



**İSKELETSEL SINIF I VE SINIF III BİREYLERDE MANDİBULAR BUKKAL SHELF
BÖLGESİNİN MİNİVİDA UYGULAMALARI İÇİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rabia YAŞAR

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül EVREN**

Uzmanlık Tezi 2022

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

İSKELETSEL SINIF I VE SINIF III BİREYLERDE MANDİBULAR
BUKKAL SHELF BÖLGESİNİN MİNİVİDA UYGULAMALARI
İÇİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Rabia YAŞAR

Ortodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül EVREN

MALATYA
2022

İthaf

Uzmanlık tezimi bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan, evlatları olmaktan gurur duyduğum; canım annem Nazan Yaşar ve canım babam Remzi Yaşar'a ithaf ediyorum.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ortodontik Tedavide Ankraj	3
2.1.1. İskeletsel Ankraj	4
2.2. Minivida lar.....	5
2.3. Minivida Uygulama Endikasyonları ve Kontrendikasyonları	7
2.4. Minivida ların Başarısını Etkileyen Faktörler	8
2.4.1. Minivida ile İlgili Faktörler	8
2.4.2. Hasta ile İlgili Faktörler	12
2.4.3. Anatomik Lokal Faktörler	13
2.4.4. Uygulama ile İlgili Faktörler	16
2.5. Minivida ların Risk ve Komplikasyonları	20
2.5.1. Yerleştirme Esnasında Meydana Gelen Komplikasyonlar	20
2.5.2. Ortodontik Yüklemeden Sonra Meydana Gelen Komplikasyonlar	23
2.5.3. Çıkarma Esnasında Meydana Gelen Komplikasyonlar	24
2.6. Mandibula Anatomisi	25
2.6.1. Mandibular Bukkal Shelf.....	26
2.7. Panoramik Radyografiler	27
2.7.1. Panoramik Radyografilerin Avantajları	27
2.7.2. Panoramik Radyografilerin Dezavantajları	27
2.8. Bilgisayarlı Tomografi.....	27
2.8.1. Konik Işın lı Bilgisayarlı Tomografi	28
3. MATERYAL VE METOT	30
3.1. Hasta Gruplarının Oluşturulması	30
3.2. Konik Işın lı Bilgisayarlı Tomografi Cihazı ile Verilerin Toplanması.....	31
3.3. Sefalometrik Analiz	31

3.3.1. Sefalometrik Analizde Kullanılan Noktalar	32
3.3.2. Sefalometrik Analizde Kullanılan Düzlemler.....	33
3.3.3. Sefalometrik Analizde Kullanılan Ölçümler.....	33
3.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kayıtlarının İncelenmesi.....	34
3.4.1. Çalışmamızda Kullanılan İşaret Noktaları.....	37
3.4.2. Çalışmamızda Kullanılan Ölçümler.....	37
3.5. İstatistiksel Yöntem	42
3.6. Metot Hatasının Değerlendirilmesi.....	42
4. BULGULAR.....	43
4.1. Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi	43
4.2. Grup İçi Ölçümler	43
4.2.1. Yerleştirme Bölgelerine Göre Sınıf I Bireylerin Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi.....	43
4.2.2. Yerleştirme Bölgelerine Göre Sınıf III Bireylerin Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi.....	46
4.3. Gruplar Arası Ölçümler	47
4.3.1. Gruplara Göre 6D Bölgesinde Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi	47
4.3.2. Gruplara Göre 7D Bölgesinde Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi	48
4.4. Toplam Kemik Kalınlığı Ölçümünde Anatomik Sınırların Değerlendirilmesi	49
5. TARTIŞMA	52
5.1. Amacın Tartışılması.....	52
5.2. Materyal ve Metodun Tartışılması.....	54
5.3. Bulguların Tartışılması.....	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	65
EKLER.....	82
EK-1. Özgeçmiş.....	82

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanmasında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, güler yüzünü ve desteğini eksik etmeyen Anabilim Dalı Başkanımız ve değerli tez danışman hocam **Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül EVREN**'e;

