmasıdır;

bu sayede, estetik bölgelerde diş eti altından görülebilen koyu renkli metal yansımalarının önüne geçilir. Kemiğe osseointegrasyon yeteneği titanyum kadar güçlü olup olmadığı konusunda tartışmalar sürmekte olsa da, zirkonyumun titanyuma yakın biyouyumluluk ve osseointegrasyon özelliklerine sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, bu materyal yüksek sertlik ve korozyon direnci ile bilinir. Zirkonyum implantlar genellikle tek parçalı olarak üretilir; bu nedenle, implant açısındaki hataların telafisi zor olabilir ve implant, oral mukozaya açık şekilde iyileşmek zorundadır. Zirkonyum implantların yaygın ve rutin kullanımı için ise uzun dönemli klinik verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Thapliyal, 2006a).

Titanyum-zirkonyum alaşımı (TiZr1317), Straumann tarafından Roxolid adı altında piyasaya sunulmuş bir başka materyaldir. Bu alaşımın, saf titanyuma kıyasla daha üstün mekanik özellikler ve daha yüksek kırılma direnci sunduğu, ayrıca benzer osseointegrasyon yeteneklerine sahip olduğu kanıtlanmıştır. Bu özellikler sayesinde, bu yeni alaşım, daha küçük çaplı implantların üretimine olanak tanımaktadır (Gottlow vd., 2012).

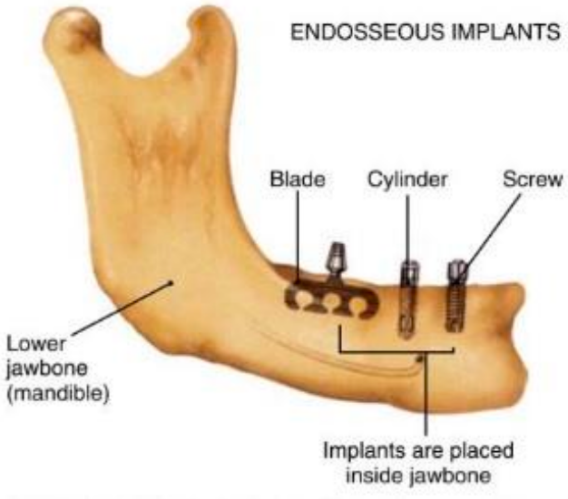
2.2.2 İmplantasyonun Yapıldığı Kemik Bölgesine Göre Dental İmplantlar

Dental implantlar kemik dokusuyla olan ilişkileri, yerleştirilme yeri ve şekline göre şu şekilde sınıflandırılır:

- Kemik içi(endoosseoz) implantlar
- Subperiosteal implantlar
- Transosseoz implantlar
- Ekstraoral implantlar (Stellingsma vd., 2004)

2.2.2.1 Kemik İçi (endoosseoz) İmplantlar

Kemik içi implantlar, implant gövdesinin bütünüyle maksilla veya mandibular alveol kemiği içerisine yerleştirildiği implant türleridir. Bu implantlar, genel olarak blade implantlar ve kök formunda implantlar (Şekil 2.4) olarak iki ana kategoriye ayrılabilir (Resnik R., 2020).



Şekil 2.4 Kemik içi (endoosseoz) implantlar

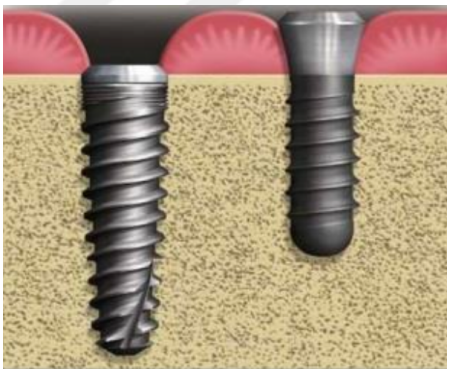
Kök formundaki implantlar, yivli veya düz/silindirik (Şekil 2.5) bir tasarıma sahip olabilir. Günümüzde ise en yaygın olarak kullanılan implantlar, kök formunda yivli tasarımı olan kemik içi implantlardır (Resnik R., 2020).

Şekil 2.5 Silindirik (düz) ve yivli implantlar

İmplant gövdesini oluşturan duvarlar; birbirine paralel, apekse doğru daralan konik bir formda ya da her iki şeklin bir kombinasyonu olarak tasarlanabilir. Endoosseöz implantlar, genellikle kemik içinde kalan ana parça ve kemik dışında yer alan dayanak parça (abutment) olmak üzere iki bileşenden oluşur. İmplant gövdesi ve bağlı üst yapısıyla tek parçalı olarak ya da implant gövdesi ile gövdeye ayrı olarak bağlanan dayanağıyla iki parçalı olarak tasarlanabilir (Şekil 2.6). Günümüzde en yaygın kullanılan implantlar, iki parçalı olanlardır. Tek parçalı implantlar ise genellikle geçici implantlar olarak tercih edilmektedir (Resnik R., 2020).

Şekil 2.6 Tek parçalı ve iki parçalı implant sistemleri

Endoosseöz implantlar implant boynunun kemik içi konumuna göre iki farklı şekilde sonlanabilirler. Bunlar kemik seviyesi (bone level) ve diş eti seviyesi (tissue level) implantlardır (Şekil 2.7). Bone level implantlar kemik kreti seviyesinde sonlanır. Bu implantların bütün yüzeyi yivli ve pürüzlü olduğu için kemikle tamamen kaplanmalıdır. Tissue level implantlarda ise implantın çoğu yüzeyi kemik içeresinde olmasına rağmen boyun kısmı diş eti seviyesinde sonlanır. Bu implantların diş etinde sonlan boyun kısmı cilalanmış pürüssüz yüzeylidir (Resnik R., 2020).

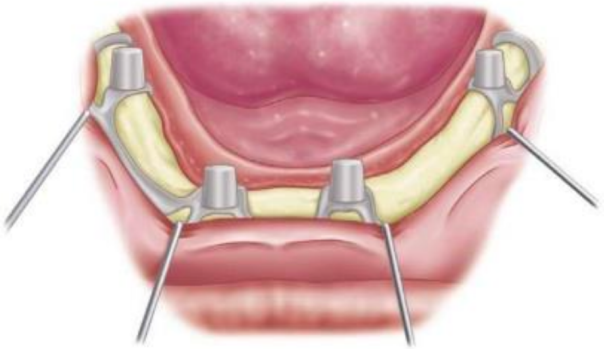


Şekil 2.7 Bone ve tissue level implantlar

2.2.2.2 Subperiosteal İmplantlar

Subperiosteal implantlar, endoosseöz implantların yerleştirilemediği aşırı rezorbe olmuş kretlerde, kişiye özel olarak hazırlanan ve alveoler kret yüzeyi ile periostun arasına yerleştirilen kemiği çepeçevre kafes gibi saran bir implant sistemidir (Schou vd., 2000). Bu implantlar tam dişsiz maksilla veya mandibulada metal bir kafes çerçeve şeklinde uygulanır. Bu metal çerçeve üzerine dental protezler yapılır.

Subperiosteal implantların çene kemiğiyle osseointegrasyon oluşturmadığı kabul edilir. Stabilizasyonu kemik desteği ve fibröz doku ile sağlanır. Bu nedenle okluzal yük taşıma kapasiteleri sınırlı kalır (Minichetti, 2003). Günümüzde, yüksek enfeksiyon riski, kemik rezorpsiyonunu hızlandırması, protetik uygulamaların zorluğu ve diğer implant sistemlerine kıyasla yüksek başarısızlık oranı gibi dezavantajları nedeniyle kullanımı terk edilmiştir (Bodine vd., 1996).



Şekil 2.8 Subperiosteal implant (Garg AK, 2010)

2.2.2.3 Transosteal İmplantlar

Transmandibular implantlar olarak da bilinen bu implantlar, kemiği boydan boya geçer. Bu tür implantlar, özellikle ciddi derecede atrofiye uğramış mandibulalarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu sistem, mandibulanın bazisine yerleştirilen bir metal plaka ve bu plakadan çıkıp mandibula içinden geçerek oral mukozaya ulaşan barlardan oluşur (Resnik R., 2020).

Cerrahi müdahale sonrasında enfeksiyon, oral mukozanın hiperplazisi, implant çevresindeki kemik dokusunda kayıplar, osseointegrasyonun kaybı, mental sinir hasarları ve üst yapı kırılmaları gibi ciddi komplikasyonlar rapor edilmiştir (Stellingsma vd., 2004).

Şekil 2.9 Transmandibular (transosteal) implant (Garg AK, 2010)

2.2.2.4 Ekstraoral İmplantlar

Bu implantlar, maxillada ciddi rezorpsiyon görüldüğünde ve protetik restorasyon için yeterli kemik desteği sağlanamadığında tercih edilir. Zigomatik ya da pterigoid kemikten destek alarak yerleştirilebilirler. Bu nedenle zigomatik (Şekil 2.10) veya pterigoid implantlar olarak adlandırılırlar. Geleneksel kemik içi implantlara göre daha uzun olup, cerrahi erişimin sınırlı olduğu alanlarda kullanıldıkları için yüksek düzeyde teknik hassasiyet gerektirirler (Resnik R., 2020).

Şekil 2.10 Zigoma implantı (ekstraoral implant)

2.2.3 Uygulanan Yüzey Özelliklerine Göre Dental İmplantlar

Dental implantların yüzey özellikleri; moleküler etkileşim, hücresel yanıt ve kemik oluşumu üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. İmplant, titanyum bir çubuğun tornalanmasıyla elde edilir. Bu işlem sonucunda yüzeyde, tornalama yönüne bağlı olarak sırtlar ve çöküntüler oluşur. Ortaya çıkan bu yüzey, literatürde "machined" veya "turned" yüzey olarak tanımlanır ve birinci nesil implant yüzeyi olarak kabul edilir (Thapliyal, 2006b).

Sonraki araştırmalar, implant yüzeylerinin ikinci bir işlemle modifiye edilmesinin, yüzey topografisini ve kimyasal yapısını değiştirerek implant-kemik temasını artırdığını ve daha hızlı bir iyileşme süreci ile osseointegrasyonu desteklediğini ortaya koymuştur (Le Guéhennec vd., 2007),(Cooper, 2000). Bu tür yüzey özelliklerine sahip implantlar, özellikle kemik kalitesinin düşük ve miktarının az olduğu maksilla posterior gibi bölgelerde, daha hızlı iyileşme sağlamakta, implantlara daha erken yükleme yapılmasına olanak tanımakta ve implantın sağ kalım oranlarını yükseltmektedir (Wallace & Froum, 2003).

Dental implantlara uygulanan yüzey işlemlerini sınıflayacak olursak;

- Tornalanmış yüzeyler
- Asitle pürüzlendirilmiş yüzeyler
- Kumlanmış yüzeyler
- Kumlanmış ve asitle pürüzlendirilmiş yüzeyler (SLA)
- Anodize yüzeyler
- Plazma sprey uygulanmış yüzeyler (Bowers vd., 1992)

2.2.3.1 Tornalanmış Yüzeyler

Tornalama işlemi, paslanmaz çelikten yapılan bir kesme aparatıyla gerçekleştirilir. Bu işlem, metal yüzeyinde yalnızca morfolojik değişikliklere neden olur ve titanyum alaşımlarında kesme işlemi yapılmadığından, mekanik deformasyona yol açmaz. Ayrıca, tornalama işlemi daha kontrollü bir şekilde gerçekleştirilebildiği için yüzey üzerinde istenmeyen deformasyonlar meydana gelmez (Bagno & Di Bello, 2004).

2.2.3.2 Asitle Pürüzlendirilmiş Yüzeyler

Titanyum yüzeylerinin pürüzlendirilmesi amacıyla, hidroklorik asit (HCl), sülfürik asit (H2SO4), nitrik asit (HNO3) ve hidroflorik asit (HF) gibi güçlü asitler kullanılarak bir dağlama işlemi uygulanır. Bu işlem sonucunda, implant yüzeyinde 1.5-2 μm çapında mikro çukurcukların oluştuğu belirtilmektedir (Massaro vd., 2002).

2.2.3.3 Kumlanmış Yüzeyler

Titanyum yüzeyinin pürüzlendirilmesi için kullanılan bir diğer yöntem, abraziv seramik partiküllerin basınçlı hava yardımıyla sıvı bir ortamda yüksek hızla yüzeye çarptırılması, yani kumlama işlemidir. Bu işlemde genellikle alumina (Al_2O_3), titanyum dioksit (TiO_2) ve kalsiyum fosfat (CaP) gibi seramik parçacıklar tercih edilir (Bagno & Di Bello, 2004),(Le Guéhennec vd., 2007).

2.2.3.4 Kumlanmış ve Asitle Pürüzlendirilmiş Yüzeyler

Kumlama ve asitle pürüzlendirme işlemlerinin bir arada uygulandığı bu yüzey pürüzlendirme yöntemi, implant yüzeyine hem makro hem de mikro yapılar kazandırır. İlk olarak, 0,25-0,50 mm partikül büyüklüğüne sahip malzemelerle yapılan kumlama işlemi, yüzeyde makro yapılar oluşturur. Ardından, hidroklorik asit ve sülfürik asit kullanılarak asit işlemi uygulanır ve mikro yapılar elde edilir. Bu tür yüzey özelliklerine sahip implantlar, SLA (Sandblasted, Large-grit, Acid-etched) implantlar olarak adlandırılmaktadır (Buser vd., 2000).

2.2.3.5 Anodize Yüzeyler

Titanyumun H_2SO_4, H_3PO_4, HNO_3 ve HF gibi güçlü asitler içinde yüksek yoğunlukta (200 A/m^2) veya potansiyelde (100 V) potansiyostatik ya da galvanostatik anodizasyonu ile mikro veya nano poröz yüzeyler oluşturulması amaçlanır. Anodizasyon işlemi sonucunda, titanyum yüzeyinde 600-1000 nm kalınlığında veya daha kalın bir oksit tabakası oluşur. Bu oksit tabakasının konveksiyon çizgilerinde çözünmesiyle yüzeyde mikro veya nano boyutta çukurcuklar meydana gelir (Le Guéhennec vd., 2007).

2.2.3.6 Plazma Sprey Uygulanmış Yüzeyler

Bu yöntem, implant yüzeyine yüksek hızla titanyum tozları püskürterek bu tozların yüzeyle birleşmesini sağlar. Bu işlem sonucunda, yüzeyde yaklaşık 30 μm kalınlığında bir film tabakası oluşur. TPS kaplama ile elde edilen bu tabaka, yaklaşık 7 μm'lik bir pürüzlülük sağlayarak implantın yüzey alanını genişletir (Le Guéhennec vd., 2007).

2.3 Osseointegrasyon Kavramı

Latince'deki "os" (kemik) ve "integrare" (birleşmek) kelimelerinin birleşiminden türetilen osseointegrasyon terimi, 1969 yılında Branemark tarafından ortaya atılmıştır. Bu terim, sağlıklı, canlı kemik ile yük taşıyan implant yüzeyi arasında kurulan doğrudan yapısal ve fonksiyonel bağlantıyı ifade eder (P.-I. Branemark, 1983a).

1976 yılında Schroeder ve çalışma arkadaşları, implantın çene kemiğine sağlam bir şekilde tutunmasını "fonksiyonel ankiloz" olarak adlandırmışlardır. Fonksiyonel ankilozu, atravmatik implant yerleştirme kurallarına uygun olarak yerleştirilen bir implantın, stabilite sağladığı sürece doğrudan kemik yüzeyi ile temas etmesi şeklinde tanımlamışlardır (Schroeder vd., 1981),(Davies, 1998a).

Branemark, titanyum implantların canlı kemik içinde öyle bir şekilde kaynaştığını görmüştür ki, kemik ile titanyumun oksit tabakası ancak kırılarak ayrılabilir. Branemark, bu denli güçlü bir kaynaşmanın titanyum vidalarla sağlanmasının, uzun vadede dental protezlerin desteklenmesinde büyük fayda sağlayacağını öngörmüştür (P. I. Branemark, 1959).

Osseointegrasyon implantın yerleştirilmesinden sonra protetik aşamaya geçen zaman boyunca implantta görülen klinik ankrajdır. Bu zamanla gelişen bir süreçtir. Albrektsson ve Johansson, gerçekleştirdikleri bir çalışmada, implant yerleştirildikten birkaç hafta sonra yeterli osseointegrasyon bulgularının olmadığını, ancak implant yerleştirildikten birkaç ay sonra kemik-implant temasının yüksek oranda arttığını gözlemlemişlerdir. Bu bulgu, osseointegrasyonun zamanla kademeli olarak artan biyolojik bir süreç olduğunu göstermektedir (Johansson & Albrektsson, 1987).

Osseointegrasyonun başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için birkaç kritik faktör vardır. Bunlar arasında, biyouyumlu bir materyal kullanımı, implantın kemikle sıkı temas edecek şekilde yerleştirilmesi (primer stabilite), iyileşme sürecinde implantın hareketsizliğinin sağlanması ve doku hasarını en aza indirmek için atravmatik bir cerrahi prosedür uygulanması yer alır (Hupp JR vd., 2019).

Kemiğin mekanik ve termal hasarını en aza indirmek için atravmatik cerrahi ve aseptik bir ortam sağlanması büyük önem taşır. Bu amaçla, yeterli keskinlikte ve uygun boyutlardaki cerrahi frezler, doğru hızlarda kullanılarak kemik osteotomisi yapılmalıdır. Osteotomi sırasında kuvvet aralıklı uygulanmalı ve bol irrigasyon yapılmalıdır. İrrigasyonun temel amacı, implant sahası hazırlanırken kemik sıcaklığını

47°C'nin altında tutmaktır. 47°C'yi aşan sıcaklıklar, kemiğin nekroz riskini artırır ve bu durum osseointegrasyonun başarısızlıkla sonuçlanmasına yol açabilir (Hupp JR vd., 2019),(Yacker & Klein, 1996),(Chen vd., 2016).

2.3.1 İmplantasyon Sonrası Osseointegrasyon Süreci

İmplantların çevresindeki kemiğin iyileşme süreci, kemik-implant ara yüzeyinin yeni kemik dokusu ile kaplanmasına kadar devam eden karmaşık bir biyolojik olaylar zinciri ile gerçekleşir (Fini vd., 2004). Bu süreç, implant yerleştirildikten sonra başlar ve hem hücre içi hem de hücre dışı faktörler tarafından yönlendirilir. İmplantın yerleştirilmesiyle birlikte kemik dokusunda bir dizi biyolojik tepki meydana gelir. Bu süreç, implantın çevresindeki aktif kan hücrelerinden salınan büyüme ve değişim faktörleri tarafından düzenlenir ve implantın varlığına ve özelliklerine göre şekillenir (Davies, 1998b).

İmplant yerleştirildikten sonra, konakta sırasıyla şu biyolojik süreçler meydana gelir: önce hematom oluşumu gerçekleşir, ardından mezenşimal doku gelişimi başlar. Bunu takiben intramembranöz yol ile örgü kemik oluşur ve bu örgü kemik zamanla lameller kemiğe dönüşür. Bu olaylar zinciri, implant çevresindeki iyileşme sürecini karakterize eder (Davies, 1998b).

İlk aşamada, implant yerleştirildikten hemen sonra hematom oluşur ve mezenşimal doku gelişimi başlar. Bu dönem, implantın yerleştirilmesinin ardından başlayan ilk birkaç günü kapsar (Davies, 1998b). İmplantın çevresindeki kan, implantın kemikle doğrudan temas etmesiyle biyokimyasal sinyaller üretir ve bu sinyaller, iyileşme süreci için büyük önem taşıyan mediatörleri artırır (Duncan & Turner, 1995). Bu aşamada implant yüzeyi, operasyon sırasında meydana gelen vasküler hasar nedeniyle bölgede birikmiş olan eritrositler, trombositler ve diğer kan hücreleri ile karşılaşır. Trombositler, özellikle iyileşmenin erken evresinde önemli bir rol oynar ve hücre içi ve hücreler arası olayları düzenleyen birçok mediatör salgılarlar (Davies, 1998b).

İmplant yerleştirildikten sonraki ilk hafta içinde, polimorfonükleer lökositler bölgeye ilk ulaşan hücreler olurken, monositler sonraki 24 saat içinde bölgeye gelir (Tejero vd., 2014). Bu hücreler, enfeksiyonları temizlemek ve doku onarımını başlatmak için çalışır. Aynı zamanda, makrofajlar fagositoz yaparak doku artıklarını

ve nekrotik tabakayı temizler ve yeni ekstraselüler matriks oluşumunu teşvik eden büyüme faktörlerini salgılarlar (Perkins & Kniss, 1999). Üçüncü veya dördüncü gün civarında başlayan proliferasyon aşamasında, fibroblastlar yara bölgesine göç eder ve kollajen, elastin ve proteoglikan içeren bir ekstraselüler matriks oluşturarak yaranın iyileşmesini sağlar (Friedl & Bröker, 2000).

Yedinci gün civarında, osteoklastlar implant çevresindeki kemik dokusuna tutunur ve kısmi rezorpsiyon gerçekleştirir (Graves vd., 2011). Bu rezorpsiyon, yeni kemik oluşumu için yer açılmasını sağlar, ancak bu süreç aynı zamanda implantın primer stabilitesinin azalmasına neden olabilir (Davies, 2003). Osteoklastik aktivitenin ardından, osteoblastlar ve mezenşimal hücreler implant yüzeyine göç eder ve burada kollajen bir matriks tabakası oluşturarak kemik dokusunun yeniden yapılanmasını başlatır. Bu hücreler, kemik ile ilişkili proteinleri salgılayarak, kemik yapısının sağlamlaşmasına yardımcı olurlar (Murai vd., 1996).

İmplantın yerleştirilmesinden sonraki dördüncü haftada, osteoid matriks şekillenmeye başlar ve implant yüzeyinde ince bir kalsifiye doku tabakası oluşur. Bu yapı hem rezorpsiyonu hem de kemik apozisyonunu teşvik eder (Davies, 2003). Bu süreçte, örgü kemik ve kemik trabekülleri implant yüzeyinde oluşmaya başlar(Meyer vd., 2004). Örgü kemik, implantın çevresinde hızlı bir şekilde yeniden şekillenir ve daha yüksek derecede mineralize olan olgun lameller kemiğe dönüşür. Bu olgunlaşma süreci, implantın uzun vadeli stabilitesi ve dayanıklılığı için kritik öneme sahiptir (Franchi vd., 2005).

Biyolojik fiksasyon, implant yerleştirildikten 10-14 gün sonra başlar ve implantın primer stabilitesinden farklı olarak, implantın kemik dokusuyla biyolojik olarak entegre olmasını sağlar. Son olarak, remodelasyon süreci implant çevresindeki kemikte ömür boyu devam eder ve bu süreç sonucunda olgun lameller kemik dokusu oluşur. Bu karmaşık biyolojik olaylar zinciri, implantın kemikle entegrasyonunu ve uzun vadeli başarısını sağlamak için gereklidir (Franchi vd., 2005),(Mavrogenis vd., 2009).

2.4 İmplantolojide Alveol Kemik Tipleri ve Sınıflaması

İmplantolojide klinik başarının sağlanmasında anahtar faktörlerden biri, implant uygulanacak bölgedeki kemik yoğunluğudur. Kemik yoğunluğu, kemiğin kuvveti ve

dayanıklılığı, kemik-implant temas oranı ve implanttan kemiğe iletilen kuvvetler ile doğrudan ilişkilidir. Diğer parametreler sabit tutulduğunda, yumuşak kemik tiplerinde implantın sağ kalım oranlarının düştüğü gösterilmiştir (Esposito vd., 1998b),(Morris vd., 2004). Bu nedenle, tedavi planlaması yapılırken bu durum dikkate alınmalı ve uygun sayıda, çapta, pozisyonda ve tasarımda implantlar seçilmelidir (Carl E. Misch, 2007).

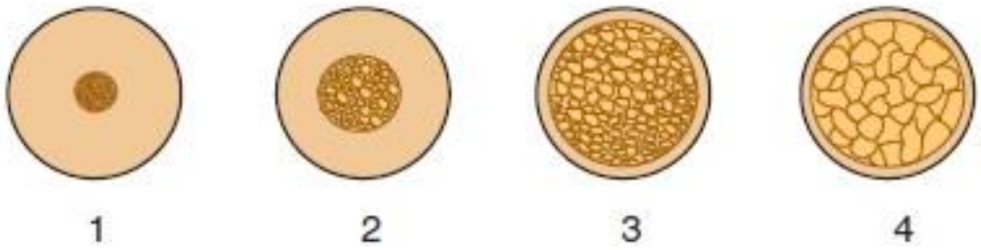
Bu nedenle alveol kemiğine dental implant yerleştirirken yol göstermesi için kemikte sınıflama ihtiyacı doğmuştur. 1970 yılında Linkow, kemik yoğunluğunu üç sınıfta değerlendirmiştir:

- **Sınıf 1 Kemik Yapısı:** İdeal kemik tipi olarak kabul edilen bu yapı, küçük boşluklar içeren kansellöz kemik ve düzenli aralıklı trabeküllerden oluşur.
- **Sınıf 2 Kemik Yapısı:** Osseoz paternin tutarlı olmadığı, daha geniş kansellöz kemik ve boşluklar içeren bir kemik yapısıdır.
- **Sınıf 3 Kemik Yapısı:** Kemik trabekülleri arasında geniş boşluklar bulunan kemik yapısıdır.

Linkow, sınıf 3 kemik yapısının, implantın kemik içinde sağlam bir şekilde tutunamamasına yol açabileceğini ve bu nedenle, implantın başarı oranının sınıf 1 ve sınıf 2 kemik yapılarında daha yüksek olduğunu ifade etmiştir (Linkow LI & Cherchève R., 1970).

1985 yılında ise Lekholm ve Zarb, çenelerin anterior bölgesindeki kemik kalitesini dört farklı sınıfta değerlendirmiştir. Bu sınıflandırma şu şekildedir:

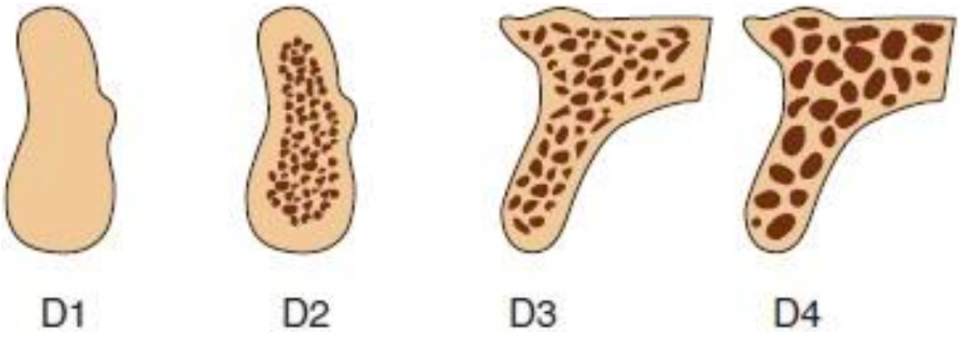
- **Tip I kemik:** Homojen kompakt kemik, kalın, yoğun ve düşük poroziteye sahip kortikal kemikten oluşur. Bu kemik tipi, daha çok mental foramenler arasında bulunan atrofik mandibula bölgesinde görülür.
- **Tip II kemik:** Yoğun spongioz kemik etrafında kalın kompakt kemik bulunur. Bu tip kemik yapısı, en sık atrofik anterior mandibula, posterior mandibula ve anterior maksilla bölgelerinde rastlanır.
- **Tip III kemik:** İnce kompakt kemik ile çevrili yoğun spongioz kemik yapısıdır. Bu kemik tipi, genellikle anterior maksilla bölgesinde görülür.
- **Tip IVkemik:** Düşük yoğunluklu spongioz kemik, çevresinde ince kompakt kemik bulunur. Özellikle maksiller tüberler bölgesinde yaygın olarak görülür (Zarb & Lekholm, 1985).



Şekil 2.11 Zarb ve Lekholm'un kemik sınıflaması (Zarb & Lekholm, 1985)

1988 yılına gelindiğinde ise Misch, kemiğin makroskobik kortikal ve trabeküler özelliklerine göre dört farklı yoğunlukta kemik tanımlamış ve her bir kemik yoğunluğu için ayrı tedavi protokolleri geliştirmiştir. Bu yaklaşımla, farklı kemik tiplerinde benzer implant sağ kalım oranlarına ulaşılabileceğini savunmuştur. Misch'in kemik sınıflaması şu şekildedir:

- **D1:** Neredeyse tamamen yoğun kortikal kemikten oluşan bu kemik tipi, genellikle mandibula anterior bölgede görülür.
- **D2:** Kret tepesinde dıştan içe doğru azalan yoğunlukta kortikal kemik ve içinde trabeküler kemik bulunur. En sık mandibula anterior bölgede görülmekle birlikte, maksilla anterior ve mandibula posterior bölgelerde de izlenebilir.
- **D3:** Kret tepesinde daha ince ve pöröz kortikal kemik ile trabeküller arasında daha fazla boşluk bulunan kemik yapısıdır. Bu tip kemik, genellikle maksilla anterior bölgede görülmekle birlikte, çenelerin tüm bölgelerinde de izlenebilir.
- **D4:** Krestal kortikal kemiğin neredeyse hiç bulunmadığı ve geniş trabeküler boşlukların olduğu kemik yapısıdır. En sık maksilla posterior bölgede izlenir (Carl E. Misch, 2007).



