BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI

DÜŞÜK YOĞUNLUKLU KEMİK TİPİNDE FARKLI İMPLANT YERLEŞTİRME İŞLEMLERİNİN PRİMER STABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: EX- VİVO ÇALIŞMA

UZMANLIK TEZİ

Emine Serra BIÇAKCI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Banu Arzu ALKAN

ARALIK 2020

BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ PERİODONTOLOJİ ANABİLİM DALI

DÜŞÜK YOĞUNLUKLU KEMİK TİPİNDE FARKLI İMPLANT YERLEŞTİRME İŞLEMLERİNİN PRİMER STABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: EX- VİVO ÇALIŞMA

UZMANLIK TEZİ

Emine Serra BIÇAKCI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Banu Arzu ALKAN

ARALIK 2020

Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün Uzmanlık Öğrencisi Emine Serra BIÇAKCI, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "DÜŞÜK YOĞUNLUKLU KEMİK TİPİNDE FARKLI İMPLANT YERLEŞTİRME İŞLEMLERİNİN PRİMER STABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: EX- VİVO ÇALIŞMA" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Prof. Dr.Banu Arzu ALKAN
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi İnci DEVRİM**
Erciyes Üniversitesi

Dr. Öğr.Üyesi Türker YÜCESOY
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

Teslim Tarihi :
Savunma Tarihi :

Anneme

ÖNSÖZ

Tez sürecimde ve uzmanlık hayatım boyunca olan desteği ve bana öğrettiği her şey için saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Banu Arzu Alkan'a,

Tez süresince ve uzmanlık hayatım boyunca içtenliği, sabrı ve öğreticiliğiyle hem bir hoca hem de bir ağabey olarak her konuda desteğini hep yanımda hissettiğim Uzm. Dt. Mehmet Yakup Sarı' ya,

Çalışmamız süresince bilgi ve deneyimlerini bizimle paylaşan, uzmanlık eğitimim boyunca bana kattıkları için Uzm. Dt. Ahmet Aydoğdu' ya

Her zaman olumlu düşünmeyi ve meslek aşkını bizlere aşılayan, ondan çok fazla şey öğrendiğim değerli hocam Prof. Dr. Mustafa Tunalı' ya

Uzmanlığımın son döneminde de olsa kendisini tanıdığım için mutluluk duyduğum Doç Dr Umut Ballı' ya

Samimiyeti ve desteğiyle her zaman bir abla gibi yaklaşan ondan çok şey öğrendiğim Uzm. Dt. Hande Güntan Erdemir' e

Çok kısa bir süre birlikte çalışsak da bilgi ve tecrübelerinden çokça faydalandığım Uzm. Dt. Demet Şahin'e

Uzmanlık sürecini keyifli hale getiren ve bu zorlu süreçteki destekleri için sevgili asistan arkadaşlarıma

Hayatım boyunca her konuda maddi, manevi hep yanımda olarak, bugünlere ulaşmamda en çok pay sahibi olan ANNEM, BABAM ve KARDEŞLERİME

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım…

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Emine Serra Bıçakcı

İÇİNDEKİLER Sayfa Numarası

ÖNSÖZ……...iii
BEYAN…….....……iv
İÇİNDEKİLER……..……...….v
KISALTMALAR……...…..….vii
TABLO LİSTESİ……...…..viii
ÖZET……...…...ix
SUMMARY……...….xi
1. GİRİŞ……..1
1.1 Tezin Amacı…….....2
2.GENEL BİLGİLER…….....**3**
2.1 **Alveoler Kemiğin Değerlendirilmesi** ……..3
2.1.1 Kemik yoğunluğunun değerlendirilmesi…….…….....4
2.1.2 Kemik morfolojisinin değerlendirilmesi…… …...……6
2.2 İmplant Stabilitesi (Primer İmplant Stabilitesi) 8
2.2.1 İmplant stabilite ölçüm yöntemleri…….....9
2.2.1.1 Periotest® …….....9
2.2.1.2 Rezonans Frekans Analizi……..10
2.2.1.3 Yerleştirme Tork Değeri Ölçümü……..12
2.3 Düşük Yoğunluklu Kemikte İmplant Stabilitesi……..13
2.3.1 Stabiliteyi artırmaya yönelik uygulanan cerrahi teknikler……....14
2.3.2 İmplant şekli ve yüzey yapısının stabiliteye etkisi…….....15
2.4 Posterior Maksiller Bölgede İmplant Uygulamaları……...…16
2.4.1 Sinüs yükseltme operasyonu ve transkrestal yaklaşım…….....16
2.4.2 Kısa implantlar…….……17
2.4.3 Açılı implantlar…….……....19
3. GEREÇ ve YÖNTEM…….…….....**22**
3.1 Kemik Bloklarının Hazırlanması……....22
3.2 Kemik Yoğunluğunun Değerlendirilmesi …….…….....23
3.3 İmplant kavite hazırlığı ve implantların yerleştirilmesi……..24
3.4 Yerleştirme Torku ve İSK değerlerinin ölçümü…….....26
3.5 İstatistiksel Yöntem…….…….....27
4. BULGULAR…….……...28

5. TARTIŞMA…….…….…..….33
6. SONUÇ…….....42
KAYNAKLAR……..….…....44
ÖZGEÇMİŞ……....……55

KISALTMALAR

YT : Yerleştirme Torku
RFA : Rezonans Frekans Analizi
HU : Hounsfield Ünitesi
KIBT : Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
BT : Bilgisayarlı Tomografi
İSK : İmplant Stabilite Katsayısı
RKY : Rezidüel Kemik Yüksekliği
Ark : Arkadaşları
D : Densite
Q : Quality

ŞEKİL ve TABLOLAR **Sayfa Numarası**

Tablo 1..Çalışma gruplarına ait YT değerleri…… 30
Tablo 2. Çalışma gruplarına ait İSK değerleri. ……..31
Tablo 3. İmplantların gruplara ve İSK değerlerine (Osstell skalası https://www.osstell.com/clinical-guidelines/the-isq-scale/, 2020) göre dağılımı……32
Şekil 1. Leckholm ve Zarb' ın kalitatif alveolar kemik sınıflaması (1985)…….4
Şekil 2. Misch' in alveolar kemik yoğunluğu sınıflaması(1988)…….5
Şekil 3. Kemik rezorpsiyonunun morfolojik sınıflaması (Leckholm ve Zarb 1985)……...7
Şekil 4. Maksiller posterior bölgedeki rezorpsiyon aşamalarının morfolojik olarak sınıflandırılması (Cawood ve Howell.1988)……....8
Şekil 5. İnvaziv/ invaziv olmayan ölçüm yöntemleri. a. Gerilim testi b. İtme testi c. Çekme testi d. Yerleştirici/ Çıkarıcı tork e. Periotest f. Rezonans frekans analizi……..9
Şekil 6. a. İliak kemik bloğu **b.** İmplant yerleştirilecek bölgelerin belirlenmesi **c.** Kret kalınlığının ölçülmesi **d.** Osteotomla kavite hazırlığı yapılacak bölgelerin belirlenmesi (beyaz oklar: kortikal kemik tabakası)……23
Şekil 7. İliak blokların transversal kesitlerde ölçülen HU değerleri……...24
Şekil 8. a. İmplant kavite hazırlığında açılama rehberinin kullanılması **b.** Frezleme sırasında stoper kullanımı……...25
Şekil 9. a. Açılı pozisyonda kavite hazırlığı **b.** Açılı pozisyonda yerleştirilen implantların kemik tepesi ile ilişkisi (beyaz oklar)……..25
Şekil 10. a. Osteotomla implant kavite hazırlığı **b.** Bikortikal yerleştirilen implantın apikal görüntüsü (beyaz ok)……...26
Şekil 11. a. Grup I **b.** Grup II **c.** Grup IV (kesikli çizgi: kortikal kemik tabakası; beyaz ok: implantın kemik dışında kalan kısmı) **d.** Grup V……26
Şekil 12: Ölçülen yerleştirme torku değerinin ekran görüntüsü…….27
Şekil 13: a. Osstell cihazıyla İSK ölçümü **b.** Ekranda görülen İSK değerleri……27

DÜŞÜK YOĞUNLUKLU KEMİK TİPİNDE FARKLI İMPLANT YERLEŞTİRME İŞLEMLERİNİN PRİMER STABİLİTE ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ: EX- VİVO ÇALIŞMA

ÖZET

Düşük kemik yoğunluğu ve yetersiz alveoler kemik yüksekliği görülen posterior maksiller bölgedeki dental implant uygulamalarında ilave yaklaşımlar gerekmektedir. Son yıllarda invaziv cerrahi işlemlere alternatif olarak farklı implant uygulamaları gündeme gelmiştir. Çalışmamızın amacı, ex- vivo model üzerinde düşük yoğunluğa sahip kemikte farklı implant uygulamalarının primer stabilite üzerine etkilerini incelemektir.

Taze koyun iliak kemiklerine 4,1 mm çapında kısa (6mm) ve standart (10mm) uzunlukta 108 adet implant yerleştirilmiştir. Altı çalışma grubu bulunmaktadır; Grup I: standart uzunluk / aksiyel pozisyon, Grup II: standart uzunluk / 30° açılı pozisyon, Grup III: standart uzunluk / implantın çapından dar kavite hazırlığı, Grup IV: standart uzunluk / osteotom kullanılarak bikortikal uygulama, Grup V: kısa / aksiyel pozisyon, Grup VI: kısa / implantın çapından dar kavite hazırlığı. İmplantların yerleştirilme sırasındaki en yüksek yerleştirme torku (YT) değeri ve yerleştirildikten hemen sonraki implant stabilite katsayısı (İSK) değerleri kaydedilmiştir.

Çapından dar kaviteye yerleştirilen standart uzunluktaki implantların YT değerleri kısa implantlarınkinden daha yüksektir ($p = 0.008$). Standart uzunluktaki implantlar, yerleştirme metotlarından bağımsız olarak kısa implantlardan daha yüksek İSK değerlerine sahiptir . (Group V- I, II, III, IV: $p= 0,000$, Group VI- I, II, III: $p= 0,000$, Group IV-VI: $p= 0,003$). 30° açılı pozisyonda yerleştirilen standart implantların YT ve İSK değerleri aksiyel pozisyonda yerleştirilen kısa implantlarınkinden daha yüksektir. (YT: Grup II- V: $p= 0,000$, İSK Grup II- V, II- VI: $p= 0,000$).

Çalışmamızın sonuçları, primer stabilitenin sağlanmasında standart uzunluktaki implantların kısa implantlara, implantların açılı olarak yerleştirilmesinin ise kısa implant kullanımı ve bikortikal implant uygulamasına göre daha avantajlı olduğunu göstermiştir.

Standart uzunluktaki (10 mm) implant gruplarının İSK değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir.($p>0,005$) Kısa implant (6 mm) grupları incelendiğinde, implantın çapından dar kavite hazırlığının, standart kavite hazırlığına göre İSK değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka neden olduğu bulunmuştur.(Grup V- VI: $p= 0,024$) Kısa ve standart uzunlukta implantların İSK değerleri karşılaştırması, standart uzunluktaki implant gruplarının İSK değeri ortalamalarının kısa implant gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur. (Grup I, II, III, IV - V: $p= 0,000$; Grup I, II, III - VI: $p= 0,000$; Grup IV- VI: $p= 0,003$).

Standart uzunluktaki implant gruplarında osteotomla bikortikal yaklaşımla yerleştirilen implantlar, açılı implantlar ve çapından dar kaviteye yerleştirilen implantlara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük YT değerleri göstermiştir. (Grup II- IV: $p= 0,034$, Grup III- IV: $p =0,000$) Kısa implant gruplarında ise çapından dar kaviteye yerleştirilen implantlar diğer gruba göre anlamlı derecede daha yüksektir. (Grup V-VI: $p= 0,011$)

Kısa ve standart uzunlukta implant gruplarının ortalama YT değerleri kıyaslandığında implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılan 6 mm implantlar, aynı yöntemle yerleştirilen 10

mm implantlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük değerler göstermiştir.(Grup III-VI: p= 0,008)

Bu çalışmanın sınırları dahilinde, düşük kemik yoğunluğuna sahip bölgelerdeki kısa implant uygulamalarında implantın çapından daha dar kavite hazırlığı yapılmasının primer stabilite için önemli olduğu görülmüştür. Açılı implantların, primer stabilitenin sağlanmasında osteotomla transkrestal yaklaşıma göre daha iyi bir alternatif olduğu düşünülebilir.

Anahtar Kelimeler: Yerleştirme torku değeri, İmplant Stabilite Katsaysısı, düşük kemik Yoğunluğu, kısa implant, açılı implant

THE EFFECTS OF DİFFERENT İMPLANTATİON PROCEDURES ON PRİMARY STABİLİTY İN LOW DENSİTY BONE

SUMMARY

Additional approaches are required for dental implant therapy in the maxillary posterior region with low bone density and insufficient alveolar bone height. In recent years, different implant treatments have emerged as an alternative to invasive surgical procedures. The purpose of our study is to examine the effects of different implant applications on primary stability in bone with low density on an ex-vivo model.

108 short (6mm) and standard (10mm) length implants with a diameter of 4.1 mm were placed in fresh sheep iliac bones. There are six study groups; Group I: standard length / axial position, Group II: standard length / 30 ° angular position, Group III: standard length/undersized implant cavity preparation, Group IV: bicortical application with osteotome , Group V: short/ axial position, Group VI: short/ undersized cavity preparation. The highest insertion torque values (ITVs) during the placement of the implants and the implant stability quotient (ISQ) values immediately after insertion were recorded.

The insertion torque values (ITVs) of standard length implants placed in undersized cavity were higher than those of short implants ($p = 0.008$). Standard length implants have higher ISQ values than short implants regardless of the insertion methods. (Group V- I, II, III, IV: p= 0,000, Group VI- I, II, III: p= 0,000, Group IV-VI: p= 0,003). Standard implants placed at an angle of 30 ° have higher ITVs and ISQ values than those of short implants placed in axial position (ITV: Group II- V: p= 0,000, ISQ Group II- V, II- VI: p= 0,000).

The results of our study have shown that standard length implants are more advantageous than short implants, and the angled placement of implants is more advantageous than the use of short implants and bicortical implant applications in providing primary stability.

There was no statistically significant difference between the ISQ values of the standard length (10 mm) implant groups.(p> 0,005) When short implants (6 mm) were considered, it was found that,the preparation of undersized cavity resulted in statistically significant difference in ISQ values compared to standard cavity preparation.(Grup V- VI: p= 0,024) The comparison of ISQ values of short and standard length implants revealed that, the mean ISQ values of the standard length implants were statistically significantly higher than those of short implants (Group I, II, III, IV - V: p= 0,000; Group I, II, III - VI: p= 0,000; Group IV- VI: p= 0,003).

The implants placed with bicortical approach using osteotome showed statistically significantly lower ITVs compared to the angled implants and implants placed in a undersized cavity (Group II- IV: p= 0,034, Group III- IV: p =0,000). The ITVs of short implants placed in an undersized cavity were significantly higher than those of short implants placed using standard surgical procedures. (Group V-VI: p= 0,011)

When the mean ITVs of the short and standard length implant groups were compared, 6 mm implants placed in undersized cavity showed statistically significantly lower values than those of 10 mm implants placed with the same preparation method.(Group III- VI: p= 0,008)

Within the limits of this study, it has been observed that undersized cavity preparation is important for primary stability in the short dental implant applications in regions with low bone density. It may be considered that angled implants may be a better alternative to transcrestal approach in providing primary stability.

Keywords: Insertion Torque Value, Implant Stability Quotient, Low Bone Density, Short Implant, Angled Implant.

1.GİRİŞ

Yaşam süresinin uzamasıyla birlikte hayat kalitesi de önem kazanmıştır. Diş kayıpları sebebi ile azalan hayat kalitesi protetik tedavi ihtiyacını doğurmuştur. Dişsiz boşlukların rehabilitasyonunda, geleneksel protetik tedavilerin olumsuz yönleri ve yetersiz kalabilmeleri implant destekli restorasyonlara yönelimi artırmıştır. Hızla gelişen implant teknolojisi ve implant destekli protetik tedavilerin uzun süreli başarılı sonuçları bu uygulamaların, dişsiz alanların rehabilitasyonunda öncelikli olarak tercih edilmesine neden olmuştur [1]. İmplant uygulamalarının başarılı sonuçlarının görülmesiyle birlikte bu tedaviden beklentiler de artmıştır.

Geleneksel implant yerleştirme ve protetik yükleme protokolüne göre, kemik iyileşmesinin beklenmesi gerekmektedir. Bu durum hastanın restorasyonsuz geçirdiği süreyi uzattığı için bir dezavantajdır [2]. İmplant teknolojileri ve tasarımlarındaki gelişmelerle birlikte, restorasyonsuz geçirilen sürenin kısaltılmasına yönelik yaklaşımlar gündeme gelmiştir. Böylelikle yerleştirildikten hemen sonraki implant stabilitesi (primer stabilite) ve stabiliteyi artırmaya yönelik işlemler önem kazanmıştır [3]. Primer implant stabilitesi; kemik yoğunluğu ve hacmi, implant geometrisi (boy, çap, yiv dizaynı, konik ya da paralel olması), cerrahi teknik gibi faktörlerden etkilenebilmektedir [4-8]. Kemik yoğunluğunun az olması primer stabiliteyi dolayısıyla da osseointegrasyon ve uzun dönem başarıyı güçleştirmektedir [9]. Kemik yoğunluğunun az olduğu bölgelerde primer stabiliteyi artırmak için, implant çapından dar kavite hazırlığı, kemik kondensasyonu gibi cerrahi teknikler ve modifiye implant tasarımları önerilmiştir [10-12].

Maksiller posterior bölge, düşük kemik yoğunluğuna sahip olması ve anatomik sınırlamaları nedeniyle implant uygulamaları için zor bir bölgedir. Bu nedenle primer stabiliteyi sağlamak güçleşmektedir. Bu bölgenin uzun süreli dişsizliklerinde maksiller sinüs pnömatizasyonu ile birlikte kemik genişliği ve yüksekliğinin yetersizliğiyle karşılaşılmaktadır [13]. Posterior maksillada yetersiz kemik yüksekliği olması durumunda sinüs yükseltme uygulamalarıyla birlikte standart uzunluktaki implantların yerleştirilmesi uygun bir işlem olarak kabul görmektedir [14]. Ancak son yıllarda,

alternatif olarak tedavinin maliyeti, süresi, cerrahiye bağlı komplikasyonlar ve hasta morbiditesinin azalması gibi avantajlar sunan kısa implant uygulamaları ve açılı implant yerleştirilmesi işlemleriyle ilgili klinik çalışmalar artmıştır [15-19]. Bu tedavi işlemleri ile ilgili implant başarısına dair birçok literatür mevcut olmakla birlikte implant stabilitesinin objektif ölçüm yöntemleriyle değerlendirildiği çalışmalar oldukça azdır [20, 21]. Rezonans frekans analizi (RFA) ve yerleştirme torku (YT) değeri stabilitenin değerlendirilmesinde invaziv olmayan ve kantitatif ölçüm yapan metotlardır. RFA yönteminin; osseointegrasyonun klinik takibinde kullanılabilmesi, kolay ve hızlı uygulanabilmesi ve objektif değerlendirme yapabilmesi bu yöntemi ön plana çıkarmıştır [5, 7, 22]. YT değeri ölçümü ise kemik yoğunluğu hakkında bilgi vermesi, kolay ve objektif veri sağlayan bir yöntem olması gibi avantajlarıyla klinik pratiğinde ve çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır [23-25].

1.1 Amaç

Bu tez çalışmasının amacı, maksiller posterior bölgeyi taklit eden düşük yoğunluklu koyun iliak kemiğine farklı cerrahi işlemlerle ve farklı uzunlukta yerleştirilen implantların primer stabilitesini RFA ve YT değeri ölçümlerini kullanarak ex- vivo olarak değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Alveoler Kemiğin Değerlendirilmesi

Alveoler kemiğin değerlendirilmesi doğru teşhis ve tedavi sonuçlarının öngörebilmesi açısından önem teşkil etmektedir. Dişsiz bölgeler implant tedavisi için değerlendirilirken yumuşak ve sert dokular göz önünde bulundurulur. Klinik muayenede yalnızca ciddi derecede kemik hacmi yetersizliği olan bölgeler tespit edilebilmektedir.

Alveoler kemik değerlendirmesinde klinik muayene yeterli bilgi sağlamadığı için radyolojik görüntülemelerden faydalanılmaktadır. Panoramik ve periapikal radyografiler düşük radyasyon dozu ve pratik olmaları nedeniyle klinikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu görüntüler; implant yerleştirilecek bölgenin anatomik komşulukları, kemik yüksekliği ve kemikteki patolojik oluşumlar hakkında bilgi verebilmektedir. Ayrıca implant çevresi kemiğin takibinde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Bununla birlikte geleneksel görüntüleme tekniklerindeki distorsiyonlar, açılama sorunları, görüntü kalitesindeki yetersizlikler ve sadece iki boyutlu bilgi elde edilmesi, ileri görüntüleme tekniklerine ihtiyaç doğurmaktadır. Kemiğin yapısı, yoğunluğu ve anatomik komşulukları en iyi şekilde bilgisayarlı tomografi (BT) ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile değerlendirilebilmektedir [26].