Tez çalışmam için gerekli olan radyolojik verileri toplama aşamasında ve sonrasında bu veriler üzerinde yapılan ölçümlerde değerli vaktini ayırarak desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli hocam **Doç. Dr. Numan DEDEOĞLU**'na;

Hem birlikte çalıştığımız dönemde klinik tecrübeleriyle, hem de tez hazırlama sürecindeki katkılarıyla hiçbir zaman desteğini esirgemeyen **Uzm. Dt. Samet ÖZDEN**'e;

Uzmanlık eğitim süresi boyunca birlikte çalışmaktan keyif aldığım ve her daim dayanışma içerisinde bulunduğum **tüm değerli asistan arkadaşlarıma; Ortodonti Anabilim Dalı personeline;**

Uzmanlık sürecimi benim için daha kolay ve keyifli hale getiren, dostlukları ile kalbime dokunan canım arkadaşlarım; **Arife Topaloğlu ÖZTÜRK, Manolya Nur KUMBUL, Merve Gözen İŞTAR, Betül Kalafat ÇOBAN, Gül USLUSOY ve Emine Esra İNCE**'ye;

Lisans eğitimimden uzmanlık eğitimime uzanan tüm süreçte her zaman tecrübelerini ve bilgilerini benimle paylaşan, anlayışı ve sabrı ile hep yanımda olan, aynı mesleği paylaşmaktan gurur duyduğum canım ağabeyim **Uzm. Dt. Ahmet YAŞAR**'a; varlığı ile her daim yüzümü güldüren canım kardeşim **Hasan YAŞAR**'a;

Hayatımın her anında desteğini, güvenini ve koşulsuz sevgisini hissettiğim, haklarını asla ödeyemeyeceğim, bugünlere gelmemde en büyük pay sahipleri canım babam **Remzi YAŞAR** ve canım annem **Nazan YAŞAR**'a;

Tüm içtenliklerim ile sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

İskeletsel Sınıf I ve Sınıf III Bireylerde Mandibular Bukkal Shelf Bölgesinin Minivida Uygulamaları İçin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi

Amaç: Çalışmamızın amacı, normodiverjan dik yön büyüme paternine sahip iskeletsel Sınıf I ve Sınıf III bireylerde minivida uygulamaları için mandibular bukkal shelf bölgesini incelemektir.

Materyal ve Metot: Çalışmamızda Sınıf I grubunda 20 birey (10 kadın, 10 erkek), Sınıf III grubunda 20 birey (10 kadın, 10 erkek) olmak üzere toplam 40 bireyin KIBT görüntüleri incelendi. Çalışmamızdaki ölçümler; sağ mandibular birinci molar dişin distal kökü (6D) ve sağ mandibular ikinci molar dişin distal kökü (7D) hizasında, aksiyal görüntülerden elde edilen koronal kesitler üzerinde gerçekleştirildi. Koronal kesitlerde minivida giriş açısı, bu açı doğrultusundaki kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe ölçüldü.

Bulgular: Her iki bölgede yapılan ölçümlerde Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında açı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sınıf I grubunda, kortikal kemik kalınlığı 6D bölgesinde (4.81 ± 1.24 mm), 7D bölgesine (3.95 ± 0.81 mm) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Sınıf III grubunda 6D bölgesinde kortikal kemik kalınlığı (4.43 ± 1.17 mm), 7D bölgesine (3.75 ± 0.81 mm) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Sonuç: Sınıf I ve Sınıf III bireylerde her iki bölgede de minivida yerleşimi için yeterli miktarda kortikal kemik kalınlığı ve toplam kemik kalınlığı gözlenmiştir. Hem Sınıf I grubunda hem de Sınıf III grubunda posteriora doğru gidildikçe kortikal kemik kalınlığında anlamlı bir azalma gözlenmiştir. İncelediğimiz bölgelerde belirlediğimiz yöneme göre bulduğumuz açılarda gerçekleştirilen minivida yerleşiminin güvenli olduğunu düşünmekteyiz. Ancak bireyler arasında anatomik varyasyonlar olabileceğinden uygun minivida yerleşimi için KIBT alınarak bölgenin kemik özellikleri klinisyen tarafından değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Konik ışınli bilgisayarlı tomografi, mandibular bukkal shelf, minivida

ABSTRACT

Evaluation of Mandibular Buccal Shelf Area in Skeletal Class I and Class III Patients for Miniscrew Applications with Cone Beam Computed Tomography

Aim: The purpose of this study is to evaluate mandibular buccal shelf area for miniscrew applications in normodivergent skeletal Class I and Class III patients.