Şekil 2.12 Misch'in kemik sınıflaması (Carl E. Misch, 2007)

2.5 Dental İmplantolojide Stabilite Kavramı

Osteointegre olmuş implantların uzun vadede başarılı olabilmesinin ve işlevini yerine getirebilmesinin en önemli şartı, implantın kemik içinde stabil bir şekilde kalabilmesidir (P.-I. Branemark, 1983b). Dental implantlarda osseointegrasyonun gerçekleşmesi için stabilite, temel bir gerekliliktir. İmplantın kemikle oluşturduğu bağlantı primer ve sekonder olmak üzere iki farklı stabilite türü ortaya çıkar (Meredith vd., 1996; Nedir vd., 2004). Hem primer hem de sekonder stabilitenin meydana gelmesi osseointegrasyonun başarılı bir şekilde gerçekleştiğini gösterir (P.-I. Branemark, 1983b).

İmplant diş hekimliğinin ilk dönemlerinde, implantasyondan sonra osseointegrasyon sağlanan dental implantların üst yapıları yapılmadan önce 3-6 aylık bir iyileşme süreci beklenirdi. İmplant yüklemesi yapılmadan önce, doğrudan kemik-implant temasının sağlanması temel bir gereklilik olarak kabul edilirdi (Albrektsson vd., 1986; ÖStman, 2008). Ancak günümüzde, hemen ya da erken yükleme prosedürleri çokça uygulanmakta ve bu yöntemle implantların yüklenmesinin, geleneksel iki aşamalı cerrahiye kıyasla başarılı sonuçlar verdiğini gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Bu gelişmeler, stabilite kavramının osseointegrasyonu ve kemik iyileşmesini belirleyen kritik faktörlerden biri haline gelmesine neden olmuştur (Szmukler-Moncler vd., 1998).

Dental implantların klinik olarak başarılı olarak tanımlanabilmesi için stabilitenin sağlanması ve korunması büyük önem taşır. İmplantın stabilitesini etkileyen ana faktörler arasında, implant yerleştirilen bölgedeki kemiğin mekanik özellikleri ve implantın kemiği olabildiğince sıkı kavraması yer alır. Başarılı bir iyileşme sonucunda, implant yüzeyi ile çevresindeki kemik dokusu arasında yeni kemik köprüleri oluşur ve doğrudan kemik implant teması sağlanır. Aksi takdirde, enfeksiyon veya implantın hareketliliği nedeniyle, implant ile kemik arasında fibrotik yumuşak doku gelişebilir ve implant başarısızlıkla sonuçlanır (Sennerby & Meredith, 2008).

2.5.1 Primer Stabilite (Birincil Stabilite)

Primer implant stabilitesi, implantın yerleştirildiği anda çevresindeki kemik dokusunu mekanik olarak tutmasıyla elde edilir ve implantın başarılı bir şekilde

kemikle kaynaşabilmesi için temel bir ön koşuldur (Albrektsson, 1983; Rabel vd., 2007). Bu stabilite, bölgesel kemik yoğunluğu, kemik miktarı, kullanılan implantın tipi ve implant yerleştirme tekniği gibi çeşitli faktörlerle yakından ilişkilidir (Meredith, 1998). Yüksek seviyede primer stabilite, implantın çevresindeki mikro hareketleri minimize eder, böylece osseointegrasyonun sağlıklı bir biçimde gerçekleşmesini kolaylaştırır ve fibröz doku oluşumunu önler (Lioubavina-Hack vd., 2006). Dental implantın kemikte oluşturulan sokette sabit kalması, primer stabilitenin temel unsurudur ve uzun vadede implantın sağlıklı ve kalıcı olmasında kritik bir rol oynar (Esposito vd., 1998a).

İmplantların primer stabilitesini etkileyen iki temel unsur bulunmaktadır. İlk unsur, implant ile kemik arasında sağlanan bağlantının genişliği ve kalitesidir. Çalışmalar, yoğun kortikal kemik içine yerleştirilen implantların, spongiyoz kemik içine yerleştirilenlere kıyasla daha fazla primer stabilite sağladığını göstermektedir (Meredith, 1998). Yakın zamanda yapılan çalışmada, farklı kemik yoğunluklarına sahip bölgelerde primer stabilite ölçümleri ve implantların sağ kalım oranları incelenmiştir. D4 tipi kemikte, D1, D2 ve D3 kemik türlerine göre daha düşük primer stabilite değerlerine ulaşılmıştır. Aynı zamanda, daha düşük stabilite gösteren implantlarda, sağ kalım oranlarının da daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, kemik yoğunluğunun implant stabilitesi ve uzun dönem başarı oranı üzerindeki etkisini bir kez daha ortaya koymaktadır (Andersson vd., 2019). İkinci unsur ise, implantın kemik yüzeyinde oluşturduğu streslerdir. İmplant soketi açılırken, küçük çapta frezlerler kullanılıp daha büyük çapta implant yerleştirildiğinde, implantın kemik içinde sıkıca yerleştiği ancak bu durumun implant çevresinde bir gerilme kuvveti yaratarak kanlanmayı azalttığı belirtilmiştir. Bu stresler, mekanik tutunma oluşturup primer stabilitenin sağlanmasına katkı sağlasa da kemik dokusunda lokal iskemi ve osseointegrasyonda bozulmalara neden olabilmektedir. Bu nedenle kemiği iyi analiz edip o şekilde implantasyon yapılmalıdır (Meredith, 1998).

2.5.2 Sekonder Stabilite (İkincil Stabilite)

İmplantasyondan sonra kemik dokusunda cerrahi travmaya karşı enflamatuar bir yanıt gelişir ve zamanla kortikal ile trabeküler kemik oranında değişiklikler meydana gelir. İyileşme doğru bir şekilde gerçekleşirse kemik-implant temas oranı da artış

göstermeye başlar. Bu remodelasyon süreci boyunca, implant yüzeyi ve yeni oluşan kemik dokusu arasında biyolojik bir bağ meydana gelir. Bu duruma sekonder stabilite denir (Sim & Lang, 2010).

Yeterli sekonder stabilitenin sağlanabilmesi için gereken süre; primer stabilite, kemik dansitesi ve implantın yüzey özellikleri gibi faktörlere bağlıdır. Primer stabilitesi düşük olan ve D4 kemik benzeri spongiyöz bir kemik yapısına yerleştirilen, yüzeyi pürüzsüz implantların sekonder stabilitesinin oluşması için daha uzun bir süre beklenmesi gerekebilir. Primer stabilitenin sağlanamadığı durumlarda da osseointegrasyon gerçekleşebilir, ancak implantın ağız ortamından izole bir şekilde iyileşmeye bırakılması yani iki aşamalı cerrahi prosedür uygulanması tercih edilmelidir. Çoğunlukla iyi bir primer stabilite iyi bir sekonder stabiliteyle sonuçlanmaktadır. Tabi ki sekonder stabilite biyolojik bir iyileşme süreci olduğundan hastanın sistemik sağlık durumu, tükettiği ilaçlar, radyoterapi-kemoterapi ve sigara kullanımı gibi faktörler iyileşme sürecini etkileyebileceği gibi, sekonder stabiliteyi de olumlu veya olumsuz etkileyebilir (Guglielmotti vd., 2019b),(Sennerby & Roos, 1998).

Primer stabiliteden sekonder stabiliteye geçiş sırasında, iyileşme sürecinin erken aşamalarında stresin biriktiği bölgelere osteoklastların gelmesi sonucu kemikte yıkım meydana gelir ve bu süreç implant-kemik temas oranının azalmasına yol açar. Bu durum, operasyonda kazanılan yüksek primer stabilitenin düşmesine neden olur. Literatürde, bu düşüşün implantasyondan sonraki ilk 1-2 ay içerisinde gözlemlendiği ifade edilmektedir (Ersanli vd., 2005; Lai vd., 2008). Buna karşılık, düşük primer stabiliteye sahip bir implant, yüzeyinde remodelasyon sonucu yeni kemik oluşumu ile sekonder stabilitesini artırabilir (O'Sullivan vd., 2000a, 2004). Bu değişikliklerin sebebinin, implant tasarımından, implant yüzey özelliklerindeki çeşitliliklerden ve implant yerleşiminde kullanılan metotlar sonucu yakalanan primer stabiliteden kaynaklandığı düşünülmektedir (Raghavendra vd., 2005). Primer ve sekonder stabilite arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar hala devam etmekte olup, Meredith ve Sennerby, farklı implant türlerinin zaman içinde benzer sekonder stabilite seviyelerine çıkabileceğini öne sürmektedir (Sennerby & Meredith, 2008).

Dental implantlarda görülen başarısızlığının en belirgin göstergeleri arasında, implantın stabilitesinin olmaması sonucu hareketliliği ve implantı saran alveolar

kemikte rezorpsiyon oluşumu yer almaktadır. Dental implantın stabilitesi ve osseointegrasyon durumu, çeşitli klinik testler aracılığıyla tespit edilebilir (Meredith vd., 1996).

2.5.3 Dental İmplantlarda Kullanılan Stabilite Ölçüm Metotları

İmplant stabilitesini ölçmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu ölçüm metotları ise invaziv ve non-invaziv yöntemler şeklinde sınıflandırılabilir. İnvaziv yöntemler arasında histomorfometrik analizler, gerilim testi, itme/çekme testleri ve çıkarma torku testi bulunurken; non-invaziv yöntemler arasında radyografi, perküsyon testi, yerleştirme torku, periotest (Siemens AG, Benshein, Almanya) ve rezonans frekans analizi (Osstell AB, Göteborg, İsveç) yer almaktadır (Meredith, 1998).

2.5.3.1 İnvaziv (Travma Oluşturan) Yöntemler

İnvaziv stabilite ölçüm yöntemleri genellikle implantı yerleştirildiği kemik dokusundan çıkarmaya yönelik tekniklerdir. İmplantın yapısına ve implant kemik arayüzüne zarar verme risklerinden dolayı travmatik yöntemler olduğundan günümüzde çok tercih edilmezler.

2.5.3.1.1 İtme (Push Out)/Çekme (Pull Out) Testleri

Standart bir itme/çekme testinde, silindirik bir implant tamamen kemik içerisine yerleştirildikten sonra, kemik-implant arayüzüne paralel bir kuvvet uygulanarak implant kemikten çıkarılmaya çalışılır. Ancak, bu testler yalnızca yivsiz silindirik implantlarda kullanılabilir ve günümüzde yaygın olarak yivli implantlar tercih edilmektedir (Brunski vd., 2000).

2.5.3.1.2 Çıkarma (Ters) Tork Testi

Reverse tork testi implant kemik bağlantısını ortadan kaldıran eşik torku ölçmek için kullanılır, ancak osseointegrasyon sürecinde uygulanan tork kuvvetleri implant yüzeyinde çatlaklara neden olabilir. Yivli implantlarda kullanılır ve saatin tersi yönüne kuvvet uygulanır. Osseointegre implantlar bu torklara direnç gösterirken, başarısız implantlar kolayca yerinden çıkabilir. Bränemark, düşük seviyelerde bile tork uygulamasının implantlarda geri dönüşü olmayan deformasyonlara ve implant kemik arayüzünde bozulmalara neden olabileceğini belirtmiştir. Özellikle, düşük kaliteli

kemiklere veya mineralizasyon tamamlanmadan yapılan testler, implantın kaybedilme riskini artırır (Öncü & Büyükerkmen, 2015).

2.5.3.2 Non-İnvaziv (Travma Oluşturmayan) Yöntemler

Non-invaziv stabilite ölçüm teknikleri travmatik yöntemler olmadığından daha çok tercih edilirler.

2.5.3.2.1 Radyografik İncelemeler

Radyografik analizler implantasyon yapılacak kemik kalitesi ve kemik miktarı hakkında bilgi verir. Panoramik veya periapikal radyografiler 2 boyutlu bir incelemeye olanak verdiği için implantın bukkal bölgesindeki kemik durumunu fenestrasyon veya dehissens gibi kemik defektlerini gösteremezler (Brägger, 1998; Dario vd., 2002). Bununla birlikte osseointegrasyon sürecini, krestal kemik kaybını, implant çevresindeki lezyonları izlemek ve primer implant stabilitesi hakkında öngörüde bulunmak için faydalıdır (Goodson vd., 1984). Radyografiler non-invaziv ve ucuz olduğundan iyileşme süreci boyunca her dönemde kullanılabilir. İmplantın ilk yıl 1,5 mm, sonraki yıllarda ise yıllık 0,1 mm krestal kemik kaybı kabul edilebilir olarak değerlendirilir, ancak bu ortalama bir değerdir ve kesin bir eşik olarak alınmamalıdır (Smith & Zarb, 1989).

2.5.3.2.2 Perküsyon Testi

Perküsyon testi en kolay uygulanan testlerden biridir. Bu test klinisyenin metal bir el aletin sapıyla implanta takılan parçaya vurarak ortaya çıkan sesi analiz etmesine dayanır. Çıkan ses tiz bir çınlama sesiyse implantın osseointegre olduğunu gösterir. Çıkan ses tok ve donuk bir ses ise de implantın osseointegre olmadığını gösterir. Bu test kolay uygulanabilir ve travma oluşturmayan bir test olmasına rağmen sonuç klinisyenden klinisyene değişebilir olduğu için subjektiftir (Atsumi vd., 2007).

2.5.3.2.3 Yerleştirme Torku (İnsertional Torque IT)

İmplantın yerleştirilmesi sırasında ortaya çıkan ve implant setinin raşetiyle ölçülen tork değeri, implantın dönme hareketine karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır (Santamaria-Arrieta vd., 2016). Yerleştirme torku, yalnızca implantın yerleştirildiği anda ölçülebilir ve primer stabiliteyi belirlemek için kullanılır, ancak

sekonder stabilite hakkında bilgi vermez. Yerleştirme torku, implant tasarımı, cerrahi metot ve kemik kalitesi gibi faktörlerden etkilenir (Lozano-Carrascal vd., 2016; O'Sullivan vd., 2000b). Yüksek tork değerleri, iyi bir primer stabilite göstergesi olabilir, ancak kemikte stres birikimi ve mikro dolaşımın bozulmasına neden olabilir, bu da kemik nekrozuna yol açabilir (Aldahlawi vd., 2018).

Bazı çalışmalar, yüksek yerleştirme torkunun kemik iyileşmesi ve osseointegrasyon üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını göstermiştir (Consolo vd., 2013; Trisi vd., 2011). Bazı çalışmalar ise yüksek torkun implantın boyun bölgesinde yıkım yaparak implant sağ kalım oranını olumsuz etkileyebileceğini öne sürmüştür (Barone vd., 2016; Marconcini vd., 2018).

Literatürde ideal yerleştirme torku konusunda kesin bir fikir birliği bulunmamakla birlikte, eğer yapılan implant immediat yüklenecekse torkun 32 Ncm'den düşük olmamasına dikkat edilmelidir (Ottoni vd., 2005). 20-55 Ncm aralığında tork değerlerinin ise fizyolojik sınırlarda olduğu, iyi bir primer stabilite sağladığı ve kemik dokulara fazla stres iletmediği gözlemlenmiştir (Gómez-Polo vd., 2016; Trisi vd., 2009).

2.5.3.2.4 Periotest

Periotest® (Siemens AG, Benshein, Germany) cihazı, ilk olarak Dr. Schulte tarafından dişlerin mobilitesini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Temel olarak dişlerin periodonsiyumdaki esneme özelliklerini elektromekanik olarak ölçer ve nicel bir değer verir. İlerleyen dönemlerde Dr. Teerlinc tarafından implant stabilitesini değerlendiren non-invaziv bir yöntem olarak kullanılmıştır (Satwalekar vd., 2015).

Cihaz, implant veya dişe yapılan kısa ve sürekli vuruşlarla temas süresini ölçer. Stabilite azaldıkça temas süresi uzar ve ölçülen Periotest değeri artar. Değerler -8 ile +50 arasında değişir; düşük değerler iyi stabiliteyi gösterir. Ancak, cihazın açılanması ve ölçüm pozisyonu sonuçları etkileyebilir, bu da yöntemin doğruluğunu sınırlayan bir faktördür (Chavez vd., 1993; Schulte vd., 1992).

Bazı otoriteler, Periotest'in kemik-implant temasını ve kemik rezorpsiyonunu ölçmede etkili olduğunu öne sürse de cihazın açısı, ölçüm çubuğunun pozisyonu ve kullanıcının tekniğine bağlı olarak değişkenlikler yaşanabilmektedir. Meziodistal mobiliteyi ölçememesi nedeniyle Periotest'in kullanımı sınırlıdır. Ayrıca, düşük

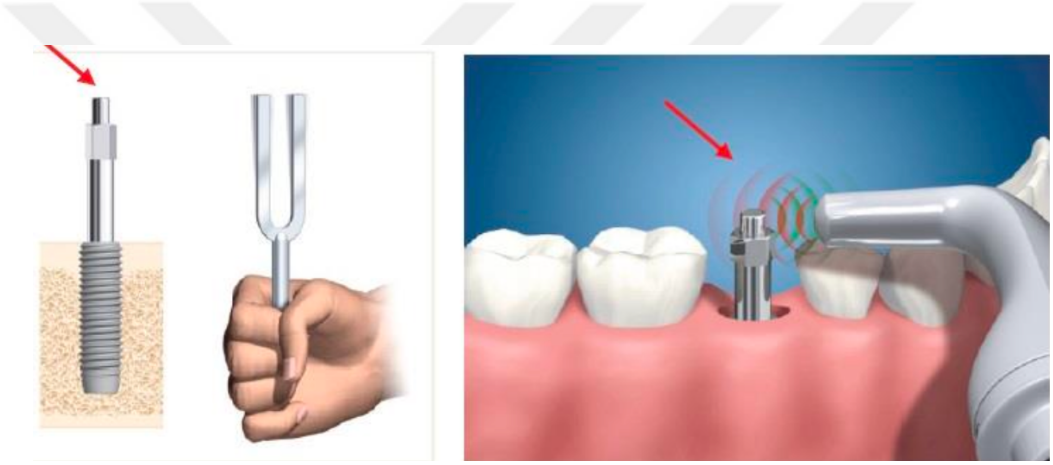
stabiliteye sahip implantlarda ölçüm sırasında yapılan perküsyonun implantta hareket yaratma riski, bu yöntemin en büyük dezavantajlarından biridir. Bu nedenle, osseointegrasyonun değerlendirilmesinde tamamen güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmemektedir (Turkyilmaz I., 2011).

2.5.3.2.5 Rezonans Frekans Analizi

Rezonans frekans analizi (RFA) yöntemi, implant ve kemik arasındaki bağlantının sıkılığını ve implantın stabilitesini değerlendirmek için kullanılan elektronik, objektif ve non-invaziv bir yöntemdir. İlk olarak Meredith ve arkadaşları tarafından 1996 yılında tanıtılmıştır (Meredith vd., 1996).

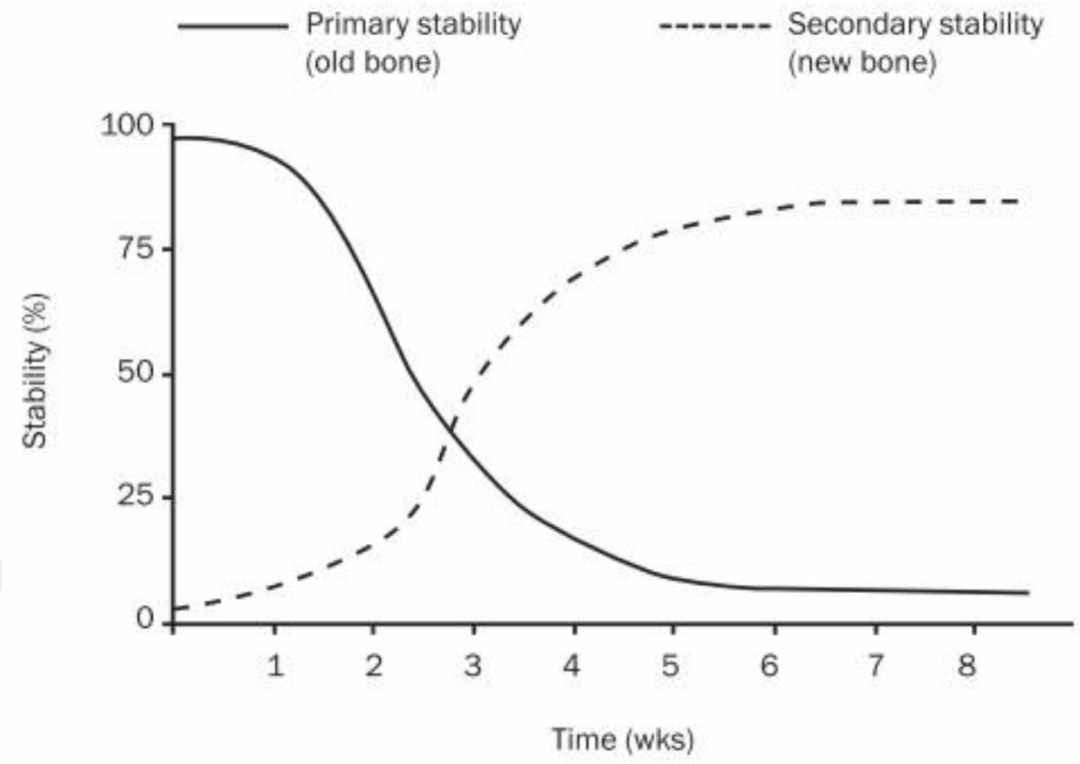
İlk olarak OsstellTM mentor adıyla piyasaya sürülen cihaz (Osstell AB, Göteborg, İsveç), klinik kullanıma hızlıca yayılmış ve implant stabilitesinin izlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. RFA yönteminde implant üzerine bir aktarıcı parça (smart peg) bağlanır. Bu aktarıcı parça geleneksel bir diyapazon gibi işlev görür. Daha sonra cihazdan bu aktarıcı parçaya elektronik ses dalgaları gönderilir. Aktarıcı parça da bu ses dalgalarını implanta iletir. İmplantın bu titreşime oluşturduğu yanıtın analizine radyo frekans analizi denir. Rezonans frekans analizi, aktarıcı ile implant-kemik arasındaki ilk temas noktasına kadar olan mesafe temel alınarak belirlenir. Elektronik ses dalgaları aktarıcıya gönderildiğinde, implant kemiğe ne kadar sıkı bağlanmışsa frekans o kadar yüksek olur. Cihaz implantın maruz kaldığı rezonans frekansına verdiği tepkiyi ölçerek, bu bilgiyi frekansın birimi Hertz (Hz)'den ISQ (Implant Stability Quotient) adı verilen bir stabilite katsayısına dönüştürür. ISQ değeri, 1 ila 100 arasında değişir ve bu değerler implantın stabilitesi hakkında önemli bilgiler verir. Genel olarak, 65'in üzerindeki ISQ değerleri başarılı bir osseointegrasyon göstergesi olarak kabul edilirken, 50'nin altındaki değerler implant başarısızlığı riski taşır (Bahleitner A. & Monov G., 2004; Sennerby & Meredith, 2008).

Şekil 2.13 Kablolu Osstell mentor cihazı(Turkyilmaz I., 2011)



Şekil 2.14 Smart peg transdüktör parçası ve ISQ ölçümü(Turkyilmaz I., 2011)

ISQ değeri zaman içinde değişebilir; implantın yerleştirildiği ilk birkaç haftada, cerrahi travma ve kemikteki biyolojik değişiklikler nedeniyle ISQ'de bir düşüş yaşanabilir. Bu düşüş, osteoklastik hücre aktivitesinin artışı ve kemik rezorpsiyonu ile ilişkilidir(Simunek vd., 2010; Vignoletti vd., 2009). Ancak, iyileşme sürecinin ilerlemesiyle birlikte yeni kemik oluşumu ve remodelasyon meydana gelir ve ISQ değerleri tekrar yükselmeye başlar. Bu artış, implantın sekonder stabilite kazandığını gösterir ve başarılı bir osseointegrasyon sürecine işaret eder (Raghavendra vd., 2005).



Şekil 2.15 Osseointegrasyon sürecinde primer ve sekonder stabilite değişimler (Raghavendra vd., 2005)

RFA, implantın stabilitesini yalnızca yerleştirme anında değil, iyileşme sürecinin her aşamasında, protez uygulamaları sırasında ve sonrasında da değerlendirebilmesi nedeniyle büyük bir avantaj sağlar. Osstel mentorun dezavantajı ise her implant markasının internal bağlantıları farklı olduğundan kullanılan smart peg de her implant markası için özel olarak üretilmektedir (Turkyilmaz I., 2011).

Yerleştirme torku (IT) değerlerinin implantların rezonans frekans değerleriyle pozitif bir korelasyonda olduğu düşünülmektedir (Turkyilmaz vd., 2008). İmplant yerleşimi sırasında ölçülen düşük tork ve düşük RFA değerlerinin genellikle azalmış kemik kalitesiyle ilişkili olduğu görülmüştür. Yüksek yerleştirme torku sonucu da daha yüksek osstel değerleri verdiği görülmüştür (Abi-Aad vd., 2019).

RFA ölçümlerinin doğruluğunu etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır. İmplantın uzunluğu, çapı, kemik yoğunluğu, kemik kalitesi, kullanılan cerrahi teknik ve implant çevresi dokular gibi değişkenler ISQ değerleri üzerinde etkili olabilir (Degidi vd., 2015; Fanuscu vd., 2007; Turkyilmaz & Tozum, 2020). Örneğin, yumuşak kemik tipine yerleştirilen bazı implantlarda daha düşük ISQ değerleri

gözlenirken, bu implantların iyileşme sürecinde ISQ değeri doğrusal bir şekilde artarak diğer kemik tiplerinde kullanılan implantlarla benzer stabilite seviyelerine ulaştığı gözlemlenmiştir. Özellikle düşük primer stabiliteye sahip implantlar, zamanla stabilite kazanabilir ve sekonder stabiliteye geçtiklerinde ISQ değerleri artış gösterebilir. Böyle hastalarda iki aşamalı cerrahi yöntemle izole bir şekilde implantları iyileşmeye bırakmak ve bu iyileşme sürecini uzun tutarak implanta herhangi bir yük ve kuvvet iletmemek gerekir (Andersson vd., 2019; Friberg vd., 1999; Sim & Lang, 2010). Bunun tersine, yüksek primer stabiliteye sahip implantlarda ise ISQ değerlerinde bir artış izlenmeyebilir hatta değerlerde düşüş bile yaşanabilir (De Santis vd., 2016; Simunek vd., 2010).

2.6 Osseodensifikasyon Kavramı ve Densah Driller

İmplant yerleşimi için önce alveolar kemikte bir drilleme işlemi yapılır. Bu drilleme işlemiyle yerleştirilecek implantın boyuna ve çapına uygun bir yer oluşturulur. Bu işlemi yapan matkap ucuna benzer materyallere ise drill denir. Her implant markasının kendine özgü bir drill seti mevcuttur. Bu drill sistemlerinin farklı oluşu kemikte oluşan ısıyı, uyguladığı kesi sonucu kemikte oluşturduğu hasarı, hazırlanan soketin çapını ve yerleştirilen implantın osseointegrasyonunu etkiler. Kemikte oluşan hasar ve iyileşme, drillerin yapımında kullanılan materyal ve drillerin tasarımıyla ilişkilidir.

Son yıllarda gerçekleştirilen araştırmalar, drilleme işleminin etkilerine odaklanmaktadır. Farklı drill sistemlerinin kemikte oluşturduğu ısı miktarları çeşitlilik gösterebilir (Scarano vd., 2011). Frezleme ve yerleştirmenin ardından, kemik dokusu içerisindeki moleküller ve hücreler arasındaki etkileşimlerin hücresel iyileşme üzerinde etkili olabileceği öne sürülmektedir (Slaets vd., 2007).

Primer stabiliteyi iyileştirmeye yönelik yeni tekniklerin yetersizlikleri nedeniyle, 2015 yılında Huwais tarafından biyomekanik bir implant sahası hazırlama yöntemi ve drill sistemi geliştirilmiştir. Bu yönteme OD (osseodensifikasyon), burada kullanılan özel yapıdaki drillere ise Densah (Versah) adı verilmiştir. İmplant soketi hazırlanırken kaldırılan kemik dokusunu dışarı atmadan soket içerisinde sıkıştırarak kemik yoğunluğunda artış sağladığı düşünüldüğü için osseodensifikasyon kavramı oluşmuştur (Huwais & Meyer, 2017).