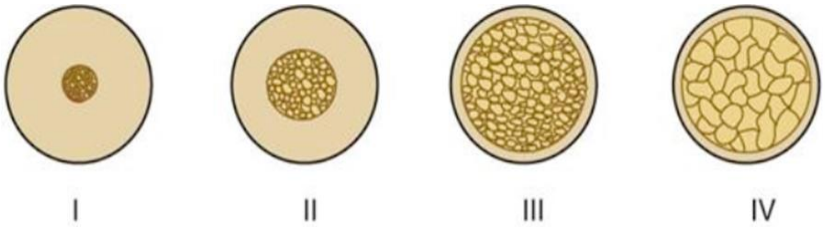
İmplant planlamasında BT görüntüleme tekniğinin kullanımı ile birlikte kemikle ilgili kantitatif, kolay ve objektif bilgiler elde edilmeye başlanmıştır [27]. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi daha düşük ışın dozu ve maliyet gibi avantajları nedeniyle klinik kullanımda oldukça pratik ve faydalıdır. Gri yoğunluğu değerleri hala tam kalibre edilememiş olduğundan kemik yoğunluğunu belirlemede kullanılması uygun görülmemektedir [26].

2.1.1 Kemik yoğunluğunun değerlendirilmesi

Dental implant uygulamalarının başarısında kemik kalitesi en önemli faktörlerdendir. Kemik kalitesi, kemiğin mineral yoğunluğu ile kortikal ve trabeküler kemiğin kalınlığını ifade etmektedir. Kortikal tabaka % 95 oranında mineralize olduğundan trabeküler kemiğe göre 10 ile 20 kat daha sert yapıdadır. Bu durum implantın primer stabilizasyonu için avantaj oluşturmaktadır[28].

Yaygın olarak kullanılan Leckholm ve Zarb' ın (1985) sınıflamasında; radyolojik veriler ve implant yuvalarının hazırlığı sırasındaki kemiğin direnci esas alınarak çene kemikleri kalitatif olarak 4 tipe ayrılmıştır [29].

- **Tip I kemik,** genellikle tamamı yoğun kortikal yapıda olan veya iç kısmında az miktarda kompakt trabeküler bölge bulunan kemik tipidir. Örnek olarak ileri derecede atrofik, dişsiz anterior mandibula gösterilebilir.
- **Tip II kemik,** kalın ve yoğun- poröz kortikal yapıda kemikle çevrilmiş, Tip I kemiğe göre daha fazla kompakt trabeküler kemik içerir. Anterior ve posterior mandibula ile palatinal bölge bu kemik tipine örnek verilebilir.
- **Tip III kemik,** ince kortikal yapıda kemikle çevrili düşük yoğunluklu trabeküler kemikten oluşur. Bu tip kemiğe örnek olarak anterior ve posterior maksilla gösterilebilir.
- **Tip IV kemik,** ince kortikal yapıda kemikle çevrili çok boşluklu trabeküler kemikten oluşur. Posterior maksiller bölge bu tip kemiğe örnek gösterilmiştir.



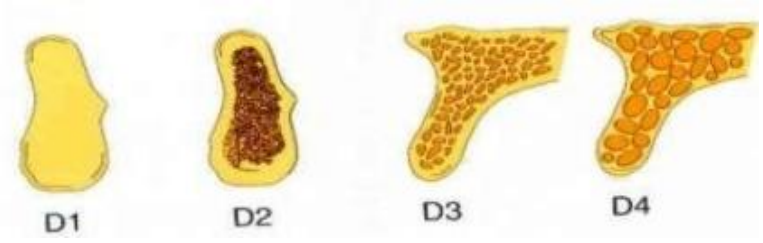
Şekil 1: Leckholm ve Zarb' ın kalitatif alveolar kemik sınıflaması (1985)

Kemik yoğunluğuna göre diğer bir kalitatif değerlendirme ise Misch tarafından yapılmıştır [30]. Bu sınıflamaya göre:

- **D1 kemik**, neredeyse tamamen kortikal yapıdadır. Bu kemik tipinde zayıf kan dolaşımı nedeniyle rejenerasyon kapasitesi bozulmuştur. Orta veya şiddetli

rezorpsiyona uğramış mandibuler anterior bölgede daha sık bulunmaktadır. Işık mikroskobunda bakıldığında kemik- implant yüzey temas oranları bu kemik tipinde diğer kemik tiplerine göre en yüksektir. Bu oran % 80' den fazladır.

- **D2 kemik**, D1 kemik tipine göre daha ince kortikal yapı ve daha fazla trabeküler kemikten oluşmaktadır. Kemik trabekülleri D3 kemik tipine göre % 40– % 60 daha yoğundur. Özellikle tek bir diş eksikliği olan maksiller anterior bölgede görülür. D2 kemikte osseointegrasyon oldukça başarılıdır.
- **D3 kemik**, D2' den daha ince ve poröz kortikal tabakaya sahiptir ve kalın trabeküler kısımdan oluşur. En sık maksiller anterior ve her iki çenenin de posterior bölgelerinde bulunur. D2 kemiğe göre, kemik-implant yüzey teması daha azdır.
- **D4 kemik**, trabeküler kemik yapının çok az yoğunluğa sahip olduğu ve kortikal kemiğin çok az bulunduğu veya hiç bulunmadığı kemik tipidir. İmplant yerleştirildikten sonra kemik-implant yüzeyi temas oranı genellikle % 25' ten azdır. Kemik trabekülleri seyrek olduğundan implantın primer stabilitesi zor sağlanır. D3 ve D4 kemik tipi düşük yoğunlukludur.
- **D5 kemik**, henüz matürasyonu tamamlanmamış kemik tipidir.



Şekil 2: Misch' in alveolar kemik yoğunluğu sınıflaması(1988)

Kemik yoğunluğu histolojik ve radyolojik olarak birçok teknikle kantitatif olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak bu tekniklerin bazılarının pratikte uygulanması zordur [31]. Alveoler kemik değerlendirmesi için uygulama kolaylığı ve diagnostik gücü nedeniyle BT görüntüleme önerilmektedir. İmplant planlamasında kullanılan BT görüntüleri, alveoler kemiğin hem hacmi hem de yapısına dair bilgi vermektedir. Bilgisayarlı Tomografi görüntüleme cihazı ile uyumlu bir yazılım programı kullanılarak istenilen bölgelerin kemik yoğunluğu da kantitatif olarak hesaplanabilir. Hesaplanan bu değer Hounsfield Unite (HU) değeri olarak ifade edilmektedir [27, 32].

HU değeri, -1000 (hava) ile 3000 (mine) arasında değişmektedir. Görüntülerdeki yapıların yoğunluk değerlerindeki fark, dokuların birbirinden ayırt edilmesine imkan tanımaktadır. Misch' in kemik tipi sınıflaması ile korele olan HU değerleri;

- D1: 1250 -1850 HU,
- D2: 850–1250 HU,
- D3: 350-850 HU,
- D4: 150-350 HU,
- D5: <150 HU olarak belirtilmiştir. [30]

Bir diğer sınıflandırma, Leckholm ve Zarb' ın kemik tipi sınıflamasına göre Norton ve ark. tarafından yapılmıştır;

- Q1: >850 HU,
- Q2/Q3: 500- 850 HU,
- Q4: 0- 500 HU,
- Q4+ (tüber bölgesi): <0 HU olarak belirtilmiştir [33].

Kemik yoğunluğunun az olduğu bölgelerde daha düşük implant başarı ve sağ kalım oranları bildirilmiştir [10-12]. Chrcanovic ve ark.' nın meta analiz çalışmasında (2017) alveoler kemiğin hacmi ve yoğunluğunun yetersiz olması durumunda implant başarısızlık oranının artabileceği bildirilmiştir [34]. Herrmann ve ark, ise kemik tipi ve morfolojisi gibi hastaya bağlı faktörlerin implant sağ kalımında baskın rol oynadığını bildirmişlerdir [35]. Jaffin ve Bermann' ın çalışmasında, tüm implantların % 3' ünün, tip 4 kemiğe yerleştirilen implantların ise % 35'inin kaybedildiği bildirilmiştir [11]. Yapılan çalışmalar kemik yoğunluğu değerlendirilmesinin implant tedavilerinde önemli role sahip olduğunu göstermektedir.

2.1.2 Kemik Morfolojisinin Değerlendirilmesi

İmplant planlaması yapılırken dişsiz bölgelerin morfolojik olarak değerlendirilmesi, yerleştirilecek olan implant sayısı, boyutları, yerleştirme açısı ve ogmentasyon işlemlerine olan gereksinimi belirlemek açısından önemlidir [26].

Leckholm ve Zarb (1985), kemikteki morfolojik değişimleri klinik ve radyolojik verilere dayanarak 5 grupta değerlendirmiştir. Bu değişimler:

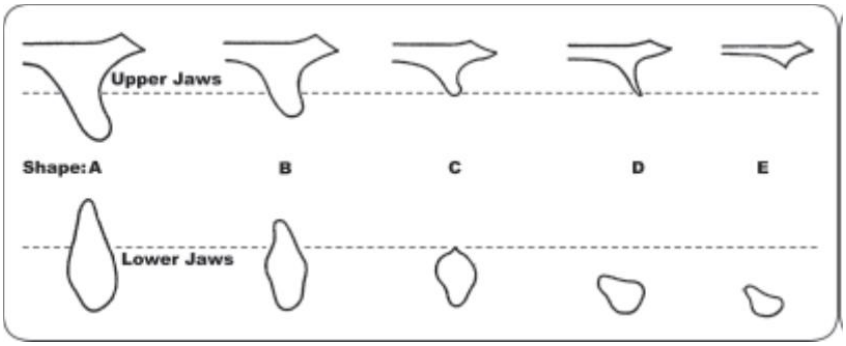
A: Alveolar kemiğin çoğu mevcut

B: Orta düzeyde rezidüel kret rezorpsiyonu

C: İleri düzeyde rezidüel kret rezorpsiyonu veya sadece bazal kemik mevcut

D: Bazal kemikte rezorpsiyon başlangıcı

E: Bazal kemikte ileri seviyede rezorpsiyon şeklinde sınıflandırılmıştır.



Şekil 3: Kemik rezorpsiyonunun morfolojik sınıflaması (Leckholm ve Zarb 1985)

Cawood ve ark. (1988), diş çekimi sonrası alveoler kemiği sınıflandırmışlardır [36]:

Sınıf I: Dişli kret

Sınıf II: Diş çekiminden hemen sonraki kret

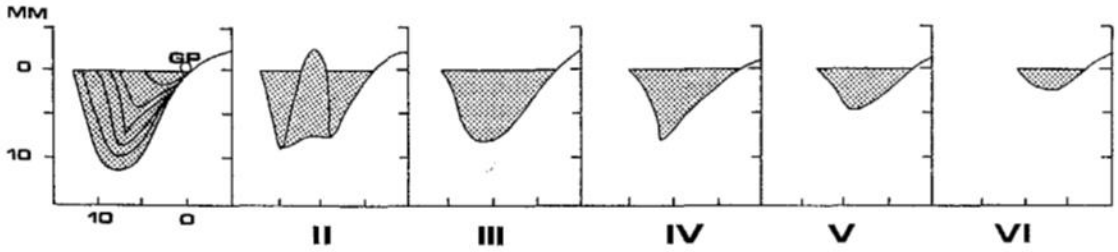
Sınıf III: Uygun yükseklik ve genişlikte, tepesi yuvarlak formda kret

Sınıf IV: Uygun yükseklik, yetersiz genişlikteki bıçak sırtı formda kret

Sınıf V: Yetersiz yükseklik ve genişliğe sahip, düz kret formu

Sınıf VI: Çeşitli derecelerde bazal kemik kaybının gözlendiği kret formu

Bu 6 sınıf, her çene ve bölge için kemik karakterini (alveoler/bazal) de gösterecek şekilde şematize edilmiştir. Örnek olarak; maksiller posterior bölge için görsel sınıflama aşağıdaki gibidir:



Şekil 4: Maksiller posterior bölgedeki rezorpsiyon aşamalarının morfolojik olarak sınıflandırılması (Cawood ve Howell.1988)

Misch ve Judy (1987) ise alveoler kreti 4 gruba ayırmışlardır [37];

Div A: Diş çekiminden hemen sonra görülen kemiktir

Div B: Genellikle kemik yüksekliğinin korunduğu ancak kemik genişliğinde bir miktar rezorpsiyon görülen durumdur

Div C: Her yönden rezorpsiyonun görüldüğü yetersiz hacimde kemiktir

Div D: Uzun dönem dişsizlik sonucunda gelişen rezorpsiyonla beraber, alveoler kemiğin tamamen kaybedildiği, bazal kemiğin de rezorbe olduğu durumdur.

2.2 İmplant Stabilitesi (Primer İmplant Stabilitesi)

İmplant stabilitesi, implantın klinik olarak hareketsiz olması ve uygulanan kuvvetlere gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir.[38] İmplantın stabilitesi farklı zamanlarda değerlendirilebilmektedir. İmplantın yerleştirildikten hemen sonraki stabilizasyonu, primer stabilite olarak ifade edilir ve implantın kemikle yaptığı mekanik bağlantıdan kaynaklanır [39]. Osseointegrasyonun başarılı olarak gerçekleşebilmesi için primer stabilite bir ön koşuldur [5, 40]. Osseointegrasyon, kemik içerisinde implant var olduğu sürece implant çevresindeki kemiğin yapımını, tamirini ve adaptasyonunu içeren bir mekanizmadır. Bu döngünün sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi implantların uzun dönem başarısında önemli bir faktördür [41, 42]. Primer stabilite yeterli olmadığında, artan mikro hareketler normal iyileşme sürecini bozabilmektedir. Bunun sonucunda, implant çevresinde oluşan fibröz kapsülasyon implantın kaybına neden olmaktadır [43].

Albrektsson ve ark. , osseointegrasyonun implant materyalinin biyouyumluluğu, implant tasarımı ve yüzey özellikleri, implantın yerleştirildiği kemiğin durumu, implant yerleştirilmesi sırasında uygulanan cerrahi teknik ve protetik yükleme koşullarından etkilendiğini bildirmiştir [39].

Osseointegrasyon, histolojik bir tanım olduğu için klinik ve radyolojik verilerle tam olarak anlaşılamayacağı ifade edilmiştir. Bununla beraber osseointegrasyonun öngörülmesi ve takibinde klinik olarak implant stabilitesinin değerlendirilmesi önerilmiştir [44, 45].

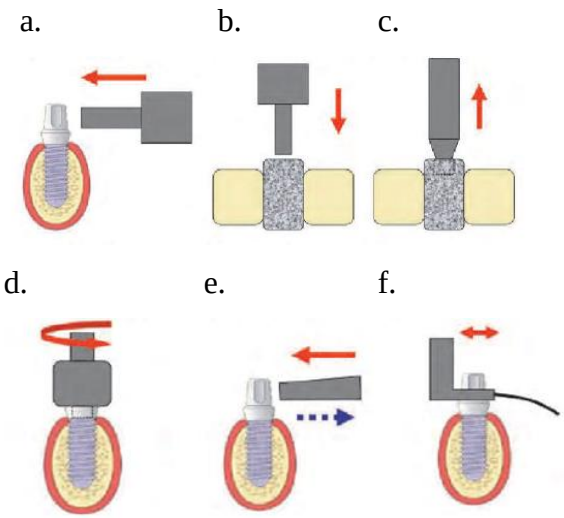
Osseointegrasyon tamamlandıktan sonraki implant stabilitesi ise sekonder stabilite olarak ifade edilmektedir. [5, 46, 47]. Sekonder stabilite, primer stabiliteyle ilişkilidir; kemik remodelingi ve implantın yüzey özelliklerinden etkilenmektedir [5, 6, 48].

2.2.1 İmplant stabilite ölçüm yöntemleri

İmplant stabilitesinin değerlendirilmesi, invaziv ve invaziv olmayan, kalitatif ve kantitatif birçok yöntemle yapılmaktadır. Geçmişte, osseointegrasyon derecesini değerlendirmek için kullanılan altın standart yöntem, mikroskobik veya histolojik analiz olarak kabul edilmiştir. Günümüzde ise bu yöntem, invaziv oluşu nedeniyle artık uygulanmamaktadır [50].

Histolojik / histomorfolojik analiz, gerilim, itme / çekme ve ters tork (TT) testi invaziv stabilite ölçüm metotları olarak kabul edilmektedir [49]. İnvaziv olmayan metotlar ise; cerrahın algısı (implant yerleştirilirken hissedilen direnç), perküsyon testi, elektromekanik yöntem (Periotest®), radyografik değerlendirme, rezonans frekans analizi (RFA), dental fine tester analizleri, kesme direnci ölçümü, yerleştirme torku (YT), dinamik model testi, impuls testi (implatest), titreşim salınımlı dalga uyarımı ve fotogrometrik analizdir [49-51].

Cerrahın algısı ve perküsyon testi, klinik uygulamada pratik ve yaygın olsa da subjektif yöntemler olduğu için standart uygulamalar değildir. Yaygın olarak kullanılan radyografik analiz ise primer stabilite ve osseointegrasyonu değerlendirmek için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle genellikle osseointegrasyon sonrası kemik-implant ilişkisinin takibini yapmak için kullanılmaktadır [52]. İleri görüntüleme teknikleri olan BT ve KIBT, kemik kalitesi ve yoğunluğunu değerlendirmeye izin verdiği için primer stabiliteyi öngörmek amacıyla kullanılabilmektedir [53-55]. Periotest ölçümü®, YT değerlendirmesi ve RFA, klinik olarak uygulaması kolay, invaziv olmayan metotlardır. Bu yöntemler objektif değerlendirilebilecek kantitatif veriler sağlar. Bu nedenle bu yöntemler kullanılarak çok sayıda çalışma yapılmıştır.



Şekil 5: İnvaziv/ invaziv olmayan ölçüm yöntemleri. a. Gerilim testi b. İtme testi c. Çekme testi d. Yerleştirici/ Çıkarıcı tork e. Periotest f. Rezonans frekans analizi [56]

2.2.1.1 Periotest®

Periotest®, ilk olarak periodontal ligamentin sönümleme kapasitesini ölçmek ve doğal dişin mobilitesini değerlendirmek için geliştirilmiştir. Daha sonra implantların stabilitesini değerlendirmek amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır [57].

Periotest®, stabiliteyi –8 ile + 50 aralığında değişen bir ölçekte derecelendirir. Klinik değerlendirmede -8 ile +9 değer aralığı Miller mobilite indeksinde 0'a karşılık gelmektedir. Periotest değerinin düşmesi, stabilitenin arttığını ifade etmektedir [58]. Dental implantlar için, +10 ve üzerindeki değerler, osseointegrasyonun sağlanamadığı veya kaybedildiği anlamına gelmektedir. Osseointegre implantların periotest değerleri, sıfıra yakın olma veya düşme eğilimindedir [57, 59, 60].

Meziyo- distal hareketliliğin ölçülememesi, aletin hareketli ucunun konumu ve açısının ölçülen değeri etkilemesi, marjinal kemikteki küçük değişikliklerin tespit edilememesi bu yöntemin sınırlı olduğu durumlar olarak bildirilmiştir. İmplanta uygulanan vurma kuvvetinin primer stabiliteyi bozabilme riski aletin dezavantajıdır. Yapılan çalışmalarda genel olarak RFA' nın primer stabilite için daha başarılı bir değerlendirme yöntemi olduğu kabul edilmektedir [58].

2.2.1.2 Rezonans frekans analizi

Meredith tarafından 1996 yılında geliştirilen bu yöntem, implantın kemik içerisindeki stabilitesini vibrasyon kullanarak ölçmektedir. Bu metotla yapılan değerlendirmeler invaziv olmayan, kantitatif ve diagnostik niteliktedir [61, 62].

Bu yöntemin etkinliğini test etmek için birçok in- vitro ve hayvan çalışması yapılmıştır. Meredith ve ark.' nın yaptıkları bir in- vitro çalışmada akriliğe gömülen implantlarda akriliğin polimerizasyonu süresince RFA değerlerindeki artış gösterilmiştir. Bir diğer çalışmada açıkta kalan implant yüzey miktarı ile stabilite ters orantılı bulunmuştur. Sonrasında yapılan bir hayvan çalışmasında, implant yerleştirildikten sonra stabilitedeki artış histomorfometrik olarak incelenmiştir. Bu durumun RFA değerleriyle uyumlu olduğu gösterilmiştir [61, 63, 64].

RFA ölçüm yönteminde, transdüktör (dönüştürücü) aracılığıyla kemik- implant temas yüzeyine oldukça küçük bir bükme kuvveti iletilir. İlk RFA transdüktörleri, implant gövdesi veya abutmentına vidalanabilen basit bir dirsekli çubuk olarak tasarlanmıştır. İmplant çevresindeki kemiğin, bu çubuğun titreştirilmesine gösterdiği direnç sonucunda bir rezonans değeri elde edilir. Klinik açıdan implantın stabilitesi ne kadar yüksekse frekans değerleri de bağlantılı olarak artmaktadır. Bu değer Hertz(Hz) birimi cinsinden ifade edilmektedir [52].

Daha sonra geliştirilen RFA cihazlarında rezonans değerleri 1'den 100'e kadar olan bir aralıkta değerlendirilmiştir. Bu değerler "İmplant Stabilite Katsayısı" olarak ifade edilmiştir[52].