Material and Method: CBCT of a total 40 individuals including; 20 individuals (10 male, 10 female) with skeletal Class I and 20 individuals (10 male, 10 female) with skeletal Class III were examined in our study. Measurements performed on right mandibular first molar's distal root (6D) and right mandibular second molar's distal root (7D) level on coronal sections that obtained from axial images. Miniscrew insertion angle measured on coronal sections and in the direction of this angle we measured cortical bone thickness, total bone thickness and closest distance to the root.

Results: Statistically no significant changes were found in angle, cortical bone thickness, total bone thickness and closest distance to the root between Class I and Class III groups in both areas. In Class I group, the cortical bone thickness in the 6D area (4.81 ± 1.24 mm) was found to be statistically significantly higher than in the 7D area (3.95 ± 0.81 mm). In Class III group, cortical bone thickness in the 6D area (4.43 ± 1.17 mm) was found to be statistically significantly higher than in the 7D area (3.75 ± 0.81 mm).

Conclusion: : In Class I and Class III individuals, sufficient cortical bone thickness and total bone thickness were observed in both areas for miniscrew placement. A significant decrease in cortical bone thickness was observed in both Class I and Class III group when going towards posteriorly. On the areas that we examined, we think that the miniscrews can be inserted safely with the insertion angle that determined via our method. However, clinician could consider taking CBCT images because the anatomical variations can differ individually.

Key Words: Cone beam computed tomography, mandibular buccal shelf, miniscrew

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ark.	: Arkadaşları
BT	: Bilgisayarlı tomografi
ÇAG	: Çeyreklikler arası genişlik
DICOM	: Digital Imaging and Communication in Medicine
HU	: Hounsfield birimi
ICC	: Intraclass Correlation Coefficient
KIBT	: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
kVp	: Kilovoltaj peak
mA	: Miliamper
MBS	: Mandibular bukkal shef
mm	: Milimetre
N	: Newton
Ncm	: Newton santimetre
NNT	: New New Tom
Ort	: Ortalama
sn	: Saniye
SLA	: Sandblasting, large-grit and acid etching
Ss	: Standart sapma
TAD	: Geçici ankraj aygıtı
%	: Yüzde
°	: Derece
=	: Eşittir
<	: Küçüktür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No.	Sayfa No.
Şekil 2.1. Minivida bölümleri.....	6
Şekil 2.2. Maksillada minivida yerleşimi için örnek bölgeler. A. Önden görünüm. B. Yandan görünüm.....	6
Şekil 2.3. Mandibulada minivida yerleşimi için örnek bölgeler. A. Önden görünüm. B. Yandan görünüm.....	7
Şekil 2.4. Mandibula anatomisi (ön-yan görünüm).....	25
Şekil 2.5. Mandibula anatomisi (arka-yan görünüm).....	26
Şekil 2.6. Mandibular bukkal shelf bölgesinin lokalizasyonu.....	27
Şekil 3.1. Newtom 5G Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Cihazı.....	31
Şekil 3.2. Sefalometrik analizde kullanılan noktalar.....	32
Şekil 3.3. Sefalometrik analizde kullanılan düzlemler.....	33
Şekil 3.4. Mandibular okluzal düzlem.....	34
Şekil 3.5. Mandibular kanalın kırmızı marker ile gösterimi: a. Rekonstrüktif panoramikte gösterimi. b. Koronal kesitte gösterimi.....	35
Şekil 3.6. Aksiyal kesitte sağ mandibular birinci molar dişin distal kökü hizasında ölçüm yapılacak koronal kesitin belirlenmesi.....	36
Şekil 3.7. Aksiyal kesitte sağ mandibular ikinci molar dişin distal kökü hizasında ölçüm yapılacak koronal kesitin belirlenmesi.....	36
Şekil 3.8. Koronal kesitte a ve b noktalarının belirlenmesi.....	37
Şekil 3.9. Minivida giriş açısının ölçümü.....	38
Şekil 3.10. Kortikal kemik kalınlığı ölçümü.....	39
Şekil 3.11. Anatomik sınır mandibular kanal iken yapılan toplam kemik kalınlığı ölçümü.....	40
Şekil 3.12. Anatomik sınır lingual korteks iken yapılan toplam kemik kalınlığı ölçümü.....	40
Şekil 3.13. Anatomik sınır kök iken yapılan toplam kemik kalınlığı ölçümü.....	41
Şekil 3.14. Köke en yakın mesafenin ölçümü.....	41
Şekil 4.1. Sınıf I grubunda yer alan bireylerin yerleştirme bölgesine göre kortikal kemik	