Osseodensifiksyon tekniği kapsamında kullanılan Densah frezler, saat yönünün tersine dönerek osteotomi bölgesinde biriken kemik partiküllerini implant soketinin yan duvarlarına ve apikale doğru sıkıştırarak lateral osteotomi ve krette bir genişleme sağlar. Böylece implant çevresinde daha yoğun bir kemik dokusu elde edilir. Osseodensifikasyon tekniğinde, implanta komşu kemikte mineral yoğunluğunu ve kemik-implant temas oranını artırdığı gösterilmiştir (Huwais & Meyer, 2017; Koutouzis vd., 2019). Geleneksel frezleme ve osteotom ile kondenzasyon yöntemleri ile karşılaştırıldığında, histomorfometrik analizler sonucunda en yüksek kemik-implant temas oranı ve implant çevresindeki en fazla kemik hacmi osseodensifikasyon yöntemi ile elde edilmiştir (Slete vd., 2018). Benzer şekilde, düşük yoğunluklu kemiklere Densah frezler kullanılarak yerleştirilen implantlarda daha yüksek primer stabilite sağlandığı da rapor edilmiştir (Lahens vd., 2016).

Özel tasarımla üretilmiş Densah frezleri tüm implant markalarıyla uyumlu olup set içerisinde pilot frez de dahil olmak üzere 14 adet farklı çaplarda frez bulundurmaktadır. Densah frezleri dört ya da daha fazla negatif rake açısına sahiptir ve kenarları kesme işlemi yapmadığı için kemiği düzgün bir şekilde sıkıştırarak pürüzsüz bir yüzey oluşturur. Negatif kesme açısına sahip birçok yüzeyi, kesme hareketi yapmadan çalışır. Bir kesici kenarı ve sivriltilmiş konik bir gövdesi vardır, bu sayede kemik derinliklerine ilerlerken yuvanın çevresindeki kemiği sıkıştırarak osteotomi bölgesinin genişlemesine yardımcı olur. Bu tasarım, kemik parçalarını soketten çıkarmak yerine, implant soketinin duvarlarına doğru ilerletmeye odaklanır. Oluklu uç yapısı, kemiği sıkıştırarak otogreftlemeyi kolaylaştırır. Bu kesici kenar frez çapı kademeli olarak artırılırken yerleştirilecek implantın boyuna uygun olarak osteotomi bölgesinin en apikal noktalarına ulaşılmasına olanak tanır (Slete vd., 2018). Osteotomi bölgesinin apikaline giriş yapmak için Densah frezleri saat yönünde dönecek şekilde kullanılır. Apikale ulaştıktan sonra saat yönünün tersine dönecek şekilde kullanılan frezler, osteotomiye başlar ve soket tabanıyla duvarlarında daha yoğun(dens) bir kemik dokusu oluşmasını sağlar. Yani kemik içerisinde, 800-1500 rpm hızda saat yönünün tersinde pompalama hareketi (Osseodensifikasyon modu) yapılarak çalışırken hem kemiği korur hem de yoğunlaştırır. Ayrıca, saat yönünde aynı hız aralığında çalışarak kesme modu ile kemik çıkarımı gerçekleştirir. Bu teknik, osteotomi bölgesinde kontrollü bir plastik deformasyon meydana getirir (Lopez vd.,

2017). Bu tekniğe osseodensifikasyon tekniği denir. Burada amaç yerleştirilecek implantın apikal ve lateral kemik temas bölgelerinde otojen greftleme yaparak implant kemik birleşmesini daha sıkı olmasını sağlamak ve primer stabiliteyi artırmaktır (Jimbo vd., 2014).

Şekil 2.16 Densah (Versah) drill ve Konvansiyonel drill

Osseodensifikasyon yönteminde osteotomi sırasında meydana gelen ve kemik iyileşmesinin gecikmesine sebep olan trabekül kırıklarını engeller. Yapılan araştırmalar, OD'nin kemik genişlemesine de katkı sağladığını ve bu sayede dar sırtlara kemik kaybı ya da fenestrasyon riski olmadan daha geniş çaplı implantların yerleştirilebildiğini ortaya koymuştur (Trisi vd., 2016a). Osseodensifikasyon drillerinin konvansiyonel drillere göre kemik korunmasını sağlayarak primer stabilitenin artmasına ve BIC'nin (kemik-implant teması) yükselmesine katkıda bulunur, bu da sekonder stabilitenin artmasına, iyileşmenin ve remodelling sürecinin hızlanmasına neden olur. İyileşme süresince otojen kemik fragmanlarının entegrasyonu ile kemik trabekülleri kalınlaşır (Fontes Pereira vd., 2023). Mevcut çalışmalar her ne kadar sınırlı olsa da literatür, OD protokolüyle implant yerleştirme torkunun (IT) ve primer stabilitenin arttığını göstermektedir (Padhye vd., 2020).

Trisi P ve çalışma arkadaşları, OD tekniğinin sırt genişliği, kemik yoğunluğu ve implantın sekonder stabilitesine olan etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada, iki koyunun iliak kretine toplamda 20 implant yerleştirilmiş; bir tarafta konvansiyonel frezler kontrol grubu olarak, diğer tarafta ise test grubu olarak Densah frezler kullanılmıştır.

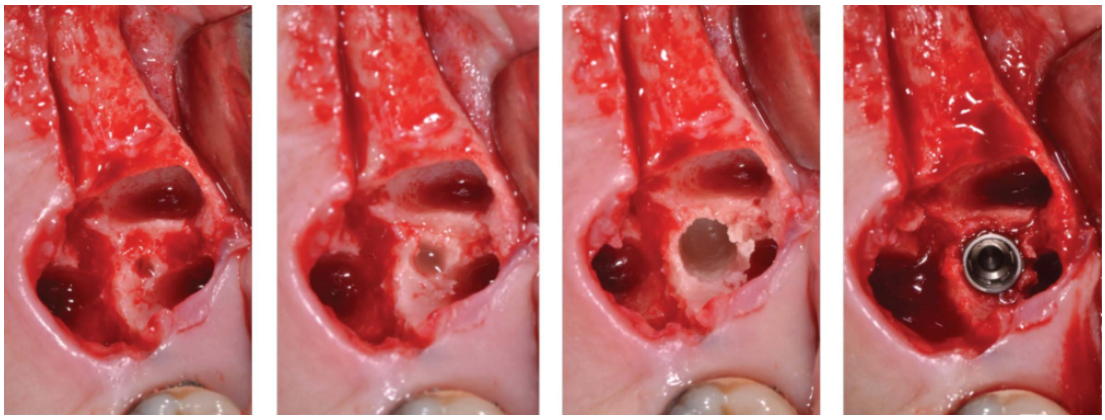
Biyomekanik ve histolojik analiz sonucunda, Densah frezlerin uygulandığı osseodensifikasyon grubunda sırt genişliği ve kemik hacminde %30 oranında önemli bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca, OD yöntemiyle elde edilen kemik mineral yoğunluğundaki bu artışın, iyileşme sırasında otojen kemik greftlerinin de dahil olması nedeniyle, özellikle implantın koronal bölgesinde belirgin olduğu bildirilmiştir (Trisi vd., 2016a).

Huwais ve Meyer'in yürüttüğü bir çalışma, OD tekniğinin primer stabiliteyi artırdığı, kemik mineral yoğunluğu ve implant yüzeyindeki kemik oranını yükselttiği hipotezini doğrulamıştır. Osteotomi bölgesinde biriken otojen kemiklerin etkisiyle kemik matriksi, hücresel aktivite ve biyokimyasal süreçler, hızlanmıştır (22). Ayrıca bir başka bulgu da osseodensifikasyon tekniği kullanılarak hazırlanan osteotomi çapları oluşturulan kemik elastik gerginliğinin geri yaylanarak geri dönmesi nedeniyle azalmıştır. Bu durumun kemiğin viskoelastik yapısı ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir ve Densah drillerin kemiği dağıtmadan kemik üzerinde oluşturduğu baskı kuvvetiyle bir yaylanma etkisi meydana getirdiği sonucuna ulaşılmıştır (Huwais & Meyer, 2017). OD tekniği ile dar alveolar sırtlar genişletilerek daha geniş çaplı implantların yerleştirilmesi kolaylaştırılmış, bu sayede dehissens, fenestrasyon ve kemik kaybı gibi olası komplikasyonlar önlenmiştir (Trisi vd., 2016a).

Konvansiyonel frezlerle veya Densah frezlerle drilleme yapılırken dikkat edilmesi gereken önemli unsurlardan biri, drillin doğru pozisyonudur çünkü implantı yönlendirecek yuva bu aşamada hazırlanır. Drill açısı, implantın konumunu belirler ve ideal protetik tedavi ve oklüzyonun sağlanması implantın açısına bağlıdır. Ayrıca, drilleme açısı ve uzunluğu, anatomik bölgelerdeki riskleri göz önünde bulundurarak ayarlanmalıdır. Özellikle mandibulada, premolar ve molar bölgelerde lingual kemik perforasyonu, fasiyal ve submental artere zarar verebilir ve ciddi komplikasyonlara yol açabilir (Abouzgia & James, 1997; Dubois vd., 2010; Sakka & Krenkel, 2013). Drilleme sırasında dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli husus, drill çapının doğru bir şekilde seçilmesidir. Drill boyutu, kemiğin kalitesine (spongioz ya da kompakt) göre ayarlanmalıdır, çünkü primer stabilitenin sağlanması bu faktöre bağlıdır (Bahat vd., 1993; Friberg, 1994). Ayrıca, drilleme sırasında oluşan sürtünme ısısı önemli bir konudur. Osteosit hasarı ve protein denatürasyonuna neden olabilecek kritik sıcaklık 47°C olarak belirlenmiştir (Eriksson & Adell, 1986). Araştırmalar, lamellar kemiğin

47°C üzerindeki ısılarda rezorpsiyon ve yağ hücresi dejenerasyonuna maruz kaldığını göstermektedir. Mikroskobik incelemeler, ısı travması geçirmiş kemik dokusunun remodellasyonu engellendiğini ve osseointegrasyon için gerekli adaptasyon süreçlerine uyum sağlayamadığını ortaya koymuştur. Preperasyon sırasında ısıyı azaltmak için odaklanılan bir başka yöntem de irrigasyon teknikleridir. Lavelle ve Wedgwood, içten irrigasyon ve dıştan irrigasyonla soğutma yöntemlerini karşılaştırmış ve içten soğutma yönteminin daha başarılı olduğunu rapor etmiştir (Lavelle & Wedgwood, 1980).

Densah drillller ise saat yönünde döndüğünde kemiği keser ve bol irrigasyon ile implant yerleştirme işlemini kolaylaştırır. Saat yönünün tersine döndüğünde ise kesmeden kemiği sıkıştırır. Konik geometrik yapıları ve çoklu olukları sayesinde, daha az ısı oluşumu ile kemik iyileşmesini hızlandıracak şekilde tasarlanmıştır. Böylece protetik aşamaya geçiş süreci hızlanmış olur (Trisi vd., 2016a). Bu süreçte irrigasyon noktasına ulaşan basınç, hidrodinamik bir alan oluşturur. Sıkıştırma döngüsü sırasında drill sürekli döndürülerek ve eşzamanlı olarak ileri- geri pompalama hareketi yapılarak kemik soketin implantla temas edecek yüzeyleri yönünde sıkıştırılır. Drill ucunun sivriltilmiş tasarımı, irrigasyonu kolaylıkla apikal bölgeye taşınmasına olanak sağlar (Kanathila & Pangi, 2018).



Şekil 2.17 Densah drille yapılan implantın frezleme aşamaları (Gaspar vd., 2018)

İmplant yerleştirme, viskoelastik ve plastik deformasyon mekanizmalarıyla kontrollü bir kemik sıkışması ile gerçekleştirilir. Lopez CD ve çalışma arkadaşları, hayvan modelleri üzerinde yaptıkları bir araştırmada Osseodensifikasyon tekniğinin düşük kemik yoğunluğu olan bölgelerde güvenliğini ve başarı oranlarını artırdığını göstermiştir (Lopez vd., 2017). Drill ile yapılan ileri geri hareketler sırasında oluşan

stres, kemik duvarlarına hafif basınç uygularken, salin solüsyonunun kullanımı kemiğin plastisitesini artırmış ve kemik genişlemesini sağlamıştır (Huwais & Meyer, 2017).

2.7 Horizontal Yönde Kemik Kaybı

2.7.1 Alveoler Kemik Rezorpsiyonu

Diş çekiminden sonra, alveoler kretin hem yüksekliğinde hem de genişliğinde ciddi bir kemik kaybı gözlemlenir. Bu kayıp kişiden kişiye değişiklik gösterebilir ancak genellikle çekimi takip eden ilk yıl içinde en yüksek seviyededir. İlk yıl içerisindeki kemik kaybı, sonraki yıllardakine kıyasla 10 kat daha fazladır. Özellikle dişsiz alt çenede, posterior bölgelerdeki rezorpsiyon oranı anteriordan dört kat daha yüksektir (Zarb & Lekholm, 1985). Diş çekiminin ardından alveoler kemikte osteoklast aktivitesine bağlı olarak önemli değişiklikler meydana gelir ve bu süreç genellikle geri dönüşü olmayan bir şekilde ilerler (Araújo & Lindhe, 2005; Schropp vd., 2003). Bunun sonucunda alveolar kemiğe implantın ideal üç boyutlu yerleşimi olanağı ortadan kalkmaktadır (Elnayef vd., 2015). Özellikle dişsiz maksiller anterior bölgede, çok sayıda diş çekimi olduğunda, kretin yüksekliği ve genişliğinde %70'e varan kayıplar meydana gelebilir (Zarb & Lekholm, 1985).

Alveoler kemik kaybı ilk altı ayda belirginleşir ve bu süre içinde alveoler kretin yüksekliğinin yaklaşık %40'ı, genişliğinin ise %60'ı kaybedilebilir. Bu kayıp, kemikteki rezorpsiyonun büyük oranda horizontal düzlemde meydana gelmesiyle sonuçlanır ve alveoler kret genişliğinde önemli azalmalar oluşur (Duttenhoefer vd., 2013; Liu & Kerns, 2014; Tolstunov & Hicke, 2013). Rezidüel kretin bukkal kortikal kemiği genellikle daha hızlı rezorbe olur ve maksillada palatinal, mandibulada ise lingual tarafa doğru yer değiştirir. Bu süreç alveoler kretin merkezinin lingual veya palatinal tarafa doğru kaymasına neden olur (Fu & Wang, 2011). Alveolar kemikteki bu kayıpların geri dönüşümsüz olması implant yerleştirilmesini zorlaştırır. Ayrıca fonksiyonel, protetik ve estetik sorunlara yol açar. Dental implantolojide kullanılan implantların uzun dönem başarısı, bu bölgelerdeki kemik miktarı ve kalitesi ile doğrudan ilişkilidir ve primer risk faktörüdür. Alveolar kemik kaybı genellikle yaş, cinsiyet, sistemik sağlık durumu ve çekim yapılan bölgeye gelen fonksiyonel kuvvetler gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Zarb & Lekholm, 1985).

2.7.2 Horizontal Kemik Yetersizliğinde Kullanılan Cerrahi Teknikler

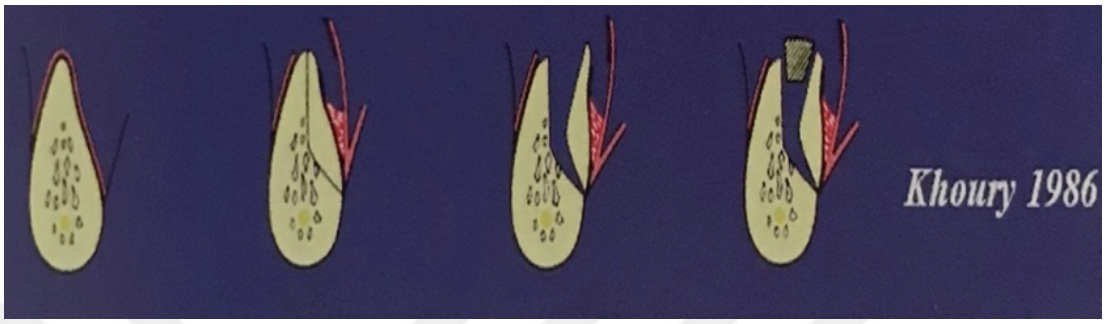
- Alveolar Kret Split Tekniği
- Distraksiyon Osteogenezisi
- Otojen Onley Blok Greft ile Kemik Ogmentasyonu
- YDR (Yönlendirilmiş Doku Rejenerasyonu) ile Kemik Ogmentasyonu
- Dar Çaplı İmplant Uygulanması
- Kombine Uygulamalar

2.7.2.1 Alveolar Kret Split Tekniği

Alveolar kret split tekniği, 1986 yılında ilk olarak J. Tatum tarafından maxilladaki horizontal kemik yetersizliğini genişletme amacıyla uygulanmıştır (Tatum, 1986). 1980'lerin ortalarında, horizontal yönde atrofik alveolar kretleri ayırarak ve genişleterek implantların 3 boyutlu olarak kemik içerisine yerleştirilebilmesi amacıyla çeşitli teknikler tanımlanmıştır. Osborn ve Khoury, iki fazlı alveolar kret split tekniğini geliştirmişlerdir (Khoury F., 1987; Osborn JF., 1985). İlk fazda, alveolar kret split edilerek genişletilir ve elde edilen intraalveoler boşluk otojen kemik greftleri ile doldurulur. İkinci faz için ortalama 2- 3 ay iyileşme beklenir ve hasta tekrardan opere edilerek implantlar yerleştirilir. Nentwig ve Kniha ise implantların alveoler kret genişletildiği seans sırasında uygulandığı tek aşamalı alveoler kret split tekniğini ortaya koymuşlardır (Nentwig GH. & Kniha H., 1986). Her iki teknik arasındaki temel fark, birinin iki aşamalı, diğerinin ise tek aşamalı olmasıdır; cerrahi prosedürler büyük oranda benzerdir. Daha sonra 1994 yılına gelindiğinde bu teknik Summers tarafından modifiye edilerek geliştirilmiştir (Summers, 1994). Vercellotti ve arkadaşları ise 2000 yılına gelindiğinde alveolar kreti ikiye ayırmak için ilk kez piezocerrahi cihazı kullanmışlardır (Vercellotti, 2000).

Osteotomların bir diğer adıyla kemik keskilerinin dental implantolojide rutin olarak kullanılmaya başlanmasıyla bu enstrümanlar, alveoler kret split tekniğinin uygulanmasını kolaylaştırmıştır. Bu cerrahi yöntemde horizontal olarak rezidüel alveoler kretin en az 2 mm olması gerekmektedir. Hastaya lokal anestezi uygulandıktan sonra, rezidüel alveoler kemiğin bukkal tarafındaki periostun bozulmadığı yarım kalınlıkta bir flep kaldırılır. Bunun amacı periost yardımıyla bukkal kemiğin beslenmesini artırmaktır. Ardından piezzocerrahi yardımıyla ya da elmas disk

frezler kullanılarak alveoler kretin ortasından bir osteotomi yapılır ve kemikler ayrılır. Osteotomi işlemi, kretin vestibüler yöne doğru küçük çaplı bir keski ile başlanıp keski çapları artırılarak genişletilmesiyle tamamlanır. Bu teknik, periosttan beslenen bukkal kemik duvarının tabanında bir "yeşil ağaç kırığı" oluşturarak atrofik alveoler kemiği genişletmeyi amaçlar (Şekil 2.18)



Şekil 2.18 Alveoler kret split tekniğinde yeşil ağaç kırığı oluşturulması ve boşluğun greftlenmesi (Khoury F & Khoury C., 2007)

Klinisyen split sonucu genişlemiş alveoler sokete implantlardan yeterli primer stabilite sağlayabilirse implantasyon aynı seansta yapılabilir. Eğer implantlardan stabilite elde edilemezse, boşluk otojen, allojen, ksenojen kemik greftleriyle doldurulur ve greftleri ağız ortamından ayırmak için membran kullanımı önerilir. İmplantlar ise ortalama 2-3 ay sonra yerleştirilir. Vestibüler kemik tarafında tam kalınlık flep kaldırıldığında, bukkal kemik duvarında tam bir kırık oluşma riski vardır. Kırık meydana gelirse, vidalarla fiksasyonu sağlanmalı ve stabilize edilmesi gereklidir. Alveoler kret split operasyonunun başarılı olabilmesi için ayrılarak genişletilen kemik fragmanlarının kas aktivitesinden korunması ve yeterli kan akışıyla rejenerasyonun sağlanmasını gerekmektedir (Khoury F & Khoury C., 2007).

Maksilla ve mandibulanın kemik yoğunlukları, kortikal ve kansellöz kemik oranları birbirinden farkılık gösterdiği için alveoler kret split operasyonlarının uygulama zorluğu, başarısı ve komplikasyonları farklılıklar gösterebilir. Mandibulanın kemik yoğunluğunun daha dens ve kortikal kemik oranının kansellöz kemik oranından fazla olması nedeniyle kırılmaya maksilladan daha çok yatkındır. Bu yüzden, alveoler kret split tekniği mandibulada genellikle çift maksillada tek aşamada gerçekleştirilir (Bassetti vd., 2016; Tolstunov vd., 2019).

Split yani kemikleri ayırma işlemi, genellikle çekiç yardımıyla keskin osteotomlarla ya da disk frezlerle gerçekleştirilir. Ancak keskin kemik ostetotomlarını

kullanmak teknik hassasiyet gerektirir ve işlem esnasında kayması durumunda çevre dokuları yaralama riski vardır. Ayrıca çekiçle vurarak çalışmak hasta için oldukça travmatik ve rahatsız edici olabilir. Döner disk frezlerinin kullanılması ise diş etine, yanak mukozasına, dudaklara, ağız tabanı mukozasına veya dile zarar verme ve yaralama riskini artırabilir. Bu duruma alternatif olarak ultrasonik salınım yapan piezzocerrahi farklı bir yöntem olarak öne çıkar. Ultrasonik salınımla titreşim hareketi yapan bıçaklar, sert dokular üzerinde kesme işlemi yaparken, oral mukoza, arterler, sinirler ve sinüs membranları gibi yumuşak dokulara zarar vermez. Çünkü aletin ucu titreşimle çalıştığı için yumuşak dokuları kesmez ve yaralanma ihtimali ortadan kalkar (Kheur vd., 2014). Yapılan araştırmalara göre, piezzocerrahi tekniğinin başarı oranları oldukça yüksek olup %98 ile %100 arasında değişmektedir (Herford & Nguyen, 2015).

Alveoler kret split işlemi, cerrahi ve teknik açıdan oldukça hassas bir prosedür olup, başarılı sonuçlar elde edebilmek ve komplikasyonları önlemek için bazı cerrahi kurallara dikkat edilmesi elzemdir. 2019 yılında Tolstunov ve çalışma arkadaşları bu süreçte dikkat edilmesi gereken noktaları şu şekilde sıralamıştır:

- İyi bir cerrahi yeterlilik ve tecrübe
- Dikkatli anamnez alınarak cerrahiye uygun ve koopere hasta seçimi
- Split yapılacak alanın uzunluğunun 2-3 diş boşluğu kadar olması
- Geç rezorbe olabilen greftlerin otojen greftle karıştırılarak uygulanması ek olarak otolog kan materyallerinin (PRF türevleri) kullanımı
- Tedavi sonrası rezorpsiyon ihtimaline karşı fazladan genişletme yapılması
- İki aşamalı cerrahi yapılarak implantların ikinci fazda yerleştirilmesi
- İmplant yerleşimi sırasında konik tasarımlı dar çaplı uzun implant seçimi yapılarak iyi bir primer stabilite sağlanmalı
- Cerrahi sahanın etrafında yeterli yapışık keratinize diş eti dokusu oluşturulmalı (Tolstunov vd., 2019)

Bassetti ve çalışma arkadaşları ise alveoler kret split tekniğinin yapılırken herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmaması için dört anatomik yeterliliğin gerekli olduğunu ortaya koymuşlardır.

- En az 2 mm yatay alveoler kemik genişliği
- En az 10 mm dikey alveoler kemik yüksekliği

- Split planlanan alveoler kemik çevresinde defekt ve undercut bulunmaması
- Kemiği ikiye ayıran split hattı oluşturulurken komşu dişlerden en az 1 mm mesafede sonlandırılması(Bassetti vd., 2016)

Alveoler kret split operasyonlarının avantajları şunlardır:

- Operasyon sırasında kullanılan partiküler kemik grefti split yapılan kemik tabakaları arasına yerleştirildiği için kemik kazanımı sağlayan diğer tekniklere göre greftin fiksasyonu daha kolaydır.
- İntraoral ya da extraoral dönor bölge bulunmadığı için morbidite söz konusu değildir. Bu da hastanın post-operatif şikayetlerini azaltır.
- Diğer kemik ogmentasyon yöntemlerinden farklı olarak flebi primer kapatmaya gerek yoktur. Beslenme ve iyileşme daha iyi olmaktadır.
- Koşullar sağlanabilirse aynı seansta implantasyona izin verir bu da hastanın protetik aşamaya geçme sürecini hızlandırır.
- Flep çok çekiştirilmeden gerilimsiz kapatıldığı için sonuç daha estetiktir ve teknik anterior bölgede de kullanılabilir.

Alveoler kret split operasyonlarının dezavantajları ise şunlardır:

- Bu tekniğin kullanılabilmesi için yeteri kadar horizontal rezidüel kret genişliği gerekir.
- İşlem teknik hassasiyet ve cerrahi tecrübe gerektirir.
- Bukkal segmentte kırık hatları meydana gelebilir.
- Split miktarına bağlı olarak implantı ideal pozisyonda yerleştirme zorluğu ortaya çıkabilir.
- İmmediat implant yerleştirmek ve yerleştirilen implantta primer stabilite sağlamak güçtür.
- Sadece horizontal kemik kazanımı sağlanır (Tolstunov & Hicke, 2013).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

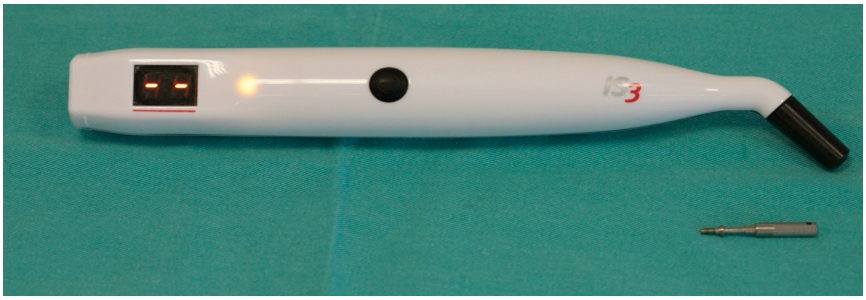
Çalışmamızda horizontal yönde alveoler kemik yetersizliği olan hastalarda konvansiyonel ve osseodensifikasyon yöntemiyle yapılan alveoler kret split operasyonlarının karşılaştırılması retrospektif olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamız 13.10.2023 tarihinde toplanan Ordu Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan (Etik Kurul Karar Numarası:2023/268) onay almıştır (Ek 1). Çalışmamıza etik kurul onayı alınarak veri toplanmaya başlanmıştır. Çalışmamız 1975'te yayınlanan 2008'de revize edilen Helsinki Deklarasyonu ile uyumlu bir şekilde yürütülmüştür.