Elektronik (Osstell®) ve elektro-manyetik teknoloji (Osstell TM® Mentor, Osstell TM® ISQ, Osstell® IDx, Osstell® Beacon) kullanarak ölçüm yapan RFA cihazları mevcuttur. Manyetik yöntemde, implantın üzerine vidalı bağlantı ile metal bir çubuk (Smartpeg®) tutturulur. Çubuğa tutulan bir elektronik cihaz, manyetik dalgalarla çubuğu uyarır ve sensörün titreşim frekansına göre bir değerlendirme yapar. Bu ölçüm her yönden yapılabilmektedir. Yapılan çalışmalarda bukko-lingual ve mezio-distal olarak birbirine dik iki farklı yönde ölçüm yapılması önerilmiştir. Örneğin, bukkal yüzeyde kemik desteği daha apikalde olan bir implant, bukko-lingual yönde düşük değer verirken, mesio-distal yönde daha yüksek bir değer gösterebilir [52, 58, 65].

RFA ile ölçüm sırasında, implanta aktarılan enerji çok düşüktür ve biyolojik süreci tehlikeye atmadan osseointegrasyon takibinde kullanılabilir [66]. Yüksek RFA değerleri, çok küçük bir yanılma payıyla implant başarısının göstergesi olarak kabul edilmektedir. Düşük veya azalan RFA değerleri ise implant başarısızlığı için risk bulunduğunu göstermektedir [38].

İSK değerleri 3 aralıkta sınıflandırılmış olup; İSK değeri 70’ ten büyük ise yüksek, 60 ile 69 arasında ise orta ve 60’ tan küçük ise düşük stabilite olarak kabul edilmiştir. Klinik uygulamalarda 55 ile 80 arasındaki İSK değerleri kabul edilebilirdir. (https://www.osstell.com/clinical-guidelines/the-isq-scale/, 2020)

İyileşme döneminden sonra düşük İSK değeri görülen implantlarda başarı sağlamak için gerekli önlemler alınmalıdır [66]. Üretici önerileri doğrultusunda İSK değeri 50’ den az ise implant başarısızlık riskinin artabileceği bildirilmiştir [67]. İmmediat protetik yükleme için İSK değerinin en az 54- 55 olması gerektiğini öne süren çalışmalar mevcut olduğu gibi [40, 68], bu değerin 70- 75’ in altında olduğu durumlarda implant başarısızlığı riskinin arttığını bildiren çalışmalar da mevcuttur [69].

Kemik yoğunluğu, marjinal mukozanın esnekliği, iyileşme süresi, alveoler kret üzerinde açıkta kalan implantın yüksekliği, implant uzunluğu, implant çapı, implant dizaynı, implantın yüzey özellikleri ve abutment uzunluğu ölçülen RFA değerlerini etkilemektedir [6, 38]. Ölçüm yapılırken prob ucunun, ölçüm başlığından (smartpeg®) yaklaşık 1-3 mm mesafe uzaklıkta, 90° açı ve yumuşak dokunun 3 mm üzerinde olacak şekilde konumlandırılması önerilmiştir [58]. Bu hassasiyeti gözeten yeni nesil RFA cihazları doğru konumda yerleştirilmediğinde ölçüm yapmayarak, uygulama tekniğinden kaynaklı hataları önlemektedir.

RFA sonuçlarıyla implant çevresindeki marjinal kemik kaybı arasındaki ilişki henüz net olarak tanımlanmamıştır. Yakın zamanda yapılan bir sistematik derlemede (2019), implant çevresindeki marjinal kemik seviyesi değişiklikleri ile ölçülen RFA değerlerinin ilişkisi değerlendirilmiştir. Derlemeye dahil edilen çalışmalar, kemik kaybı ile ölçülen RFA değerleri arasındaki ilişkiye dair farklı sonuçlar bildirmiştir. Bu nedenle, araştırmacılar RFA sonuçlarının klinik ve radyografik muayene bulgularıyla desteklenmesinin yararlı olabileceğini öne sürmüşlerdir [70].

Yapılan çalışmalarda peri-implant kemik kaybının RFA ve Periotest® ile değerlendirilebileceği fakat RFA' nın Periotest®'e göre daha hassas olduğu bildirilmiştir [71, 72]. RFA değerleriyle kemik-implant teması arasındaki ilişkiyi mikro düzeyde inceleyen hayvan çalışmaları ve insan kadavra çalışmalarında anlamlı bir ilişki görülmemiştir [73-75].

2.2.1.3 Yerleştirme tork değeri ölçümü

Primer stabiliteyi değerlendirmek için, klinik pratikte yaygın olarak kullanılan objektif ve invaziv olmayan yöntemlerden biri de implant yerleştirilmesi sırasında ölçülen yerleştirme tork (YT) değeridir. Bu yöntem, Johansson ve Strid tarafından kemik kalitesi veya sertliğinin ölçülmesine yönelik olarak geliştirilmiştir. Kesme direnci değeri (tork değeri), düşük hızda yuvaya yerleştirilen implant için harcanan elektrik akımı kaydedilerek hesaplanmaktadır.[76]

İmplant yerleştirilirken implant yivinin yuvada ilerlemesi için gereken minimum tork değeri "Yerleştirme Torku" olarak tanımlanmıştır. İmplantın prognozunun belirlenmesi ve protetik yükleme zamanına karar verilmesinde yerleştirme tork değerinin fikir verebileceği bildirilmektedir. [76, 77]

İmplant yerleştirildikten hemen sonra kaydedilen İSK, YT değeri ve kemik yoğunluğunun birbiriyle korele bulunduğu çalışmalar mevcuttur [55, 78-80]. Bunların yanı sıra, bu değerlerin birbiriyle tutarlı olmadığı veya aralarında farklı düzeyde korelasyon bulunduğu da bildirilmiştir [12, 81-83].

Yerleştirme torku ile kemik yoğunluğu arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Yoğun kemikte daha yüksek YT değerleriyle birlikte implant stabilitesinin arttığı saptanmıştır [23, 54, 78, 84, 85]. Ottoni ve ark. başarılı bir osseointegrasyon için YT değerinin en az 20 Ncm, ideal olarak 32 Ncm olması gerektiğini önermiştir [24]. Papaspyridakos ve ark.' nın yaptıkları meta- analizde (2014) immediat protetik yükleme için YT değerinin minimum 30 Ncm' olması gerektiği bildirilmektedir [86].

Duyck ve ark.' nın yaptıkları hayvan çalışmasında, yüksek yerleştirme torku değerlerinin kemik üzerindeki etkileri histolojik ve radyolojik olarak incelenmiştir. Sonuç olarak 50 Ncm' in üzerindeki tork değerlerinde marjinal kemik kaybı artışı bildirilmiştir [87]. Monje ve ark.' nın (2019) yayımladıkları derleme sonuçlarına göre, hayvan çalışmalarında yüksek YT değerlerinin kemik kaybı riskini arttırırken çok düşük tork değerlerinde dahi osseointegrasyonun gerçekleştiği gösterilmiştir. Klinik çalışmalar ise düşük YT değerlerinin sağ kalım oranını düşürdüğünü göstermiştir [88]. Li ve ark.' nın (2015) meta analiz sonuçlarına göre, yüksek YT değerleri (>50 Ncm) ve konvansiyonel YT değerleri (35- 45 Ncm) ile yerleştirilen implantlar arasında marjinal kemik kaybı açısından fark bulunmamıştır [89]. Berardini ve ark.' nın (2016) yaptıkları meta-analizin sonuçları da yüksek ve düşük YT değerleri arasında marjinal kemik kaybı ve implant başarısızlığı açısından fark olmadığını göstermiştir [90].

Yerleştirme torku değeri, yalnızca implant yerleştirilmesi sırasında primer stabiliteyi değerlendirmeye izin vermektedir. Cerrahi öncesi planlamada ve iyileşmenin takibinde kullanılamaması bu tekniğin en önemli limitasyonudur [8, 80].

2.3 Düşük Yoğunluklu Kemikte İmplant Stabilitesi

Düşük yoğunluklu kemik tipi varlığında kemik- implant temas yüzeyinin azalmasına bağlı olarak primer implant stabilitesi de olumsuz etkilenmektedir [30, 80, 91]. Yapılan çalışmalarda kemik yoğunluğunun azalması ile birlikte primer stabilite değerlerinde de anlamlı bir düşüş bildirilmiştir [53-55, 78]. Düşük yoğunluklu kemikte; implant uzunluğu ve/veya çapının artırılması, yiv tasarımı ve yüzey yapısı modifikasyonları kemik- implant temasını artırmak için önerilmektedir [92].

Posterior maksiller bölgede, primer stabiliteyi sağlamak zordur. Bu bölge için istenilen uzunlukta ve genişlikte implant yerleştirilmesi ancak ilave cerrahi tedavilerle mümkün olmaktadır. Zaman içerisinde komplike olan bu işlemlere daha az invaziv olan ve birçok yönden avantajları bulunan alternatif yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar implantın çapından dar kavite hazırlığı, kemik kondensasyonu gibi cerrahi teknikler ve implant dizaynındaki modifikasyonları içermektedir [10-13, 35].

2.3.1 Stabiliteyi artırmaya yönelik uygulanan cerrahi teknikler

Düşük yoğunluklu kemik tipine yerleştirilen implantlarda cerrahi kavite hazırlığı modifiye edilerek primer stabilitenin arttırılabileceği bildirilmektedir [93].

Palaskar ve ark.' nın yayımladıkları sistematik derlemede, implant kavite hazırlığı sırasında implant çapı ile uyumlu ve implant çapından daha dar çapta kavite hazırlığının stabiliteye etkisi değerlendirilmiştir. Buna göre implant çapından dar çapta hazırlanan kaviteye yerleştirilen implantların primer stabilitesinin arttığı bulunmuştur [94]. Bu konuyla ilgili yapılan başka bir sistematik derlemede ise, bu cerrahi tekniğin biyolojik olarak güvenli olduğu bildirilmiştir. [95]. Bu tekniğin kemik hacminin sınırlı olduğu bölgelerde uygulanması durumunda ise, kemiğin travmatize edilmemesine özen gösterilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca implant yerleştirilmesi sırasında kemik kondensasyonunun gereğinden fazla yapıldığı durumlarda osseointegrasyonun gecikebileceği öne sürülmüştür [96, 97].

Cerrahi kavite hazırlığında piezo ve geleneksel işlemleri karşılaştıran bu meta-analiz çalışmasında, iki grup arasında primer stabilite benzer bulunurken, piezo ile hazırlanan kaviteye yerleştirilen implantlarda sekonder stabilite diğer gruba göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur [98].

Farklı cerrahi tekniklerin implant stabilitesine etkisini karşılaştıran bir sistematik derlemede (2014), implant çapından dar hazırlanan, osteotomla kondense edilen ve piezo ile hazırlanan implant kavite işleminin primer ve sekonder stabiliteye etkisiyle ilgili kanıtların zayıf olduğu bildirilmiştir [99].

Posterior maksiller bölgede, implant kavitesi hazırlığı sırasında kemik kondensasyon tekniği ile standart frezleme işleminin primer ve sekonder implant stabilitesine etkisini karşılaştıran split-mouth bir klinik çalışmada başlangıç ve 6. haftadaki RFA değerleri, kondensasyon tekniği uygulanan grupta anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur [100].

Bir başka çalışmada farklı çap ve uzunluktaki implantlar; konvansiyonel cerrahi, rehberli cerrahi ve kondensasyon tekniğiyle sentetik kemik bloklarına yerleştirilmiştir. Bu implantların RFA ile stabiliteleri karşılaştırıldığında kondensasyon tekniği ile yerleştirilmenin stabiliteye olan etkisinin, implant uzunluk ve çapının artırılmasından daha fazla olduğu görülmüştür [101].

2.3.2 İmplant şekli ve yüzey yapısının stabiliteye etkisi

İmplant yüzeylerinin hem makroskopik hem de mikroskobik özelliklerinin osseointegrasyonu etkilediği bildirilmiştir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda modifiye yüzeyli implantlar, düz yüzeye sahip implantlardan daha başarılı bulunmuştur [102, 103].

Primer stabilitenin artırılmasında implant tasarımı (paralel ya da konik) ve yüzey yapısının (yiv dizaynının) etkisi olduğu bilinmektedir [4, 104].

Düşük yoğunluklu kemik tipinde; paralel yerine konik tipte implantların tercih edilmesinin stabiliteyi artırdığını bildiren çalışmalar mevcuttur [105-110].

Primer stabiliteyi artırmak amacıyla implantların yiv sayısı, derinliği ve dizaynında modifikasyonlar yapılmıştır. Yivlerin, başlangıçtaki kemik- implant temas yüzeyini genişleterek primer stabiliteyi iyileştirmek ve ara yüzeydeki streslerin dağıtılması gibi işlevleri vardır. Çeşitli yiv dizaynları (V şeklinde, ters V, kare) bulunmaktadır. "V'' şeklinde yivler stabilizasyonu, ters "V'' biçimli yivler çekme kuvvetlerine karşı dayanıklılığı artırmak üzere tasarlanmıştır. Kare yiv tasarımı ise baskı ve makaslama kuvvetlerine karşı daha dayanaklı bulunmuştur. Yiv sayısı ve derinliği arttıkça fonksiyonel yüzey alanı ve implantın stabilitesi de artmaktadır [30]. Bu sebeple, düşük yoğunluklu kemik tipinde yeterli stabiliteyi sağlayabilmek için, daha fazla ve derin yivler içeren implant tasarımlarının tercih edilmesi önerilmektedir.

Primer stabiliteyi artırmaya yönelik olarak tasarlanmış self- tapping (kendi yivini açan ya da kendiliğinden yerleşen) implantlar, cerrahi sırasındaki tapping(yiv açma) işlemine ihtiyacı azaltır. Bu implantlar, özellikle düşük yoğunluklu kemik tipi için önerilmiştir [100, 111-113].

İmplant yüzey özelliklerindeki modifikasyonların, yüzey kaplaması ve yüzey hidrofilitesinin osseointegrasyon üzerinde olumlu etkilerinin olduğu çok sayıda çalışmada bildirilmiştir. Titanyum implant yüzeyleri, biyouyumluluğu artırmak ve osseointegrasyonu hızlandırmak için $Ti0_2$, AI_20_3 gibi maddelerle kumlama, asitle dağlama veya kumlama ve asitle dağlama (SLA) teknikleriyle pürüzlendirilmektedir. İmplant yüzeylerinin, kumlama ve asitle dağlama (SLA) işlemlerine tabi tutularak pürüzlendirilmesiyle daha iyi bir yüzey kimyası ve topografyası elde edilmektedir. Bu işlemler esas olarak osseointegrasyon süresini dolayısıyla sekonder stabiliteyi etkilemektedir [102, 114-116].

2.4 Posterior Maksiller Bölgede İmplant Uygulamaları

Düşük kemik yoğunluğu, alveoler kemik atrofisi ve maksiller sinüs pnömatizasyonu posterior maksiller bölgede standart uzunlukta implant uygulamalarına imkan vermemektedir [13, 117]. Bu durum, ileri cerrahi teknikler veya implant yerleştirme açısı ve uzunluğunda modifikasyonlar yapılmasını gerektirmiştir.

Şiddetli alveoler kret rezorpsiyonu ve maksiller sinüs pnömatizasyonu varlığında; anatomik kısıtlamalar nedeniyle transkrestal veya lateral pencere yaklaşımıyla sinüs yükseltme cerrahisi, kemik ogmentasyon işlemleri, zigomatik ve pterygoid kemiğe implant yerleştirilmesi gibi ileri cerrahi tedavi işlemleri uygulanabilmektedir [118-121].

Son yıllarda, ileri cerrahi yaklaşımlara alternatif olarak, kısa veya açılı yerleştirilen implantlar klinik olarak öne çıkmıştır. Bu uygulamaların klinik başarısına dair çok sayıda literatür mevcuttur [15-18].

2.4.1 Sinüs yükseltme operasyonu ve transkrestal yaklaşım

Sinüs yükseltme işlemi ilk olarak 1970' lerin sonlarında tanımlanmıştır. Yapılan ilk klinik çalışmada lateral iliak bölgeden alınan otojen kemik modifiye bir Caldwell-Luc operasyonunda greft materyali olarak kullanılmıştır. Sonraki yıllarda, operasyonu basitleştirmek ve verici bölge morbiditesini azaltmak için otojen ile kombine veya tek başına çeşitli greft materyalleri kullanılmıştır [122, 123]. Bu işlem, 10 mm ve daha fazla uzunluktaki implantların yerleştirilmesine olanak tanımaktadır. Uzun süreli takiplerde bu işlemin başarı oranı % 90’ dan fazla bulunmuştur [124].

Greftli ya da greftsiz gerçekleştirilen maksiller sinüs yükseltme cerrahisinin, düşük komplikasyon oranı ve öngörülebilir sonuçlara sahip, güvenli bir işlem olduğu bildirilmiştir [125]. Fugazzotto ve ark.’ nın (2015) yayımladıkları derlemede, sinüs yükseltme cerrahisi uygulanan bölgelerde implant sağ kalım oranlarının, aynı bölgeye yerleştirilen ve bu işlemlere ihtiyaç duyulmayan implantlarla benzer olduğu bildirilmiştir [126].

Transkrestal yaklaşımla sinüs yükseltme cerrahisi ilk olarak Tatum (1986) tarafından tanımlanmıştır [122]. Bu tekniğin osteotom kullanımıyla modifiye edilmesi ise Summers (1994) tarafından gerçekleştirilmiştir [127]. Osteotom kullanılarak transkrestal yaklaşımla sinüs yükseltilmesi, lateral pencere tekniğiyle sinüs yükseltme cerrahisine alternatif olarak geliştirilmiştir. Bu işlem, lateral yaklaşımla sinüs yükseltme cerrahisine kıyasla daha az invazivdir ve morbiditeyi de azaltmaktadır. Bu

teknikte ana hedef sinüs tabanını yükseltmek olmakla birlikte artan çapta osteotomlarla kemiğin apikal ve lateral yönlerde kondensasyonu gerçekleştirilir. Böylelikle primer stabilitenin de iyileştirilmesi sağlanmaktadır.[128] Bu tekniğin limitasyonları, lateral pencere ile sinüs yükseltme cerrahisine göre daha az miktarda kemik yükseltilmesine izin vermesi ve sinüs içerisinde kemik bölmeleri varlığında uygulanamaması olarak bildirilmiştir [129, 130]. Ayrıca sinüs tabanı yükseltilmesi ve greftleme işlemlerinde cerrahi sahayı görüş imkanı bulunmaması da işlemin zorluklarındandır [131] .

Bir sistematik derlemede (2012), bu teknik için maksiller posterior bölgede 5 mm rezidüel kemik yüksekliği varlığının prognoz için daha öngörülebilir olduğu fakat rezidüel kemik yüksekliğinin daha az olduğu durumlarda da uygulanabileceği bildirilmiştir [132].

Stabilitenin değerlendirildiği bir klinik çalışmada, farklı rezidüel kemik yüksekliğine sahip posterior maksillaya, osteotomla sinüs yükseltme işlemi yapılarak aynı çap ve boyda implantlar yerleştirilmiştir. Sonuç olarak primer İSK değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır [133].

Yapılan bir klinik çalışmada, maksiller posterior bölgede osteotomla transkrestal yaklaşım, bikortikal ve unikortikal implant uygulamalarının primer İSK değerleri arasında anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir [130].

Bir başka meta- analiz çalışmasında da, transkrestal yaklaşımla sinüs yükseltme yapılan bölgelere yerleştirilen implantların sağ kalım oranları, sinüs yükseltme yapılmayan bölgelerdekilerle benzer bulunmuştur [131].

Maksiller sinüs yükseltilmesi sırasında, sinüs membran perforasyonları sonucunda akut sinüzit, oroantral fistül, sinüs ve infraorbital bölgede hematom ve ağrı, sinüs içerisine greft intrüzyonu, implantın sinüs boşluğuna kaçması gibi komplikasyonlar görülebilmektedir. Ayrıca paroksismal vertigo (osteotom kullanılan yaklaşımda), posterior superior arterial kanama gibi durumlarla da karşılaşılabilmektedir. Tüm bu risklerin yanı sıra, yüksek maliyet ve cerrahi işlemlerin zorluğu yöntemin dezavantajlarındandır [124, 126].

2.4.2 Kısa implantlar

Kemik yüksekliğinin standart boyda implant yerleştirmek için yetersiz olduğu durumlarda, öncelikli olarak ogmentasyon işlemleri düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu işlemlere bağlı gelişen komplikasyonlar ve morbiditenin önüne geçmek için kısa implant uygulamaları alternatif tedavi seçeneklerinden biri olmuştur [134].

Güncel sistematik derlemelerde 8 mm ve daha kısa (≤8 mm) olan implantlar, maksiller posterior bölge için kısa implant olarak tanımlanmıştır. [15, 135]

Kısa implant uygulamaları daha az komplikasyon ve benzer implant sağ kalımı nedeniyle uzun implantlara iyi bir alternatif olarak görülmektedir. Ayrıca, bu tedavi seçeneğinde, ek ileri cerrahi uygulamalar gerekmediği için tedavi süresinin kısalması ve maliyetin azalması hastaya avantaj sağlamaktadır [15, 16, 19, 124, 136-139].