kalınlığı değerlerini gösteren grafik.....	45
Şekil 4.2. Sınıf I grubunda yer alan bireylerin yerleştirme bölgesine göre toplam kemik kalınlığı değerlerini gösteren grafik.....	45
Şekil 4.3. Sınıf III grubunda yer alan bireylerin yerleştirme bölgesine göre kortikal kemik kalınlığı değerlerini gösteren grafik.....	47
Şekil 4.4. Köke en yakın mesafe sıfır olduğuında (kontakt) toplam kemik kalınlığının gruplara göre dağılımını gösteren grafik.....	51



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No.	Sayfa No.
Tablo 4.1. Gruplara göre kronolojik yaş ortalamalarının dağılımı.....	43
Tablo 4.2. Sınıf I grubunda yerleştirme bölgelerine göre minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe değerlerinin karşılaştırılması.....	44
Tablo 4.3. Sınıf III grubunda yerleştirme bölgelerine göre minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe değerlerinin karşılaştırılması.....	46
Tablo 4.4. 6D bölgesindeki minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı, köke en yakın mesafe değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.5. 7D bölgesindeki minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı, köke en yakın mesafe değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.....	48
Tablo 4.6. Toplam kemik kalınlığı ölçülürken anatomik sınırın yerleştirme bölgesi ve gruplara göre dağılımı.....	49
Tablo 4.7. Köke en yakın mesafenin 2 mm'den az ve 2 mm bulunduğu bireylerin yerleştirme bölgesi ve gruplara göre dağılımı.....	50
Tablo 4.8. Köke en yakın mesafenin sıfır olduğu (kontakt) bireylerde toplam kemik kalınlığı değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.....	50

1. GİRİŞ

Başarılı bir ortodontik tedavi için ankraj kontrolü çok önemlidir. İdeal ankrajın sağlanması, ankrajı güçlendirmek için geliştirilen çeşitli yöntemlerin çoğu (headgear, intermaksiller elastik kullanımı vb.) hasta uyumuna bağlı olduğundan genellikle zordur (1). Geçici ankraj aygıtlarının (TAD) yaygın olarak kullanılması ile ankraj güçlendirilerek daha öngörülebilir diş hareketleri elde edilmiştir. Bu anlamda geçici ankraj aygıtlarından biri olan minivida, ortodontik tedavide iskeletsel ankraj sağlamak amacıyla üretilmiştir (2). Minivida, hasta kooperasyonuna gerek kalmadan çeşitli ortodontik kuvvetlere dayanma özelliği, düşük maliyeti, biyouyumluluğu, yerleştirme ve çıkarma kolaylığı nedeniyle her geçen gün ortodontik tedavide kullanımı artmıştır (3, 4). Minivida, maksilla ve mandibulada çeşitli bölgelere yerleştirilebilmektedir ve nispeten düşük başarısızlık oranına (yaklaşık %13,5) sahiptir (5). Bununla birlikte çok sayıda çalışma, minivida, başarı oranı ile yerleştirme bölgesinin anatomisi arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermektedir (6). Minivida, başarısında göz önünde bulundurulması gereken en önemli faktörlerden biri, yerleştirme yerindeki kemik kalınlığı ve kalitesidir (7). Ayrıca, minivida, kök ile teması başarısızlığın en sık nedenlerinden biri olarak kabul edilir. Bu nedenle minivida, kök ile temas etmeden yerleştirmek için uygun bir yöntem bulmak önem arz etmektedir (8).