3.1 Gereç

3.1.1 Ölçüm Yapımında Kullanılan Radyografik ve Klinik Materyaller

- Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) cihazı (KaVo OP 3D Vision, Imaging Sciences International LLC, USA)
- Tomografik görüntüleme, ölçüm ve analiz yapımında kullanılan bilgisayar programı (OnDemand 3D, Cybermed Inc., Daejon, Kore)
- İmplant stabilitesi ölçüm Osstel cihazı ve smart peg (Osstell AB, Göteborg, İsveç)

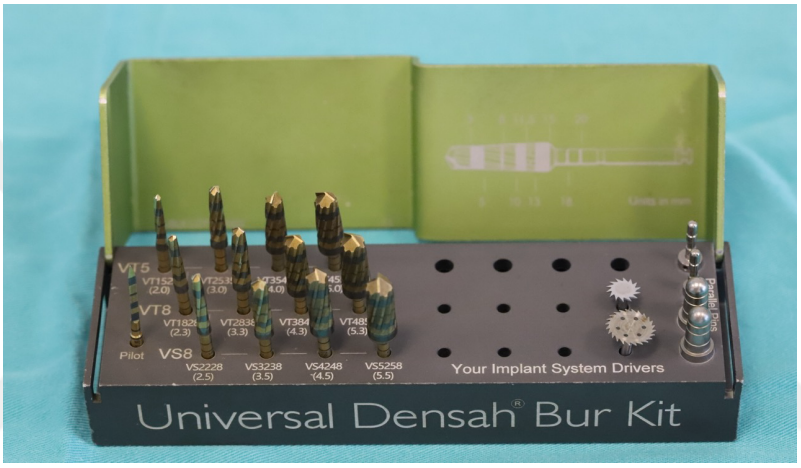


Şekil 3.1 Osstell cihazı ve smart peg transdüktör parçası

3.1.2 Cerrahide Kullanılan Malzemeler ve Biyomateryaller

- Povidon iyot çözelti %10 (Konix, İstanbul, Türkiye)
- %0.9 izotonik NaCl serum fizyolojik (Osel, İstanbul, Türkiye)
- Dental enjektör (Genject, Ankara, Türkiye)

- Artikain Hcl+Epinefrin Hcl lokal anestezi (Ultracain DS, Tekirdağ, Türkiye)
- 3/0 ve 4/0 ipek sütür (Doğsan, Trabzon, Türkiye)
- Osstem implant seti (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore)
- Universal Densah bur kit (VersahLLC, Jackson, MI, ABD)
- Eset kit (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore)
- İmplant motoru (Fizyodispenser) (Traus, Güney Kore)
- Fizyodispender implant motoru (NSK surgic pro, Tokyo, Japonya)
- Allogreft kemik grefti (Atident, Viadent, Trabzon, Türkiye)
- İmplant (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore)



Şekil 3.2 Universal Densah bur kit (VersahLLC, Jackson, MI, ABD)

Şekil 3.3 Esset kit (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore)

3.2 Yöntem

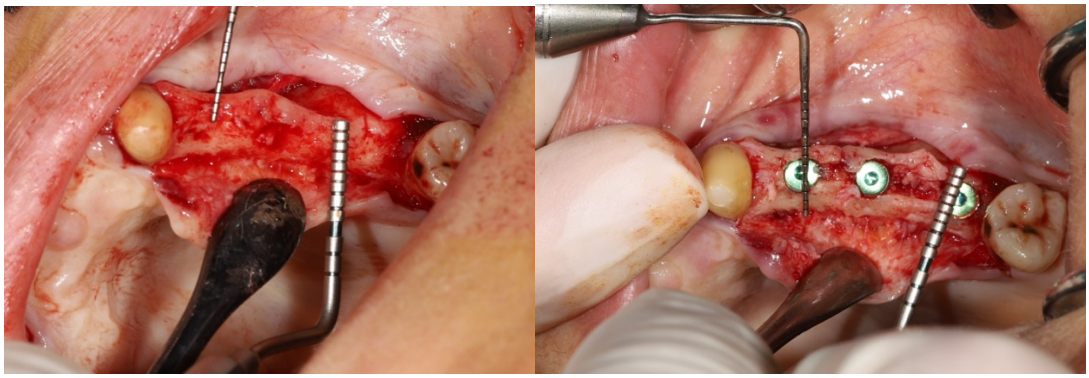
3.2.1 Çalışmanın Tasarımı

Sistemik bir hastalığı ve cerrahi açıdan sakıncalı bir durumu olmayan, çenelerinde parsiyel diş eksikliği nedeniyle kliniğimize implant yaptırma talebiyle başvuran, gerekli radyografik ve klinik incelemeler sonucu horizontal yönde alveoler kemik yetersizliği bulunup Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilimdalı'nda kret split operasyonuyla birlikte implant cerrahisi geçirmiş toplam 65 (34 erkek, 31 kadın) hasta bu çalışmaya retrospektif olarak dahil edilmiştir.

Çalışmamıza dahil edilecek gönüllü bireyler, Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı'nda 30.07.2021- 01.01.2023 tarihleri arasında bilgilendirilmiş olur onam formu vererek ameliyat olmuş hastalar arasından seçilmiştir.

3.2.2 Çalışmaya Dahil Edilecek Hastaların Belirlenmesi

- **Hastalara uygulanan tedavi geçmişi:** Hastalara iki farklı teknikle alveoler kret split operasyonu ve dental implant işlemlerinin uygulanmış olması gerekmektedir.
- **Radyografik arşivler:** Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası ve 3-4 aylık osseointegrasyon sürecinin sonunda (diş eti şekillendiricilerin takıldığı seans) panoramik radyograflarının veya konik ışınlı bilgisayarlı tomografik görüntülerinin bulunması gerekmektedir.
- **Klinik ölçüm verileri:** Hastaların ameliyat sırasında alveoler kretler ayrılmadan önce ve ayrıldıktan sonraki horizontal yönde kemik genişlik ölçüm verileri olmalıdır. Ayrıca hastalara implantın uygulandığı seans Osstel (ISQ) ve yerleştirme torku ölçümlerinin bulunması, osseointegrasyon sürecinin tamamlanmasından sonra diş eti şekillendiricilerinin takıldığı seansta da Osstel (ISQ) ölçümlerinin olması gerekmektedir.



Şekil 3.4 Kret kalınlıklarının operasyon öncesi ve sonrası periodontal sond yardımıyla ölçülmesi

- **İmplant verileri:** Hastalara uygulanan implantla ilgili tüm bilgilerin (marka, boy, çap) eksiksiz şekilde kaydedilmiş olması gerekmektedir.
- **Sistemik durum, ilaç ve sigara kullanımı:** Hastaların sistemik sağlık durumu, kullandığı ilaçlar ve sigara içiyorsa günde kaç adet sigara içtiği bilgilerinin mevcut olması

Çalışmamızda 31'i erkek 34'ü kadın toplamda 65 hastamıza alveoler kret split tekniğiyle uygulanan 268 adet implant cerrahisi işleminin sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastalarımızın 18 yaşından büyük olmasına dikkat edilmiştir. Hastalarımızın yaş ortalaması 51,75 olup en büyük yaş 69 ve en küçük yaş ise 31'dir.

3.2.2.1 Hastaların Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18 yaşını doldurmuş bireyler
- Sistemik hastalığı bulunmayan veya oral cerrahiyi etkilemeyecek kadar az sistemik hastalığı bulunan bireyler (ASA1 ve ASA2)
- Alveol kemiğinde horizontal yönde yetersizliği ve diş eksikliği bulunup bundan dolayı alveoler kret split operasyonuyla birlikte implant cerrahisi uygulanmış bireyler
- Ağız bakımını iyi yapabilen bireyler

3.2.2.2 Hastaların Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- 18 yaşından küçük bireyler

- Oral cerrahi yapılamayacak kadar sistemik hastalığı bulunan bireyler (ASA3,4,5,6)
- Ağız bakımını sağlayamayan bireyler
- Ameliyat bilgileri ve ölçüm verileri olmayan bireyler
- Kooperasyon sağlanamayan bireyler
- Alkol ve sigara bağımlılığı olan bireyler

3.2.3 Çalışma Gruplarının Belirlenmesi

Kliniğimize diş eksikliğinin implant tedavisi ile giderilmesi talebiyle başvuran hastaların önce Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde diğer tüm dental tedavileri tamamlanmaktadır. Ardından radyografik ve klinik değerlendirmelerle implant tedavisi planlanmaktadır. İmplant tedavilerinin planlanmasına göre alveoler kret genişliği yetersiz olan hastalara alveoler kret split işlemleri kliniğimizde rutin olarak yapılmaktadır. Bu işlemler kliniğimizde osseodensifikasyon frezleri veya konvansiyonel yöntemlerle genişletme sonucu yapılmaktadır. Bu yöntemlerin kullanım endikasyonlarında bilimsel olarak bir farklılık olmadığı için tamamen hekimlerin tecrübelerine göre tercih edilmiştir. Çalışmamızda değerlendirmeye alınan implantlar 2 gruba ayrılmıştır.

- Grup1 (Test Grubu): Osseodensifikasyon yöntemiyle yapılan alveoler kret split operasyonu sonrası uygulanan implantlar.
- Grup2 (Kontrol Grubu): Konvansiyonel yöntemle yapılan alveoler kret split operasyonu sonrası uygulanan implantlar.

Bu implantlardan; 82 adet maxilla anteriora, 82 adet maxilla posteriora, 82 adet mandibula posteriora ve 22 adet mandibula anterior bölgeye uygulanmıştır. Bu 268 implantın 133 tanesi osseodensifikasyon yöntemiyle yapılmışken 135 tanesi konvansiyonel yöntemle uygulanmıştır.

Tablo 3. 1 Çalışma Grupları Arasında Bölgelere Göre Uygulanan İmplant Sayıları

Grup	Maxilla Anterior	Mandibula Anterior	Maxilla Posterior	Mandibula Posterior
Osseodensifikasyon Yöntemi	41	10	41	41
Konvansiyonel Yöntem	41	12	41	41
Toplam	82	22	82	82

Bu hastaların tedavi süreçlerinde implant yerleştirme tork değerleri cerrahi prosedür sırasında implant stabilite katsayıları (ISQ) cerrahi yapılan aşamada ve 4 aylık iyileşme periyodunun ardından diş eti şekillendiricilerin yerleştirilmesi sırasında rutin olarak kayıt altına alınmaktadır. Bu 2 grubun ISQ değerleri işlem sonrası ve 4 aylık osseointegrasyon periyodundan sonra bakılan değerleri karşılaştırılıp analiz edilmiştir. Grup 1 ve Grup 2'den alınan konik ışınlı bilgisayarlı tomografileri yararlanılarak başlangıç ve 4 ay sonrasındaki kemik genişlikleri karşılaştırılıp farklı tekniklerin kemik kazanım oranı karşılaştırılmıştır. İmplant çevresinde marjinal kemik yıkımı sonucu kemik kaybı başarısızlık olarak kabul edilmiştir ve çalışmaya dahil edilmemiştir.

Araştırmamızda dahil edilen hastaların tamamının implant üstü restorasyonları cerrahiden en az 4 ay sonra yapılmıştır.

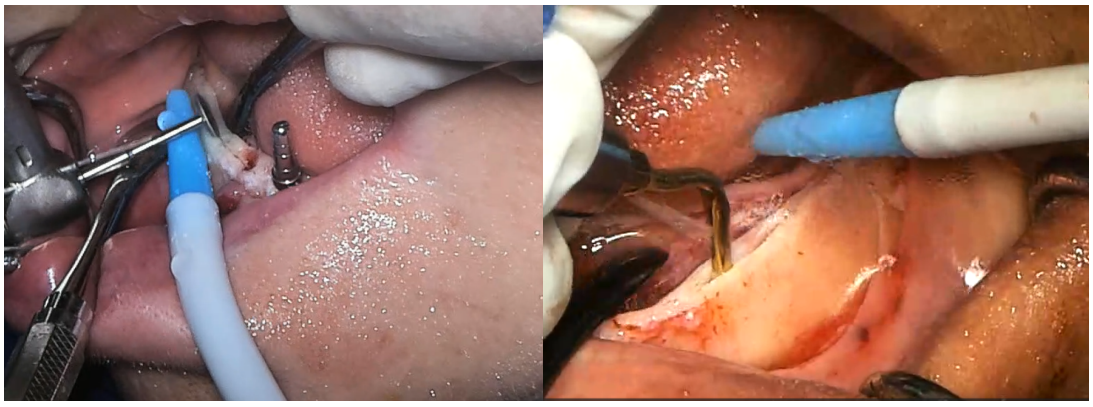
Kliniğimizde implant tedavisi için başvuran hastaların planlamaları ağız içi muayenenin ardından konik ışınlı bilgisayarlı tomografi veya panoramik grafiler ile yapılmaktadır. Araştırmamıza dahil edilen hastaların tedavilerinde aynı cerrahi prosedürler standardize şekilde uygulanmıştır. Araştırmamızda sadece aynı marka implantlar (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore) kullanılmıştır. Araştırmamızda alveolar kret split tekniği kullanılarak genişletilen kretlere uygulanan implantlar dahil edilmiştir.

3.2.4 Uygulanan Cerrahi Prosedürler

Ameliyata alınan hastaların ekstraoral ağız çevresi bölgesi Povidon iyot çözeltisi %10 (Konix, İstanbul, Türkiye) kullanılarak antisepsi sağlandı. Cerrahi prosedür sırasında hastaların lokal anestezi işlemlerinde Ultracain DS 40 mg/ml+6 mg/ml kullanıldı. Bukkalde ve lingualde yeterli keratinize diş eti bandı bırakarak kret tepesi üzerinde yapılan 15 numaralı bistüriyle yapılan insizyon sonrasında periost elevatörü kullanılarak mukoperiosteal tam kalınlık flep kaldırıldı ve kemik topoğrafisi değerlendirildi. Daha sonrasında Densah frez seti (Versah, LLC, Jackson, MI, USA) veya Esset kret split (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore) setiyle birlikte Osstem implant frez seti (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore) kullanılarak implantlar yerleştirildi. Tüm ameliyatlar steril cerrahi kurallara ve üretici talimatlara uyularak gerçekleştirildi.

3.2.4.1 Densah frez setiyle yapılan alveoler kret split operasyonu

Densah seti (Densah Bur Kit; Versah LLC, Jackson, MI, USA) ile kret split operasyonu yapılan hastalarda öncelikle açılan tam kalınlıklı flep sonrası alveoler kretteki horizontal genişlik periodontal sond yardımıyla (ODC, Samsun, Türkiye) ölçülmüştür. Daha sonra densah frez setindeki pilot frez (DensahBurKit; VersahLLC,Jackson,MI,USA) implantın yerleşeceği açıya göre saat yönünde 800 rpm hızda irrigasyon altında kret tepesinden 3-4 mm'yi aşmayacak şekilde yerleştirildi. Daha sonra piezzo cerrahi veya disk frezlerle alveolar kret tepelerine horizontal yönde kreti ikiye ayıran kesiler uygulandı.



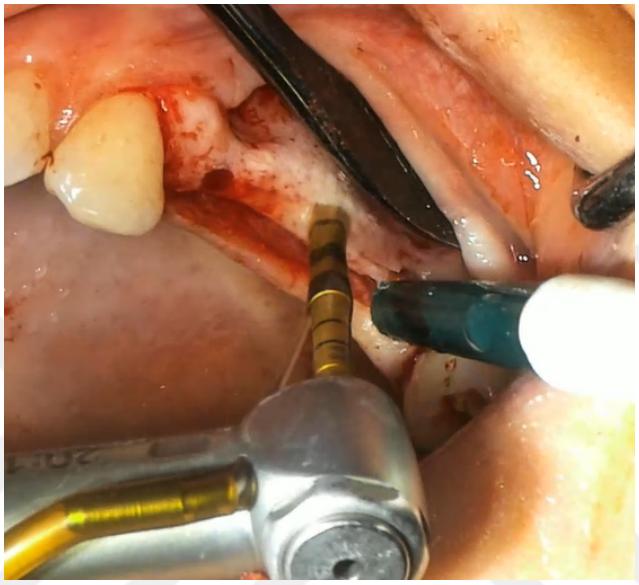
Şekil 3.5 Disk frezlerle ve piezzo cerrahiyle kretlerin ikiye ayrılması

Daha sonra VT1525 nolu ortalama çapı 2.0 mm olan densah frezi (DensahBurKit; VersahLLC, Jackson, MI, USA) uygulanacak olan implant boyu kadar saat yönünde kesme modunda 800 rpm hızla bol sulama altında pilot freziyle giriş yapılan osteotomi bölgesi drillendi. Böylece çalışma boyu belirlenmiş oldu. Ardından osseodensifikasyon moduna (saatin tersi yönde 1200 rpm hızda) geçilerek sırasıyla VT1828 (2.3 mm çap), VS2228 (2.5 mm çap), VT2535 (3.0 mm çap) ve VT2838 (3.3 mm çap) nolu densah yoğunlaştırıcı frezleri (DensahBurKit; VersahLLC,Jackson,MI,USA) kullanılarak oluşturulan osteotomi bölgesine bol irrigasyon altında uygulandı.

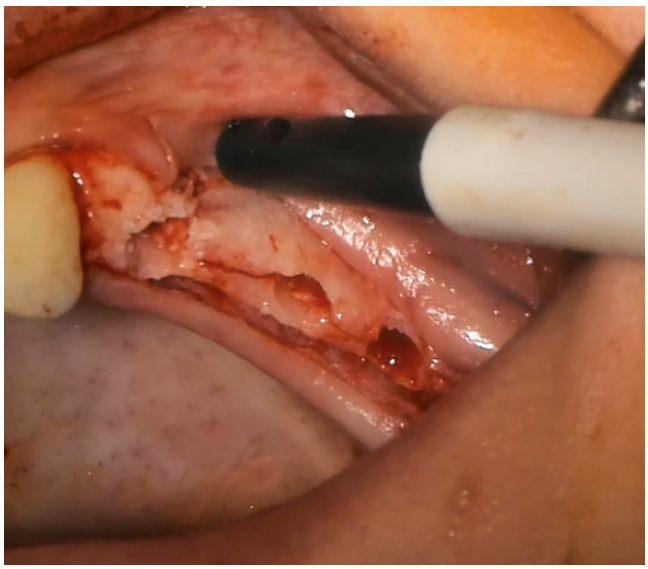
Frez çapı arttıkça alveoler kemikte yavaşça plastik bir deformasyon oluşturularak planlanan son çapa kadar kemiğin genişlediği görüldü. Bu frezler drilleme yapılırken sokette yukarı ve aşağı yönde sıçrayan pompalama hareketiyle kullanıldı. Yerleştirilecek implant çapına göre uygulanacak son frez belirlenirken kemik yoğunlukları ve kemik genişliği göz önünde bulunduruldu. Bukkal ve lingual kemik dehissens ve fenestrasyon oluşturulmadan plastik bir deformasyon oluşturulup kret genişliği artırılıp planlanan uygun boyda ve çapta implant hazırlanan sokete cerrahi motor yardımıyla yerleştirilmiştir (saat yönünde, 50 Ncm tork 35 rpm hızda). İmplantı cerrahi motor ile yerleştirirken yerleştirme torkunun maksimum seviyeye ulaşması durumunda yani cihazın durması durumunda implantı istenilen derinliğe yerleştirme işlemi tork gösteren raşet yardımıyla manuel olarak gerçekleştirildi. İmplantların etrafında en az 1 mm kemik dokusu kalmasına dikkat edildi. Bu cerrahi prosedür Densah frez setinin üretici talimatlarına göre uygulanmıştır.

İmplantlar yerleştirildikten sonra kapama vidaları yerleştirildi. Periodontal sond yardımıyla genişletilen kret operasyona başlanmadan ölçüm yapılan yerden tekrar ölçülerek kaydedildi. Ardından ayrılan bukkal ve lingual kemik fragmanlarının arasındaki boşluklar ve implant kemik arasındaki boşluk 2 mm'den fazla ise grefleme işlemi yapıldı. Otojen kemik ve allograft (Atident, Viadent, Trabzon, Türkiye) karıştırılarak boşluklara yerleştirildi. Daha sonra hastadan alınan otolog kandan plateletten zengin fibrin türevi olan CGF (konsantre büyüme faktörü) elde edilerek membran haline getirildi. Ardından greftlenen ve genişletilen alveoler kemiğin üstüne yerleştirildi. Son olarak flepler 3.0 veya 4.0 ipek sütürlarla (Doğsan, Trabzon, Türkiye) primer olarak kapatılarak operasyon tamamlandı. Hastalara postoperatif Augmentin

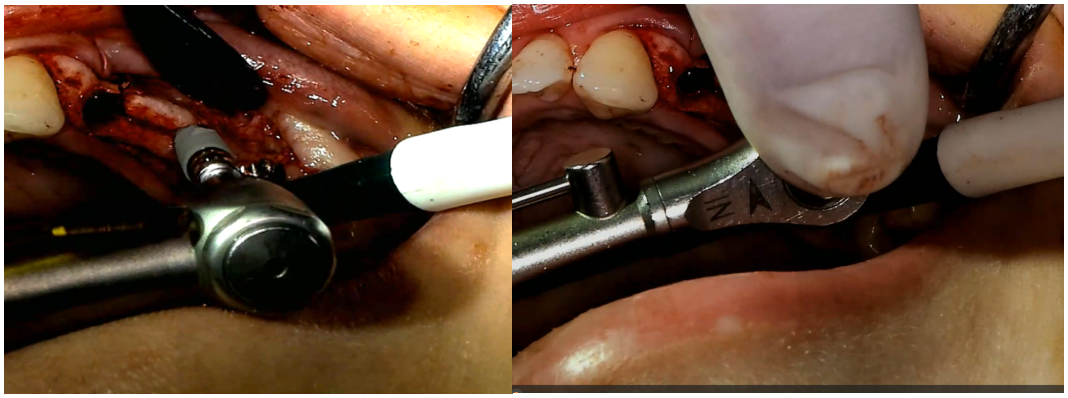
2x1 (GlaxoSmithKline, Londra, İngiltere), Bi-Profenid 2x1 (Sanofi, Paris, Fransa), Kloroben 3x1 (Drogsan İlaçları Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ankara, Türkiye) reçete edildi. Penisilin alerjisi olan hastalarda antibiyotik olarak Klindan 150 mg 4x1 (Bilim İlaç, İstanbul, Türkiye) önerildi. Hastalara postoperatif tavsiyelerde bulunuldu. Dikişler cerrahi işlemden 10 gün sonra alındı ve hastalara kontrol randevuları verildi.



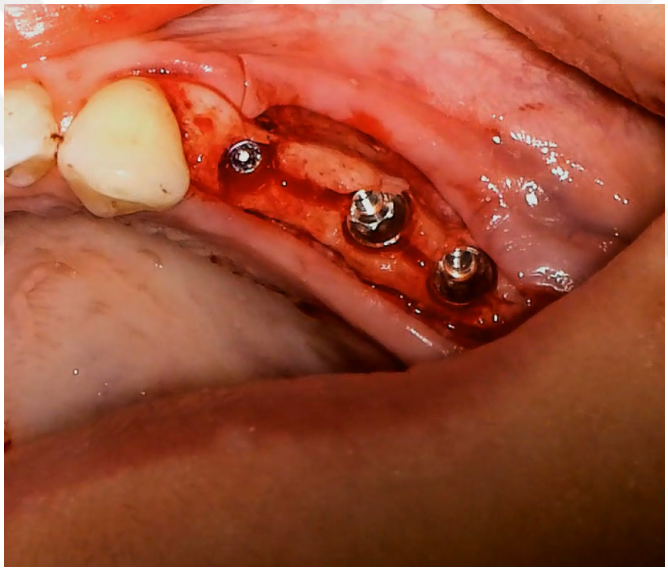
Şekil 3.6 Densah frezinin osseodensifikasyon modunda (saatin tersi yönde 1200 rpm hızda) bol irrigasyon altında kullanımı



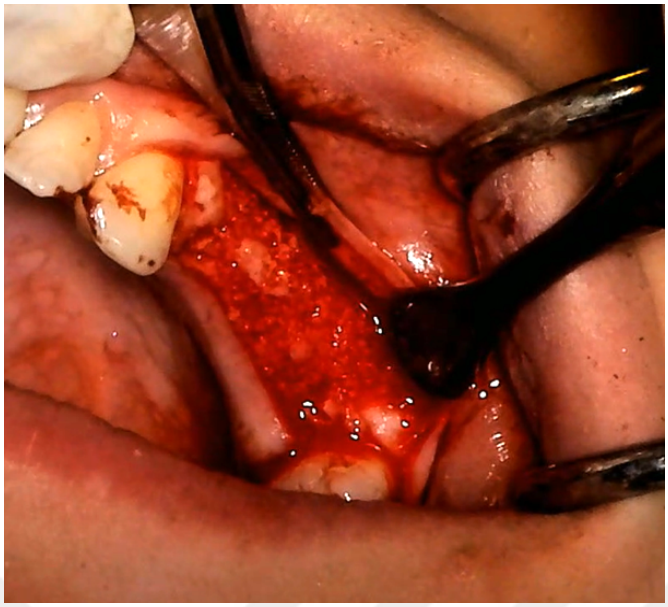
Şekil 3.7 Densah frezleriyle yapılan osteotomi sonrası görülen plastik deformasyon



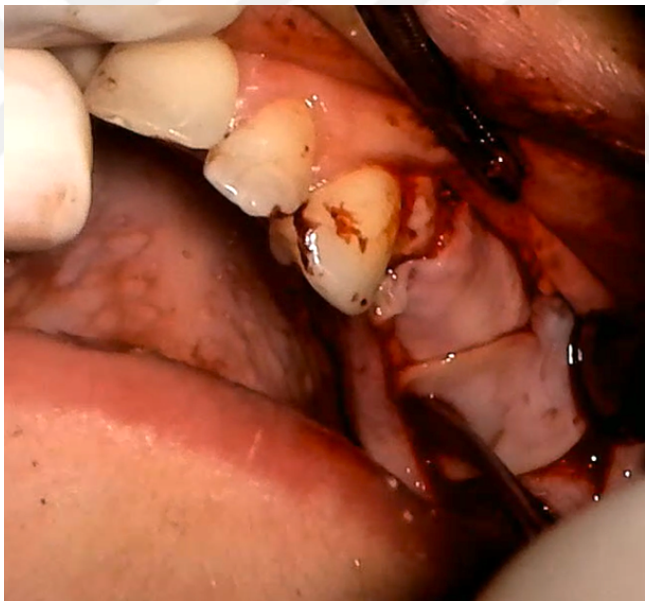
Şekil 3.8 Uygun boyda ve çapta implantın genişletilen sokete uygulanması



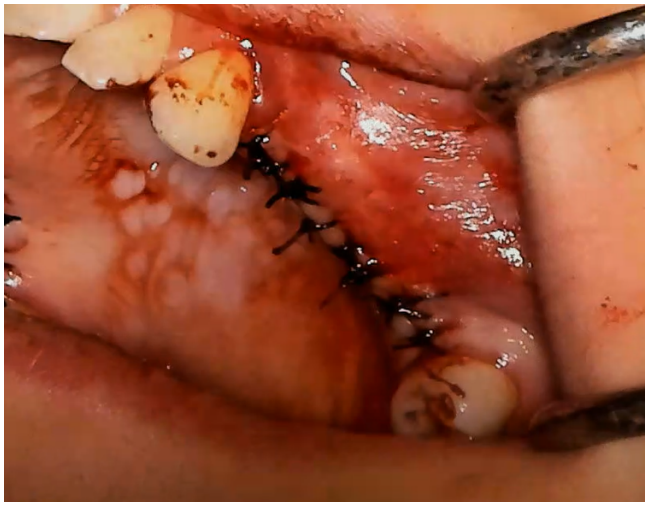
Şekil 3.9 İmplantların genişletilen soketteki klinik görüntüsü



Şekil 3.10 İmplant-kemik arasında kalan boşlukların greftlenmesi



Şekil 3.11 Greftlenen bölgenin üzerine CGF membranının yerleştirilmesi



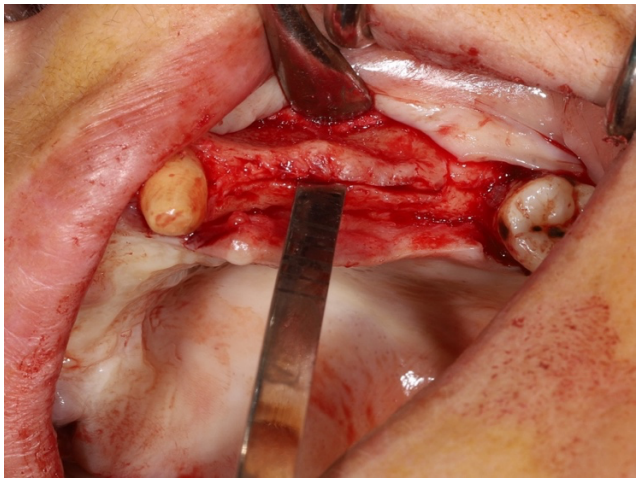
Şekil 3.12 Fleplerin primer olarak süturlarla kapatılması

3.2.4.2. Esset Kit ve konvansiyonel frez setiyle yapılan alveoler kret split operasyonu

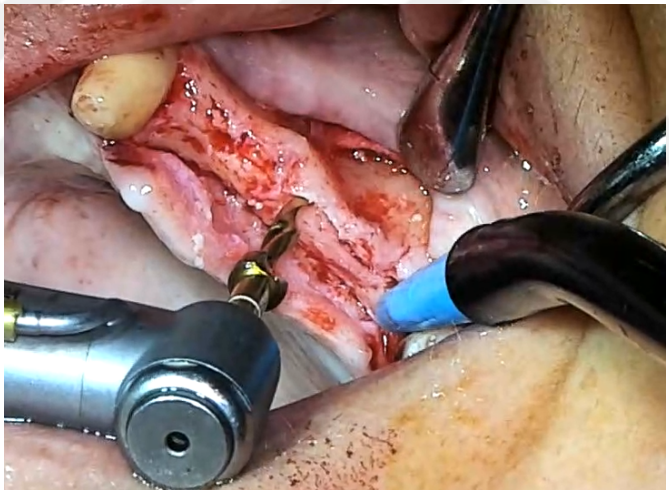
Esset Kit (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore) ve konvansiyonel frez setiyle (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore) kret split operasyonu yapılan hastalarda öncelikle açılan tam kalınlıklı flep sonrası alveoler kretteki horizontal genişlik periodontal sond yardımıyla (ODC, Samsun, Türkiye) ölçülmüştür. Daha sonra bazı gerekli vakalarda Esset Kit içersindeki 7.0 mm'lik canavar frez ile implantların uygulanacağı ve kretin genişletileceği bölgelere kret düzenlemesi yapıldı. Daha sonra implantların yerleştirileceği yerlere implant frez seti içeresindeki lance drill ile implantın yerleşeceği açıya göre saat yönünde 800 rpm hızda irrigasyon altında kret tepesinden 3-4 mm'yi aşmayacak şekilde işaretleme yapıldı. Daha sonra Esset kit içerisindeki 1.8 mm çapında Twist drill çalışma boyuna kadar saat yönünde 800 rpm hızda irrigasyon altında kemikte ilerlenerek uygulandı. Ardından disk frezlerle veya piezzo cerrahi ile işaretlenen implant bölgeleri merkezde kalacak şekilde alveoler kreti horizontal yönde ikiye ayıracak kesiler uygulandı. Kret split işlemi çekiç yardımıyla keskin oesteotomlarla planlanan implant uzunluğu kadar derine inilerek kretler ayrıldı. Bu işlem yapılırken çevre anatomik oluşumlara (mental sinir, inferior alveoler sinir, maxiller sinüs vs.) dikkat edildi. Kemiğe vertikal kesiler atılmadan bukkal duvarın esnekliği sağlandı. Ayrılan bukkal ve lingual/palatinal duvarları genişletmek için Esset

Kit içeresindeki ekspansiyon drilleri kullanıldı. Önce implant soketlerine sırayla 1.6 mm çapında 2.8 taper açılı konik SET1 drilleri (saat yönünde, bol irrigasyonda, 50 Ncm tork 35 rpm hızda) yerleştirildi ve bir miktar genişleme sağlandı. Daha sonra cerrahi motor saat tersi yönüne alınarak aynı hızda ve torkta geri alındı. Ardından sırayla 2.2 mm çapında 3.6 taper açılı SET2 ve 2.7 mm çapında 4.1 taper açılı SET3 drilleri de (saat yönünde, bol irrigasyonda, 50 Ncm tork 35 rpm hızda) yerleştirildi ve tekrardan cerrahi motor yardımıyla geri alındı ve böylece krette genişleme sağlanmış oldu. Bu genişleyen implant soketlerine yerleştirilmesi planlanan implanta göre uygun çapta ve boyda setin kendi freziyle girilerek (saat yönünde, 800 rpm hızda, bol irrigasyon altında) osteotomi işlemi tamamlandı. Uygun çapta implant bukkal ve lingual/palatinal kemik duvarları arasında kalacak şekilde yerleştirildi (saat yönünde, 50 Ncm tork 35 rpm hızda). İmplantı cerrahi motor ile yerleştirirken yerleştirme torkunun maksimum seviyeye ulaşması durumunda yani cihazın durması durumunda implantı istenilen derinliğe yerleştirme işlemi tork gösteren raşet yardımıyla manuel olarak gerçekleştirildi. Bu cerrahi prosedür Esset Kit üretici talimatlarına göre uygulanmıştır.