Yayımlanan bir derlemede, maksiller molar bölgeye yerleştirilen implantların başarı oranı % 99, 4 olarak bildirilmiştir. [126] Başka bir çalışmada, en az 2 yıl takip süresine sahip kısa (≤7mm), uzun (>7mm) ve farklı yüzey özelliklerine sahip implantlar karşılaştırılmıştır. Buna göre, maksillada mandibulaya göre daha fazla başarısızlık bildirilmiştir. Ayrıca kısa implantlarda dental implant yüzey geometrisinin (yivli, yivsiz) implant başarısında belirleyici olduğu bildirilmiştir [135].

Çok merkezli randomize kontrollü bir klinik çalışmada, 5- 7 mm rezidüel kemik yüksekliğine sahip maksiller posterior bölgeye yerleştirilen kısa (6 mm) ve sinüs yükseltme işlemi ile eş zamanlı yerleştirilen uzun implantlar (11- 15 mm) 5 yıl boyunca takip edilmiştir. Her iki tedavi yöntemi de marjinal kemik seviyelerindeki değişiklikler, hasta memnuniyeti, teknik ve biyolojik komplikasyonlar açısından benzer bulunmuştur [140]. Benzer tasarlanan başka bir klinik çalışma da bu sonuçları destekleyen veriler bildirmiştir [141].

Esposito ve ark.' nın yayımladıkları sistematik derlemenin sonuçlarına göre, maksiller posterior bölgede 4- 9 mm kemik yüksekliği varlığında; sinüs yükseltme işlemleriyle eş zamanlı yerleştirilen uzun implant ve kısa implant (5- 8,5 mm) uygulamaları karşılaştırılmıştır. İmplant başarısı yönünden yeterli kanıt bulunamamıştır, fakat protetik yükleme sonrası ilk bir yılda sinüs yükseltme işlemi ile tedavi edilen bölgelerde daha fazla komplikasyon gerçekleştiği bildirilmiştir [142].

En az 3 yıl takip süreli çalışmaların dahil edildiği başka bir sistematik derlemede, kısa implantlar sinüs yükseltme işlemleriyle birlikte yerleştirilen uzun implantlarla benzer sağ kalım oranına sahip bulunmakla birlikte kısa implantlarla ilgili uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir [143].

Kısa implant uygulamalarıyla (<10mm), yüksek primer stabilite değerlerine ulaşmanın zor olabileceği bildirilmiştir ve bu nedenle immediat protetik yükleme protokollerine şüphe ile yaklaşılması gerektiği öne sürülmüştür [40].

Winkler ve ark.' nın yaptıkları bir klinik çalışmada, farklı uzunluk ve çaplarda 2917 implantı 3 yıl boyunca takip edilmiştir. İmplant stabiliteleri 3 aylık periyotlarla

kayıt altına alınmıştır. Sonuç olarak, implant boyundaki azalmayla birlikte stabilite ve sağ kalım oranlarının düştüğü bildirilmiştir [20]. Maksiller posterior bölgede yapılan 3 yıl takipli bir klinik çalışmada ise lateral teknikle sinüs yükseltme işlemleriyle yerleştirilen uzun implantlar (≥10mm) ve kısa implantların (6mm) stabiliteleri değerlendirilmiştir. Başlangıç ve 1. yıl İSK değerlerinde fark bulunmazken 3. yılda uzun implantların İSK değerleri istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur [144].

Düşük yoğunluklu kemiğe yerleştirilen kısa implantlarda primer stabiliteyi sağlamak için gerekli işlemlerin planlama aşamasında belirlenmesi oldukça önemlidir [47, 145]. Kısa implant uygulamalarında; implant çapının ve yüzey pürüzlülüğünün artırılması önerilmektedir. Ayrıca düşük yoğunluklu kemik tipine yerleştirilen kısa implantlar için de, implantın çapından daha dar bir kavite hazırlığı yapılmasına dikkat çekilmiştir [146].

2.4.3 Açılı implantlar

Kemik boyutlarının yetersiz olduğu durumlarda, ogmentasyon işlemleriyle birlikte aksiyel olarak yerleştirilen implantlara başarılı bir alternatif de açılı konumda yerleştirilen implant uygulamaları olmuştur [147].

Malo ve ark.' nın (2003) tanıttığı "All- on- 4®" konsepti, ileri cerrahi işlemlere göre daha düşük hasta morbiditesi, kısalan tedavi süresi, düşük maliyet ve hastanın yaşam konforunun artması gibi avantajlar sunmaktadır. [147-149] Kabul gören bu konseptle ilgili implant stabilitesi, implant çevresi marjinal kemik kaybı ve sağ kalım açısından başarılı sonuçlar bildiren uzun dönem takipli çalışmalar mevcuttur [17, 18, 150, 151].

Üst çene posterior bölgede yeterli kemik yüksekliğinin bulunmadığı durumlarda açılı implant yerleştirilmesi, sinüs yükseltme işlemlerine ihtiyaç duyulmadan uzun implant uygulamalarına olanak tanır. Bu durum kemik- implant yüzey temasını artırmaktadır [152]. Distaldeki açılı implantların, sinüs duvarı ve burun tabanı gibi kortikal kemikte sonlandırılması ankrajı artırmada da etkili bulunmuştur [153].

Bu konuyla ilgili uzun dönem başarılı sonuçlar bildiren çalışmalarda, açılı yerleştirilen implantlar ogmentasyon işlemlerine alternatif olarak önerilmiştir [17, 18]. Aynı zamanda, sistemik durumu invaziv cerrahi girişimlere izin vermeyen hastalarda açılı yerleştirilen implantların iyi bir tedavi seçeneği olabileceği bildirilmiştir [154]. Açılamalar, sinüs yükseltme işlemlerine bağlı komplikasyonlardan kaçınmayı sağladığı gibi biyomekanik olarak da avantaj sunmaktadır. Bu tedavide, kemik grefti uygulanmadığından ankraj elde edilmesi kolaylaşmaktadır [154-156].

Testori ve ark. , üst çene tam dişsiz 27 hastada önde 4 adet aksiyel arkada iki adet açılı (30°) pozisyonda yerleştirdiği implantlara immediat protetik yükleme yapmıştır. İmplantları sağ kalım ve hasta memnuniyeti açısından 10 yıl takip etmiştir. Sonuç olarak, açılı ve aksiyel yerleştirilen implantlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır [17].

Agliardi ve ark.' nın çalışmasında, açılı ve düz yerleştirilen implantların immediat köprü restorasyonlarıyla protetik yüklemesi gerçekleştirilmiştir. İmplantların 1. yıl takiplerinde, kemik kaybı ve sağ kalım açısından anlamlı bir fark görülmemiştir [157].

Koutozis ve ark.' nın, 5 yıl takipli implant destekli köprü restorasyonları dahil ettiği retrospektif bir çalışmada, implant açılandırmasının marjinal kemik kaybı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. İmplantların yerleştirme açıları; aksiyel konumlu implantlarda ortalama 2,4° (0°- 4°), açılı konumlandırılmış olanlarda ise ortalama 17,1° (11°-30°) olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak açılı yerleştirilen implantlarda marjinal kemiğin olumsuz yönde etkilenmediği bildirilmiştir [158].

Menini ve ark.' nın (2012) yaptıkları meta-analizin sonuçlarına göre, üst çene tam dişsiz hastalarda aksial ve açılı konumda yerleştirilen implantlar arasında, immediat protetik yükleme sonrası marjinal kemik kaybı açısından anlamlı bir fark görülmemiştir [159]. Benzer şekilde Chrcanovic ve ark.' nın (2014) meta- analiz sonuçları da implant açılamasının marjinal kemik kaybı ve sağ kalımı etkilemeyeceği yönündedir [160].

Querinha ve ark.' nın yaptıkları 5 yıl takipli retrospektif bir kohort çalışmada; maksiller posterior bölgeye, bir gruba 1 adet aksiyel ve 1 adet distal açılı (30°- 45°); diğer gruba her ikisi de aksiyel pozisyonda implantlar yerleştirilmiş ve immediat protetik yüklemesi yapılmıştır. Sonuç olarak iki grup; implant sağ kalımı, komplikasyon ve marjinal kemik kaybı açısından benzer bulunmuştur. Düz ve açılı kombine uygulanan grupta ise, düz yerleştirilen implantta açılıya kıyasla anlamlı olarak daha fazla marjinal kemik kaybı tespit edilmiştir [161].

Maksiller posterior bölgede ileri rezorpsiyon durumunda diğer bir yaklaşım, pterygoid bölgeye (pterygoid proçes ve pterygomaksiller bölge) açılı pozisyonda implantların yerleştirilmesidir. Bu yaklaşımın avantajı, minimal komplikasyon riski ve hastalar tarafından yüksek kabul edilebilirliğe sahip olmasıdır [162].

Tüm üst çeneyi kapsayan ileri atrofi durumlarında ise, zigomatik bölgeye açılı implant yerleştirilmesi düşünülebilir. Ciddi sinüs pnömatizasyonu ve neoplazi cerrahisi sonrasında görülen büyük kemik defektleri bu uygulama için temel tedavi

endikasyonudur. İleri cerrahi yaklaşım olduğundan özel eğitim gerektirmektedir [163].

Açılı implant yerleştirme tekniğinin sınırlı olduğu noktalar; yüksek operatör becerisi gerektirmesi, cerrahi rehbere ihtiyaç olması ve açılamada hassasiyet gerektirmesidir. Ayrıca bu konuyla ilgili daha fazla uzun dönem takipli çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır [164].

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu ex- vivo çalışmada üst çene posterior bölgedeki düşük yoğunluklu kemik tipini taklit etmek üzere taze koyun iliak kemikleri tercih edildi.

Çalışmamızda 4,1 mm çapında, kısa (6mm) ve standart (10mm) uzunlukta kemik seviyesi 108 implant (Bilimplant®) kullanılmış olup, her grupta 18 adet implantın yerleştirildiği 6 farklı grup bulunmaktadır:

Grup I: Standart uzunluktaki implantlar, standart cerrahi işlem ile aksiyel pozisyonda,

Grup II: Standart uzunluktaki implantlar, standart cerrahi işlem ile 30° açılı pozisyonda,

Grup III: Standart uzunluktaki implantlar, implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılarak aksiyel pozisyonda,

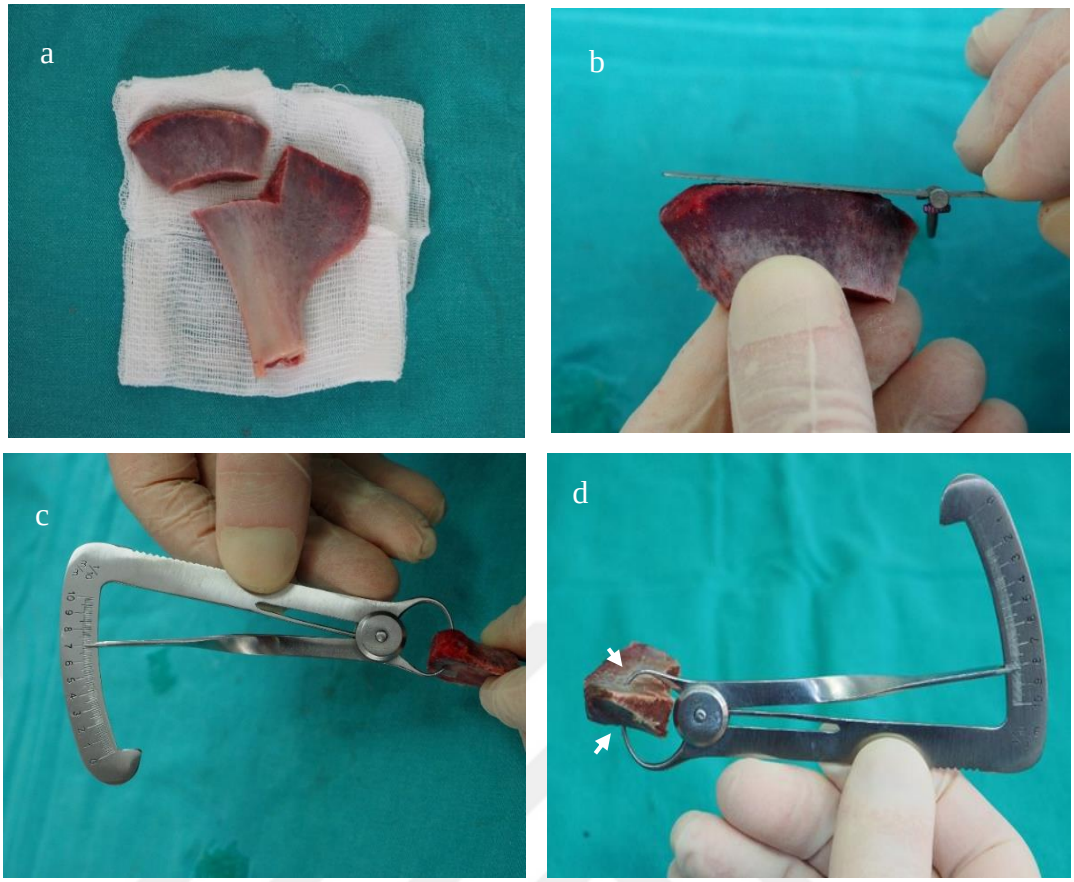
Grup IV: Standart uzunluktaki implantlar, osteotom kullanılarak transkrestal uygulama ile aksiyel pozisyonda,

Grup V: Kısa implantlar, standart cerrahi işlem ile aksiyel pozisyonda,

Grup VI: Kısa implantlar; implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılarak aksiyel pozisyonda yerleştirilmiştir.

3.1 Kemik Bloklarının Hazırlanması

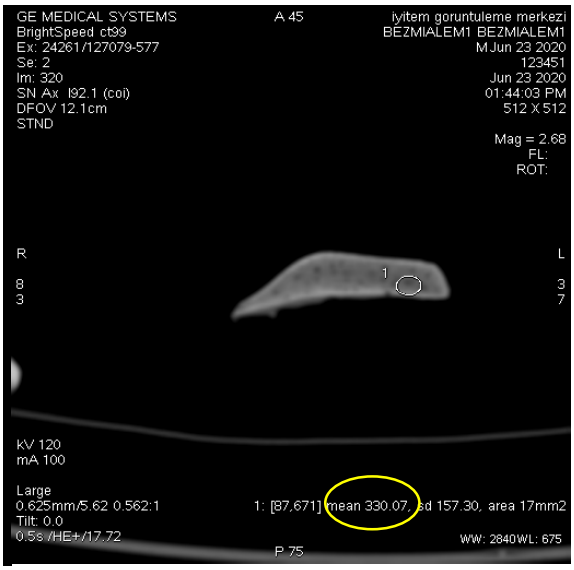
Öncelikle, taze koyun iliak kemikleri üzerindeki yumuşak dokular temizlendi. İliak kret bölgesini içeren 8 mm ve 12 mm' lik farklı bloklar hazırlandı (Şekil 6a, 6b). Bu işlem sırasında iliak kret tepesindeki kemiğin orijinal yapısı korundu. Kret genişliğinin en az 6 mm olduğu bölgeler implant yerleştirilmek üzere işaretlendi (Şekil 6c). Osteotomla transkrestal sinüs yükseltme işlemini simule etmek üzere oluşturulan grupta (Grup IV); iliak kemik bloklarının kalınlığının 8 mm olduğu bölgeler kumpasla ölçülerek belirlendi (Şekil 6d).



Şekil 6: a. İliak kemik bloğu **b.** İmplant yerleştirilecek bölgelerin belirlenmesi **c.** Kret kalınlığının ölçülmesi **d.** Osteotomla kavite hazırlığı yapılacak bölgelerin belirlenmesi (beyaz oklar: kortikal kemik tabakası)

3.2 Kemik Yoğunluğunun Değerlendirilmesi

Hazırlanan 60 adet iliak bloğun, aksiyel, frontal, transversal kesitleri içeren BT görüntüleri, 16 multislice BRIGHTSPEED ELİTE GE® BT cihazı (120 kV, 100 mA, 15 sn) kullanılarak elde edilmiştir. İmplant yerleştirilecek bölgelerin kemik yoğunlukları radyolog tarafından değerlendirilmiş, ilgili kesitlerin HU değerlerinin ortalaması her bir blok için ayrı ayrı kaydedilmiştir (Şekil 7). Misch' in belirlediği HU skalasına göre D4 kemik tipiyle ($150<x<350$) uyumlu olan 52 adet iliak blok çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

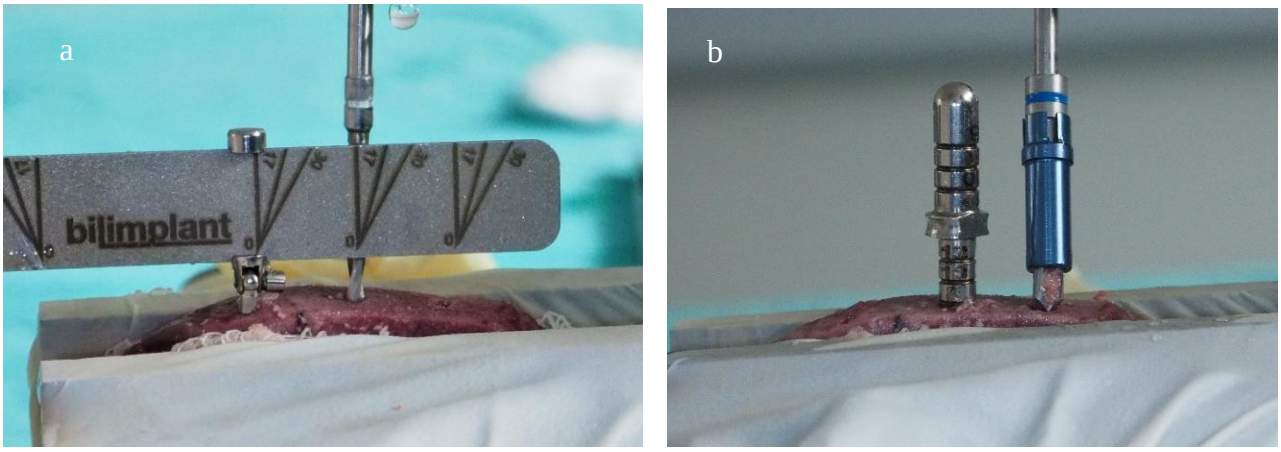


Şekil 7: İliak blokların transversal kesitlerde ölçülen HU değerleri

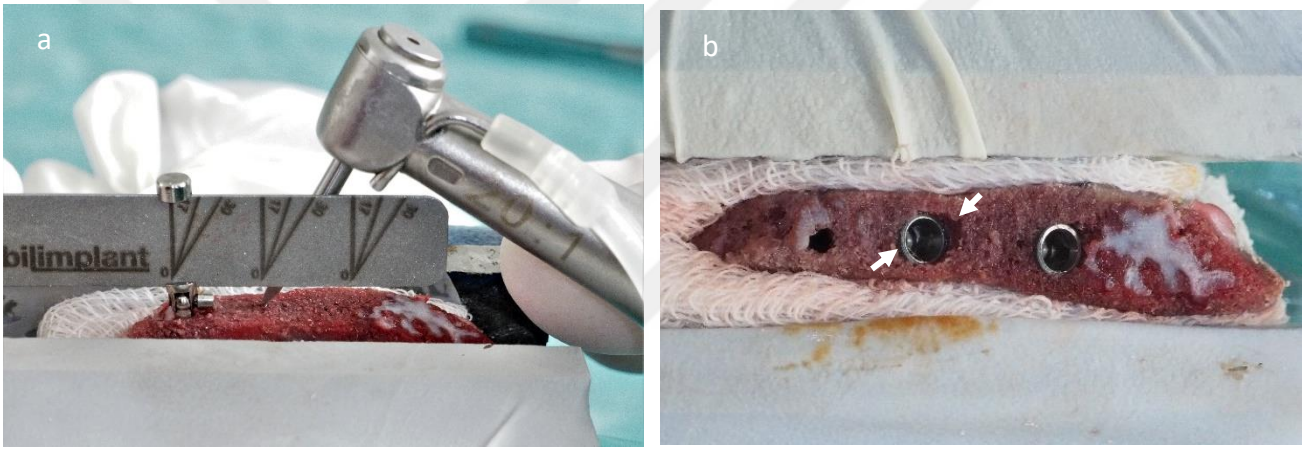
3.3 İmplant kavite hazırlığı ve implantların yerleştirilmesi

İlk olarak iliak kret tepesinde cerrahi rehber frezle oluşturulan kaviteye kullandığımız implant sisteminin açılama rehberi (planning template™) yerleştirildi. İmplant pozisyonu bu rehberin üzerindeki açılamaya göre tespit edildi (Şekil 8a, 9a). İmplant kavite hazırlığı; su soğutması altında ve 800 devir/ dakikaya ayarlı programda gerçekleştirildi. Bu işlem sırasında frezlere stoper yerleştirildi (Şekil 8b). İmplant yerleştirilecek bölgeler freze edilirken araştırmacı tarafından da kullanılan kemiğin düşük yoğunluklu olduğu doğrulandı (Şekil 8b).

İmplantın çapından dar kavite hazırlığı sırasında; implant çapıyla uyumlu frezden 1 küçük çap frez (frez çapı: 3,2 mm) kullanıldı. İmplant yerleştirme işlemi, 50 devir/ dakika' ya ayarlı programda gerçekleştirildi. Açılı yerleştirilen grupta implantın tüm yüzeylerinin kemik içerisinde yer almasına dikkat edildi (Şekil 9b).