Son dönemde mandibular bukkal shelf (MBS) bölgesi, minivida uygulamaları için ekstradiküler yerleştirme yeri olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca interradiküler minivida uygulamalarına kıyasla daha yüksek başarı oranına sahiptir (9). MBS, mandibular korpusun posteriorunda bilateral olarak, birinci ve ikinci molar dişlerin köklerinin bukkalinde ve ramusun oblik hattının önünde yer alır (10). Bu alana yerleştirilen minivida ile molar dişlerin dikleştirilmesi, intruzyonu, segmental ve en masse ark distalizasyonu, anterior dişlerin retraksiyonu başarı ile gerçekleştirilebilir (11). Ancak bu bölgenin en çok Sınıf III malokluzyonların düzeltilmesinde fayda sağladığı düşünülmektedir. Özellikle hafif-orta derecede iskeletsel uyumsuzluğu olan Sınıf III olgular, mandibular dentisyonun en masse distalizasyonu ile ortognatik cerrahi olmaksızın tek başına ortodontik tedavi ile düzeltilebilmektedir (12, 13). Mevcut birçok vaka raporu olmasına rağmen mandibular bukkal shelfte tam olarak ideal yerleştirme yeri konusunda fikir birliği sağlanamamıştır. Birinci molar diş komşu, birinci ve ikinci molar dişler arası ve ikinci molar diş komşu bölgeler genel olarak önerilmektedir (9, 14). Bu geniş öneri yelpazesi bukkal shelf bölgesindeki çeşitli anatomik varyasyonlardan veya lokal anatomiye araştırılan çalışmaların eksikliğinden kaynaklanabilir. Konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (KİBT), MBS bölgesindeki kemik morfolojisi hakkında

bilgi sahibi olmak için doğru ve güvenilir üç boyutlu lineer ölçümler gerçekleştirilmesine olanak sağlar (15).

Bu çalışmanın amacı, iskeletsel Sınıf I ve Sınıf III bireylerde mandibular birinci ve ikinci molar dişlerin distal kökleri hizasındaki mandibular bukkal shelf bölgesine uygulanacak minividalar için klinik olarak uygulanabilir açıyı, kortikal kemik kalınlığını, toplam kemik kalınlığını ve köke en yakın mesafeyi konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile değerlendirmektir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ortodontik Tedavide Ankraj

Ortodontik literatürde ankraj terimi, istenmeyen diş hareketlerine karşı gösterilen direnç olarak tanımlanmaktadır. Ortodontistler dişleri hareket ettirirken istenmeyen karşılıklı hareketleri en aza indirmenin yollarını geliştirmeye çalışmışlardır. İdeal ankraj sağlandığında dişleri etkin bir şekilde hareket ettirmek mümkün olmuştur. Ortodontik diş hareketinde yer alan kuvvetler, Newton'un her etki için eşit ve zıt bir tepki meydana geldiğini belirten üçüncü yasasına dayanır (16).