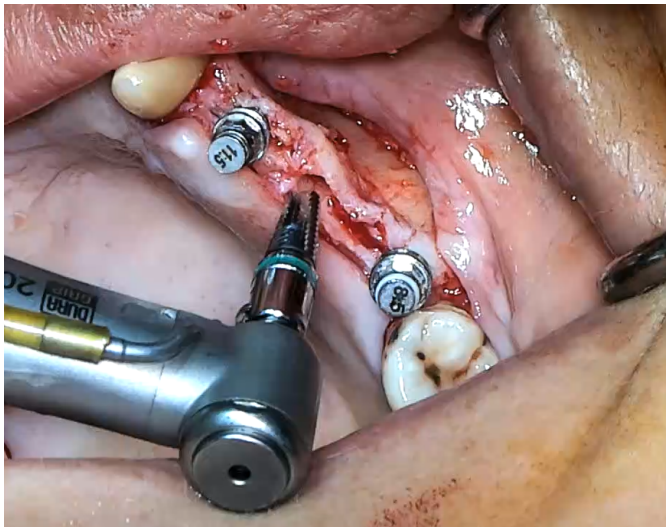
İmplantlar yerleştirildikten sonra kapama vidaları yerleştirildi. Periodontal sond yardımıyla genişletilen kret operasyona başlanmadan ölçüm yapılan yerden tekrar ölçülerek kaydedildi. Ardından ayrılan bukkal ve lingual kemik fragmanlarının arasındaki boşluklar ve implant kemik arasındaki boşluk 2 mm'den fazla ise grefleme işlemi yapıldı. Otojen kemik ve allograft (Atident, Viadent, Trabzon, Türkiye) karıştırılarak boşluklara yerleştirildi. Daha sonra hastadan alınan otolog kandan plateletten zengin fibrin türevi olan CGF (konsantre büyüme faktörü) elde edilerek membran haline getirildi. Ardından greftlenen ve genişletilen alveoler kemiğin üstüne yerleştirildi. Son olarak flepler 3.0 veya 4.0 ipek sütürlarla (Doğsan, Trabzon, Türkiye) primer olarak kapatılarak operasyon tamamlandı. Hastalara postoperatif Augmentin 2x1 (GlaxoSmithKline, Londra, İngiltere), Bi-Profenid 2x1 (Sanofi, Paris, Fransa), Kloroben 3x1 (Drogsan İlaçları Sanayi ve Ticaret A.Ş., Ankara, Türkiye) reçete edildi. Penisilin alerjisi olan hastalarda antibiyotik olarak Klindan 150 mg 4x1 (Bilim İlaç, İstanbul, Türkiye) önerildi. Hastalara postoperatif tavsiyelerde bulunuldu. Dikişler cerrahi işlemden 10 gün sonra alındı ve hastalara kontrol randevuları verildi.



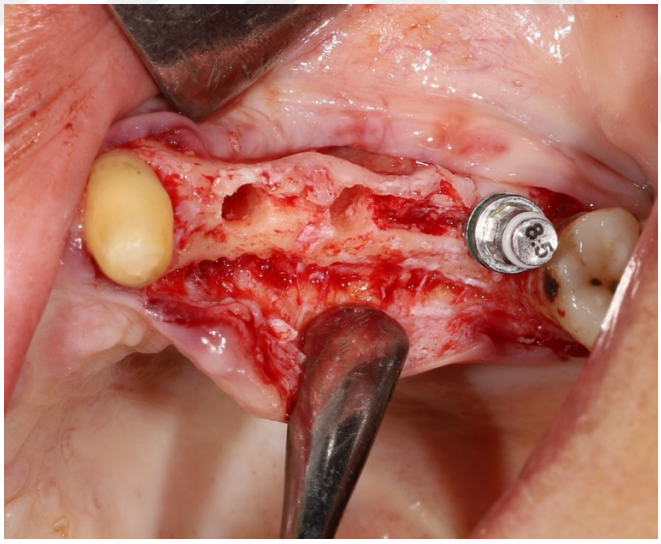
Şekil 3.13 Çekiçli osteotomlarla yapılan kret split işlemi



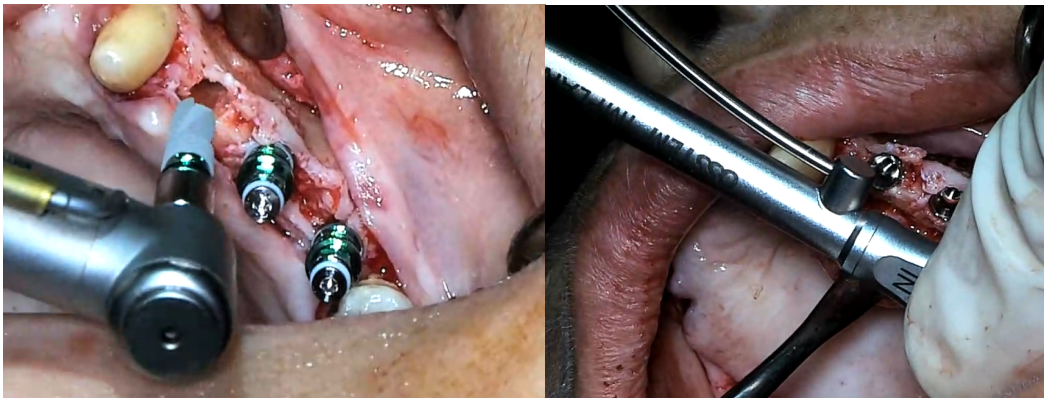
Şekil 3.14 Esset kit içerisindeki Twist drill ile çalışma boyu belirlenmesi



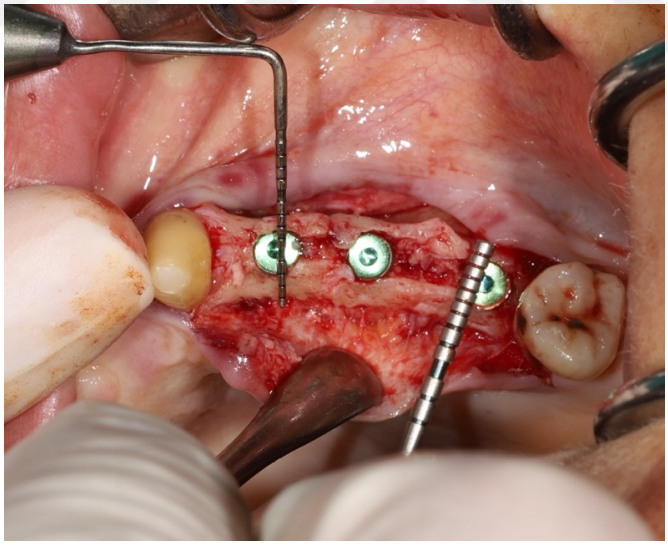
Şekil 3.15 Esset Kit içeresindeki ekspansiyon drilleri ile kretlerin genişletilmesi



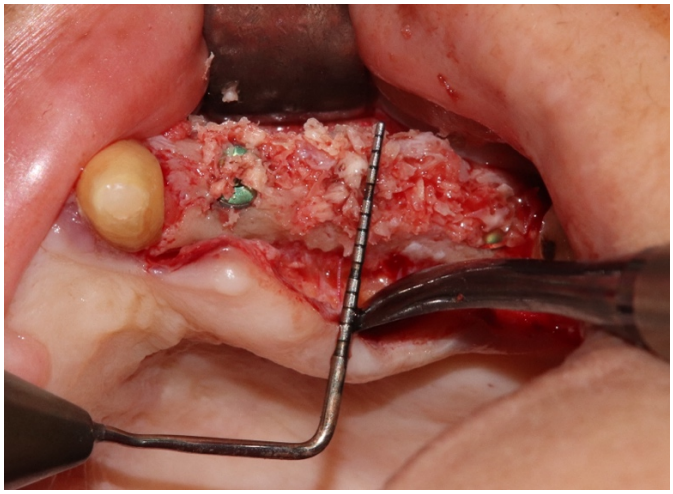
Şekil 3.16 Ekspansiyon drilleri ile yapılan genişletme sonucu kret görüntüsü



Şekil 3.17 Uygun boyda ve çapta implantın genişletilen sokete uygulanması



Şekil 3.18 İmplantların genişletilen soketteki klinik görüntüsü



Şekil 3.19 İmplant-kemik arasında kalan boşlukların greftlenmesi

3.2.5 Verilerin Toplanması

Hastalardan toplanan veriler ISQ (Implant Stability Quotient) ölçümleri ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografiden yapılan kemik kazanımı ölçümleridir.

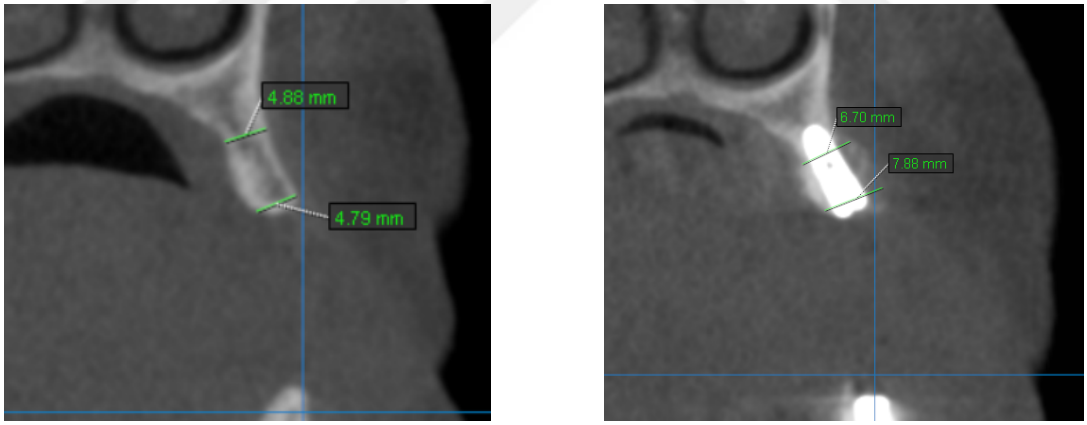
3.2.5.1 ISQ Ölçümleri

Çalışmamızdaki hastalara uygulanan implantlardan ISQ ölçümü yapılırken her implant markasına özgü üretilen SmartPeg (Osstell, Göteborg, İsveç) transdüktör parçası implanta kendi anahtarıyla yerleştirildi. Daha sonra Osstell RFA cihazı (Osstell, Integration Diagnostics AB, Göteborg, İsveç) bu transdüktör parçaya 1 mm mesafe kalacak şekilde yakınlaştırılıp ölçüm yapıldı. Daha sonra ekrandaki ölçüm değeri kayıt altına alındı. Ölçümler implantın meziodistal ve bukkolingual yönünde yapıldı. Bu iki değerin aritmetik ortalaması alınarak tek değere düşürüldü. Bu ölçümler her bir implant için iki farklı zamanda yapıldı. İlk ölçüm implantın yerleştirildiği andaki primer stabilitesinin ölçümünde yapıldı. İkinci ölçüm ise 3-4 ay sonra diş eti şekillendiricilerinin takıldığı operasyonda ölçüldü. Böylece implantların osseointegrasyon süreci değerlendirilmiş oldu. Osstel cihazı üretici talimatlara uyularak kullanıldı.

3.2.5.1 Tomografik Ölçümler

Çalışmamızdaki hastaların tomografi görüntüleri Ordu üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Bölümündeki konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) cihazı (KaVo OP 3D Vision, Imaging Sciences International LLC, USA) ile alındı. Hastalardan operasyon öncesi ve 4 ay sonrası olmak üzere tomografik görüntüler alındı. Çalışmamızdaki hastalardan ameliyat öncesi ve sonrası kemik kazanımı, tomografi görüntüleri üzerinden ölçüldü. Yapılan ölçümler OnDemand 3D adlı bigisayar programında (Cybermed Inc., Daejon, Kore) dijital bir şekilde yapıldı. Ölçümler implantın koronal ve apikal bölgesinde aynı kesitlerde ve aynı noktalardan yapıldı. İmplantların bukkal ve lingual/palatinal kemik duvarlarının en uç noktaları horizontal genişliği gösterecek şekilde 3D ölçüm yapılarak ölçüldü (Resim 3.20).

Bu süreç, operasyon öncesi ve sonrası horizontal kemik miktarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla gerçekleştirildi. Aynı program kullanılarak her iki döneme ait kemik miktarı ölçüldü ve ölçümler arasındaki fark, kemik kazanım miktarı olarak belirlendi.



Şekil 3.20 Tomografik ölçümlerin koronal ve apikal noktalarda yapılması

3.3 İstatistiksel İncelemeler

İstatistiksel analizler için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 (Kaysville, Utah, USA) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (Ortalama, Standart Sapma, Medyan, Minimum, Maksimum) kullanıldı. Grup karşılaştırmalarında Independent Sample T test, Mann Whitney U testi ve One Way Anova testi kullanıldı. Takip ölçümlerini değerlendirmek için Paired-Samples test ve Wilcoxon Signed Rank testi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.01$ ve $p<0.05$ düzeylerinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

4.1 Demografik Bulgular

Çalışmamızda 31'i erkek 34'ü kadın toplamda 65 hastamıza alveoler kret split tekniğiyle uygulanan 268 adet implant cerrahisi işleminin sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastalarımızın 18 yaşından büyük olmasına dikkat edilmiştir. Hastalarımızın yaş ortalaması 51,75 olup en büyük yaş 69 ve en küçük yaş ise 31'dir.

Tablo 4.1 Cinsiyete Göre Hasta Sayısı ve Yaş Ortalamaları

	Cinsiyet	
	Erkek	**Kadın**
Hasta Sayısı	**31**	**34**
Yaş Ortalaması	**51,03**	**52,41**

4.2 Klinik Bulgular

4.2.1 ISQ Ölçümlerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada, farklı anatomik bölgelerde implant stabilitesi değerlendirilmiştir. Versah (osseodensifikasyon) ve Kontrol (konvansiyonel) grupları karşılaştırmak amacıyla maxilla anterior, maxilla posterior, mandibula anterior ve mandibula posterior bölgelerinde primer stabilite (T0) ve sekonder stabilite (T1) ölçümleri alınmıştır. İstatistiksel analizlerle gruplar, bölgeler ve stabiliteler arasında anlamlı farklar değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2 Maxilla Anterior Bölgede ISQ Ölçümlerinin Kıyaslanması

		Versah Grubu		Kontrol Grubu		[a]p
		Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	
Maxilla Anterior Bölge	*T0(Primer Stabilite)*	81,98±4	73-90 (82)	77,37±5,5	65-86 (77)	***0,001****
	T1 (Sekonder Stabilite)	82,37±4,91	73-92 (82)	77,27±5,25	68-87 (77)	***0,001****
[c]p		***0,685***		***0,934***		

[a]*Independent Samples Testi* ** *p<0,01*

[c]*Paired-Samples Testi*

Maxilla Anterior Bölge;

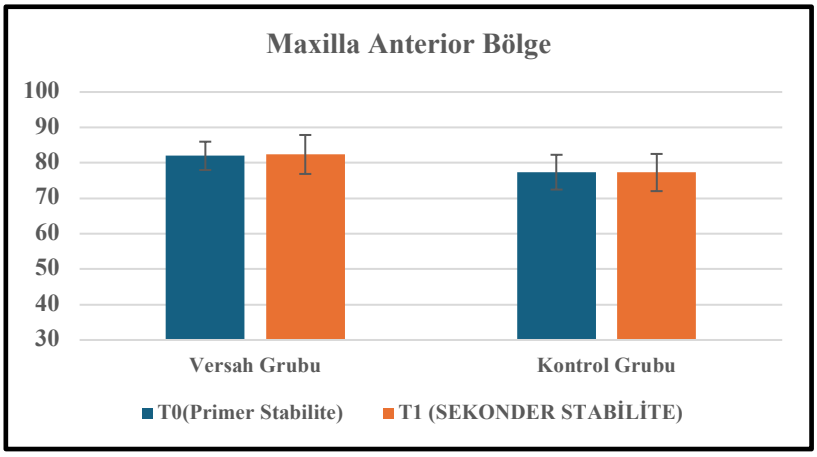
Gruplara göre T0 (Primer Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Versah grubunun daha yüksek bulunmuştur.

Gruplara göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Versah grubunun daha yüksek bulunmuştur.

Maxilla Anterior Bölge;

Versah grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05).

Kontrol grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05).



Şekil 4.1 Maxilla anterior bölgede ISQ ölçümlerinin kıyaslanması

Tablo 4.3 Maxilla Posterior Bölgede ISQ Ölçümlerin Kıyaslanması

		Versah Grubu		Kontrol Grubu		
		Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	[a]p
Maxilla Posterior Bölge	***T0(Primer Stabilite)***	81,54±3,68	71-89 (82)	76±5,63	62-86 (76)	***0,001****
	T1 (Sekonder Stabilite)	81,39±4,55	72-89 (82)	74,61±5,07	61-84 (75)	***0,001****
[c]p		***0,845***		***0,220***		

[a]*Independent Samples Testi* ** *p<0,01*

[c]*Paired-Samples Testi*

Maxilla Posterior Bölge;

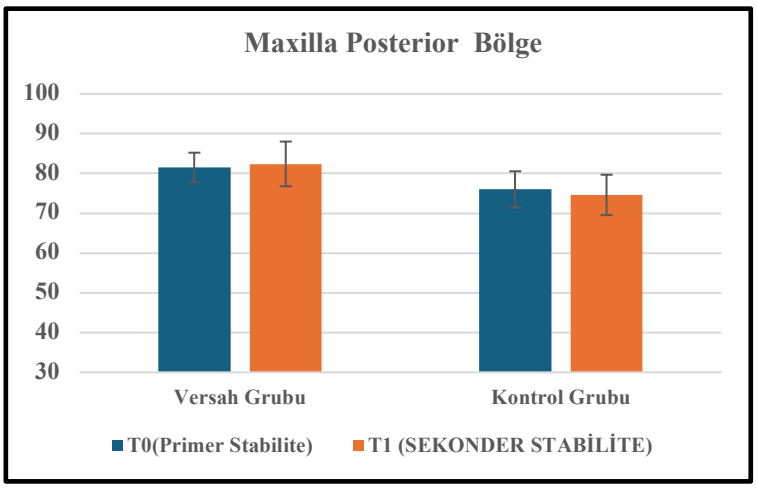
Gruplara göre T0 (Primer Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Versah grubunun daha yüksek bulunmuştur.

Gruplara göre T1 (Sekonder Stabilite ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Versah grubunun daha yüksek bulunmuştur.

Maxilla Posterior Bölge;

Versah grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05).

Kontrol grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05).



Şekil 4.2 Maxilla posterior bölgede ISQ ölçümlerinin kıyaslanması

Tablo 4.4 Mandibula Anterior Bölgede ISQ Ölçümlerin Kıyaslanması

		Versah Grubu		Kontrol Grubu		
		Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	[b]p
Mandibula Anterior Bölge	***T0(Primer Stabilite)***	81,6±6,24	68-88 (84)	83,08±4,81	74-88 (85)	***0,536***
	T1 (Sekonder Stabilite)	82,7±4,99	75-92 (83)	85,17±4,97	76-91 (86)	***0,261***
[d]p		***0,693***		***0,284***		

[b]*Mann Whitney U Testi*

[d]*Wilcoxon Signed Rank test*

Mandibula Anterior Bölge;

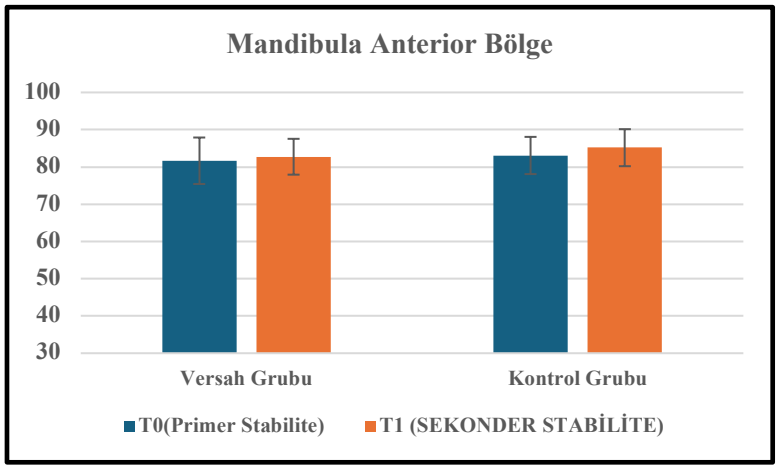
Gruplara göre T0 (Primer Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Gruplara göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Mandibula Anterior Bölge;

Versah grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05).

Kontrol grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05).



Şekil 4.3 Mandibula anterior bölgede ISQ ölçümlerin kıyaslanması

Tablo 4.5 Mandibula Posterior Bölgede ISQ Ölçümlerin Kıyaslanması

		Versah Grubu		Kontrol Grubu		
		Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	[a]p
Mandibula Posterior Bölge	***T0(Primer Stabilite)***	83,93±3,4	76-89 (85)	82,07±5,25	71-90 (83)	***0,061***
	T1 (Sekonder Stabilite)	86±4,25	71-94 (87)	81,41±6,79	66-92 (83)	***0,001****
[c]p		***0,021****		***0,631***		

[a]*Independent Samples Testi* ** *p<0,01*

[c]*Paired-Samples Testi* **p<0,05*

Mandibula Posterior Bölge;

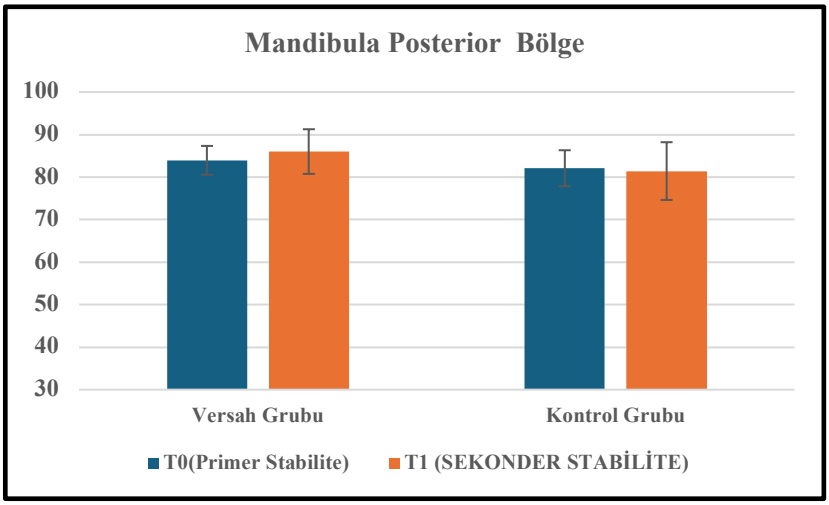
Gruplara göre T0 (Primer Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Gruplara göre T1 (Sekonder Stabilite ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Versah grubunun daha yüksek bulunmuştur.

Mandibula Posterior Bölge;

Versah grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,021; p<0,05).

Kontrol grubunda T0 (Primer Stabilite) ölçümüne göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünde görülen değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05).



Şekil 4.4 Mandibula posterior bölgede ISQ ölçümlerin kıyaslanması

Tablo 4.6 Versah Grubunda; Bölgelere Göre ISQ Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

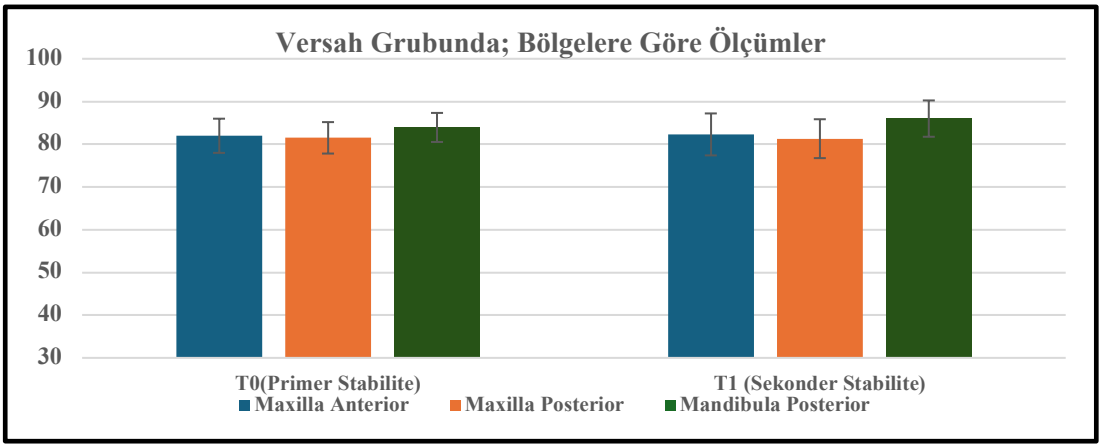
		Bölge						[e]p
		Maxilla Anterior		Maxilla Posterior		Mandibula Posterior		
		Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	
Versah Grubu	*T0(Primer Stabilite)*	81,98±4,0	73-90 (82)	81,5±3,68	71-89 (82)	83,93±3,4	76-89 (85)	*0,001***
	T1 (Sekonder Stabilite)	82,3±4,91	73-92 (82)	81,3±4,55	72-89 (82)	86,0±4,25	71-94 (87)	*0,001***

[e]*One Way Anova Testi* ***p<0,01*

Versah Grubu;

Bölgelere göre T0 (Primer Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Yapılan ikili karşılaştırmalara göre Mandibula Posterior Bölgesinin T0 (Primer Stabilite) ölçümünün, Maxilla Posterior Bölgesinden yüksek olması anlamlı bulunmuştur (p=0,012; p<0,05). Diğer gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

Bölgelere göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Yapılan ikili karşılaştırmalara göre Mandibula Posterior Bölgesinin T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünün, Maxilla Anterior Bölgesi (p=0,001) ve Maxilla Posterior Bölgesinden (p=0,002) yüksek olması anlamlı bulunmuştur (p<0,01). Diğer gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).