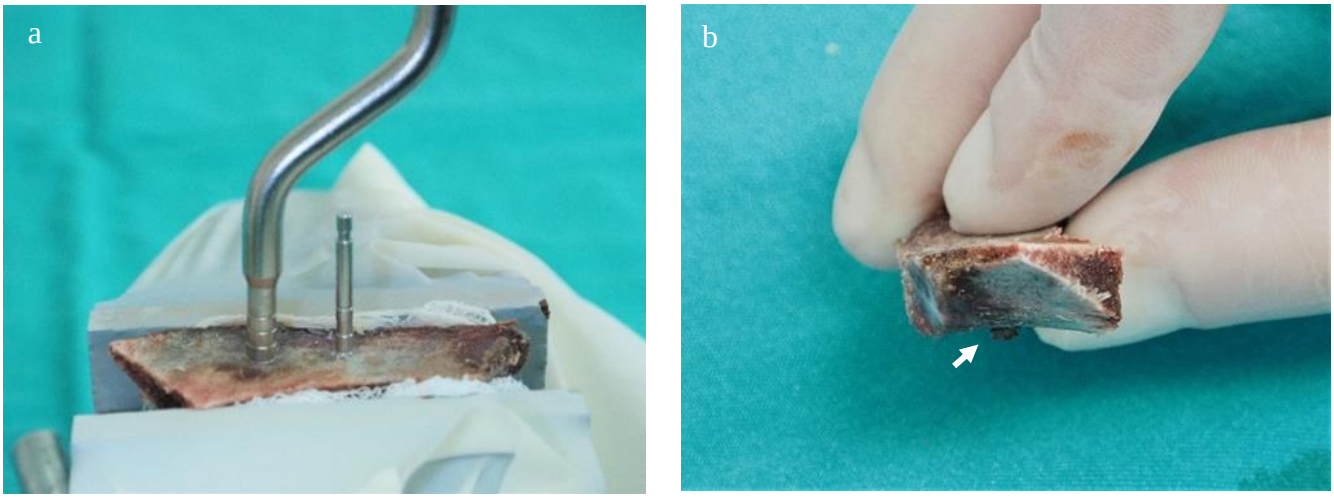


Şekil 8: a açılama rehberinin kullanılması **b.** Frezleme sırasında stoperın kullanımı



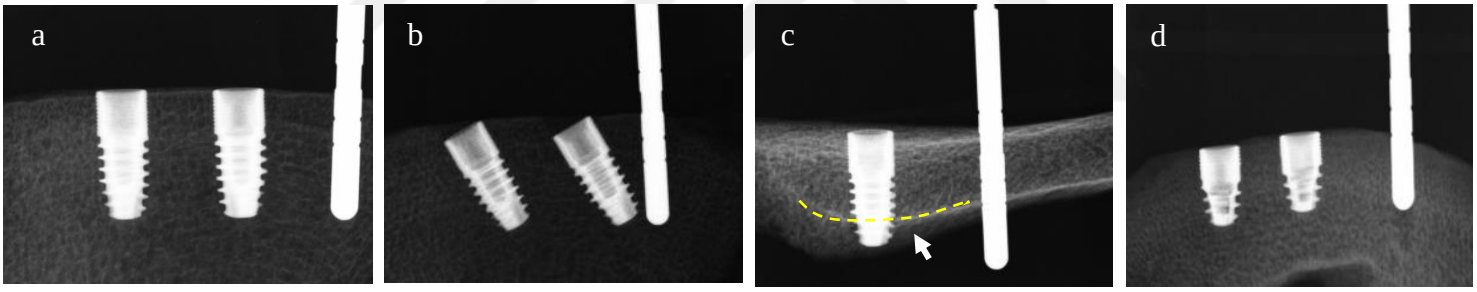
Şekil 9: a. Açılı pozisyonda kavite hazırlığı **b.** Açılı pozisyonda yerleştirilen implantların kemik tepesi ile ilişkisi (beyaz oklar)

Osteotomla kavite hazırlığı işlemi, Summers (1994)' ın tanımladığı teknikte küçük modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirildi. Öncelikle iliak kemik bloğunun uygun kalınlıkta olduğu bölgelerdeki işaretli noktalara küçük çaplı bir pilot frezle yaklaşık 6 mm uzunluğunda kaviteler hazırlandı. Ardından implantlarla uyumlu osteotomlar sırasıyla kullanılarak yaş ağaç kırığı oluşturuldu. Son olarak implantın çapına uygun olan osteotomla (osteotom çapı: 3,6 mm) yuvanın bir kez daha genişletilmesinin ardından 10 mm uzunluğunda implantlar yerleştirildi (Şekil 10b).



Şekil 10: a. Osteotomla implant kavite hazırlığı **b.** Transkrestal yerleştirilen implantın apikal görüntüsü (beyaz ok)

İmplant yerleştirilecek kemik kavitelerinde aşırı bir incelme ya da perforasyon durumunda o bölge çalışma dışı bırakılarak, implantlar uygun yeni bir bölgeye yerleştirildi. Tüm implantlarda, implant frez setindeki pinlerle açılama kontrol edildi. Tüm gruplardan paralel kon tekniğiyle alınan periapikal radyografiler incelenerek implant pozisyonları doğrulandı (Şekil 11).

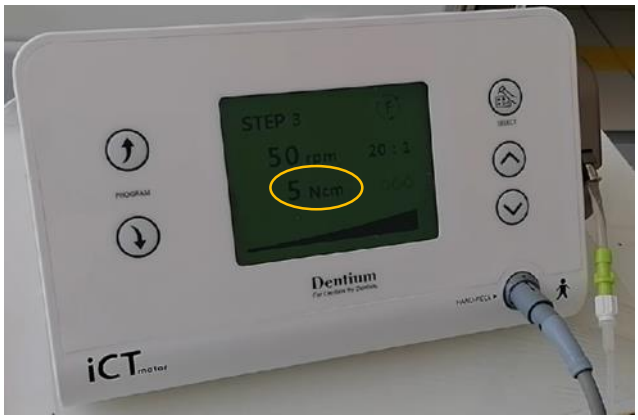


Şekil 11: a. Grup I **b.** Grup II **c.** Grup IV (kesikli çizgi: kortikal kemik tabakası; beyaz ok: implantın kemik dışında kalan kısmı) **d.** Grup V

İmplantın yerleştirilmesi esnasında ya da smartpeg® başlığı vidalanırken makro hareketlilik gösteren (primer stabilitenin sağlanamadığı) implantlar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma dışı bırakılan implantların gruplara göre dağılımı kaydedildi.

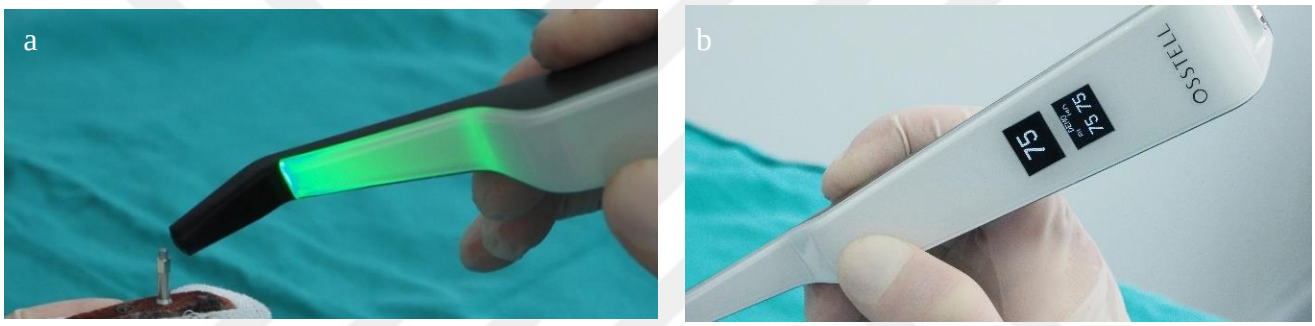
3.4 Yerleştirme Torku ve İSK değerlerinin ölçümü

Yerleştirme sırasında fizyodispenser (marka) ekranında izlenen en yüksek tork değeri her implant için YT değeri olarak kaydedildi (Şekil 12).



Şekil 12: Ölçülen yerleştirme torku değerinin ekran görüntüsü

Tüm implantlar yerleştirildikten sonra, implant markasıyla uyumlu (tip 49) smartpeg® başlıkları implant gövdesine el parçasıyla torklandı. İmplantların İSK değerleri Ostell Beacon® cihazıyla birbirine dik pozisyonda 4 yönden (bukkal, lingual, mesial, distal) ölçülerek, kaydedildi. Ölçülen değerlerin ortalaması alındı (Şekil 13).



Şekil 13: a. Osstell cihazıyla İSK ölçümü **b.** Ekranda görülen İSK değerleri.

3.5 İstatistiksel Yöntem

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi için istatistiksel analizlerde SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 21 programı kullanıldı. Ölçüme dayalı verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Normal dağılıma uygunluk gösteren veriler için parametrik testler yapıldı. Veriler, ortalama±standart sapma olarak verildi. Gruplar arası karşılaştırmalar, tek yönlü varyans analizi One-way ANOVA testi kullanılarak incelendi. Varyansların homojenliği Levene testi kullanılarak yapıldı. Varyansların homojen olduğu görüldü. Gruplar arası ikili karşılaştırmalarda Tukey testi kullanıldı. Parametrelerin birbirleri ile olan ilişkilerini değerlendirmek için ise *Pearson* Korelasyon testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmamızda 6 gruba yerleştirilen toplam 108 adet implanta dair veriler incelenmiştir. Gruplara göre YT ve İSK değerleri;

- **Grup I' de**, standart uzunlukta, standart cerrahi işlem ile aksiyel pozisyonda yerleştirilen implantlarda en yüksek, en düşük ve ortalama YT değerleri sırasıyla 34 Ncm, 8 Ncm ve 18,17 ±6,44 Ncm iken; İSK için bu değerler sırasıyla 84,5, 56 ve 70,47 ±8,10' dur.
- **Grup II' de**, standart uzunlukta, standart cerrahi işlem ile 30° açılı pozisyonda yerleştirilen implantlarda en yüksek, en düşük ve ortalama YT değerleri sırasıyla 44 Ncm, 4 Ncm ve ortalama 19 ±11,98 Ncm iken, İSK için bu değerler sırasıyla 80, 49,75 ve 65,38 ±8,33' tür.
- **Grup III' te**, standart uzunlukta, implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılarak aksiyel pozisyonda yerleştirilen implantlarda en yüksek, en düşük ve ortalama YT değerleri sırasıyla 34 Ncm, 11 Ncm ve 25,22± 6,89 Ncm iken, İSK için bu değerler sırasıyla 79,75, 56 ve 68,68± 7,31' dir.
- **Grup IV' te**, standart uzunluktaki implantlar, osteotom kullanılarak transkrestal uygulama ile aksiyel pozisyonda yerleştirilen implantlarda en yüksek, en düşük ve ortalama YT değerleri sırasıyla 20 Ncm, 3 Ncm ve 11,22 ±4,94 Ncm iken, İSK için bu değerler sırasıyla 76,5, 45 ve 62,29± 9,24' tür.
- **Grup V' de**, kısa implantlar, standart cerrahi işlem ile aksiyel pozisyonda yerleştirilen implantlarda en yüksek, en düşük ve ortalama YT değerleri sırasıyla 12 Ncm, 3 Ncm ve 7,44± 2 Ncm iken, İSK için bu değerler sırasıyla 49, 12 ve 41,36± 12,43' tür.
- **Grup VI' da**, Kısa implantlar; implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılarak aksiyel pozisyonda yerleştirilen implantlarda en yüksek, en düşük ve ortalama YT değerleri sırasıyla 36 Ncm, 6 Ncm ve 16,22 ±9,49 Ncm iken, İSK için bu değerler sırasıyla 65,25, 40 ve 50,88 ±7,71' dir.

Primer stabilitenin sağlanamadığı Grup IV' te 2, Grup V' te ise 5 adet implant mevcuttur. Tüm gruplardaki ortalama YT değerleri incelendiğinde, en yüksek YT değeri Grup III, en düşük ise Grup V' te kaydedilmiştir. Bu değerler sırasıyla; 25,22

±6.89 Ncm ve 7,44 ±2 Ncm 'dir. En yüksek ISK değeri ortalaması Grup I' de, en düşük ise Grup V' te bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla; 70,47 ±8,10 ve 41,36 ±12,43' tür.

YT değerleri, standart uzunluktaki (10 mm) implant gruplarında; Grup IV' ün YT değeri ortalaması, Grup II ve III' le karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur (Grup II- IV: p= 0,034, Grup III- IV: p =0,000). Grup IV dışındaki standart uzunluktaki implant gruplarında ise YT değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir (p>0,05). Kısa implant (6 mm) gruplarında, Grup VI' da gözlenen YT değeri Grup V' tekine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (Grup V- VI: p= 0,011).

Kısa ve standart uzunluktaki implantlar YT değerleri karşılaştırıldığında; Grup IV' ün Grup V ve Grup VI ile arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmez iken (p>0,05), Grup V, standart uzunluktaki implant gruplarından olan Grup I, Grup II ve Grup III' ten istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük değerler göstermiştir. (Grup I- V: p= 0,001, Grup II- V: p= 0,000, Grup III- V: p= 0,000) (Tablo 1). Çapından dar kaviteye yerleştirilen uzun implantlar da aynı cerrahi teknikle yerleştirilen kısa implantlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek değerler göstermiştir.(Grup III- VI: 0,008*)

İSK değerleri incelendiğinde, standart uzunluktaki implant grupları arasında İSK değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir(p>0,05). Kısa implant gruplarında ise Grup VI' da kaydedilen İSK değerleri Grup V' ten istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir (Grup V- VI: p= 0,024). Standart uzunluktaki implantların İSK değerleri kısa implantlarda gözlenenden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Grup I, II, III, IV - V: p= 0,000; Grup I, II, III - VI: p= 0,000; Grup IV- VI: p= 0,003) (Tablo 2).

Tablo 1: Çalışma gruplarına ait YT değerleri.

	Yerleştirme Tork Değeri (YT)		
	Min.	Maks.	Ort.± SD
Grup I (4,1x10 mm, standart cerrahi, aksiyel pozisyon)	8 Ncm	34 Ncm	18,17 ±6, 44 Ncm [a]
Grup II (4,1x10 mm, standart cerrahi, 30° açılı pozisyon)	4 Ncm	44 Ncm	19 ±11,98 Ncm [b c]
Grup III (4,1x10 mm, implantın çapından dar kavite hazırlığı)	11 Ncm	34 Ncm	25,22 ±6,89 Ncm [d e f]
Grup IV (4,1x10 mm, osteotom ile transkrestal uygulama)	3 Ncm	20 Ncm	11,22 ±4,94 Ncm [b d]
Grup V (4,1x6 mm, standart cerrahi, aksiyel pozisyon)	3 Ncm	12 Ncm	7,44 ±2 Ncm [a c e g]
Grup VI (4,1x6 mm, implantın çapından dar kavite)	6 Ncm	36 Ncm	16,22 ±9,49 Ncm [f g]

Tukey HSD Testi

Not: İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunan gruplar aynı harf ile tanımlanmıştır.

Tablo 2: Çalışma gruplarına ait İSK değerleri.

	İmplant Stabilite Katsayısı (İSK)		
	Min.	Maks.	Ort.± SD
Grup I (4,1x10 mm, aksiyel pozisyonda)	56	84,5	70,47±8,10 [a]
Grup II (4,1x10 mm, 30° açılı pozisyonda)	49,75	80	65,38± 8,33 [b]
Grup III (4,1x 10 mm, implantın çapından dar kavite hazırlığı)	56	79,75,	68,68±7,31 [c]
Grup IV (4,1x 10 mm, osteotom kullanılarak transkrestal uygulamayla)	45	76,5	62,29± 9,24 [d]
Grup V (4,1x 6 mm, aksiyel pozisyonda)	12	49	41,36 ±12,43 [a b c d]
Grup VI (4,1x 10 mm, implantın çapından dar kavite)	40	65,25	50,88± 7,71 [a b c d]

Tukey HSD Testi

Not: İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunan gruplar aynı harf ile tanımlanmıştır.

Gruplara göre İSK değeri 70’ in üzerinde olan implant sayısı Grup I’ de 9, Grup II’ de 6, Grup III’ te 11, Grup IV’ te 4, Grup V ve VI’ da 0’ dır. İSK değerleri 60 ile 70 arasında yer alan implantlar, Grup I’ de 6, Grup II’ de 9, Grup III’ te 4, Grup IV’ te 7, Grup V ve VI’ da 1 adettir. ISK değeri 60’ ın altında kalan implant sayısı ise Grup I, Grup II ve Grup III’ te 3, Grup IV’ te 7, Grup V ve VI’ da 17’ dir (Tablo 3).

Tablo 3. İmplantların gruplara ve İSK değerlerine (Osstell skalası https://www.osstell.com/clinical-guidelines/the-isq-scale/, 2020) göre dağılımı

	< 60	60 ≤ x < 70	≥ 70	N
Grup I	3	6	9	18
Grup II	3	9	6	18
Grup III	3	4	11	18
Grup IV	7	7	4	18
Grup V	17	1	0	18
Grup VI	17	1	0	18

Çalışmamızda 108 adet implantın YT ve İSK değerleri korele bulunmuştur (r= 0,512, p= 0,01). Gruplar içi korelasyon değerlendirildiğinde ise Grup II, IV ve Grup V' te korelasyon mevcutken (Grup II: r= 0,66, p= 0,01, Grup IV: r= 0,63, p= 0,01, Grup V: r= 0,51, p= 0,05), diğer gruplarda grup içi korelasyon bulunmamaktadır (Grup I: r= 0,26, Grup III: r= - 0,05, Grup VI: r= 0,18).

4. TARTIŞMA

Maksiller posterior bölgede, kemik kalitesi ve anatomik zorluklar nedeniyle primer implant stabilitesinin sağlanması zor olmaktadır [10]. Bu sebeple, bu bölgedeki implant uygulamalarında ilave cerrahi tekniklerin ve farklı implant tasarımlarının kullanıldığı ve implant stabilitesinin değerlendirildiği çalışmalar önem kazanmaktadır. Bu konuyla ilgili, klinik çalışmaların yanı sıra çok sayıda in- vitro ve ex- vivo çalışma da yapılmıştır. Düşük yoğunluklu kemiği taklit etmek üzere in- vitro çalışmalarda çoğunlukla poliüretan kemik blokları tercih edilirken [21, 165, 166], ex- vivo çalışmalarda kadavra, koyun iliak, sığır ya da domuz kaburga kemikleri kullanılmıştır [53, 165, 167-170]. İn- vitro modeller sıklıkla alveoler kemiğin mekanik özellikleri ile uyumlu, tek tip modellemeye izin vermektedir. Ancak kemik kalitesinin objektif metotlarla değerlendirildiği, taze hayvan kemiğinin kullanıldığı ex- vivo çalışmalarda, alveoler kemiğe yapısal benzerlik daha fazla olacaktır. Bu ex- vivo çalışmaların bazılarında kaburga ya da iliak kemiğin standart bloklar haline getirildiği [167, 171-174] ve kemiğin yapısını değiştirmek amacıyla bazı işlemlerin de uygulandığı görülmüştür [171]. Çalışmamızda kemik yapısını değiştirecek bir işlem yapılmaksızın iliak kreti içerecek şekilde standart yüksekliklerde modeller hazırlanmıştır. İliak kemiğin boyutları ve morfolojisi düşünüldüğünde, bu işlem çalışma sırasındaki stabilizasyonu ve implantların doğru pozisyonlandırılmasını kolaylaştırmıştır.

İmplant stabilitesini değerlendiren ex- vivo çalışmalar incelendiğinde, kemik yoğunluğunun genellikle operatörün frezleme sırasında hissetttiği direnç ve makroskopik değerlendirmeler gibi subjektif metotlar ile belirlendiği gözlenmiştir [167, 169, 175, 176]. Bilgilerimiz ışığında, kemik yoğunluğunun BT ile objektif olarak belirlendiği bir araştırma bulunmamaktadır [53]. Çalışmamızda BT görüntülerinde kemik yoğunluğu HU değerleri ile hesaplanmıştır. Bu durum dikkate alındığında çalışmamız, kullanılan koyun iliak kemiğinin D4 kemik tipine eşdeğer olduğunun objektif olarak doğrulandığı ilk çalışmadır [177-179].

Bilindiği gibi ağız içerisinde en düşük kemik yoğunluğu maksiller posterior bölgede görülmektedir. Bu durum itibariyle bölgenin implant tedavilerinde ortaya koyduğu dezavantaj, implant tasarımı ve implantın yerleştirildiği kavite hazırlığındaki

modifikasyonlarla giderilmeye çalışılmıştır. İmplant geometrisi (paralel ya da konik tip), yiv dizaynları (V, ters V, self tapping, sığ/ derin gibi) ve implant boyutlarının primer stabiliteyi etkileyebileceği bildirilmiştir [4, 104]. Çeşitli mekanik ve kimyasal işlemlerle (Örn; SLA yüzeyli implantlar) implant yüzeylerinin pürüzlendirilmesinin ise primer stabiliteyi değil, sekonder stabiliteyi etkilediği bildirilmiştir [102, 115]. Çalışmamızda düşük kemik yoğunluğu görülen bölgelerde primer implant stabilitesini artırmak amacıyla üretilmiş olan self- tapping (kendiliğinden yerleşen) implantlar kullanılmıştır [111, 172, 180, 181].