Ankraj bölgesi, ortodontik kuvvetin destek aldığı ve diş hareketine direnci yüksek olan bölge olarak tanımlanırken, çalışma bölgesi ise ortodontik kuvvetin etkisi altında hareketi istenen bölge olarak tanımlanmaktadır. Çekimli vakalarda çekim boşluğunun kullanım miktarına göre ankraj; maksimum, moderate (midi), minimum ve mutlak ankraj olarak sınıflandırılır. Çekim boşluğunun dörtte üçünün kanin ve kesici dişlerin distale alınması ile önden arkaya doğru ve dörtte birinin ise molar dişlerin mesial hareketi ile arkadan öne doğru kapatılmasına maksimum ankraj denir. Çekim boşluğunun yarısının ön grup dişlerin distale, diğer yarısının da arka grup dişlerin mesiale hareketi ile kapatılmasına moderate ankraj denir. Çekim boşluğunun dörtte birinin ön grup dişlerin distale hareketiyle, dörtte üçünün ise arka grup dişlerin mesiale hareketiyle kapatılmasına minimum ankraj denir. Çekim boşluğunun tamamının ön grup dişlerin hareketiyle kapatıldığı ankraj tipi ise mutlak ankraj olarak adlandırılmaktadır (17).

Temel olarak ortodontik ankraj kaynakları ağız içi ve ağız dışı olarak ikiye ayrılır. Dişler, alveolar kemik, kortikal kemik, bazal çene kemiği ve kas sistemi ağız içi ankraj kaynakları arasında yer almaktadır. Ağız dışı kaynaklar kranyumu oluşturan kemiklerden; oksipital ve pariyetal kemik ile yüz iskeletini oluşturan kemiklerden; frontal kemik, mandibular simfiz ve servikal bölgedir. Ortodontide dişler, istenmeyen hareketlere karşı direnç göstermek için en sık kullanılan ankraj ünitesidir. Dişleri hareket ettirmek için diğer bir diş dizisinden kuvvet uygulanabilir. Kök formu, kök uzunluğu, kök sayısı, dişlerin anatomik konumu, ankiloze diş varlığı, dişlerin aksiyal eğimi gibi birçok faktör ankrajı etkileyebilir (18).

Hastanın periodontal ankraj potansiyeli nihai tedavi hedefini karşılayamazsa, yan etkileri önlemek için ek olarak ağız içi veya ağız dışı ankraj cihazları kullanılmaktadır. Geleneksel olarak headgear, intermaksiller elastikler, lingual ark, transpalatal ark gibi yardımcı

ankraj aygıtlarından faydalanılmaktadır. Ancak headgear ve intermaksiller elastikler hasta uyumu gerektirir ve estetik değillerdir. Lingual ark ve transpalatal ark gibi apareyler ise hasta uyumu ihtiyacını ortadan kaldırırlar ancak her zaman ankraj kontrolünde tek başına yeterli olmamaktadırlar (19). Ağız içi ankraj apareylerinin kullanıldığı vakaların çoğunda, dişin yer değiştirmesi veya devrilmesi ile sonuçlanan belirli derecede ankraj kaybı vardır (20).