Şekil 4.5 Versah grubunda; bölgelere göre ISQ ölçümlerin değerlendirilmesi

Tablo 4.7 Kontrol Grubunda; Bölgelere Göre ISQ Ölçümlerin Değerlendirilmesi

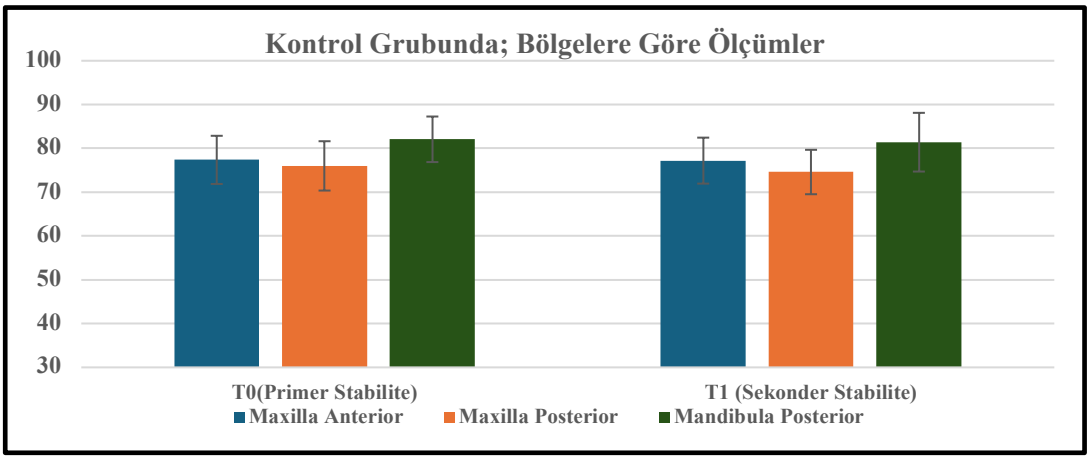
		Bölge						
		Maxilla Anterior		Maxilla Posterior		Mandibula Posterior		
		Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	[e]p
Kontrol Grubu	***T0(Primer Stabilite)***	77,37±5,5	65-86 (77)	76,0±5,63	62-86 (76)	82,07±5,2	71-90 (83)	***0,001****
	T1 (Sekonder Stabilite)	77,2±5,25	68-87 (77)	74,6±5,07	61-84 (75)	81,41±6,7	66-92 (83)	***0,001****

[e]One Way Anova Testi ***p<0,01*

Kontrol Grubu;

Bölgelere göre T0 (Primer Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Yapılan ikili karşılaştırmalara göre Mandibula Posterior Bölgesinin T0 (Primer Stabilite) ölçümünün, Maxilla Anterior Bölgesi (p=0,001) ve Maxilla Posterior Bölgesinden (p=0,002) yüksek olması anlamlı bulunmuştur (p<0,01). Diğer gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).

Bölgelere göre T1 (Sekonder Stabilite) ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Yapılan ikili karşılaştırmalara göre Mandibula Posterior Bölgesinin T1 (Sekonder Stabilite) ölçümünün, Maxilla Anterior Bölgesi (p=0,001) ve Maxilla Posterior Bölgesinden (p=0,002) yüksek olması anlamlı bulunmuştur (p<0,01). Diğer gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05).



Şekil 4.6 Kontrol Grubunda; Bölgelere Göre ISQ Ölçümlerin Değerlendirilmesi

4.3 Radyografik Bulgular

4.3.1 Tomografik Ölçümlerin Karşılaştırılması

Bu çalışmada, kretlerin horizontal genişliklerinin ölçümleri koronal ve apikal bölgelerden yapılmıştır. Operasyon öncesi (preop), operasyon sonrası (postop) ve kemik kazanımı olarak mm cinsinden tomografik ölçümler kayıt altına alınmıştır. Versah (osseodensifikasyon) ve kontrol (konvansiyonel) grupları karşılaştırmak amacıyla kretlerin postop genişliklerinden preop genişlik değerleri çıkarılarak kemik kazanım miktarı (mm) belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerle gruplar ve koronal-apikal bölgeler arasında kemik kazanım miktarlarındaki anlamlı farklar değerlendirilmiştir.

Tablo 4.8 Kret Genişliklerinin Kıyaslanması (mm)

		Kret Genişliği				
		Koronal		*Apikal*		[a]p
		Mean±Sd	Min-Max (Median)	Mean±Sd	Min-Max (Median)	
Preop	***Versah***	4,27±1,03	3,1-5,8 (4,1)	7,12±0,69	5,8-7,9 (7,2)	***0,044****
	Kontrol	3,78±1,12	2,7-5,8 (3,3)	6,52±0,98	4,8-8,3 (6,7)	***0,045****
[b]p		**0,350**		**0,156**		
Postop	***Versah***	7,08±0,58	6,3-7,9 (7,3)	7,86±0,86	6,2-8,8 (8,1)	***0,111***
	Kontrol	6,77±0,97	5,9-8,7 (6,3)	7,73±0,72	6,7-8,7 (7,8)	***0,596***
[b]p		**0.248**		**0.748**		
Kemik kazancı	***Versah***	2,81±0,59	2-3,6 (3,1)	0,73±0,2	0,4-1 (0,8)	***0,001****
	Kontrol	2,99±0,37	2,4-3,6 (3,1)	1,37±0,83	0,4-2,8 (1,2)	***0,001****
[a]p		***0,720***		***0,156***		

[a]*Mann Whitney U Testi* *$p<0,05$

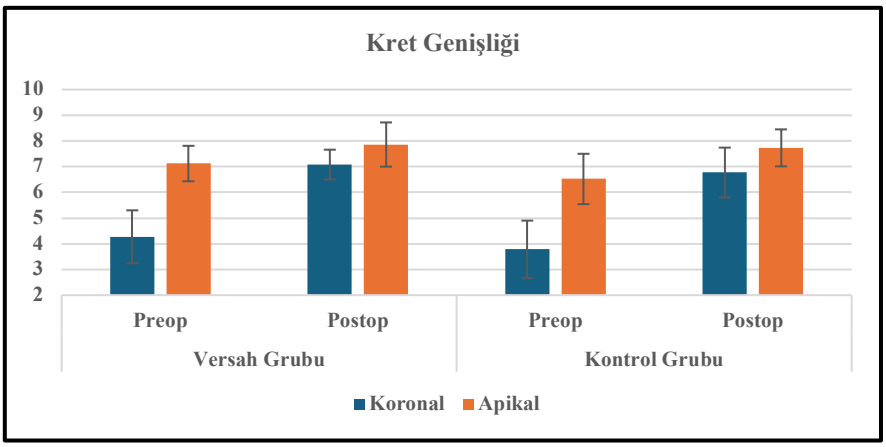
[b]*Independent Samples Testi*

Koronal;

Gruplara göre koronal Preop kret genişliği ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Apikal;

Gruplara göre apikal Preop kret genişlikleri ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).



Şekil 4.7 Gruplarda; Koronal ve Apikal'a Göre Kret Genişlikleri (mm)

Koronal;

Gruplara göre Koronal kemik kazancı ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Apikal;

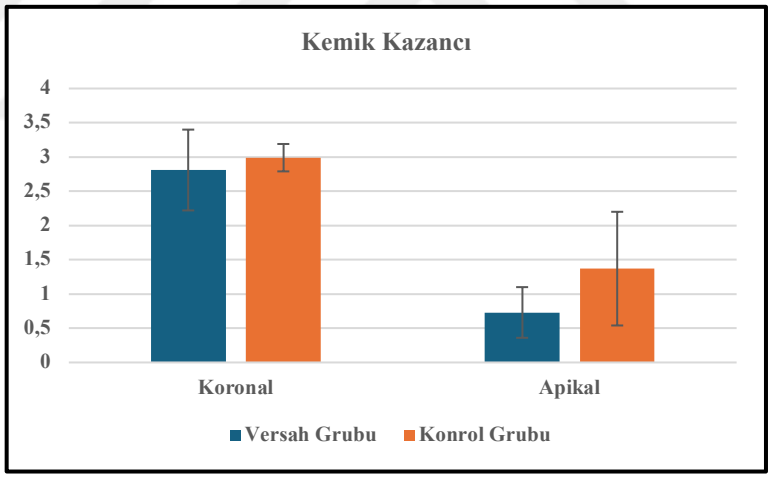
Gruplara göre Apikal kemik kazancı ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Versah Grubu;

Koronal ve Apikal'a göre kemik kazancı ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Koronal'ın kemik kazancı ölçümü daha yüksek bulunmuştur.

Kontrol Grubu;

Koronal ve Apikal'a göre kemik kazancı ölçümleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001; p<0,01). Koronal'ın kemik kazancı ölçümü daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.8 Gruplara Göre Kemik Kazancı Ölçümleri (mm)

5. TARTIŞMA

İnsanlar dişlerini çürük, periodontal hastalık, travma gibi nedenlerden dolayı kaybedebilirler. Bu insanların çiğneme ile konuşma fonksiyonlarını düzgün bir şekilde idame ettirebilmesi ve estetiği geri kazanabilmesi için kaybedilen dişleri geri kazanmaya yönelik ihtiyaçları oluşur. Bu ihtiyaçların karşılanması için diş hekimliği tarihinde uzun yıllardır sabit ve hareketli protezler uygulanmaktadır. Hastaların, sabit restorasyonları talep etmesi ancak kron- köprü restorasyonlarında yapıldığı gibi kendi doğal dişlerini kestirmek istememesi dental implantlara olan talebi artırmaktadır. Böylece modern diş hekimliği uygulamalarının ve insanların bilinç düzeyinin artmasıyla dental implantlar kron-köprü ve diğer hareketli protezlerin yerini almaktadır (P.-I. Brånemark vd., 1969; Türker M. & Yücetaş Ş., 1997). 1960'larda Branemark tarafından osseointegrasyonun tanımlanmasının ardından, dental implantlar hem total hem de kısmi dişsizlik vakalarının tedavisinde diş kayıplarını telafi etmek için bilimsel olarak kabul görmüş bir yöntem haline gelmiş ve günümüzde de yaygın olarak tercih edilmektedir (Buser vd., 1997). Dental implant uygulamalarının mevcut kemiği koruma yandaki dişlere zarar vermeden eksik dişleri yerine koyma ve yüksek başarı oranları gibi avantajları olmasına rağmen günümüzde plansız bir şekilde çok sayıda uygulandığı için komplikasyonlarla karşılaşma oranı da artmaya başlanmıştır. Araştırmacılara göre bu oran %5-11 arasındadır (O'Mahony & Spencer, 1999). Bu komplikasyonun sebebi implant ve yerleştirildiği kemik arasında düzgün bir osseointegrasyonun gerçekleşmemesidir (P.-I. Branemark, 1983a). Osseointegrasyon, daha önce de tanımı yapıldığı üzere implantın kemik içerisine yerleştirilmesinden bir süre sonra kemik dokusuyla implant yüzeyi arasında herhangi bir yumuşak doku oluşmaksızın stabil bir şekilde iyileşmesi sonucu oluşan biyomekanik bağlantı olarak tanımlanabilir (Meffert vd., 1987). Osseointegrasyon bir iyileşme süreci olup önce primer stabiliteyle başlar daha sonra sekonder stabilite ile devam eder. Primer stabilite implantın yerleştirildiği andaki kemikle teması sonucu oluşan mekanik sıkışmadır. Sekonder stabilite ise kemik remodelasyonu sonucu implant yüzeyi ve kemik arasında oluşan biyomekanik bağlantıya verilen isimdir. Bu stabilitelerin oluşması ve korunması sonucu implant, üzerine gelen okluzal kuvvetlere mukavemet gösterebilir ve sonuçta başarılı bir osseointegrasyon gerçekleşmiş olur. Başarılı bir osseointegrasyon için öncelik primer stabilitenin sağlanmasıdır. İyi bir

primer stabilite sonucu sekonder stabiliteye geçiş daha hızlı ve sorunsuz olur (P.-I. Branemark, 1983a).

Primer stabiliteyi etkileyen faktörler arasında hastanın kemik dokusunun ne kadarının trabeküler ve kortikal olduğu (D1, D2, D3, D4) yani kemiğin kalitesi vardır. Bizim mevcut çalışmamızda stabilite ölçümleri yapılan hastaların çeneleri dört quadranta ayrılarak kemik yoğunlukları standardize edilmeye çalışıldı. Primer stabiliteyi etkileyen bir diğer faktör ise kemiğin horizontal ve vertikal olarak yeterli miktarda olmasıdır. Bizim çalışmamıza yeterli vertikal kemik yüksekliği bulunan ve horizontal kemik kaybı olan hastalar dahil edildi. İmplantların mikro ve makro geometrisi ve kullanılan yüzey özellikleri de primer stabiliteyi etkilediği için çalışmamızda tek bir marka implant (OSSTEMIMPLANT, Seul, Güney Kore) kullanıldı. Primer stabiliteyi etkileyen önemli unsurlardan biri de implant soketi hazırlanırken yapılan ostetomi yöntemidir. İmplant soketi hazırlanırken çevresindeki kemik dokusunun kalitesi ve miktarının korunması, primer stabilitenin artmasına katkıda bulunur. Primer stabilitenin belirli bir düzeyde yükselmesi, implant-kemik temas yüzey miktarını artırarak iyileşme sürecini hızlandırır ve osseointegrasyonun düzgün bir şekilde gerçekleşmesini destekler (Marquezan vd., 2012; Turkyilmaz vd., 2008). Günümüzde hastaların protetik restorasyonlarına daha kısa sürede ulaşmak isteme taleplerinin artmasıyla, araştırmacılar implantlarda osseointegrasyon sürecini hızlandırmak için primer stabiliteyi artırma çabalarına girişmişlerdir. Geçmişte, implantların yerleştirildikten sonra osseointegrasyonunun tamamlanabilmesi için alt çenede 3-4 ay, üst çenede ise 6-8 ay beklenip bu sürenin sonunda protetik yükleme yapılmaktaydı. Hatta greftleme prosedürleri uygulanan hastalarda bu süre daha da uzamaktaydı. Günümüzde ise yapılan araştırmalar, farklı implant uygulama yöntemleri ile hastaların post operatif komplikasyonları da azaltılarak osseointegrasyon süresinin kısaltılabileceğini öne sürmektedir (P. I. Branemark, 1959).

Bu bilgilerden anlaşılacağı üzere implantların başarısı ve sağ kalımı için implantların çene kemiğine sorunsuz bir şekilde osseointegre olması gerekmektedir. Bunun en önemli koşulu da başarılı bir primer stabiliteden geçer. İmplantın kemik dokusuyla olan mikro ve makro temas yüzey alanları ne kadar fazla ise primer stabilite de o kadar yüksek olur ve sonuçta primer stabiliteden sekonder stabiliteye geçerken

iyileşme süreci daha kısa ve düzgün olur. Böylece implant üstü restorasyonlar daha hızlı ve güvenilir bir şekilde hastalar tarafından kullanılabilir.

Başarılı bir ossseointegrasyon ve primer stabilite için horizontal ve vertikal yönde yeterli kemik hacmi olması gerekmektedir. Basettti ve çalışma arkadaşları, günümüzde standart ölçülerdeki bir dental implantın (ort. 4mm çap) yerleştirilebilmesi için gerekli olan horizontal yönde alveolar kemik genişliğinin en az 6 mm olması gerektiğini belirtmişlerdir (Bassetti vd., 2016). Bu genişlik miktarı da yerleştirilen implantın tüm yüzeylerini en az 1-1.5 mm kemik dokusu ile çevrelenmesini mümkün kılacak şekilde ortaya çıkmıştır (Khojasteh vd., 2012). Fakat dental implant talebiyle gelen özellikle uzun süre önce dişini kaybetmiş hastalarda çoğunlukla bu miktarlarda kemik dokusuyla karşılaşılmamaktadır. Bunun en önemli nedeni ise dişin kaybedildiği özellikle ilk 6 ayda %60'a varan alveoler kemik rezorpsiyonun meydana gelmesidir. Kemik rezorpsiyon sonucu meydana gelen kayıp, özellikle vertikal yöne kıyasla horizontal yönde daha şiddetli ve hızlı bir şekilde gerçekleşir (Elnayef vd., 2015). Çalışmamıza dahil edilen hastaların rezidüel kret genişlikleri konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve klinik ölçümlerle ölçülmüş olup bu genişlikler 2.7-5.8 mm arasında değişmektedir. Bu genişliklerdeki alveoler kretlere implant yerleşimi hekimleri zorlayabilmektedir. Bu tür hastalarda estetik ve fonksiyonel olarak başarılı bir implant üstü restorasyon yapılabilmesi için kemik ve hatta yumuşak doku ikamelerine ihtiyaç duyulur. Bu kemik artırımları implantasyondan önce ve implantasyonun yapıldığı ameliyatta gerçekleştirilebilir (Aghaloo & Moy, 2007; Rahpeyma vd., 2013). En çok kullanılan horizontal kemik artırma yöntemleri alveoler kret split tekniği ve otojen onley blok greftleme yöntemidir. Bu iki yöntem horizontal yönde kemik artırımı için altın standart olarak kabul edilir (McAllister & Haghighat, 2007).

Artık modern diş hekimliğinde, özellikle cerrahi tedavilerde tedavi yöntemleri seçilirken hastaya karşı travmatik işlemlerin sınırlandırılması ve minimal invaziv yöntemlerin tercih edilme sıklığı artmaktadır. Blok greft uygulamaları gibi implantasyondan önce uygulanan kemik artırımları hem ek maliyet hem donör saha morbiditesi hem de iyileşme sürecini uzatması nedeniyle hastalar tarafından tercih edilmemektedir. Onley blok kemik greft tekniği ve alveoler kret split tekniği birçok araştırmada karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemle de önemli düzeyde horizontal kemik artırımı elde etmek mümkündür. Ancak onley blok greft tekniğinin başarılı olabilmesi

için blok greftin, yerleştirildiği bölgede tamamen stabil olacak şekilde fikse edilmesi ve kanlanmayla beslenebilmesi için kemik yüzeyine dekortikasyon işlemi yapılarak mümkün olduğunca kemik dokusuyla temas yüzey alanını arttırılması gerekmektedir. Bu da işlemi zorlaştırmakta ve daha fazla teknik hassasiyet gerekmektedir (de Carvalho vd., 2000).

Altıparmak ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada horizontal kemik yetersizliği olan hastalardan 56 hastanın yarısına alveoler kret split işlemiyle 42 implant diğer yarısına ise onley blok kemik grefti işlemiyle 43 implant uygulanmıştır. İmplant yerleştirilmesinden sonra, iki grup da ortalama 7-8 ay süreyle izlenmiştir. Alveoler kret split tekniği uygulanan hastalarda yerleştirilen implantların tamamı %100 sağ kalım oranı göstermişken, onley blok kemik grefti yöntemiyle uygulanan implantlarda %92'lik bir sağ kalım oranı göstermiştir (Altıparmak ve ark., 2017). Alveoler kret split tekniğine kıyasla onley blok kemik grefti yönteminde, donör cerrahi alanın bulunması, daha yüksek bir morbidite riskini beraberinde getirebilir. Bu yüzden hastaların postoperatif şikayetlerinin de daha fazla olduğu görülmüştür. Komplikasyon riski daha çok ve şiddetli olduğu için de hekim tarafından sık randevularla takip edilmesi gerekir (Holtzclaw vd., 2010; Tolstunov & Hicke, 2013). Arad ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir klinik çalışmada, blok kemik ogmentasyonu sonrasında yara açılması sonucu %12,5 oranında greft kaybı yaşandığı bildirilmiştir (Schwartz-Arad vd., 2005). Bu bilgilerden ve çalışmalardan yola çıkarak horizontal kemik artırımı yöntemi olarak alveoler kret split tekniği uygulanan hastalar çalışmamıza dahil edilmiştir.

Çalışmamızda horizontal yönde alveoler kemik yetersizliği olan hastalarda konvansiyonel ve osseodensifikasyon yöntemiyle yapılan alveoler kret split operasyonlarının karşılaştırılması retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda 31'i erkek 34'ü kadın toplamda 65 hastamıza alveoler kret split tekniğiyle uygulanan 268 adet implant cerrahisi işleminin sonuçları değerlendirmeye alınmıştır. Bir gruba osseodensifikasyon frezleriyle kret genişlemesi yapılırken diğer gruba ise konvansiyonel yöntemle kret genişlikleri artırılarak implantlar uygulandı. Tüm implantlar alveoler kret ekspansiyonunun yapıldığı seansta yerleştirildi ve yerleştirilen implantların tüm yüzeylerinde en az 1-1.5 mm kemik dokusu kalmasına dikkat edildi. Yerleştirilen implantların yerleştirme torku ve RFA yöntemiyle stabilite

değerleri kayıt altına alındı. RFA ölçümleri ise implantasyonun hemen sonrasında ve post-operatif 3-4. aylarda olmak üzere iki farklı zaman diliminde yapıldı. Tork ve ISQ değerlerine ek olarak konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) görüntüleme yöntemi ile kemik kazanımları iki farklı frezleme sistemi için karşılaştırıldı.

Jaffin RA ve arkadaşlarının yaptıkları bir araştırmada, düşük kemik yoğunluğuna yerleştirilen implantlarda primer stabilite sağlamasındaki zorluk nedeniyle osseointegrasyonun gerçekleşmediğini ve sonuç olarak D4 kemiğe yerleştirilen implantların %35'inin başarısızlıkla sonuçlandığını gözlemlemişlerdir (Jaffin & Berman, 1991). Hermann ve arkadaşlarının çalışmalarında ise, spongiyöz kemiklere yerleştirilen implantlara kıyasla daha dens kemiklere yerleştirilen implantların primer stabilitelerinin yetersiz olmasının, bunun sonucunda sekonder stabilitenin oluşmadığını ve implantların osseointegre olmadıklarını belirtilmiştir (Herrmann vd., 2005). Mevcut çalışmamızda kemik yoğunluklarını standardize edebilmek amacıyla stabilite ölçümleri; maxilla anterior, maxilla posterior, mandibula posterior ve mandibula anterior bölgelerinde ayrı ayrı ölçülerek yapılmıştır. Böylece kemik yoğunluklarına göre test ve kontrol grupları arasında avantaj veya dezavantaj durumu ortadan kaldırılmıştır. Ölçümlerin tutarlılığı açısından test ve kontrol gruplarının ikisinde de ortalama ISQ değerleri hem primer hem de sekonder stabilite için mandibulada maxillaya göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek çıkmıştır. Bunun yanında implantları aynı marka kullanmamızın nedeni de yine aynı şekilde test ve kontrol grubu için eşit şartları sağlayarak implantla bağlı (yüzey özellikleri, yüzey işlemleri vb.) primer ve sekonder stabiliteyi etkileyebilecek durumların ortadan kaldırılmasıdır.

Araştırmacılar düşük yoğunluklu kemiklerde kemik miktarını ve kalitesini artırmak ve primer stabiliteyi iyileştirmek amacıyla çeşitli teknikler geliştirmiştir. Bu teknikler arasında, osteotom ve kondansatörlerin kullanarak kemiği yoğunlaştırmak, implantı sıkıştırmak için implant çapından daha küçük final drill kullanmak, bikortikal fiksasyonla kemiğin kortikal tabakalarından destek almak ve piezoelektrik cihazlarla kavite hazırlamak gibi yöntemler bulunmaktadır. Bu tekniklerin avantajlarının yanında her birinin kendine özgü dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin; osteotom tekniklerinin hastalar için travmatik olması ve implant soketinde mikro fraktürler oluşturmasıdır. Bu durum kemik yıkımını uyararak rezorpsiyona ve sekonder stabilite

döneminde iyileşme sürecinin uzamasına sebep olmaktadır. Yine aynı şekilde dar açılan implant yuvasına geniş çapta bir implant yerleştirilmesi de beslenmeyi etkileyerek kemik nekrozuna sebep olur ve implantın osseointegrasyonu olumsuz yönde etkilenir. Bikortikal fiksasyon tekniğinde ise kemikte oluşturduğu strese bağlı implantlarda veya kemiklerde kırıklar oluştuğu literature kaydedilmiştir (Degidi vd., 2015; Ivanoff vd., 2000).

Bu zorluklara alternatif olarak osseodensifikasyon tanımının mucidi Salah Huwais tarafından 2015 yılında yeni bir drill sistemi piyasaya sürülmüştür. Kemik yoğunluğunu artıran bu driller Densah (Versah) olarak adlandırılmıştır. Osseodensifikasyon tekniği ile implantın primer stabilitesinin artmasının yanı sıra, kemik plastik bir deformasyonla genişletilerek implant soketi etrafında fenestrasyon ve dehissens gibi defektlerin oluşmasını engeller. Kendine özgü tasarıma bağlı olarak, bu driller, implant soketi oluşturulurken konvansiyonel driller gibi kemiği çıkarmaz, kemiği otogreftleme yoluyla korur ve sonuç olarak kemik yoğunluğu artırılıp, implant-kemik temas yüzey alanı artırılmış olur. Ayrıca, frezleme sırasında kemik kaybına yol açmadığı için, kemik artırımı gerektiren cerrahi işlemlere duyulan ihtiyacı da minimuma indirecektir (Huwais & Meyer, 2017; Lopez vd., 2017).

Literatüre bakıldığında densah frezler ve osseodensifikasyon tekniği ile alakalı çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Çalışmalar çoğunlukla in-vitro hayvan deneyleridir. Klinik çalışmalar yeterli değildir ve genellikle kısa süreli vaka raporlarından oluşmaktadır. Bunun en önemli nedeni osseodensifikasyon tekniğinin yeni olması ve bu frezlerin standart implant uygulamalarında henüz yaygın olarak kullanılmamasıdır. Yapılan çalışmalarda frezlerin genellikle sinüs yükseltme etkinliğinden bahsedilmiş olup kret genişletme etkinliğiyle alakalı yayınların çok az olduğu ve örneklem büyüklüklerinin yetersiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmamızda hasta popülasyonu artırılarak osseodensifikasyon yöntemi ve konvansiyonel yöntemin kret genişlemesindeki etkinliği ve implantların başarısı karşılaştırılmıştır.

Tian ve arkadaşlarının 6 mini domuz üzerinde 2018 yılında yaptıkları bir in vitro çalışmada osseodensifikasyon ve konvansiyonel yöntemle alveoler kret genişletme operasyonlarını karşılaştırılmıştır. Toplamda 12 adet implant uygulanmıştır. İki grup arasında kret genişletme etkinliği olarak osseodensifikasyon yöntemiyle daha fazla

genişletme yaptıklarını fakat bunun anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Domuzların kemikleri üzerinde yaptıkları histomorfometrik analizle kemik implant temasını incelemeleri sonucu osseodensifikasyon yönteminde konvansiyonel gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek kemik implant temas yüzdesi bulunmuştur. Histolojik göstergeler ossedensifikasyon yönteminin etkinliğini göstermektedir. Ameliyat esnasında bakılan ISQ ölçümü sonucu primer stabilitenin karşılaştırılmasında ise %75'lik bir farkla osseodensifikasyon yöntemi geleneksel yönteme göre daha yüksek bulunmuştur (Tian vd., 2019).

Bizim çalışmamızda Tian ve arkadaşlarının yaptığı çalışmayla paralel olarak Osstell ISQ değerleri hem primer hem sekonder stabilite olarak iki aşamada bakılmış olup hem primer hem sekonder stabilitede osseodensifikasyon grubunda konvansiyonel gruba göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek çıkmıştır. Ancak kret genişletme etkinlikleri karşılaştırıldığında konvansiyonel grupta versah grubuna göre daha fazla kemik kazanımı gözlenirken bu fark iki grup arasında anlamlı bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda yerleştirme torku ortalama iki grupta da aynı çıkmıştır ve anlamlı bir fark yoktur.

İmplant stabilitesi ölçümü yapılırken, çıkarma tork analizi, itme/çekme testleri ve histomorfometrik incelemeler gibi yöntemler kullanılabilmektedir. Ancak bu yöntemlerin doğru ve istenilen sonuçları vermediği ve invaziv yöntemler arasında olduğu için in-vitro hayvan deneylerinde kullanılmaktadır. Bu yüzden araştırmacılar tarafından klinik çalışmalarda tercih edilmemektedir. Bu durumu aşmak amacıyla, daha hassas ve numerik ölçüm yapabilen ayrıca non-invaziv özellikte olan yerleştirme torku, periotest ve rezonans frekans analizi gibi yöntemler geliştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur (Meredith, 1998; Van Steenberghe vd., 1995; Zix vd., 2008). Primer stabilite, implant yerleştirme sırasında kolay, hızlı ve güvenilir bir yol olan yerleştirme torku kullanılarak ölçülebilir. Ancak bu yöntemle sadece primer stabilite ölçülebilirken sekonder stabilite ölçümü yapılamaz. Kemik yoğunluğu ve yerleştirme torku arasında pozitif bir ilişki vardır. Yüksek kemik yoğunluğu, daha büyük bir yerleştirme torku değeri sunar bu da yüksek primer implant stabilitesi sağlar (Ivanova vd., 2021).