Primer implant stabilitesinin iyileştirilmesi amacıyla implant kavitesi hazırlığı için farklı teknikler geliştirilmiştir. El- Kholey ve ark.' nın yayımladıkları klinik ve hayvan deneyi çalışmalarını içeren sistematik derlemede (2019), küçük çapta frezler, piezocerrahi sistemler, osseodensifikasyon frezleri ve osteotom kullanılarak yapılan kavite hazırlıklarının primer stabiliteyi artırmada etkili olduğu bulunmuştur. Osseointegrasyon ve uzun dönem implant başarısına etkisi ile ilgili verilerin ise yetersiz olduğu bildirilmiştir [182]. Çalışmamızda, hem kısa hem de standart uzunluktaki implantlar için çapından dar frezlerle kavite hazırlığının uygulandığı iki farklı grup oluşturulmuştur. Frezleme işlemlerindeki bu modifikasyon, standart frezleme işlemlerine ilave bir ekipman ya da cerrahi teknik gerektirmemekte, yapılan hayvan deneyi çalışmalarında biyolojik olarak güvenli kabul edilmekte ve düşük kemik yoğunluğuyla ilgili çalışmalarda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır.

Sinüs yükseltme cerrahisinde osteotomla transkrestal yaklaşım, özellikle ≥ 5 mm rezidüel kemik varlığında, lateral pencere yaklaşımına göre daha az invaziv bir yöntem olarak tercih edilmektedir. Ayrıca, osteotomla kavite hazırlığında kemiğin laterale doğru kondensasyonunun primer stabiliteye de katkısı olacağı öne sürülmüştür. Bu yaklaşımları konu alan çalışmalarda genellikle farklı kemik yüksekliklerinin stabiliteye etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmamızda ise aynı kemik yüksekliklerinde alternatif tedaviler olan kısa implantlar ve açılı implant uygulamalarının primer stabilite üzerine etkisi değerlendirilmiştir.

Atrofik maksiller posterior bölgede, ileri cerrahi yaklaşımlara alternatif tedavi seçenekleriyle ilgili çalışmalar mevcuttur. Bunlardan tedavi süresi, maliyeti, hasta konforu gibi birçok bakımdan avantajlar sunan osteotomla transkrestal sinüs yükseltilmesi, kısa implant kullanımı ve açılı yerleştirilen implant uygulamalarının klinik başarısına dair çok sayıda çalışma mevcutken, primer stabiliteye olan etkilerinin değerlendirildiği az sayıda çalışma bulunmaktadır [15-18, 132]. Çalışmamız standart

bir kemik modeli üzerinde söz konusu tüm alternatif tedavi yöntemlerinin YT ve İSK değerleri üzerine etkilerinin incelendiği özgün bir çalışmadır.

Klinik uygulamalarda invaziv olmayan birçok farklı yöntemle stabilite değerlendirilmektedir. Bunlardan, ilave maliyet gerektirmeyen ve kolay uygulanan, operatör algısı (cerrahi sırasında frezleme ya da implant yerleştirirken) ve perküsyon testi gibi yöntemler klinikte yaygın olarak kullanılmakla birlikte klinisyenler tarafından farklı yorumlanabilmektedir [6, 49]. Degidi ve ark.' nın operatör algısının, YT ve İSK değerleri ile tutarlılığını değerlendirdikleri klinik çalışmada operatör algısıyla primer stabilite değerlendirilmesinin yetersiz olduğu ve objektif yöntemlerin tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir [183]. Radyograflar ise kemik kaybı (% 40 demineralizasyonun gerçekleşmesi durumunda) hakkında fikir verseler de kemik yoğunluğuyla ilgili kantitatif bilgi sağlamazlar [184]. İnvaziv olmayan yöntemlerden biri olan Periotest®, klinik uygulaması kolay ve üzerinde çok fazla çalışma yapılmış ölçüm metodudur. Periotest® ile implant stabilitenin değerlendirmesinde cihazın uyguladığı kuvvetlerin osseointegrasyon sürecine zarar verebileceği bildirilmiştir [58]. Aynı zamanda ölçüm yönteminin de hassasiyet gerektirmesi bir başka dezavantajdır. Aparicio ve ark.' nın yayımladıkları derlemede (2006), Periotest® ölçümlerinin tekrarlayan ölçümlerle doğrulanması gerektiği bildirilmiştir [185]. Andreotti ve ark.' nın sistematik derlemesinde (2016) ise, RFA ve Periotest® değerleri arasında ilişki bulan çalışmaların mevcut olduğu ortaya konmuştur. Araştırıcılar, RFA ve Periotest® cihazlarıyla yapılan implant stabilite ölçümlerine dair fikir birliği ve standardizasyon olmadığını bildirmişlerdir [186]. Monje ve ark.' nın (2019) yaptıkları meta- analiz çalışmasının sonuçlarına göre; güvenilirlik ve uygulanabilirlik bakımından YT ve RFA değerlendirmesi, Periotest® değerlendirmesine göre daha üstün bulunmuştur [88]. Rezonans frekans analizi ve YT değerlendirmeleri, objektif ve kantitatif veriler sağlayarak takip eden süreçlerde hekimler arası iletişime de imkan veren metotlardır. Çalışmamızda tüm bu bilgilere dayanarak stabilite değerlendirilmesi için YT ve RFA değeri ölçüm yöntemleri tercih edilmiştir.

Açılı implant kullanımı, posterior maksillada maksiller sinüsün yükseltilmesi veya kemik grefti kullanımı yerine uygulanabilir. Bu işlem, daha basit olması ve tedavi zamanını kısaltmasının yanında, morbidite ve tedavi maliyetini azaltması ve hasta için daha konforlu bir cerrahi sonrası dönem sunması bakımından avantajlı olabilir. Chrcanoviç ve ark.' nın meta- analiz çalışması (2015), açılı ve aksiyel olarak

yerleştirilen implantlar arasında marjinal kemik kaybı ve implant sağkalımı açısından fark olmadığını ortaya koymuştur [160]. Bir implantın açılı olarak tanımlanabilmesi için gerekli olan minimum açı hakkında fikir birliği mevcut değildir. Pek çok araştırıcı, açılama derecesini 30° ile 45° arasında kabul etmektedir [159]. Çalışmamızda Grup II' de yer alan implantlar, kullandığımız implant sisteminin açılama rehberinin (planning template) en fazla 30° açılamaya izin vermesi ve literatürde de bunu destekleyen çalışmaların bulunması sebebiyle 30° açılı pozisyonda yerleştirilmiştir [159].

Çalışmamızda elde edilen YT değerleri incelendiğinde en yüksek ortalama değerin 25 Ncm olduğu ve implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılan standart uzunluktaki implantlarda gözlendiği (Grup III) görülmüştür. En düşük ortalama YT değeri ise 7 Ncm olarak standart cerrahi işlemlerle yerleştirilen kısa implantlarda (Grup V) kaydedilmiştir. Bu değer (min: 3 Ncm; max: 12 Ncm), immediat yükleme için şüpheli bulunmaktadır[86]. Ayrıca, implant çapından dar kavite hazırlığı yapılan, standart uzunluktaki implantlar ile kısa implantlar arasında YT değerleri bakımından fark bulunması, bu farkın implant uzunluğundan kaynaklandığını açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Diğer bir deyişle implant boyundaki artış YT değerlerindeki artışla sonuçlanmıştır.

Herekar ve ark.' nın yaptıkları klinik çalışmada Misch' in HU sınıflamasına göre D4 kemiğe yerleştirilen implantların ortalama İSK değeri 60 olarak bildirilmiştir [80]. Çalışmamızda en yüksek ortalama İSK değeri 70 olup, 10 mm uzunlukta standart cerrahi işlemle aksiyel pozisyonda yerleştirilen implantlarda (Grup I) gözlenirken, en düşük değer 41 olarak 6 mm uzunlukta standart cerrahi işlemle aksiyel pozisyonda yerleştirilen implantlarda (Grup V) kaydedilmiştir. İmplantın çapından dar kavite hazırlığı, 10 mm uzunluktaki implantlarda İSK değerlerinde fark yaratmazken, 6 mm uzunluktaki implantlarda artışla sonuçlanmıştır. Bu bulgu implant- kemik temas yüzeyinin azaldığı kısa implantlar söz konusu olduğunda, düşük yoğunluklu kemikte primer stabiliteyi artırmak için implant kavitesi hazırlığında diğer yöntemlere ihtiyaç duyulabileceğine işaret etmektedir. Güncel Osstell skalasına göre immediat protetik yükleme için İSK değeri 60 olarak kabul edilmiştir. (https://www.osstell.com/clinical-guidelines/the-isq-scale/, 2020) Bu durumda, standart cerrahi işlemle yerleştirilen kısa implantlarda (Grup V) elde edilen primer İSK değerinin immediat yükleme için uygun olmadığı söylenebilir.

Çalışmamızda kullanılan implantların İSK değerlerine ve gruplara göre dağılımları incelendiğinde; İSK değeri <60 olan implant sayısının kısa implant gruplarında yoğunlaştığı, daha yüksek İSK değerlerine sahip implantların ise (>70) kısa implant gruplarında yok denecek kadar az sayıda olduğu görülmektedir. Çalşmanın sınırları dahilinde, Osstell® skalasına göre yorumlanan bu bulgular doğrultusunda düşük yoğunluklu kemikte kısa implantların immediat yükleme için çok uygun olmadığı, standart uzunlukta ve implantın çapından dar kaviteye yerleştirilen implantların immediat yükleme için daha uygun olduğu sonucuna varılabilir.

İmplant uzunluğunun primer stabiliteye etkisine dair farklı görüşler bulunmaktadır. Klinik çalışmalar incelendiğinde, implant uzunluğundaki artışın primer stabilite üzerinde etkisi olmadığını [69, 91, 187] ya da önemsiz bir artış olduğunu bildiren çalışmalar göze çarparken [188], uzunluk artışıyla stabilitede düşük düzeyde azalma bildiren çalışmalar da dikkati çekmektedir [189, 190]. Silva ve ark. yaptıkları bir klinik çalışmada da uzun implantlarla karşılaştırıldığında kısa implantların daha yüksek başlangıç İSK değerlerine sahip olduklarını bildirmişlerdir [191]. Bu sonuçların aksine çalışmamızda uzun implantların yerleştirme metotlarından bağımsız olarak kısa implantlardan daha yüksek İSK değerlerine sahip oldukları bulunmuştur. Gözlenen bu çelişki, çalışma dizaynlarındaki farklılıklar (klinik- ex-vivo) ve implant uygulanan bölgelerdeki farklı kemik yoğunluklarıyla açıklanabilir. İmplant uzunluğunun artmasıyla birlikte YT ve İSK değerlerinde artış bildiren klinik araştırıcılar da mevcuttur. Kim ve ark.' nın maksiller posterior bölgede yaptıkları klinik çalışmada, İSK değerlerinin ≥11 mm uzunluğunda implantlarda ≤11 mm uzunluğunda implantlarda gözlenenden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir [13].

Barikani ve ark.' nın çalışmasında düşük yoğunluklu (D3) kemik tipini taklit eden poliüretan modellere yerleştirilen 13 mm uzunluğundaki implantlar, 10 mm uzunluğa sahip implantlardan daha yüksek primer İSK değerleri göstermiştir [192]. Benzer şekilde Hong ve ark.' nın yaptıkları bir çalışmada trabeküler kemiği taklit eden poliüretan bloklara farklı uzunluklarda (7, 10 ve 13) yerleştirilen implantlarda, uzunluk artışıyla birlikte İSK ve YT değerlerinde artış görülmüştür [166].

Bataineh ve ark.' nın tip 4 kemikte implant uzunluğunun stabiliteye etkisini karşılaştırdıkları bir ex- vivo çalışmada, taze sığır kaburgasına 8, 13 ve 15 mm uzunluğunda; 3,8 mm çapında implantlar yerleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre İSK değerleri implant uzunluğundaki artışla birlikte anlamlı olarak artmıştır

[193]. Salim ve ark.' nın taze koyun tibiasında yaptıkları çalışmada da 7-10- 12 mm uzunluğunda ve 3,6 - 4,5 mm çaplarında yerleştirilen implantların İSK değerlerinde uzunluk artışıyla istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür. Bu çalışmada yalnızca 3,6 mm çapa sahip, 7 mm ve 10 mm uzunluğundaki implantlar arasında anlamlı fark görülmemiş ve bu sonuç yazarlar tarafından yorumlanmamıştır [194]. Wada ve ark.' nın domuz iliak kemiklerinde yaptıkları ex- vivo çalışmada da 3,8 mm çap, 7 ve 12 mm uzunluğundaki implantların İSK ve YT değerleri, uzunluk artışıyla istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir [174]. Çalışmamızın bulguları, benzer çalışma modeline sahip yukarıdaki çalışmaların bulgularıyla uyumludur.

Ahn ve ark.' nın yaptıkları in- vitro çalışmada, maksiller posterior bölgeyi taklit eden poliüretan yapıda modellere bikortikal ve monokortikal olarak standart, implantın çapından dar ve osteotomla kavite hazırlığı sonrası 4 mm çap ve 10 mm uzunluğunda implantlar yerleştirilmiştir. Çalışmamızdaki gruplara benzerlik gösteren gruplardaki (osteotomla bikortikal, standart ve dar çap kavite hazırlığı monokortikal) YT değeri ortalamaları sırasıyla 89, 105 ve 61 olarak bulunurken, İSK değeri ortalamaları sırasıyla 63, 66 ve 59 olarak kaydedilmiştir [195]. Ortalama YT değeri bulgularımız, söz konusu çalışmadaki değerlerle uyumluluk göstermezken, her iki çalışmanın İSK değerleri benzerdir. YT değerlerindeki gözlenen büyük farkın, çalışma modellerindeki farklılıktan kaynaklanmış olması muhtemeldir (poliüretan blok-hayvan modeli).

Shadid ve ark.' nın yayımladıkları bir sistematik derlemeye (2014) göre implant kavitesinin implantın çapından daha dar hazırlanması, düşük kemik yoğunluğu olan bölgelerde primer stabiliteyi artırabilmektedir [99]. Bu konuyla ilgili Stocchero ve ark.' nın yayımladıkları bir başka sistematik derlemede de (2016) bu işlemin düşük yoğunluklu kemikte YT değerini artırdığı ve güvenilir bir işlem olduğu bildirilmiştir [95]. Çalışmamızdan elde edilen bulgular, kısa implantlar için yukarıdaki çalışmaların bulguları ile uyumlu iken şaşırtıcı bir şekilde standart uzunluktaki implantlardan elde edilen bulgular ile uyumsuzdur. Bununla birlikte, söz konusu iki çalışmanın da klinik çalışmaları içeren derlemeler olduğu da göz ardı edilmemelidir.

Sakoh ve ark.' nın, düşük yoğunluklu kemik modeli olarak domuz iliak kemiğinde konik ve silindirik implantları kullanarak yaptıkları bir ex- vivo çalışmada, implant çapından dar kavite hazırlığı ile yerleştirilen implantlar standart kaviteye yerleştirilen implantlarla karşılaştırıldığında YT değerlerinde anlamlı bir fark görülürken, İSK değerlerinde fark gözlenmemiştir. Bulgularımız, söz konusu

çalışmanın YT bulgularıyla çelişmekte fakat İSK bulguları ile uyumluluk göstermektedir [83].

Falisi ve ark.' nın düşük yoğunluklu domuz kaburgasında yaptıkları ex- vivo çalışmada, 10 mm konik tip implantlar 5 farklı cerrahi teknikle (piezo cerrahi, konvansiyonel, implant çapından dar kavite hazırlığı, osteotomla kemik kondensasyonu ve osteodistraksiyon) yerleştirilmiş ve İSK değerleri ölçülmüştür. Sonuç olarak implantın çapından dar ve osteotom kullanılarak gerçekleştirilen kavite hazırlığının, standart kavite hazırlığına avantaj sağlamadığı bildirilmiştir [171]. Bu yönüyle çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular, Falisi ve ark.' nın bulguları ile uyum göstermektedir.

Küçükgüven ve ark.' nın düşük yoğunluklu domuz kaburgasında yaptıkları ex-vivo bir çalışmada, farklı cerrahi teknikler (cerrahi rehber, konvansiyonel, kemik kondensasyonu ve implantın çapından dar kavite hazırlığı) ile yerleştirilen 4,1 mm çapında kısa implantlarda (4-6 mm), YT ve İSK değerleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları konvansiyonel ve implant çapından dar kavite hazırlığı yapılarak yerleştirilen implant grupları arasında YT değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur [196]. Çalışmamızda yer alan benzer grupların YT değerleri arasında da bir fark bulunmamıştır. Bu bulgu, yukarıdaki çalışmanın bulguları ile uyumludur. Bununla birlikte, çalışmamızdaki YT değeri ortalamaları, söz konusu çalışmanın YT değeri ortalamalarından belirgin bir şekilde daha düşük olmasına rağmen her iki çalışmanın benzer gruplarındaki İSK değerleri birbirine çok yakındır.

Bechera ve ark.' nın yaptıkları bir klinik çalışmada, kısmi dişsiz maksiller posterior bölgede implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılarak kısa (6 mm) ve uzun implantlar (≥10 mm, sinüs yükseltme operasyonuyla; transkrestal ve lateral yaklaşımla) yerleştirilmiştir. Sonuç olarak, başlangıç İSK değerleri her iki grup için de benzer bulunmuştur. Bu klinik bulgular, çalışmamızın bulguları ile çelişmektedir. Zira, osteotom kullanılarak transkrestal uygulamayla yerleştirilen standart uzunlukta olan (Grup IV) ve implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılarak yerleştirilen kısa implantların (Grup VI) İSK değerlerinde anlamlı fark bulunmaktadır. Kaldı ki, Bechera ve ark.' nın çalışmalarında bikortikal uygulamayla birlikte implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılmış olup, çalışmamızda yer alan Grup IV' te böyle bir uygulama söz konusu değildir. Bu işlemin İSK değerlerinde daha fazla artışa sebep olabileceği ve çalışmanın klinik bir çalışma olduğu da göz ardı edilmemelidir [144].

Alonso ve ark.' nın bir klinik çalışmasında, 4,1 mm çap ve 6 mm uzunluktaki implantlarda kemik kalitesine göre İSK ve YT değerleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, Tip IV kemiğe yerleştirilen implantların %75' inde YT değerinin <15 Ncm, ortalama İSK değerinin ise 63,68 olduğunu ortaya koymuştur [197]. Çalışmamızda Grup V' te gözlenen ortalama YT değeri 7,44 olup, İSK değeri ise 41,36 bulunmuştur. Çalışmamızın bulgularını, bu çalışmanın tip IV kemiğe yerleştirilen implantların bulgularıyla karşılaştırdığımızda her iki çalışma arasında İSK değerleri bakımından belirgin bir farkın olduğu gözlenmektedir. Çalışmamızda yer alan implant çapından dar kavite hazırlığının yapıldığı Grup VI' da İSK değeri 50,88 olup, bu değer dahi Alonso ve ark.' nın buldukları değerden oldukça düşüktür. Bu durum, her iki çalışmada kemik tipini belirleme yöntemlerinin farklı olmasından (operasyon sırasında cerrahın algısı-BT'de HU değeri) ve çalışma dizaynlarındaki farktan (klinik-ex- vivo) kaynaklanmış olabilir.

Wu ve ark.' nın in- vitro çalışmasında 2 mm sentetik kortikal kemik taklidi içeren poliüretan kemik bloklarına; 0° (aksiyel) kemik seviyesi, 17° ve 30° distal subkrestal, 17° ve 30° mesial suprakrestal pozisyonda implantlar yerleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları 30° distal subkrestal grup ile aksiyel grup arasında İSK değerleri açısından bir fark olmadığını göstermiştir. Bu sonuç göz önünde bulundurulduğunda, Grup I ve II' de yer alan implantlara ait İSK bulgularının Wu ve ark.' nın Grup I ve IV' te yer alan implantlara ait İSK bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir [21]. Bununla birlikte, iki çalışma arasındaki İSK değerleri arasında büyük bir farklılık bulunmaktadır. Çalışma modellerindeki farklar bu durumu açıklayabilir. Şöyle ki, çalışmamızda düşük yoğunluklu koyun iliak kemiği kullanılırken, Wu ve ark.' nın çalışmasında 2mm' lik sentetik kortikal kemiğin bağlandığı poliüretan bloklar kullanılmıştır.

Çalışmamızda YT ve İSK değerleri korele bulunmuştur. Gruplar özelinde değerlendirildiğinde ise 10 mm uzunluğunda standart cerrahi işlemle 30° açılı (Grup II), osteotom kullanılarak transkrestal uygulamayla aksiyel (Grup IV) ve 6 mm uzunlukta standart cerrahi işlemle (Grup V) yerleştirilen implantlarda İSK ve YT değerleri arasında korelasyon mevcuttur. Korelasyonun mevcut olmadığı gruplar ise 6 mm uzunluktaki çapından dar kaviteye yerleştirilen implantlar (Grup VI), 10 mm uzunluktaki standart cerrahi işlem uygulanan (Grup I) ve çapından dar kaviteye yerleştirilen (Grup III) implantlardır. Ahn ve ark.' nın maksiller posterior bölgeyi taklit eden poliüretan bloklara yerleştirdikleri implantlarda, İSK ve YT değerleri arasında

korelasyon tespit edilmiştir. Bulgularımız, söz konusu çalışmanın bulguları ile benzerdir.