Son zamanlarda implantolojide stabilite değerlendirilmesinde en popüler yöntem RFA yöntemidir. Bu yöntemin tercih edilmesinin birçok nedeni vardır. Rezonans

frekans analizi, implant stabilitesini ölçmede numerik ve objektif sonuçlar sağlamaktadır. Bu yöntemle implantların hem primer hem sekonder stabiliteleri ölçülebilmekte ve iyileşme sürecinde dahi ölçüm yapılarak implantların stabilitesi hakkında bilgi verebilmektedir. Bundan dolayı da implantın üst yapı restorasyonunun ne zaman yüklenebileceğini konusunda hekime fikir verebileceği belirtilmektedir (Glauser vd., 2004; Meredith vd., 1997).

Nkenke ve arkadaşlarının 2003 yılında kadavralar üzerinde yaptığı bir çalışmada, periotest ve RFA ile ölçülen implant stabiliteleri karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada histomorfometrik analizle kemik-implant temas oranları incelenip iki farklı stabilite ölçüm değerleriyle nasıl bir korelasyon gösterdiği araştırılmıştır. Çalışmada, her iki yöntemin de implant stabilitesini belirlemede kullanılabileceği, ancak histolojik kesitlere bakıldığında RFA ile yapılan ölçümlerin kemik-implant temas oranı arasında daha güçlü bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak radyo frekans analiz sonuçlarının daha doğru ve güvenilir olduğu görülmüştür (Nkenke vd., 2003). Bu nedenle, bizim çalışmamızda implant stabilitesinin değerlendirilmesinde periotest yerine RFA tercih edilmiştir.

Bizim çalışmamızda primer stabilite ölçümü için yerleştirme torku ve rezonans frekans analizi yöntemi kullanıldı. Osseointegrasyon döneminden sonra, 3-4. aylarda, diş eti şekillendiricilerinin yerleştirildiği seans sekonder stabilite ölçümü için tekrardan radyo frekans analiziyle ölçümler yapıldı. Böylece iyileşme takip edilerek iki grup arasında ölçümler karşılaştırıldı.

Günümüzde çeşitli firmalar RFA yöntemiyle stabilite ölçen birçok ürün piyasaya sürmüştür. Bunlardan en bilinenleri Osstell ISQ® (Osstell AB, Göteborg, İsveç) ve Penguin RFA® (Integration Diagnostics, Göteborg, İsveç) cihazlarıdır. Becker ve arkadaşlarının 2018 yılında yapmış oldukları bir çalışmada 30 hastaya toplamda 38 implant yerleştirilmiştir. İmplantların stabilitesini yerleştirme anında ve 4,5 ay sonra radyo frekans analiziyle ölçülmüştür. Bu ölçümleri her implant için bukkal lingual mezial ve distal yönlerden Penguin ve Osstell cihazlarıyla yapılmıştır. Daha sonra Penguin ve Osstell cihazları kendi aralarında karşılaştırılmıştır. İmplantların primer ve sekonder stabilite ISQ ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Rezonans frekansı değerlendirme verilerinin her iki cihazda da uyumlu olduğu ve

implant stabilitesini belirlemede yüksek güvenilirlik sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Becker vd., 2018).

Büyükgüçlü ve arkadaşları, 2018 yılında yaptıkları bir çalışmada, implantları yumuşak ve sert ölçü maddelerine yerleştirerek RFA yöntemiyle ölçümler yaparak iki farklı RFA cihazı olan Osstell ISQ® (Osstell AB, Göteborg, İsveç) ve Penguin RFA® (Integration Diagnostics, Göteborg, İsveç) cihazlarını karşılaştırmıştır. Çalışmada implantlar yumuşak ölçü maddelerine yerleştirilince iki cihaz da atipik ve tutarsız ölçüm yapmışlar fakat implantlar sert materyallere yerleştirildiğinde ikisinin de güvenilir sonuçlar verdiği kabul edilmiştir. Osstell ve Penguin benzer bir prensiple çalışsa da tekrarlanan ölçümlerde Osstell cihazının tekrarlanabilirlik katsayısı yüksek çıkmış olup bu da tutarlılığının daha yüksek olduğu anlamına gelir. Bu sonuca göre, Osstell cihazının Penguin cihazına göre daha hassas ve güvenilir bir cihaz olduğu sonucuna varılmaktadır (Buyukguclu vd., 2018).

Bu bilgilerden yola çıkarak mevcut çalışmamızda radyo frekans analiziyle implantların stabilite ölçümü yapılırken Osstell cihazı tercih edilmiştir.

Trisi ve ekibinin 2015 yılında yaptığı çalışmada, iki koyunun kemiklerine toplam 20 implant yerleştirilmiştir. Bir tarafta yer alan implantlar geleneksel yöntemle yerleştirilirken, diğer tarafa densah frezlerle osseodensifikasyon protokolüne uygun olarak (saat yönünün tersinde) implant yerleştirilmiştir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, osseodensifikasyon tekniğinin sekonder stabiliteyi önemli ölçüde artırdığı görülmüştür. Densah frezler ile hazırlanan implant yuvalarının plastik bir deformasyonla dışa doğru genişleyerek ince kortikal kemik tabakasını da genişlettiği gözlemlenmiştir. Histolojik incelemelerde, osteotomi duvarlarında yeni kemik oluşumu ve bölgenin iyileşme sürecinde olumlu etkiler sağlandığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan osseodensifikasyon tekniği, implantın primer stabilitesini artırmakla birlikte, sekonder stabilitenin korunmasına da yardımcı olmuştur (Trisi vd., 2016b).

Bergamo ve arkadaşlarının 2021 yılında 150 adet dental implantı dahil ettikleri çalışmalarında primer ve sekonder stabiliteyi değerlendirmek için hem yerleştirme torku hem de ISQ değerleri incelenmiştir. Çeneleri bizim çalışmamızla benzer şekilde maxillayı posterior ve anterior, mandibulayı posterior ve anterior olmak üzere dört bölgeye ayırdıktan sonra kendi içlerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Bu çalışmada,

ameliyattan hemen sonra olmak üzere 0. daha sonra 3. ve 6. haftalarda ISQ değerleri ölçülüp değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, osseodensifikasyon grubunda kemik çıkarıcı konvansiyonel frezlerle açılan yuvalara yerleştirilen dental implantlara göre daha yüksek yerleştirme torku ve ISQ değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Haftalara göre ISQ değerlerine bakıldığında 3. haftada iki grupta da düşüşün gözlendiğini fakat osseodensifikasyon grubunda bu düşüşün konvansiyonel gruba göre daha az olduğu ve en fazla 68'e düştüğü gözlemlenmiştir. Sonuç olarak versah frezleriyle yapılan implantlardaki ISQ değerleri protetik yükleme için eşik değerin altına hiç düşmediği görülmüştür. Bu durum, osseodensifikasyon tekniğinin kemik yüzeyinde farklı bir remodelasyon süreci başlatma potansiyeline sahip olabileceğini düşündürmektedir (Bergamo vd., 2021).

Bizim çalışmamızda da benzer olarak ISQ değerleri, maxilla anterior ve maxilla posterior bölgede, hem implant yerleştirildiği andaki primer stabilite değerleri hem de 4 ay sonra ölçülen sekonder stabilite değerleri osseodensifikasyon grubunda konvansiyonel gruba göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek çıkmıştır. Mandibula posterior bölgede ise gruplar arasında primer stabilite değerlerinde anlamlı bir fark bulunmazken sekonder stabilite değerlerinde osseodensifikasyon grubunun daha yüksek bulunmuştur. Mandibula anterior bölgede ise iki grup arasında anlamlı bir fark yoktur. Anlamlı bir fark olmamasının sebebi ise mandibula anterior bölgenin yüksek kortikal kemik oranına sahip D1 kemik olması sonucu stabilite sonuçlarının yüksek çıkmasına bağlanabilir. Bizim çalışmamızda primer stabilite minimum ISQ değerlerine bakıldığında; kontrol grubunda 62, osseodensifikasyon grubunda ise 68 olduğu görülmüştür. Sekonder stabilite minimum ISQ değerlerine bakıldığında ise kontrol grubunda 61, osseodensifikasyon grubunda 71 olduğu görülmüştür. Sonuç olarak osseodensifikasyon grubunda protetik yükleme için eşik değer kabul edilen 65 ISQ değerinin altına hiçbir hastada düşülmediği görülmüştür.

Tofan ve arkadaşlarının 2024 yılında yaptığı bir klinik çalışmada yetersiz alveoler kret genişliği (3-5 mm) olan 19 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Bu hastalar iki gruba ayrılmış ve yarısına osseodensifikasyon yöntemiyle yarısına da konvansiyonel yöntemle kret genişletme yapılarak implantlar yerleştirilmiştir. Operasyon öncesi ve sonrası kumpasla kret genişliklerini ölçülmüştür. Ooseodensifikasyon ve konvansiyonel grup arasında kemik kazanımları

karşılaştırılmış ve anlamlı bir fark bulunmamıştır. İki grup arasında ameliyatta geçen süre karşılaştırılmış ve konvansiyonel grupta osseodensifikasyon grubuna kıyasla daha fazla zaman harcanmıştır. Sonuç olarak osseodensifikasyonla alveolar kemik genişletmesi, konvansiyonel teknikle genişletmeye kıyasla benzer horizontal kemik kazanımı ve daha az cerrahi operasyon süresi göstermiştir (Tofan vd., 2024). Kısa operasyon süresi, hastaların anksiyete durumunu ve post operatif şikayetlerini azaltabilir. Bu çalışmayla paralel olarak bizim çalışmamızda da her iki grupta horizontal kemik kazanımları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Jarikian ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptıkları çalışmada 11 hastaya toplamda 28 implant yerleştirilmiştir. Hastalar horizontal alveoler kret genişletme tekniğine göre iki eşit gruba ayrılmıştır. Bir gruba osseodensifikasyon tekniğiyle kret genişletme uygulanırken diğer gruba yivli genişletici aletlerle alveoler genişletme uygulanmıştır. İki grup arasında horizontal yönde kemik kazanım miktarları karşılaştırıldığında osseodensifikasyon grubundaki genişleme miktarı yivli genişletici grubundan istatiksel olarak anlamlı bir farkla yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak osseodensifikasyon tekniği kemiği koruyarak dehissens ve fenestrasyon oluşturmadan rezidüel alveoler genişliği kemik hacmini artırmıştır. Jarikian ve arkadaşlarının yaptığı çalışma, Versah frezlerle elde edilen horizontal alveoler genişleme miktarının manuel yivli genişleticilerden daha üstün olduğunu göstermiştir (Stepan Jarikian vd., 2021).

Koutouzis ve arkadaşlarının 2019 senesinde yaptığı retrospektif çalışmada sadece osseodensifikasyon yöntemiyle 21 hastaya toplamda 28 implant dahil edilmiştir. Birinci grup 3-4 mm, ikinci grup 5-6 mm ve üçüncü grup 7-8 mm rezidüel kret genişlikleri olacak şekilde üç gruba ayrılıp koronal ve apikalden ölçüm yapılmıştır. Tüm gruplarda koronal kısım apikal kısımdan daha fazla genişlemiştir. Kret genişlemesinin en fazla olduğu alveoler kretler, kortikal tabakalar arasında yeterli trabeküler kemiğin bulunduğu ve horizontal yönde alveoler kret genişliğinin operasyondan önce 3–4 mm olduğu grupta meydana gelmiştir. Koronalde genişlemenin apikalden fazla olmasının sebebi; apikalde daha fazla tarbeküler boşluklu kemik bulunur ve versah frezleriyle bu kısım otogrefleme yapılarak sıkıştırılır fakat kortikal tabakaya ulaşmayan frezler genişleme meydana getirmemiştir. Buna karşılık, koronal bölgede daha az trabeküler boşluklu kemik bulunur ve bu da versah frezlerinin uyguladığı genişletme özelliğini absorbe edemez ve kortikal

tabakada plastik bir deformasyon oluşarak genişleme daha fazla meydana gelmiştir (Koutouzis vd., 2019).

Koutouzis ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmaya benzer olarak bizim çalışmamızda da gruplar arasında apikal ve koronal genişleme oranları karşılaştırılmış olup ossedodensifikasyon ve konvansiyonel genişletme gruplarının her ikisinde de koronal kısım apikal kısımdan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla genişlemiştir. Osseodensifikasyon tekniğinde koronal kısmın apikal kısımdan fazla genişlemesi bizim çalışmamızla uyumludur. Kontrol grubunda da koronal kısmın daha fazla genişlemesi ise hem versah frezlerinin hem de konvansiyonel genişletme parçalarının konik yapıda olmasıyla ve genel anatomik yapı olarak çene kemiklerinin apikale doğru genişlemesi sonucu apikal kısımda kemik kazanımının daha az olmasıyla açıklanabilir.

Ayrıca bizim çalışmamızda kretlerde versah üretici talimatlarında belirtildiği gibi keskin osteotomlara ve ilave kemik genişletme işlemler uygulanmadı ve sadece ossodensifikasyon yöntemiyle kretleri genişletmeye devam edildi. Bu da Koutouzis ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada osseodensifikasyon grubunun 3-4 mm 'lik rezidüel kret genişliklerini başarılı bir şekilde artırdığıyla uyumludur. Böylelikle konvansiyonel gruba göre çekiçli osteotom ve disk frezlerinin kullanımı büyük ölçüde azaltılmış oldu. Mori ve arkadaşları kemiğe gelen travmaların büyüklüğü arttıkça osteoklast aktivasyonunun doğru orantılı bir şekilde arttığını ve bu yüzden kemiğin mikro hasarının bile direkt kemik yıkımını uyardığının önemini vurgulamışlardır. (Mori vd., 1993). Verborgt ve arkadaşları da yaptıkları in vitro çalışmada kemikte cerrahi işlem sonucu oluşturulan çatlak ve kırıkların kemiğin beslenme ve madde alış-verişinden sorumlu kanaliküler ağını sekteye uğratarak sıvı akış prosesini bozduğundan bahsetmişlerdir ve bu da kemik hücrelerinden osteositlerin beslenmesini ve osteoblastlar tarafından kemik yapımı için uyarılmasını engelleyerek hücre apoptozunu ve rezorpsiyonunu artırmıştır (Verborgt vd., 2000). Bu çalışmalardan da yola çıkarak osseodensifikasyon tekniğinin konvansiyonel kret split tekniklerine göre çekiçli osteotom gibi travmatik işlemleri minimalize ettiği ve kemikte daha az travma oluşturarak iyileşme ve osseointegrasyon sürecine olumlu katkı sağladığı sonucuna varılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- İki grupta da yerleştirme torku ve implant sağkalımı açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir.
- Osseodensifikasyon grubunda hem primer hem de sekonder stabilite ölçümlerinde hiçbir hastada protetik yükleme için eşik değer kabul edilen 65 ISQ değerinin altına düşmediği görülmüştür.
- Maxilla anterior ve maxilla posterior bölgede osseodensifikasyon grubunun hem primer stabilite değerleri hem de sekonder stabilite değerleri konvansiyonel gruba göre üstünlük gösterdiği görülmüştür. Bu fark özellikle maxilla posterior bölgede belirgindir.
- Mandibula anterior bölgede ise iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlemlenmiştir.
- Her iki grupta da primer stabilite ölçümleri ile sekonder stabilite ölçümleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, osseodenifikasyon grubunda elde edilen yüksek primer stabilite değerlerinin, iyileşme süresi boyunca korunarak stabil kaldığı görüldü.
- Osseodensifikasyon tekniğinin konvansiyonel kret split tekniklerine göre çekiçli osteotom gibi travmatik işlemleri minimalize ettiği ve kemikte daha az travma oluşturarak iyileşme ve osseointegrasyon sürecine olumlu katkı sağladığı sonucuna varılabilir.
- Ossedodensifikasyon ve konvansiyonel genişletme gruplarının her ikisinde de koronal kısım apikal kısımdan istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha fazla genişlediği görüldü.
- Her iki grupta horizontal kemik kazanımları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak osseodensifikasyonla alveoler kret genişletmesi, konvansiyonel teknikle genişletmeye kıyasla benzer horizontal kemik kazanımı sağladığı görüldü.
- Osseodensifikasyon tekniğinin özellikle D3 ve D4 gibi düşük kemik yoğunluğu olan ve dar alveoler kretlerin bulunduğu bölgelerde implant stabilitesini artırmak ve kemiği dağıtmadan genişletme etkinliğinden yararlanılarak kullanımı önerilebilir.

- Görece daha yeni bir teknik olması ve yapılan çalışmaların az olması sebebiyle uygulanan tekniklerde standardizasyonun daha iyi sağlandığı daha uzun süreli takip yapılan prospektif klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Abi-Aad, H. L., Daher, F. I., Baba, N. Z., Cordioli, G., & Majzoub, Z. A. K. (2019). Insertion Torque of Variable-Thread Tapered Implants in the Posterior Maxilla: A Clinical Study. *Journal of Prosthodontics*, *28*(2). https://doi.org/10.1111/jopr.12965

Abouzgia, M. B., & James, D. F. (1997). Temperature rise during drilling through bone. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *12*(3), 342-353.

Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B., & Brånemark, P.-I. (1981). A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *International Journal of Oral Surgery*, *10*(6), 387-416. https://doi.org/10.1016/S0300-9785(81)80077-4

Aghaloo, T. L., & Moy, P. K. (2007). Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *22 Suppl*, 49-70.

Albrektsson, T. (1983). Direct bone anchorage of dental implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *50*(2), 255-261. https://doi.org/10.1016/0022-3913(83)90027-6

Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., & Eriksson, A. R. (1986). The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *1*(1), 11-25.

Aldahlawi, S., Demeter, A., & Irinakis, T. (2018). The effect of implant placement torque on crestal bone remodeling after 1 year of loading. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, *Volume 10*, 203-209. https://doi.org/10.2147/CCIDE.S174895

Andersson, P., Pagliani, L., Verrocchi, D., Volpe, S., Sahlin, H., & Sennerby, L. (2019). Factors Influencing Resonance Frequency Analysis (RFA) Measurements and 5-Year Survival of Neoss Dental Implants. *International Journal of Dentistry*, *2019*, 1-9. https://doi.org/10.1155/2019/3209872

Araújo, M. G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, *32*(2), 212-218. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x

Atsumi, M., Park, S.-H., & Wang, H.-L. (2007). Methods used to assess implant stability: current status. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *22*(5), 743-754.

Bagno, A., & Di Bello, C. (2004). Surface treatments and roughness properties of Ti-based biomaterials. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, *15*(9), 935-949. https://doi.org/10.1023/B:JMSM.0000042679.28493.7f

Bahat, O., Fontanesi, R. V, & Preston, J. (1993). Reconstruction of the hard and soft tissues for optimal placement of osseointegrated implants. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, *13*(3), 255-275.

Bahleitner A., & Monov G. (2004). *Assessment of bone quality: Techniques, procedures and limitations.* Implant Qual compromised bone Chicago Quintessence.

Bandela, V., Shetty, N., Munagapati, B., Basany, R. B., & Kanaparthi, S. (2022). Comparative Evaluation of Osseodensification Versus Conventional Osteotomy Technique on Dental Implant Primary Stability: An Ex Vivo Study. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.30843

Barone, A., Alfonsi, F., Derchi, G., Tonelli, P., Toti, P., Marchionni, S., & Covani, U. (2016). The Effect of Insertion Torque on the Clinical Outcome of Single Implants: A Randomized Clinical Trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *18*(3), 588-600. https://doi.org/10.1111/cid.12337

Bassetti, M. A., Bassetti, R. G., & Bosshardt, D. D. (2016). The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review. *Clinical oral implants research*, *27*(3), 310-324. https://doi.org/10.1111/clr.12537

Becker, W., Hujoel, P., & Becker, B. E. (2018). Resonance frequency analysis: Comparing two clinical instruments. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *20*(3), 308-312. https://doi.org/10.1111/cid.12598

Bergamo, E. T. P., Zahoui, A., Barrera, R. B., Huwais, S., Coelho, P. G., Karateew, E. D., & Bonfante, E. A. (2021). Osseodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *23*(3), 317-328. https://doi.org/10.1111/cid.13007

Block, M. S. (2018). Dental Implants: The Last 100 Years. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *76*(1), 11-26. https://doi.org/10.1016/j.joms.2017.08.045

Bodine, R. L., Yanase, R. T., & Bodine, A. (1996). Forty years of experience with subperiosteal implant dentures in 41 edentulous patients. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *75*(1), 33-44. https://doi.org/10.1016/S0022-3913(96)90414-X

Bowers, K. T., Keller, J. C., Randolph, B. A., Wick, D. G., & Michaels, C. M. (1992). Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *7*(3), 302.

Brägger, U. (1998). Use of radiographs in evaluating success, stability and failure in implant dentistry. *Periodontology 2000*, *17*(1), 77-88. https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1998.tb00125.x

Branemark, P. I. (1959). Vital microscopy of bone marrow in rabbit. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*, *11 Supp 38*, 1.

Brånemark, P. I., Hansson, B. O., Adell, R., Breine, U., Lindström, J., Hallén, O., & Ohman, A. (1977). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery. Supplementum*, *16*, 1-132.

Branemark, P.-I. (1983a). Osseointegration and its experimental background. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *50*(3), 399-410. https://doi.org/10.1016/S0022-3913(83)80101-2

Branemark, P.-I. (1983b). Osseointegration and its experimental background. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *50*(3), 399-410. https://doi.org/10.1016/S0022-3913(83)80101-2

Brånemark, P.-I., Breine, U., Adell, R., Hansson, B. O., Lindström, J., & Ohlsson, Å. (1969). Intra-Osseous Anchorage of Dental Prostheses: *I. Experimental Studies*. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*, *3*(2), 81-100. https://doi.org/10.3109/02844316909036699

Brunski, J. B., Puleo, D. A., & Nanci, A. (2000). Biomaterials and biomechanics of oral and maxillofacial implants: current status and future developments. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *15*(1), 15-46.

Buser, D., Mericske-stern, R., Pierre Bernard, J. P., Behneke, A., Behneke, N., Hirt, H. P., Belser, U. C., & Lang, N. P. (1997). Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. *Clinical Oral Implants Research*, *8*(3), 161-172. https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1997.080302.x

Buser, D., Sennerby, L., & De Bruyn, H. (2017). Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. Içinde *Periodontology 2000* (C. 73, Sayı 1, ss. 7-21). Blackwell Munksgaard. https://doi.org/10.1111/prd.12185

Buser, D., Von Arx, T., Ten Bruggenkate, C., & Weingart, D. (2000). Basic surgical principles with ITI implants Note. *Clinical Oral Implants Research*, *11*(s1), 59-68. https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011S1059.x

Buyukguclu, G., Ozkurt-Kayahan, Z., & Kazazoglu, E. (2018). Reliability of the Osstell Implant Stability Quotient and Penguin Resonance Frequency Analysis to Evaluate Implant Stability. *Implant Dentistry*, *27*(4), 429-433. https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000766

Carl E. Misch. (2007). *Contemporary Implant Dentistry* (3rd Edition). Mosby Inc.

Chavez, H., Ortman, L. F., DeFranco, R. L., & Medige, J. (1993). Assessment of oral implant mobility. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *70*(5), 421-426. https://doi.org/10.1016/0022-3913(93)90078-3

Chen, Y. C., Hsiao, C. K., Ciou, J. S., Tsai, Y. J., & Tu, Y. K. (2016). Effects of implant drilling parameters for pilot and twist drills on temperature rise in bone analog and alveolar bones. *Medical Engineering & Physics*, *38*(11), 1314-1321. https://doi.org/10.1016/J.MEDENGPHY.2016.08.009

Clark D, L. L. (2016). Dental implant management and maintenance: How to improve long- term implant success. *Quintessence Int.*, *47*(5), 417-423.

Consolo, U., Travaglini, D., Todisco, M., Trisi, P., & Galli, S. (2013). Histologic and Biomechanical Evaluation of the Effects of Implant Insertion Torque on Peri-Implant Bone Healing. *Journal of Craniofacial Surgery*, *24*(3), 860-865. https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e31827ca3cf

Cooper, L. F. (2000). A role for surface topography in creating and maintaining bone at titanium endosseous implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *84*(5), 522-534. https://doi.org/10.1067/mpr.2000.111966

Dario, L. J., Cuccihiaro, P. J., & Deluzio, A. J. (2002). Electronic monitoring of dental implant osseointegration. *The Journal of the American Dental Association*, *133*(4), 483-490. https://doi.org/10.14219/jada.archive.2002.0208

Davies, J. E. (1998a). Mechanisms of endosseous integration. *The International journal of prosthodontics*, *11*(5), 391-401.

Davies, J. E. (1998b). Mechanisms of endosseous integration. *The International journal of prosthodontics*, *11*(5), 391-401.

Davies, J. E. (2003). Understanding peri-implant endosseous healing. *Journal of dental education*, *67*(8), 932-949.

de Carvalho, P. S., Vasconcellos, L. W., & Pi, J. (2000). Influence of bed preparation on the incorporation of autogenous bone grafts: a study in dogs. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *15*(4), 565-570.

De Santis, D., Cucchi, A., Rigoni, G., Longhi, C., & Nocini, P. (2016). Relationship Between Primary Stability and Crestal Bone Loss of Implants Placed with High Insertion Torque: A 3-Year Prospective Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 1126-1134. https://doi.org/10.11607/jomi.4594

Degidi, M., Daprile, G., & Piattelli, A. (2015). Influence of Underpreparation on Primary Stability of Implants Inserted in Poor Quality Bone Sites: An In Vitro Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *73*(6), 1084-1088. https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.01.029

Dubois, L., de Lange, J., Baas, E., & Van Ingen, J. (2010). Excessive bleeding in the floor of the mouth after endosseus implant placement: a report of two cases. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *39*(4), 412-415. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.07.062

Duncan, R. L., & Turner, C. H. (1995). Mechanotransduction and the functional response of bone to mechanical strain. *Calcified Tissue International*, *57*(5), 344-358. https://doi.org/10.1007/BF00302070

Duttenhoefer, F., Souren, C., Menne, D., Emmerich, D., Schön, R., & Sauerbier, S. (2013). Long-term survival of dental implants placed in the grafted maxillary

sinus: systematic review and meta-analysis of treatment modalities. *PloS one*, *8*(9), 753-757. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075357

Elnayef, B., Monje, A., Lin, G.-H., Gargallo-Albiol, J., Chan, H.-L., Wang, H.-L., & Hernández-Alfaro, F. (2015). Alveolar Ridge Split on Horizontal Bone Augmentation: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *30*(3), 596-606. https://doi.org/10.11607/jomi.4051

Eriksson, R. A., & Adell, R. (1986). Temperatures during drilling for the placement of implants using the osseointegration technique. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *44*(1), 4-7. https://doi.org/10.1016/0278-2391(86)90006-6

Ersanli, S., Karabuda, C., Beck, F., & Leblebicioglu, B. (2005). Resonance Frequency Analysis of One- Stage Dental Implant Stability During the Osseointegration Period. *Journal of Periodontology*, *76*(7), 1066-1071. https://doi.org/10.1902/jop.2005.76.7.1066

Esposito, M., Hirsch, J., Lekholm, U., & Thomsen, P. (1998a). Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants, (I). Success criteria and epidemiology. *European Journal of Oral Sciences*, *106*(1), 527-551. https://doi.org/10.1046/j.0909-8836..t01-2-.x

Esposito, M., Hirsch, J., Lekholm, U., & Thomsen, P. (1998b). Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants, (II). Etiopathogenesis. *European Journal of Oral Sciences*, *106*(3), 721-764. https://doi.org/10.1046/j.0909-8836..t01-6-.x

Fanuscu, M. I., Chang, T.-L., & Akça, K. (2007). Effect of Surgical Techniques on Primary Implant Stability and Peri-Implant Bone. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *65*(12), 2487-2491. https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.04.017

Fini, M., Giavaresi, G., Torricelli, P., Borsari, V., Giardino, R., Nicolini, A., & Carpi, A. (2004). Osteoporosis and biomaterial osteointegration. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *58*(9), 487-493. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2004.08.016

Fontes Pereira, J., Costa, R., Nunes Vasques, M., Salazar, F., Mendes, J. M., & Infante da Câmara, M. (2023). Osseodensification: An Alternative to Conventional Osteotomy in Implant Site Preparation: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, *12*(22), 7046. https://doi.org/10.3390/jcm12227046

Franchi, M., Fini, M., Martini, D., Orsini, E., Leonardi, L., Ruggeri, A., Giavaresi, G., & Ottani, V. (2005). Biological fixation of endosseous implants. *Micron*, *36*(7-8), 665-671. https://doi.org/10.1016/j.micron.2005.05.010

Friberg, B. (1994). Treatment with dental implants in patients with severe osteoporosis: a case report. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, *14*(4), 348-353.