Çalışmamızın en önemli limitasyonu, açılı implant grubunda elde ettiğimiz bulguları karşılaştırabileceğimiz ex- vivo ve in- vivo çalışmanın bulunmamasıdır. Çalışmamızda 30° açılı pozisyonda yerleştirilen standart implantlar ile aksiyel pozisyonda yerleştirilen kısa implantlar arasında YT ve İSK değerleri bakımından anlamlı bir fark bulunmaktadır. Bu bulgu, rezidüel kemik yüksekliğinin yetersiz olduğu durumlarda standart uzunluktaki implantların açılı olarak yerleştirilmesinin kısa implantlara tercih edilebileceğine işaret edebilir. Konuyla ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu açıktır.

6. SONUÇ

Çalışmamızda, maksiller posterior bölgeyi taklit eden düşük yoğunluklu koyun iliak kemiğinde, farklı implant uygulamalarının primer stabilite üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmamızın sınırları dahilinde elde edilen bulgulara dayanarak varılabilecek sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- En yüksek ortalama YT değeri, implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılan standart uzunluktaki implantlarda gözlenirken, en düşük ortalama YT değeri, standart cerrahi işlemlerle yerleştirilen kısa implantlarda kaydedilmiştir.
- Çapından dar kaviteye yerleştirilen standart uzunluktaki implantların YT değerleri kısa implantlarınkinden daha yüksektir.
- Standart uzunluktaki implantlarda implantın çapından dar kavite hazırlığı İSK değerlerinde anlamlı bir fark yaratmazken, kısa implantlarda bu işlem İSK değerlerinde anlamlı artışla sonuçlanmıştır.
- Standart uzunluktaki implantlar, yerleştirme metotlarından bağımsız olarak kısa implantlardan daha yüksek İSK değerlerine sahiptir.
- Çapından dar kaviteye ve 30° açılı pozisyonda yerleştirilen standart uzunluktaki implantlar, transkrestal olarak yerleştirilen implantlarla karşılaştırıldığında daha yüksek YT değerlerine sahiptir.
- Transkrestal uygulamayla yerleştirilen standart uzunlukta olan implantların İSK değerleri implantın çapından dar kavite hazırlığı yapılarak yerleştirilen kısa implantlarınkinden daha yüksektir.
- 30° açılı pozisyonda yerleştirilen standart implantların YT ve İSK değerleri aksiyel pozisyonda yerleştirilen kısa implantlarınkinden daha yüksektir.
- 30° açılı pozisyonda, transkrestal uygulamayla yerleştirilen standart uzunluktaki implantlar ve standart işlemle yerleştirilen kısa implantlarda İSK ve YT değerleri arasında korelasyon mevcuttur.

Çalışmamızın sınırları dahilinde,

- Primer stabilitenin sağlanmasında standart uzunluktaki implantların kısa implantlara göre daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir.
- Yetersiz kemik yüksekliği mevcudiyetinde daha uzun implant kullanımına imkan sağlayarak implant-kemik temas yüzeyini artırması, kemik grefti ve sinüs yükseltme işlemlerine gereksinimi ortadan kaldırarak hasta morbiditesini azaltması ve daha konservatif bir işlem olması gibi avantajlarından dolayı düşük yoğunluklu kemikte implantların açılı olarak yerleştirilmesi kısa implant kullanımına ve transkrestal implant uygulamasına tercih edilebilir.
- Yetersiz kemik yüksekliği mevcudiyetinde transkrestal implant uygulaması primer stabilitenin sağlanmasında kısa implant kullanımına göre daha avantajlıdır.
- Kısa implant kullanımına karar verilmesi durumunda primer stabiliteyi artırmak amacıyla standart işlemle kavite hazırlığından ziyade implantın çapından dar kavite hazırlığı tercih edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Misch C., E., ed. *Dental İmplant Prosthetics*. Rationale for Dental İmplants, ed. M. CE. 2005, Elsevıer Mosby: Canada. 1.
2. dos Santos, M.V., C.N. Elias, and J.H. Cavalcanti Lima, *The effects of superficial roughness and design on the primary stability of dental implants.* Clinical implant dentistry and related research, 2011. **13**(3): p. 215-223.
3. Lages, F.S., D.W. Douglas-de Oliveira, and F.O. Costa, *Relationship between implant stability measurements obtained by insertion torque and resonance frequency analysis: A systematic review.* Clinical Implant Dentistry and Related Research, 2018. **20**(1): p. 26-33.
4. Bosshardt, D.D., V. Chappuis, and D. Buser, *Osseointegration of titanium, titanium alloy and zirconia dental implants: current knowledge and open questions.* Periodontology 2000, 2017. **73**(1): p. 22-40.
5. Meredith, N., *Assessment of implant stability as a prognostic determinant.* International Journal of Prosthodontics, 1998. **11**(5).
6. Atsumi, M., S.-H. Park, and H.-L. Wang, *Methods used to assess implant stability: current status.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2007. **22**(5).
7. Sennerby, L., *Resonance frequency analysis for implant stability measurements. A review.* Integration Diagn Update, 2015. **1**: p. 11.
8. Marquezan, M., et al., *Does bone mineral density influence the primary stability of dental implants? A systematic review.* Clinical oral implants research, 2012. **23**(7): p. 767-774.
9. Molly, L., *Bone density and primary stability in implant therapy.* Clinical oral implants research, 2006. **17**(S2): p. 124-135.
10. Radi, I.A.-W., et al., *Prognosis of dental implants in patients with low bone density: A systematic review and meta-analysis.* The Journal of prosthetic dentistry, 2018. **120**(5): p. 668-677.
11. Jaffin, R.A. and C.L. Berman, *The excessive loss of Branemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis.* Journal of periodontology, 1991. **62**(1): p. 2-4.
12. Degidi, M., G. Daprile, and A. Piattelli, *Influence of underpreparation on primary stability of implants inserted in poor quality bone sites: an in vitro study.* Journal of oral and maxillofacial surgery, 2015. **73**(6): p. 1084-1088.
13. Kim, Y.-H., N.-R. Choi, and Y.-D. Kim, *The factors that influence postoperative stability of the dental implants in posterior edentulous maxilla.* Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery, 2017. **39**(1): p. 2.
14. Stern, A. and J. Green, *Sinus lift procedures: an overview of current techniques.* Dental Clinics, 2012. **56**(1): p. 219-233.
15. Uehara, P.N., et al., *Short dental implants (≤ 7mm) versus longer implants in augmented bone area: a meta-analysis of randomized controlled trials.* The open dentistry journal, 2018. **12**: p. 354.
16. Renouard, F. and D. Nisand, *Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study.* Clinical implant dentistry and related research, 2005. **7**: p. s104-s110.
17. Testori, T., et al., *Assessment of long-term survival of immediately loaded tilted implants supporting a maxillary full-arch fixed prosthesis.* Int J Oral Maxillofac Implants, 2017. **32**(4): p. 904-911.

18. Rosén, A. and G. Gynther, *Implant treatment without bone grafting in edentulous severely resorbed maxillas: a long-term follow-up study.* Journal of oral and maxillofacial surgery, 2007. **65**(5): p. 1010-1016.
19. Ravidà, A., et al., *Prosthetic Rehabilitation of the Posterior Atrophic Maxilla, Short (≤ 6 mm) or Long (≥ 10 mm) Dental Implants? A Systematic Review, Meta-analysis, and Trial Sequential Analysis: Naples Consensus Report Working Group A.* Implant Dentistry, 2019. **28**(6): p. 590-602.
20. Winkler, S., H.F. Morris, and S. Ochi, *Implant survival to 36 months as related to length and diameter.* Annals of periodontology, 2000. **5**(1): p. 22-31.
21. Wu, H.-C., M.-T. Tsai, and J.-T. Hsu, *The Effect of Insertion Angles and Depths of Dental Implant on the Initial Stability.* Applied Sciences, 2020. **10**(9): p. 3112.
22. Ersanli, S., et al., *Resonance frequency analysis of one-stage dental implant stability during the osseointegration period.* Journal of periodontology, 2005. **76**(7): p. 1066-1071.
23. Friberg, B., et al., *On cutting torque measurements during implant placement: a 3-year clinical prospective study.* Clinical implant dentistry and related research, 1999. **1**(2): p. 75-83.
24. Ottoni, J.M.P., et al., *Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2005. **20**(5).
25. O'Sullivan, D., et al., *A comparison of two methods of enhancing implant primary stability.* Clinical implant dentistry and related research, 2004. **6**(1): p. 48-57.
26. Çağlayan, G., *Periodontoloji ve İimplantoloji*. Oral İmplantolojide Görüntüleme Teknikleri, ed. K.C. Arısan V. Vol. 2. 2018, İstanbul: Quintessence. 1022.
27. Schwarz MS, R.S., Rhodes ML, Chafetz N. and *Computed tomography: part I. Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery.* Int J Oral Maxillofac Implants., 1987. **2**: p. 137–141.
28. Örnekol), P.P.T., *İmplant Diş Hekimliğinde Estetik Yumuşak ve sert doku düzenlemeleri*. İmplant Entegrasyonu ve Stabilitesi. 2007: Quintessence. 18.
29. Lekholm U, Z.G.A., ed. *Tissue- Integrated Protheses: osseointegration in clinical dentistry.* Patient selection and preparation. , ed. Z.G. Branemark PI, Albrektsson T. 1985, Quintessence.: Chicago. pp. 199-209.
30. Misch C., E., ed. *Dental İmplant Prosthetics*. Bone Density: A Key Determinant for Clinical Success, ed. C.E. Misch. 2005, Mosby, Elsevier: Canada. 134-137.
31. Şençimen, M., et al., *Early detection of alterations in the resonance frequency assessment of oral implant stability on various bone types: a clinical study.* Journal of Oral Implantology, 2011. **37**(4): p. 411-419.
32. Kraut, R.A., *Interactive CT diagnostics, planning and preparation for dental implants.* Implant dentistry, 1998. **7**(1): p. 19-25.
33. Norton, M.R. and C. Gamble, *Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan.* Clinical oral implants research, 2001. **12**(1): p. 79-84.
34. Chrcanovic, B.R., T. Albrektsson, and A. Wennerberg, *Bone Quality and Quantity and Dental Implant Failure: A Systematic Review and Meta-analysis.* International Journal of Prosthodontics, 2017. **30**(3).
35. Herrmann, I., et al., *Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2005. **20**(2).
36. Cawood, J. and R. Howell, *A classification of the edentulous jaws.* International journal of oral and maxillofacial surgery, 1988. **17**(4): p. 232-236.
37. Misch, C. and K. Judy, *Classification of partially edentulous arches for implant dentistry.* The International journal of oral implantology: implantologist, 1987. **4**(2): p. 7.

38. Sennerby, L. and N. Meredith, *Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications.* Periodontology 2000, 2008. **47**(1): p. 51-66.
39. Albrektsson, T., et al., *Osseointegrated titanium implants: requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man.* Acta Orthopaedica Scandinavica, 1981. **52**(2): p. 155-170.
40. Nedir, R., et al., *Predicting osseointegration by means of implant primary stability: A resonance-frequency analysis study with delayed and immediately loaded ITI SLA implants.* Clinical oral implants research, 2004. **15**(5): p. 520-528.
41. Krause, A., E.A. Cowles, and G. Gronowicz, *Integrin-mediated signaling in osteoblasts on titanium implant materials.* Journal of biomedical materials research, 2000. **52**(4): p. 738-747.
42. Cooper, L.F., *Biologic determinants of bone formation for osseointegration: clues for future clinical improvements.* The Journal of prosthetic dentistry, 1998. **80**(4): p. 439-449.
43. Sachdeva, A., P. Dhawan, and S. Sindwani, *Assessment of implant stability: Methods and recent advances.* Journal of Advances in Medicine and Medical Research, 2016: p. 1-10.
44. Albrektsson, T., et al., *The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success.* Int j oral maxillofac implants, 1986. **1**(1): p. 11-25.
45. Albrektsson, T.O., C.B. Johansson, and L. Sennerby, *Biological aspects of implant dentistry: osseointegration.* Periodontology 2000, 1994. **4**(1): p. 58-73.
46. Brunski, J.B., *Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface.* Clinical materials, 1992. **10**(3): p. 153-201.
47. Sennerby, L. and J. Roos, *Surgical determinants of clinical success of osseointegrated oral implants: a review of the literature.* International Journal of Prosthodontics, 1998. **11**(5).
48. Martinez, H., et al., *Optimal implant stabilization in low density bone.* Clinical Oral Implants Research, 2001. **12**(5): p. 423-432.
49. Swami, V., V. Vijayaraghavan, and V. Swami, *Current trends to measure implant stability.* The Journal of the Indian Prosthodontic Society, 2016. **16**(2): p. 124.
50. Mistry, G., et al., *Measuring implant stability: A review of different methods.* Journal of Dental Implants, 2014. **4**(2): p. 165.
51. Öncü, E. and E.B. Büyükerkmen, *Dental implantlarda stabilite ölçüm yöntemleri.* Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi, 2015. **36**(3): p. 115-120.
52. *The Implant Stability Quotient Whitebook. The relationship between reliable diagnostics and safe, successful dental implant procedures* in *What is the Implant Stability Quotient?*
53. Turkyilmaz, I., et al., *Biomechanical aspects of primary implant stability: a human cadaver study.* Clinical Implant Dentistry and Related Research, 2009. **11**(2): p. 113-119.
54. Turkyilmaz, I. and E.A. McGlumphy, *Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study.* BMC Oral Health, 2008. **8**(1): p. 1-8.
55. Turkyilmaz, I., et al., *Relations between the bone density values from computerized tomography, and implant stability parameters: a clinical study of 230 regular platform implants.* Journal of clinical periodontology, 2007. **34**(8): p. 716-722.
56. Chang, P.C., N.P. Lang, and W.V. Giannobile, *Evaluation of functional dynamics during osseointegration and regeneration associated with oral implants.* Clinical oral implants research, 2010. **21**(1): p. 1-12.

57. Schulte, W. and D. Lukas, *Periotest to monitor osseointegration and to check the occlusion in oral implantology.* The Journal of Oral Implantology, 1993. **19**(1): p. 23-32.
58. Park, J.-C., et al., *Implant stability—measuring devices and randomized clinical trial for ISQ value change pattern measured from two different directions by magnetic RFA.* Rapidly Evolving Practice, 2011. **5**: p. 111-30.
59. Lukas, S.W., *0: The Periotest method.* Int Dent J, 1992. **42**: p. 433.
60. Schulte, W., *The new Periotest method.* Compendium (Newtown, Pa.). Supplement, 1988(12): p. S410.
61. Meredith, N., D. Alleyne, and P. Cawley, *Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis.* Clinical oral implants research, 1996. **7**(3): p. 261-267.
62. Quesada García, M., et al., *Measurement of dental implant stability by resonance frequency analysis: a review of the literature.* 2009.
63. Meredith, N., et al., *The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia.* Clinical oral implants research, 1997. **8**(3): p. 234-243.
64. Meredith, N., et al., *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, 1997. **8**(3): p. 226-233.
65. Park, J.C., et al., *A comparison of implant stability quotients measured using magnetic resonance frequency analysis from two directions: a prospective clinical study during the initial healing period.* Clinical oral implants research, 2010. **21**(6): p. 591-597.
66. *The Technique Behind Osstell*. www.ostell.com .Clinical Guidelines 2020.
67. Gahleitner, A. and G. Monov, *Assessment of Bone Quality.* Implants in Qualitatively Compromised Bone, 2004: p. 55.
68. Östman, P.O., A. Wennerberg, and T. Albrektsson, *Immediate occlusal loading of NanoTite™ PREVAIL® implants: a prospective 1-year clinical and radiographic study.* Clinical implant dentistry and related research, 2010. **12**(1): p. 39-47.
69. Andersson, P., et al., *Factors influencing resonance frequency analysis (RFA) measurements and 5-year survival of Neoss dental implants.* International journal of dentistry, 2019. **2019**.
70. Chen, M., et al., *Clinical significance of the use of resonance frequency analysis in assessing implant stability: A systematic review.* Int. J. Prosthodont, 2019. **32**: p. 51-58.
71. Lachmann, S., et al., *Resonance frequency analysis and damping capacity assessment: Part 2: peri-implant bone loss follow-up. An in vitro study with the Periotest™ and Osstell™ instruments.* Clinical Oral Implants Research, 2006. **17**(1): p. 80-84.
72. Lachmann, S., et al., *Resonance frequency analysis and damping capacity assessment: Part 1: An in vitro study on measurement reliability and a method of comparison in the determination of primary dental implant stability.* Clinical Oral Implants Research, 2006. **17**(1): p. 75-79.
73. Manresa, C., M. Bosch, and J.J. Echeverría, *The comparison between implant stability quotient and bone-implant contact revisited: an experiment in B eagle dog.* Clinical oral implants research, 2014. **25**(11): p. 1213-1221.
74. Akça, K., et al., *Biomechanical aspects of initial intraosseous stability and implant design: a quantitative micro-morphometric analysis.* Clinical Oral Implants Research, 2006. **17**(4): p. 465-472.

75. Dagher, M., et al., *Resonance frequency analysis, insertion torque, and bone to implant contact of 4 implant surfaces: comparison and correlation study in sheep.* Implant Dentistry, 2014. **23**(6): p. 672-678.
76. Johansson, P., *Assessment of bone quality from cutting resistance during implant surgery.* Int J Oral Maxillofac Implants, 1994. **9**: p. 279-288.
77. Alsaadi, G., et al., *A biomechanical assessment of the relation between the oral implant stability at insertion and subjective bone quality assessment.* Journal of clinical periodontology, 2007. **34**(4): p. 359-366.
78. Turkyilmaz, I., et al., *Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone, and maximum torque and resonance frequency values at dental implant placement.* Journal of oral rehabilitation, 2006. **33**(12): p. 881-888.
79. Barewal, R.M., C. Stanford, and T.C. Weesner, *A randomized controlled clinical trial comparing the effects of three loading protocols on dental implant stability.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2012. **27**(4).
80. Herekar, M., et al., *A correlation between bone (B), insertion torque (IT), and implant stability (S): BITS score.* The Journal of prosthetic dentistry, 2014. **112**(4): p. 805-810.
81. Degidi, M., G. Daprile, and A. Piattelli, *Primary stability determination by means of insertion torque and RFA in a sample of 4,135 implants.* Clinical implant dentistry and related research, 2012. **14**(4): p. 501-507.
82. Bayarchimeg, D., et al., *Evaluation of the correlation between insertion torque and primary stability of dental implants using a block bone test.* Journal of periodontal & implant science, 2013. **43**(1): p. 30-36.
83. Sakoh, J., et al., *Primary stability of a conical implant and a hybrid, cylindric screw-type implant in vitro.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2006. **21**(4).
84. Friberg, B., et al., *Stability measurements of one-stage Brånemark implants during healing in mandibles: A clinical resonance frequency analysis study.* International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery, 1999. **28**(4): p. 266-272.
85. Friberg, B., et al., *Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants. A pilot study in jaw autopsy specimens.* Clinical oral implants research, 1995. **6**(4): p. 213-219.
86. Papaspyridakos, P., et al., *Implant loading protocols for edentulous patients with fixed prostheses: a systematic review and meta-analysis.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2014. **29**.
87. Duyck, J., et al., *Histological, histomorphometrical, and radiological evaluation of an experimental implant design with a high insertion torque.* Clinical Oral Implants Research, 2010. **21**(8): p. 877-884.
88. Monje, A., et al., *Relationship Between Primary/Mechanical and Secondary/Biological Implant Stability.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2019. **34**.
89. Li, H., Y. Liang, and Q. Zheng, *Meta-Analysis of Correlations Between Marginal Bone Resorption and High Insertion Torque of Dental Implants.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2015. **30**(4).
90. Berardini, M., et al., *The effects of high insertion torque versus low insertion torque on marginal bone resorption and implant failure rates: A systematic review with meta-analyses.* Implant dentistry, 2016. **25**(4): p. 532-540.
91. Bischof, M., et al., *Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing. A clinical resonance-frequency analysis study with sandblasted-and-etched ITI implants.* Clinical oral implants research, 2004. **15**(5): p. 529-539.
92. Steigenga, J.T., et al., *Dental implant design and its relationship to long-term implant success.* Implant dentistry, 2003. **12**(4): p. 306-317.

93. Cavallaro Jr, J., B. Greenstein, and G. Greenstein, *Clinical methodologies for achieving primary dental implant stability: the effects of alveolar bone density.* The Journal of the American Dental Association, 2009. **140**(11): p. 1366-1372.
94. Palaskar, J.N., et al., *Influence of different implant placement techniques to improve primary implant stability in low-density bone: A systematic review.* The Journal of Indian Prosthodontic Society, 2020. **20**(1): p. 11.
95. Stocchero, M., et al., *Biomechanical, Biologic, and Clinical Outcomes of Undersized Implant Surgical Preparation: A Systematic Review.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2016. **31**(6).
96. Abrahamsson, I., et al., *Early bone formation adjacent to rough and turned endosseous implant surfaces: an experimental study in the dog.* Clinical oral implants research, 2004. **15**(4): p. 381-392.
97. Lindhe J. sf 1131, c., 6. Baskı, , , *Klinik Periodontoloji Ve Diş Hekimliğinde İmplant Uygulamaları*. maksiller sinüs tabanının yükseltilmesi. Vol. 2. 2017, Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri. 1131.
98. García-Moreno, S., et al., *Implant stability using piezoelectric bone surgery compared with conventional drilling: a systematic review and meta-analysis.* International journal of oral and maxillofacial surgery, 2018. **47**(11): p. 1453-1464.
99. Shadid, R.M., N.R. Sadaqah, and S.A. Othman, *Does the implant surgical technique affect the primary and/or secondary stability of dental implants? A systematic review.* International Journal of Dentistry, 2014. **2014**.
100. Marković, A., et al., *Implant stability in posterior maxilla: bone-condensing versus bone-drilling: a clinical study.* Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 2011. **112**(5): p. 557-563.
101. Möhlhenrich, S., et al., *Effects on primary stability of three different techniques for implant site preparation in synthetic bone models of different densities.* British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2016. **54**(9): p. 980-986.
102. Yeo, I.-S., *Reality of dental implant surface modification: a short literature review.* The open biomedical engineering journal, 2014. **8**: p. 114.
103. Koh, J.-W., et al., *Biomechanical evaluation of dental implants with different surfaces: Removal torque and resonance frequency analysis in rabbits.* The journal of advanced prosthodontics, 2009. **1**(2): p. 107-112.
104. Kim, Y.S. and Y.J. Lim, *Primary stability and self-tapping blades: biomechanical assessment of dental implants in medium-density bone.* Clinical oral implants research, 2011. **22**(10): p. 1179-1184.
105. Åstrand, P., et al., *Tapered Implants in Jaws with Soft Bone Quality: A Clinical and Radiographie 1-Year Study of the Brånemark System Mark IV Fixture.* Clinical Implant Dentistry and Related Research, 2003. **5**(4): p. 213-218.
106. Su, Y.-H., et al., *Evaluation of the implant stability and the marginal bone level changes during the first three months of dental implant healing process: A prospective clinical study.* Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 2020: p. 103899.
107. Alves, C.C. and M. Neves, *Tapered Implants: From Indications to Advantages.* International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, 2009. **29**(2).
108. Park, Y.-H., et al., *Resonance Frequency Analysis of Tapered Implants Placed at Maxillary Posterior Sites After Lateral Sinus Augmentation: A 1.5-year Follow-Up Prospective Study.* Implant dentistry, 2019. **28**(1): p. 62-67.
109. Bilhan, H., et al., *Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone.* Journal of oral rehabilitation, 2010. **37**(12): p. 900-907.

110. O'Sullivan, D., L. Sennerby, and N. Meredith, *Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study.* Clinical implant dentistry and related research, 2000. **2**(2): p. 85-92.
111. Olsson, M., et al., *MkII-A Modified Self-Tapping Brånemark Implant: 3-Year Results of a Controlled Prospective Pilot Study.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 1995. **10**(1).
112. Friberg, B., K. Gröndahl, and U. Lekholm, *A New Self-Tapping Brånemark Implant: Clinical and Radiographic Evaluation.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 1992. **7**(1).
113. Sykaras, N., et al., *Implant materials, designs, and surface topographies: their effect on osseointegration. A literature review.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2000. **15**(5).
114. Cho, S.-A. and K.-T. Park, *The removal torque of titanium screw inserted in rabbit tibia treated by dual acid etching.* Biomaterials, 2003. **24**(20): p. 3611-3617.
115. Kim, H., et al., *The biocompatibility of SLA-treated titanium implants.* Biomedical Materials, 2008. **3**(2): p. 025011.
116. Cochran, D., et al., *Clinical field trial examining an implant with a sand-blasted, acid-etched surface.* Journal of periodontology, 2007. **78**(6): p. 974-982.
117. Pi Urgell, J., V. Revilla Gutiérrez, and C. Gay Escoda, *Rehabilitation of atrophic maxilla: a review of 101 zygomatic implants.* Medicina Oral, Patología Oral y Cirugia Bucal, 2008, vol. 13, num. 6, p. 363-370, 2008.
118. Mattsson, T., et al., *Implant treatment without bone grafting in severely resorbed edentulous maxillae.* Journal of oral and maxillofacial surgery, 1999. **57**(3): p. 281-287.
119. Peñarrocha, M., et al., *Retrospective Study of 68 Implants Placed in the Pterygomaxillary Region Using Drills and Osteotomes.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2009. **24**(4).
120. Peñarrocha, M., et al., *Rehabilitation of severely atrophic maxillae with fixed implant-supported prostheses using zygomatic implants placed using the sinus slot technique: clinical report on a series of 21 patients.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2007. **22**(4).
121. Del Fabbro, M., et al., *Systematic review of survival rates for implants placed in the grafted maxillary sinus.* International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, 2004. **24**(6).
122. Tatum, J.H., *Maxillary and sinus implant reconstructions.* Dental Clinics of North America, 1986. **30**(2): p. 207-229.
123. Del Fabbro, M., G. Rosano, and S. Taschieri, *Implant survival rates after maxillary sinus augmentation.* European Journal of Oral Sciences, 2008. **116**(6): p. 497-506.
124. Yan, Q., et al., *Short implants (≤ 6 mm) versus longer implants with sinus floor elevation in atrophic posterior maxilla: a systematic review and meta-analysis.* BMJ open, 2019. **9**(10).
125. Silva, L.d., et al., *Maxillary sinus lift surgery—with or without graft material? A systematic review.* International journal of oral and maxillofacial surgery, 2016. **45**(12): p. 1570-1576.
126. Fugazzotto, P., P.R. Melnick, and M. Al-Sabbagh, *Complications when augmenting the posterior maxilla.* Dental Clinics, 2015. **59**(1): p. 97-130.
127. Summers, R.B., *The osteotome technique: Part 3--Less invasive methods of elevating the sinus floor.* Compendium (Newtown, Pa.), 1994. **15**(6): p. 698, 700, 702-4 passim; quiz 710.
128. SUMMERS, R.B., *Sinus floor elevation with osteotomes.* Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 1998. **10**(3): p. 164-171.

129. Woo, I. and B. Le, *Maxillary sinus floor elevation: review of anatomy and two techniques.* Implant dentistry, 2004. **13**(1): p. 28-32.
130. Hsu, A., et al., *Comparison of Initial Implant Stability of Implants Placed Using Bicortical Fixation, Indirect Sinus Elevation, and Unicortical Fixation.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2016. **31**(2).
131. Tan, W.C., et al., *A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation Part II: transalveolar technique.* Journal of clinical periodontology, 2008. **35**: p. 241-254.
132. Del Fabbro, M., et al., *Implant survival rates after osteotome-mediated maxillary sinus augmentation: a systematic review.* Clinical implant dentistry and related research, 2012. **14**: p. e159-e168.
133. Qian, S.J., et al., *Resonance frequency analysis of implants placed with osteotome sinus floor elevation in posterior maxillae.* Clinical oral implants research, 2016. **27**(1): p. 113-119.
134. Lee, S.-A., et al., *Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials for the management of limited vertical height in the posterior region: short implants (5 to 8 mm) vs longer implants (> 8 mm) in vertically augmented sites.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2014. **29**(5).
135. Hagi, D., et al., *A targeted review of study outcomes with short (≤ 7 mm) endosseous dental implants placed in partially edentulous patients.* Journal of periodontology, 2004. **75**(6): p. 798-804.
136. Cruz, R.S., et al., *Short implants versus longer implants with maxillary sinus lift. A systematic review and meta-analysis.* Brazilian oral research, 2018. **32**.
137. Thoma, D.S., J.-K. Cha, and U.-W. Jung, *Treatment concepts for the posterior maxilla and mandible: short implants versus long implants in augmented bone.* Journal of Periodontal & Implant Science, 2017. **47**(1): p. 2-12.
138. Esfahrood, Z.R., et al., *Short dental implants in the posterior maxilla: a review of the literature.* Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, 2017. **43**(2): p. 70-76.
139. Fan, T., et al., *Short implants (5 to 8 mm) versus longer implants (> 8 mm) with sinus lifting in atrophic posterior maxilla: A meta-analysis of RCTs.* Clinical implant dentistry and related research, 2017. **19**(1): p. 207-215.
140. Thoma, D.S., et al., *Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 5-Year data.* Journal of Clinical Periodontology, 2018. **45**(12): p. 1465-1474.
141. Taschieri, S., et al., *Short dental implants as compared to maxillary sinus augmentation procedure for the rehabilitation of edentulous posterior maxilla: Three-year results of a randomized clinical study.* Clinical implant dentistry and related research, 2018. **20**(1): p. 9-20.
142. Esposito, M., P. Felice, and H.V. Worthington, *Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus.* Cochrane Database of Systematic Reviews, 2014(5).
143. Corbella, S., S. Taschieri, and M. Del Fabbro, *Long-term outcomes for the treatment of atrophic posterior maxilla: a systematic review of literature.* Clinical implant dentistry and related research, 2015. **17**(1): p. 120-132.
144. Bechara, S., et al., *Short (6-mm) dental implants versus sinus floor elevation and placement of longer (≥ 10-mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up.* Clinical Oral Implants Research, 2017. **28**(9): p. 1097-1107.
145. Esposito, M., et al., *Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants.(II). Etiopathogenesis.* European journal of oral sciences, 1998. **106**(3): p. 721.

146. Deporter, D., *Short dental implants: what works and what doesn't? A literature interpretation.* International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry, 2013. **33**(4).
147. Del Fabbro, M., et al., *Tilted implants for the rehabilitation of edentulous jaws: a systematic review.* Clinical implant dentistry and related research, 2012. **14**(4): p. 612-621.
148. Patzelt, S.B., et al., *The all-on-four treatment concept: a systematic review.* Clinical implant dentistry and related research, 2014. **16**(6): p. 836-855.
149. Maló, P., B. Rangert, and M. Nobre, *"All-on-Four" immediate-function concept with Brånemark System® implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study.* Clinical implant dentistry and related research, 2003. **5**: p. 2-9.
150. Malo, P., et al., *A longitudinal study of the survival of All-on-4 implants in the mandible with up to 10 years of follow-up.* The Journal of the American Dental Association, 2011. **142**(3): p. 310-320.
151. Vaz Ayub, K., et al., *Seven-Year Follow-up of Full-Arch Prostheses Supported by Four Implants: A Prospective Study.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2017. **32**(6).
152. Krekmanov, L., et al., *Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2000. **15**(3).
153. Maló, P., B. Rangert, and M. Nobre, *All-on-4 immediate-function concept with Brånemark System® implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study.* Clinical implant dentistry and related research, 2005. **7**: p. s88-s94.
154. Bilhan, H., *An alternative method to treat a case with severe maxillary atrophy by the use of angled implants instead of complicated augmentation procedures: a case report.* Journal of Oral Implantology, 2008. **34**(1): p. 47-51.
155. Zampelis, A., B. Rangert, and L. Heijl, *Tilting of splinted implants for improved prosthodontic support: a two-dimensional finite element analysis.* The Journal of prosthetic dentistry, 2007. **97**(6): p. S35-S43.
156. Christopher, B., C. Ho, and B. Hons, *Implant rehabilitation in the edentulous jaw: the" All-on-4" immediate function concept.* Australasian Dental Practice, 2012: p. 138-148.
157. Agliardi, E.L., et al., *Immediate function of partial fixed rehabilitation with axial and tilted implants having intrasinus insertion.* Journal of Craniofacial Surgery, 2014. **25**(3): p. 851-855.
158. Koutouzis, T. and J.L. Wennström, *Bone level changes at axial-and non-axial-positioned implants supporting fixed partial dentures. A 5-year retrospective longitudinal study.* Clinical oral implants research, 2007. **18**(5): p. 585-590.
159. Menini, M., et al., *Tilted implants in the immediate loading rehabilitation of the maxilla: a systematic review.* Journal of dental research, 2012. **91**(9): p. 821-827.
160. Chrcanovic, B.R., T. Albrektsson, and A. Wennerberg, *Tilted versus axially placed dental implants: a meta-analysis.* Journal of Dentistry, 2015. **43**(2): p. 149-170.
161. Queridinha, B.M., et al., *Partial Rehabilitation with Distally Tilted and Straight Implants in the Posterior Maxilla with Immediate Loading Protocol: A Retrospective Cohort Study with 5-Year Follow-up.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2016. **31**(4).
162. Candel, E., D. Peñarrocha, and M. Peñarrocha, *Rehabilitation of the atrophic posterior maxilla with pterygoid implants: a review.* Journal of Oral Implantology, 2012. **38**(S1): p. 461-466.
163. Aparicio, C., et al., *Zygomatic implants: indications, techniques and outcomes, and the zygomatic success code.* Periodontology 2000, 2014. **66**(1): p. 41-58.

164. Asawa, N., et al., *Angulated implants: an alternative to bone augmentation and sinus lift procedure: systematic review.* Journal of clinical and diagnostic research: JCDR, 2015. **9**(3): p. ZE10.
165. Han, H.-C., et al., *Primary implant stability in a bone model simulating clinical situations for the posterior maxilla: an in vitro study.* Journal of Periodontal & Implant Science, 2016. **46**(4): p. 254-265.
166. Hong, J., Y.J. Lim, and S.O. Park, *Quantitative biomechanical analysis of the influence of the cortical bone and implant length on primary stability.* Clinical Oral Implants Research, 2012. **23**(10): p. 1193-1197.
167. Falco, A., M. Berardini, and P. Trisi, *Correlation Between Implant Geometry, Implant Surface, Insertion Torque, and Primary Stability: In Vitro Biomechanical Analysis.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2018. **33**(4).
168. Lahens, B., et al., *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, 2016. **63**: p. 56-65.
169. Romanos, G.E., et al., *Role of clinician's experience and implant design on implant stability. An ex vivo study in artificial soft bones.* Clinical Implant Dentistry and Related Research, 2014. **16**(2): p. 166-171.
170. Rastelli, C., et al., *Implant stability in different techniques of surgical sites preparation: an in vitro study.* ORAL & implantology, 2014. **7**(2): p. 33.
171. Falisi, G., et al., *The effects of surgical preparation techniques and implant macro-geometry on primary stability: An in vitro study.* Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal, 2017. **22**(2): p. e201.
172. Toyoshima, T., et al., *Primary stability of a hybrid self-tapping implant compared to a cylindrical non-self-tapping implant with respect to drilling protocols in an ex vivo model.* Clinical implant dentistry and related research, 2011. **13**(1): p. 71-78.
173. Moon, S.-H., et al., *The effect of implant shape and bone preparation on primary stability.* Journal of periodontal & implant science, 2010. **40**(5): p. 239-243.
174. Wada, M., et al., *The relationship between the bone characters obtained by CBCT and primary stability of the implants.* International journal of implant dentistry, 2015. **1**(1): p. 3.
175. García-Vives, N., et al., *In vitro evaluation of the type of implant bed preparation with osteotomes in bone type IV and its influence on the stability of two implant systems.* Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2009. **14**(9): p. e455-60.
176. Dayan, C., O. Geckili, and C. Bural, *The influence of implant shape on primary stability of implants with a thread cutting and forming design: an ex vivo study.* Journal of Oral Implantology, 2019. **45**(3): p. 181-185.
177. Pauwels, R., et al., *CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable?* Dentomaxillofacial Radiology, 2015. **44**(1): p. 20140238.
178. Cassetta, M., et al., *How accurate is CBCT in measuring bone density? A comparative CBCT-CT in vitro study.* Clinical implant dentistry and related research, 2014. **16**(4): p. 471-478.
179. Van Dessel, J., et al., *A comparative evaluation of cone beam CT and micro-CT on trabecular bone structures in the human mandible.* Dentomaxillofacial Radiology, 2013. **42**(8): p. 20130145.
180. Chong, L., et al., *Effect of implant design on initial stability of tapered implants.* Journal of oral Implantology, 2009. **35**(3): p. 130-135.
181. Marković, A., et al., *Evaluation of primary stability of self-tapping and non-self-tapping dental implants. A 12-week clinical study.* Clinical implant dentistry and related research, 2013. **15**(3): p. 341-349.

182. El-Kholey, K.E. and A. Elkomy, *Does the Drilling Technique for Implant Site Preparation Enhance Implant Success in Low-Density Bone? A Systematic Review.* Implant dentistry, 2019. **28**(5): p. 500-509.
183. Degidi, M., G. Daprile, and A. Piattelli, *Determination of primary stability: a comparison of the surgeon's perception and objective measurements.* International journal of oral & maxillofacial implants, 2010. **25**(3).
184. Goodson, J., A. Haffajee, and S. Socransky, *The relationship between attachment level loss and alveolar bone loss.* Journal of clinical periodontology, 1984. **11**(5): p. 348-359.
185. Aparicio, C., N.P. Lang, and B. Rangert, *Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface.* Clinical oral implants research, 2006. **17**(S2): p. 2-7.
186. Andreotti, A.M., et al., *Relationship between implant stability measurements obtained by two different devices: a systematic review.* Journal of periodontology, 2017. **88**(3): p. 281-288.
187. Balleri, P., et al., *Stability measurements of osseointegrated implants using Osstell in partially edentulous jaws after 1 year of loading: a pilot study.* Clinical implant dentistry and related research, 2002. **4**(3): p. 128-132.
188. Shiffler, K., et al., *Effect of length, diameter, intraoral location on implant stability.* Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology, 2016. **122**(6): p. e193-e198.
189. Östman, P.-O., et al., *Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery.* International Journal of Prosthodontics, 2006. **19**(1).
190. Miyamoto, I., et al., *Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery—clinical, prospective, biomechanical, and imaging study.* Bone, 2005. **37**(6): p. 776-780.
191. Silva, K.C., et al., *Assessment of dental implant stability in areas previously submitted to maxillary sinus elevation.* Journal of Oral Implantology, 2018. **44**(2): p. 109-113.
192. Barikani, H., et al., *The effect of implant length and diameter on the primary stability in different bone types.* Journal of Dentistry (Tehran, Iran), 2013. **10**(5): p. 449.
193. Bataineh, A.B. and A.M. Al-dakes, *The influence of length of implant on primary stability: an in vitro study using resonance frequency analysis.* Journal of Clinical and Experimental Dentistry, 2017. **9**(1): p. e1.
194. Salim, H.A., A.I. Naser, and A.N. Aldabagh, *The effect of length and diameter of dental implants on primary stability (experimental study on tibia of the sheep).*
195. Ahn, S.-J., et al., *Differences in implant stability associated with various methods of preparation of the implant bed: an in vitro study.* The Journal of prosthetic dentistry, 2012. **107**(6): p. 366-372.
196. Kucukguven, M.B., et al., *In Vitro Evaluation of the Primary Stability of Short Implants in Different Surgical Techniques.* International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 2020. **35**(4).
197. Alonso, F.R., et al., *Primary and secondary stability of single short implants.* Journal of Craniofacial Surgery, 2018. **29**(6): p. e548-e551.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad: Emine Serra BIÇAKCI

ÖĞRENİM DURUMU

İlköğretim: Yavuzselim İlköğretim Okulu (1998- 2006)
Ortaöğretim: Çemberlitaş Anadolu Lisesi (2006- 2010)
Üniversite: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2010-2015)

KURS ve SERTİFİKALAR

Sütur Materyalleri ve Teknikleri kursu
Yumuşak Doku Cerrahisi kursu
Dental Fotoğrafçılık kursu
Başlangıç Seviyesi Uygulamalı İmplant Eğitimi
Kret- split tekniğiyle implant uygulamaları kursu

ULUSLARARASI BİLİMSEL TOPLANTILARDA SUNULAN VE BİLDİRİ KİTABINDA BASILAN BİLDİRİLER

- Bıçakçı ES, Özsağır ZB, Çelik TZ, Sağlam E, Tunalı M. İmplant Çevresi Yapışık Dişeti Oluşturulmasında: Kret Kaynaklı Serbest Dişeti Grefti. Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2017;23(Suppl); sayfa 544.
- Bıçakcı ES, Dinçer AN, Özsağır ZB, Hacıfettahoğlu M, Tunalı M. Treatment of Cervical External Resorption with Reinforced Glass Ionomer and T-PRF. Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2019; Türk Dişhekimleri Birliği 25. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi Bildiri Özetleri; sayfa 732.
- Ozsagir ZB, Saglam E, Bıçakçı ES, Tunali M. Titanium platelet rich fibrin membrane in the treatment of Glanzmann's thrombasthenia patient's gingival recession defect. Journal of Clinical Periodontology. 2018, Vol.45, Issue Supplement 19, page 416.

KATILINAN KONGRE, SEMPOZYUMLAR VE BİLİMSEL TOPLANTILAR

- İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi VII. Uluslararası Bilimsel Kongresi " Akademi/Pratik", İstanbul, 2014.
- Türk Diş hekimliği Birliği 21. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, İstanbul, 2015.
- Türk Diş hekimliği Birliği 23. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, İstanbul, 2017.
- 15. Greatist Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, 2017.
- 16. Greatist Uluslararası Diş Hekimliği Kongresi, İstanbul, 2018.
- 9th Conference of the European Federation of Periodontology, Amsterdam, Netherlands, 2018.
- Türk Diş hekimliği Birliği 24. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, Ankara, 2018.
- Türk Diş hekimliği Birliği 25. Uluslararası Diş hekimliği Kongresi, İstanbul, 2019.
- Advanced Implant Education Program of 2019 Dentium World Forum, İstanbul, 2019.
- ITI Türkiye & Azerbaycan Bölümü Bilimsel Toplantısı, Antalya, 2018.
- Bezmialem I. İmplant Günleri Sempozyumu, 2019.