Friberg, B., Sennerby, L., Meredith, N., & Lekholm, U. (1999). A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, *28*(4), 297-303.

Friedl, P., & Bröker, E.-B. (2000). T Cell Migration in Three-dimensional ExtracellularMatrix: Guidance by Polarity and Sensations. *Journal of Immunology Research*, *7*(2-4), 249-266. https://doi.org/10.1155/2000/56473

Fu, J.-H., & Wang, H.-L. (2011). Horizontal bone augmentation: the decision tree. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, *31*(4), 429-436.

Garg AK. (2010). The Historical Development of Dental Implants. Içinde *Implant Dentistry* (ss. 1-13).

Gaspar, J., Esteves, T., Gaspar, R., Rua, J., & João Mendes, J. (2018). Osseodensification for implant site preparation in the maxilla- a prospective study of 97 implants. *Clinical Oral Implants Research*, *29*(S17), 163-163. https://doi.org/10.1111/clr.48_13358

Glauser, R., Sennerby, L., Meredith, N., Rée, A., Lundgren, A., Gottlow, J., & Hämmerle, C. H. F. (2004). Resonance frequency analysis of implants subjected to immediate or early functional occlusal loading. *Clinical Oral Implants Research*, *15*(4), 428-434. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01036.x

Gómez-Polo, M., Ortega, R., Gómez-Polo, C., Martín, C., Celemín, A., & del Río, J. (2016). Does Length, Diameter, or Bone Quality Affect Primary and Secondary Stability in Self-Tapping Dental Implants? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *74*(7), 1344-1353. https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.03.011

Goodson, J. M., Haffajee, A. D., & Socransky, S. S. (1984). The relationship between attachment level loss and alveolar bone loss. *Journal of Clinical Periodontology*, *11*(5), 348-359. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.1984.tb01331.x

Gottlow, J., Dard, M., Kjellson, F., Obrecht, M., & Sennerby, L. (2012). Evaluation of a New Titanium-Zirconium Dental Implant: A Biomechanical and Histological Comparative Study in the Mini Pig. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *14*(4), 538-545. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2010.00289.x

Graves, D. T., Li, J., & Cochran, D. L. (2011). Inflammation and Uncoupling as Mechanisms of Periodontal Bone Loss. *Journal of Dental Research*, *90*(2), 143-153. https://doi.org/10.1177/0022034510385236

Greenfield, E. J. (1971). Implantation of artificial crown and bridge abutments. *Oral implantology*, *2*(1), 41-75.

Guglielmotti, M. B., Olmedo, D. G., & Cabrini, R. L. (2019a). Research on implants and osseointegration. *Periodontology 2000*, *79*(1), 178-189. https://doi.org/10.1111/prd.12254

Guglielmotti, M. B., Olmedo, D. G., & Cabrini, R. L. (2019b). Research on implants and osseointegration. *Periodontology 2000*, *79*(1), 178-189. https://doi.org/10.1111/prd.12254

Herford, A. S., & Nguyen, K. (2015). Complex Bone Augmentation in Alveolar Ridge Defects. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, *27*(2), 227-244. https://doi.org/10.1016/j.coms.2015.01.003

Herrmann, I., Lekholm, U., Holm, S., & Kultje, C. (2005). Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *20*(2), 220-230.

Holtzclaw, D. J., Toscano, N. J., & Rosen, P. S. (2010). Reconstruction of Posterior Mandibular Alveolar Ridge Deficiencies With the Piezoelectric Hinge–Assisted Ridge Split Technique: A Retrospective Observational Report. *Journal of Periodontology*, *81*(11), 1580-1586. https://doi.org/10.1902/jop.2010.100093

Hupp JR, Tucker MR, & III EE. (2019). *Contemporary Oral and Maxillofacial Surgery* (Seventh Edition).

Huwais, S., & Meyer, E. (2017). A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *32*(1), 27-36. https://doi.org/10.11607/jomi.4817

Ivanoff, C. J., Gröndahl, K., Bergström, C., Lekholm, U., & Brånemark, P. I. (2000). Influence of bicortical or monocortical anchorage on maxillary implant stability: a 15-year retrospective study of Brånemark System implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *15*(1), 103-110.

Ivanova, V., Chenchev, I., Zlatev, S., & Mijiritsky, E. (2021). Correlation between Primary, Secondary Stability, Bone Density, Percentage of Vital Bone Formation and Implant Size. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(13), 6994. https://doi.org/10.3390/ijerph18136994

Jacobs, J. J., Gilbert, J. L., & Urban, R. M. (1998). Corrosion of Metal Orthopaedic Implants*. *The Journal of Bone and Joint Surgery (American Volume)*, *80*(2), 268-282. https://doi.org/10.2106/00004623-199802000-00015

Jaffin, R. A., & Berman, C. L. (1991). The Excessive Loss of Branemark Fixtures in Type IV Bone: A 5-Year Analysis. *Journal of Periodontology*, *62*(1), 2-4. https://doi.org/10.1902/jop.1991.62.1.2

Jimbo, R., Tovar, N., Marin, C., Teixeira, H. S., Anchieta, R. B., Silveira, L. M., Janal, M. N., Shibli, J. A., & Coelho, P. G. (2014). The impact of a modified cutting flute implant design on osseointegration. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, *43*(7), 883-888. https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.01.016

Johansson, C., & Albrektsson, T. (1987). Integration of screw implants in the rabbit: a 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *2*(2), 69-75.

Kanathila, H., & Pangi, A. (2018). An Insight into the Concept of Osseodensification-Enhancing the Implant Stability and Success. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/35626.11749

Kheur, M., Gokhale, S., Sumanth, S., & Jambekar, S. (2014). Staged Ridge Splitting Technique for Horizontal Expansion in Mandible: A Case Report. *Journal of Oral Implantology*, *40*(4), 479-483. https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-12-00068

Khojasteh, A., Behnia, H., Shayesteh, Y. S., Morad, G., & Alikhasi, M. (2012). Localized bone augmentation with cortical bone blocks tented over different

particulate bone substitutes: a retrospective study. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *27*(6), 1481-1493.

Khoury F. (1987). *Die modifizierte Alveolar-Extensions-plastik* (C. 3). Z Zahnarzl lmplantol.

Khoury F, & Khoury C. (2007). Mandibular bone block grafts: Diagnosis, instrumentation, harvesting techniques and surgical procedures. Içinde Khoury F., Antoun H., & Missika P. (Ed.), *Bone Augmentation in Oral Implantology* (1st ed, s. 115). Quintessence.

Koutouzis, T., Huwais, S., Hasan, F., Trahan, W., Waldrop, T., & Neiva, R. (2019). Alveolar Ridge Expansion by Osseodensification-Mediated Plastic Deformation and Compaction Autografting. *Implant Dentistry*, *28*(4), 349-355. https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000898

Lahens, B., Neiva, R., Tovar, N., Alifarag, A. M., Jimbo, R., Bonfante, E. A., Bowers, M. M., Cuppini, M., Freitas, H., Witek, L., & Coelho, P. G. (2016). Biomechanical and histologic basis of osseodensification drilling for endosteal implant placement in low density bone. An experimental study in sheep. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, *63*, 56-65. https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.06.007

Lai, H., Zhang, Z., Wang, F., Zhuang, L., & Liu, X. (2008). Resonance frequency analysis of stability on ITI implants with osteotome sinus floor elevation technique without grafting: a 5-month prospective study. *Clinical Oral Implants Research*, *19*(5), 469-475. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01501.x

Lavelle, C., & Wedgwood, D. (1980). Effect of internal irrigation on frictional heat generated from bone drilling. *Journal of oral surgery (American Dental Association : 1965)*, *38*(7), 499-503.

Le Guéhennec, L., Soueidan, A., Layrolle, P., & Amouriq, Y. (2007). Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dental Materials*, *23*(7), 844-854. https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.06.025

Leventhal, G. S. (1951). Titanium, a metal for surgery. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, *33-A*(2), 473-474.

Linkow LI, & Cherchève R. (1970). *Theories and techniques of oral implantology: C. Vol. 1*. Mosby Co.

Lioubavina-Hack, N., Lang, N. P., & Karring, T. (2006). Significance of primary stability for osseointegration of dental implants. *Clinical Oral Implants Research*, *17*(3), 244-250. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01201.x

Liu, J., & Kerns, D. G. (2014). Mechanisms of guided bone regeneration: a review. *The open dentistry journal*, *8*, 56-65. https://doi.org/10.2174/1874210601408010056

Lopez, C. D., Alifarag, A. M., Torroni, A., Tovar, N., Diaz-Siso, J. R., Witek, L., Rodriguez, E. D., & Coelho, P. G. (2017). Osseodensification for enhancement of spinal surgical hardware fixation. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, *69*, 275-281. https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.01.020

Lozano-Carrascal, N., Salomo-Coll, O., Gilabert-Cerda, M., Farre-Pages, N., Gargallo-Albiol, J., & Hernandez-Alfaro, F. (2016). Effect of implant macro-design on primary stability: A prospective clinical study. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugia Bucal*, 214-221. https://doi.org/10.4317/medoral.21024

Marconcini, S., Giammarinaro, E., Toti, P., Alfonsi, F., Covani, U., & Barone, A. (2018). Longitudinal analysis on the effect of insertion torque on delayed single implants: A 3-year randomized clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *20*(3), 322-332. https://doi.org/10.1111/cid.12586

Marquezan, M., Osório, A., Sant'Anna, E., Souza, M. M., & Maia, L. (2012). Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, *23*(7), 767-774. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02228.x

Massaro, C., Rotolo, P., De Riccardis, F., Milella, E., Napoli, A., Wieland, M., Textor, M., Spencer, N. D., & Brunette, D. M. (2002). Comparative investigation of the surface properties of commercial titanium dental implants. Part I: chemical composition. *Journal of materials science. Materials in medicine*, *13*(6), 535-548. https://doi.org/10.1023/a:1015170625506

Mavrogenis, A. F., Dimitriou, R., Parvizi, J., & Babis, G. C. (2009). Biology of implant osseointegration. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, *9*(2), 61-71.

McAllister, B. S., & Haghighat, K. (2007). Bone Augmentation Techniques. *Journal of Periodontology*, *78*(3), 377-396. https://doi.org/10.1902/jop.2007.060048

Meffert, R. M., Block, M. S., & Kent, J. N. (1987). What is osseointegration? *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, *7*(4), 9-21.

Meredith, N. (1998). Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *The International journal of prosthodontics*, *11*(5), 491-501.

Meredith, N., Alleyne, D., & Cawley, P. (1996). Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clinical Oral Implants Research*, *7*(3), 261-267. https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1996.070308.x

Meredith, N., Books, K., Fribergs, B., Jemt, T., & Sennerby, L. (1997). Resonance frequency measurements of implant stability *in viva* . A cross-sectional and longitudinal study of resonance frequency measurements on implants in the edentulous and partially dentate maxilla. *Clinical Oral Implants Research*, *8*(3), 226-233. https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1997.080309.x

Meyer, U., Joos, U., Mythili, J., Stamm, T., Hohoff, A., Fillies, T., Stratmann, U., & Wiesmann, H. P. (2004). Ultrastructural characterization of the implant/bone interface of immediately loaded dental implants. *Biomaterials*, *25*(10), 1959-1967. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.08.070

Minichetti, J. C. (2003). Analysis of HA-coated Subperiosteal Implants. *Journal of Oral Implantology*, *29*(3), 111-116. https://doi.org/10.1563/1548-1336(2003)029<0111:AOHCSI>2.3.CO;2

Mori, S., Harruff, R., & Burr, D. B. (1993). Microcracks in articular calcified cartilage of human femoral heads. *Archives of pathology & laboratory medicine*, *117*(2), 196-198.

Morris, H. F., Ochi, S., Crum, P., Orenstein, I. H., & Winkler, S. (2004). AICRG, Part I: A 6-Year Multicentered, Multidisciplinary Clinical Study of a New and Innovative Implant Design. *Journal of Oral Implantology*, *30*(3), 125-133. https://doi.org/10.1563/1548-1336(2004)30<125:APIAYM>2.0.CO;2

Murai, K., Takeshita, F., Ayukawa, Y., Kiyoshima, T., Suetsugu, T., & Tanaka, T. (1996). Light and electron microscopic studies of bone-titanium interface in the tibiae of young and mature rats. *Journal of Biomedical Materials Research*, *30*(4), 523-533. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4636(199604)30:4<523::AID-JBM11>3.0.CO;2-I

Nedir, R., Bischof, M., Szmukler-Moncler, S., Bernard, J., & Samson, J. (2004). Predicting osseointegration by means of implant primary stability. *Clinical Oral Implants Research*, *15*(5), 520-528. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01059.x

Nentwig GH., & Kniha H. (1986). *Die rekonstruktion lokaler alveolarfortsatz rezessionen im forntzahnbereich mit kalziumphosphatkeramic* (C. 2). Z Zahnarztl Implantol.

Nkenke, E., Hahn, M., Weinzierl, K., Radespiel-Tröger, M., Neukam, F. W., & Engelke, K. (2003). Implant stability and histomorphometry: a correlation study in human cadavers using stepped cylinder implants. *Clinical Oral Implants Research*, *14*(5), 601-609. https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.00937.x

Ogle, O. E. (2015). Implant Surface Material, Design, and Osseointegration. *Dental Clinics of North America*, *59*(2), 505-520. https://doi.org/10.1016/j.cden.2014.12.003

O'Mahony, A., & Spencer, P. (1999). Osseointegrated implant failures. *Journal of the Irish Dental Association*, *45*(2), 44-51.

Osborn JF. (1985). *Die alveolar-expansions-plastik* (C. 39). Quintessenz.

O'Sullivan, D., Sennerby, L., & Meredith, N. (2000a). Measurements Comparing the Initial Stability of Five Designs of Dental Implants: A Human Cadaver Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *2*(2), 85-92. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2000.tb00110.x

O'Sullivan, D., Sennerby, L., & Meredith, N. (2000b). Measurements Comparing the Initial Stability of Five Designs of Dental Implants: A Human Cadaver Study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *2*(2), 85-92. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2000.tb00110.x

O'Sullivan, D., Sennerby, L., & Meredith, N. (2004). Influence of implant taper on the primary and secondary stability of osseointegrated titanium implants. *Clinical Oral Implants Research*, *15*(4), 474-480. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2004.01041.x

Ottoni, J. M. P., Oliveira, Z. F. L., Mansini, R., & Cabral, A. M. (2005). Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *20*(5), 769-776.

Öncü, E., & Büyükerkmen, E. B. (2015). Methods of Evaluating The Dental Implant Stability. *Journal of Ege University School of Dentistry*, *36*(3), 115-120. https://doi.org/10.5505/eudfd.2015.54376

ÖStman, P. (2008). Immediate/early loading of dental implants. Clinical documentation and presentation of a treatment concept. *Periodontology 2000*, *47*(1), 90-112. https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2007.00244.x

Padhye, N. M., Padhye, A. M., & Bhatavadekar, N. B. (2020). Osseodensification — A systematic review and qualitative analysis of published literature. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, *10*(1), 375-380. https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.10.002

Parr, G. R., Gardner, L. K., & Toth, R. W. (1985). Titanium: The mystery metal of implant dentistry. Dental materials aspects. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *54*(3), 410-414. https://doi.org/10.1016/0022-3913(85)90562-1

Perkins, D. J., & Kniss, D. A. (1999). Blockade of nitric oxide formation down-regulates cyclooxygenase-2 and decreases PGE2 biosynthesis in macrophages. *Journal of Leukocyte Biology*, *65*(6), 792-799. https://doi.org/10.1002/jlb.65.6.792

Rabel, A., Köhler, S. G., & Schmidt-Westhausen, A. M. (2007). Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. *Clinical Oral Investigations*, *11*(3), 257-265. https://doi.org/10.1007/s00784-007-0115-2

Raghavendra, S., Wood, M. C., & Taylor, T. D. (2005). Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *20*(3), 425-431.

Rahpeyma, A., Khajehahmadi, S., & Hosseini, V. R. (2013). Lateral ridge split and immediate implant placement in moderately resorbed alveolar ridges: How much is the added width? *Dental research journal*, *10*(5), 602-608.

Resnik R. (2020). *Misch's Contemporary Implant Dentistry E-Book.* (4.). Elsevier Health Sciences.

Sakka, S., & Krenkel, C. (2013). Hemorrhage Secondary to Interforaminal Implant Surgery: Anatomical Considerations and Report of a Case. *Journal of Oral Implantology*, *39*(5), 603-607. https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-10-00173

Santamaria-Arrieta, G., Brizuela-Velasco, A., Fernandez-Gonzalez, F., Chavarri-Prado, D., Chento-Valiente, Y., Solaberrieta, E., Dieguez-Pereira, M., Vega, J., & Yurrebaso-Asua, J. (2016). Biomechanical evaluation of oversized drilling technique on primary implant stability measured by insertion torque and resonance frequency analysis. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 0-0. https://doi.org/10.4317/jced.52873

Satwalekar, P., Nalla, S., Reddy, R., & Chowdary, S. (2015). Clinical evaluation of osseointegration using resonance frequency analysis. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, *15*(3), 192. https://doi.org/10.4103/0972-4052.165171

Scarano, A., Piattelli, A., Assenza, B., Carinci, F., Donato, L. Di, Romani, G. L., & Merla, A. (2011). Infrared Thermographic Evaluation of Temperature Modifications Induced during Implant Site Preparation with Cylindrical versus Conical Drills. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *13*(4), 319-323. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2009.00209.x

Schou, S., Pallesen, L., Hjørting-Hansen, E., Pedersen, C. S., & Fibaek, B. (2000). A 41-year history of a mandibular subperiosteal implant. *Clinical oral implants research*, *11*(2), 171-178.

Schroeder, A., van der Zypen, E., Stich, H., & Sutter, F. (1981). The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *Journal of Maxillofacial Surgery*, *9*, 15-25. https://doi.org/10.1016/S0301-0503(81)80007-0

Schropp, L., Wenzel, A., Kostopoulos, L., & Karring, T. (2003). Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, *23*(4), 313-323.

Schulte, W., D'Hoedt, B., Lukas, D., Maunz, M., & Steppeler, M. (1992). Periotest for measuring periodontal characteristics–Correlation with periodontal bone loss. *Journal of Periodontal Research*, *27*(3), 184-190. https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1992.tb01667.x

Schwartz-Arad, D., Levin, L., & Sigal, L. (2005). Surgical Success of Intraoral Autogenous Block Onlay Bone Grafting for Alveolar Ridge Augmentation.

Implant Dentistry, *14*(2), 131-138. https://doi.org/10.1097/01.id.0000165031.33190.0d

Sennerby, L., & Meredith, N. (2008). Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontology 2000*, *47*(1), 51-66. https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2008.00267.x

Sennerby, L., & Roos, J. (1998). Surgical determinants of clinical success of osseointegrated oral implants: a review of the literature. *The International journal of prosthodontics*, *11*(5), 408-420.

Sim, C. P. C., & Lang, N. P. (2010). Factors influencing resonance frequency analysis assessed by Osstell TM *mentor* during implant tissue integration: I. Instrument positioning, bone structure, implant length. *Clinical Oral Implants Research*, *21*(6), 598-604. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01878.x

Simunek, A., Strnad, J., Kopecka, D., Brazda, T., Pilathadka, S., Chauhan, R., Slezak, R., & Capek, L. (2010). Changes in stability after healing of immediately loaded dental implants. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *25*(6), 1085-1092.

Slaets, E., Carmeliet, G., Naert, I., & Duyck, J. (2007). Early Trabecular Bone Healing Around Titanium Implants: A Histologic Study in Rabbits. *Journal of Periodontology*, *78*(3), 510-517. https://doi.org/10.1902/jop.2007.060183

Slete, F. B., Olin, P., & Prasad, H. (2018). Histomorphometric Comparison of 3 Osteotomy Techniques. *Implant Dentistry*, *27*(4), 424-428. https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000767

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. Içinde *BioMed Research International* (C. 2016). Hindawi Limited. https://doi.org/10.1155/2016/6285620

Smith, D. E., & Zarb, G. A. (1989). Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *62*(5), 567-572. https://doi.org/10.1016/0022-3913(89)90081-4

Steinemann, S. G. (1998). Titanium — the material of choice? *Periodontology 2000*, *17*(1), 7-21. https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1998.tb00119.x

Stellingsma, C., Vissink, A., Meijer, H. J. A., Kuiper, C., & Raghoebar, G. M. (2004). Implantology and the Severely Resorbed Edentulous Mandible. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, *15*(4), 240-248. https://doi.org/10.1177/154411130401500406

Stepan Jarikian, Mohamad Hassan Jaafo, & Al-Nerabieah, Z. (2021). Clinical Evaluation of Two Techniques for Narrow Alveolar Ridge Expansion: Clinical Study. *International Journal of Dentistry and Oral Science*, 1337-1342. https://doi.org/10.19070/2377-8075-21000264

Summers, R. B. (1994). A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium (Newtown, Pa.)*, *15*(2), 152-162.

Szmukler-Moncler, S., Salama, H., Reingewirtz, Y., & Dubruille, J. H. (1998). Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *Journal of biomedical materials research*, *43*(2), 192-203. https://doi.org/10.1002/(sici)1097-4636(199822)43:2<192::aid-jbm14>3.0.co;2-k

Tatum, H. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dental clinics of North America*, *30*(2), 207-229.

Tejero, R., Anitua, E., & Orive, G. (2014). Toward the biomimetic implant surface: Biopolymers on titanium-based implants for bone regeneration. *Progress in Polymer Science*, *39*(7), 1406-1447. https://doi.org/10.1016/J.PROGPOLYMSCI.2014.01.001

Thapliyal, G. (2006a). Peterson's Principles of Oral And Maxillofacial Surgery. *Medical Journal Armed Forces India*, *62*(1), 89. https://doi.org/10.1016/S0377-1237(06)80173-5

Thapliyal, G. (2006b). Peterson's Principles of Oral And Maxillofacial Surgery. *Medical Journal Armed Forces India*, *62*(1), 89. https://doi.org/10.1016/S0377-1237(06)80173-5

Tian, J. H., Neiva, R., Coelho, P. G., Witek, L., Tovar, N. M., Lo, I. C., Gil, L. F., & Torroni, A. (2019). Alveolar ridge expansion: Comparison of osseodensification and conventional osteotome techniques. *Journal of Craniofacial Surgery*, *30*(2), 607-610. https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000004956

Tofan, N. H., Al-Hussaini, A. H., & Mustafa, N. S. (2024). Efficiency of osseodensification versus screw expansion technique for augmentation of narrow alveolar ridges: A comparative clinical study. *Journal of Baghdad College of Dentistry*, *36*(1), 34-43. https://doi.org/10.26477/jbcd.v36i1.3589

Tolstunov, L., Hamrick, J. F. E., Broumand, V., Shilo, D., & Rachmiel, A. (2019). Bone Augmentation Techniques for Horizontal and Vertical Alveolar Ridge Deficiency in Oral Implantology. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, *31*(2), 163-191. https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.01.005

Tolstunov, L., & Hicke, B. (2013). Horizontal augmentation through the ridge-split procedure: a predictable surgical modality in implant reconstruction. *The Journal of oral implantology*, *39*(1), 59-68. https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-12-00112

Trisi, P., Berardini, M., Falco, A., & Podaliri Vulpiani, M. (2016a). New Osseodensification Implant Site Preparation Method to Increase Bone Density in Low-Density Bone. *Implant Dentistry*, *25*(1), 24-31. https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000358

Trisi, P., Berardini, M., Falco, A., & Podaliri Vulpiani, M. (2016b). New osseodensification implant site preparation method to increase bone density in low-density bone: In vivo evaluation in sheep. *Implant Dentistry*, *25*(1), 24-31. https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000358

Trisi, P., Perfetti, G., Baldoni, E., Berardi, D., Colagiovanni, M., & Scogna, G. (2009). Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clinical Oral Implants Research*, *20*(5), 467-471. https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01679.x

Trisi, P., Todisco, M., Consolo, U., & Travaglini, D. (2011). High versus low implant insertion torque: a histologic, histomorphometric, and biomechanical study in the sheep mandible. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *26*(4), 837-849.

Tunalı, B. (2000). *Oral implantology*. N.T. Kitabevleri.

Turkyilmaz I. (2011). *Implant Dentistry-A Rapidly Evolving Practice* (Ilser Turkyilmaz, Ed.). InTech.

Turkyilmaz, I., Aksoy, U., & McGlumphy, E. A. (2008). Two Alternative Surgical Techniques for Enhancing Primary Implant Stability in the Posterior Maxilla: A Clinical Study Including Bone Density, Insertion Torque, and Resonance Frequency Analysis Data. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *10*(4), 231-237. https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2008.00084.x

Turkyilmaz, I., & Tozum, T. F. (2020). Enhancing primary implant stability by undersizing implant site preparation: A human cadaver study. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, *121*(1), 58-62. https://doi.org/10.1016/j.jormas.2019.04.016

Türker M., & Yücetaş Ş. (1997). *Ağız, diş, çene hastalıkları ve cerrahisi*. Atlas Kitapçılık.

Van Steenberghe, D., Tricio, J., Naert, I., & Nys, M. (1995). Damping characteristics of bone-to-implant interface; A clinical study with the Periotest® device. *Clinical Oral Implants Research*, *6*(1), 31-39. https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1995.060104.x

Verborgt, O., Gibson, G. J., & Schaffler, M. B. (2000). Loss of Osteocyte Integrity in Association with Microdamage and Bone Remodeling After Fatigue In Vivo. *Journal of Bone and Mineral Research*, *15*(1), 60-67. https://doi.org/10.1359/jbmr.2000.15.1.60

Vercellotti, T. (2000). Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, *20*(4), 358-365.

Vignoletti, F., Johansson, C., Albrektsson, T., De Sanctis, M., San Roman, F., & Sanz, M. (2009). Early healing of implants placed into fresh extraction sockets: an experimental study in the beagle dog. De novo bone formation. *Journal of Clinical Periodontology*, *36*(3), 265-277. https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01363.x

Wallace, S. S., & Froum, S. J. (2003). Effect of Maxillary Sinus Augmentation on the Survival of Endosseous Dental Implants. A Systematic Review. *Annals of Periodontology*, *8*(1), 328-343. https://doi.org/10.1902/annals.2003.8.1.328

Yacker, M. J., & Klein, M. (1996). The effect of irrigation on osteotomy depth and bur diameter. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *11*(5), 634-638.

Zarb, G. A., & Lekholm, U. (1985). Tissue integrated dental prostheses. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, *16*(1), 39-42.

Zhu, X., Chen, J., Scheideler, L., Reichl, R., & Geis-Gerstorfer, J. (2004). Effects of topography and composition of titanium surface oxides on osteoblast responses. *Biomaterials*, *25*(18), 4087-4103. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.11.011

Zix, J., Hug, S., Kessler-Liechti, G., & Mericske-Stern, R. (2008). Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis and damping capacity assessment: comparison of both techniques in a clinical trial. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *23*(3), 525-530.

EKLER

EK 1 Etik Kurul Onayı

ORDU ÜNİVERSİTESİ

Tarih: 18/10/2023 10:41
Sayı: E-91120269-800-0922534
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
0000922534

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarihi	Toplantı Sayısı	Toplantı Saati	Karar Sayısı
13.10.2023	21	15:30	268

Ordu Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu, "Klinik Araştırmalar ve Biyoyararlanım/Biyoeşdeğerlik Çalışmaları Etik Kurullarının Standart Çalışma Yöntemi Esasları" 11.2.1 maddesi uyarınca Etik Kurul Başkanı Prof. Dr. Ahmet KAYA başkanlığında toplanarak aşağıdaki kararları almıştır.

KARAR NO: 2023/268

Sorumlu yürütücü Prof. Dr. Varol ÇANAKÇI'nın KAEK 277 Nolu başvurusunun değerlendirilmesi sonucu **"Konvansiyonel ve Osseodensifikasyon Yöntemiyle Yapılan Alveolaer Kret Split Operasyonlarının Karşılaştırılması: Retrospektif Çalışma"** başlıklı araştırmasının etik ilke ve kurallara uygunluk açısından yapılabilirliğine ve konunun ilgili öğretim üyesine tebliğine toplantıya katılanların oy birliği ile karar verildi.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Ahmet KAYA
Ordu Üniversitesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Yunus Emre GÜNER

Yabancı Dili : İngilizce

Öğrenim Durumu : Yüksek Lisans

Derece Bölüm/Program Üniversite:

Lisans: Atatürk Üniversitesi: 2014-2019

Y.Lisans-Uzmanlık: Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği: 2021-2024

İş Deneyimi:

Görev: Araştırma Görevlisi Dt: 2021-

Görev Yeri: Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Periodontoloji Anabilim Dalı