2.1.1. İskeletsel Ankraj

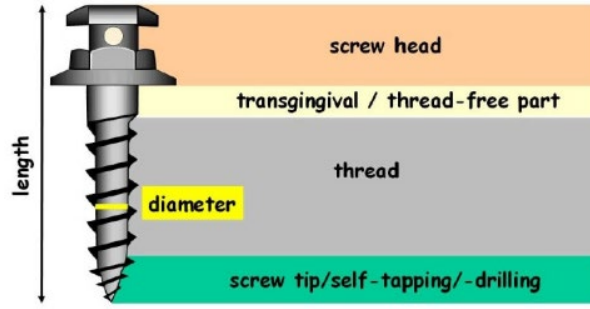
Son zamanlardaki teknik gelişmeler, ortodontik tedavide hasta uyumu olmadan mutlak ankraj sağlamak amacıyla geliştirilen iskeletsel ankraja olan ilgiyi arttırmıştır. Ankraji güçlendirmek amacıyla kemiğe geçici olarak sabitlenen ve kullanımdan sonra çıkarılan aygıtlara geçici ankraj aygıtı (TAD) denilmektedir. Transosteal, subperiosteal veya endosteal olarak yerleştirilebilmektedir (21). İskeletsel ankraj amacıyla implante edilebilir aygıtların kullanılması yarım yüzyıldan fazla süredir mevcuttur (16). Literatürde ilk olarak 1940'larda Gainsforth ve Higley (22) iskeletsel ankraj sağlamak amacıyla köpek ramusunda vitallium vidaları ve telleri ile deneyler yapmışlardır ancak bu ilk deney başarılı olmamıştır. 1969 yılında Branemark ve ark. (23) yaptıkları çalışmada ışık mikroskobu altında titanyum implantların çevresinde kemik oluşumu gözlemleyerek osseointegre olan dental implantları tanıtmışlardır. Linkow (24), mandibular posterior bölgeye yerleştirdiği bıçak tipi dental implantlar ile Sınıf II malokluzyonların tedavisinde intermaksiller elastik kullanarak maksiller kesici dişlerin retraksiyonunu gerçekleştirmiştir. Aynı zamanda diş eksikliği olan hastalarda ortodontik tedavi öncesinde veya sonrasında yer tutucu amacıyla da bu implantları kullanmıştır. 1979 yılında Smith (25), dental implantların ortodontik hareket sırasında ankiloze dişler gibi davranabileceğini belirtmiştir. 1983 yılında Creekmore ve Eklund (26) yaptıkları çalışmada maksiller kesici dişleri intruze etmek amacıyla anterior nazal spina hizasına yerleştirilen kemik içi vidalardan destek alarak bu vidaların iskeletsel ankraj amacı ile kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Daha sonra Roberts ve ark. (27) tarafından retromolar bölgeye yerleştirilen implantlar tanıtılmıştır. Bu implantların sadece mandibulada kullanılabilir olması, osseointegre olması ve büyüyen bireylerde kontrendike olması gibi dezavantajları mevcuttur. Palatal implantlar ise Wehrbein ve Merz (28) tarafından geliştirilip iskeletsel ankraj olarak kullanılmıştır. Bu sistemde yükleme yapılmadan önce osseointegrasyon için 12 hafta beklenilmesi gerektiği belirtilmiştir. 1995 yılında ise Block ve Hoffman (29) ortodontik ankraj amaçlı onplantları tanıtmışlardır. Onplantlar, maliyetlerinin yüksek olmasına karşın yükleme için beklenen sürenin az olması nedeniyle tedavi süresini kısalttığından ilgi görmüştür.

Geçmişte osseointegre dental implantların ortodontik tedavide iskeletsel ankraj amacıyla kullanıldığı birçok çalışma bildirilmiştir. Ancak hemen yüklenememeleri (osseointegrasyon için yaklaşık 2-6 ay bekleme süresi), maliyetlerinin yüksek olması, kapsamlı bir cerrahi operasyon gerektirmeleri, nispeten geniş boyutlara sahip olmaları ortodontik amaçlı kullanımlarını sınırlı hale getirmiştir (30-32). Bu durum, günümüzde iskeletsel ankraj amacıyla sıklıkla kullanılmakta olan minividaların üretilmesini sağlamıştır.

2.2. Minividalar

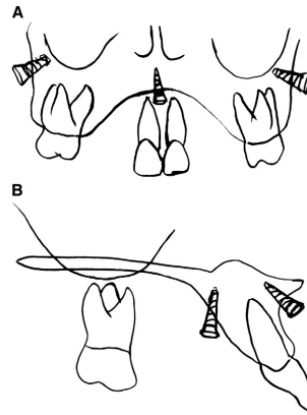
Kanomi (33), 1997 yılında ortodontik tedavi için tasarlanmış 1.2 mm çap ve 6 mm uzunluğundaki ilk minividayı tanıtmıştır. Costa ve ark (34) 1998 yılında braket başlı minividaları tanıtmışlardır. O günden bugüne her biri farklı tasarım ve özelliğe sahip birçok minivida piyasaya sürülmüştür. Son yıllarda zigoma telleri, miniplaklar ve zigoma vidaları dahil olmak üzere farklı iskeletsel ankraj aygıtları da geliştirilmiştir (35-37).

Minividalarda osseointegrasyon olmaksızın mekanik kenetlenme (minivida yivleri ve kemik arasında) ile stabilite sağlanmaktadır (38). Osseointegrasyon gerekli olmadığından minividalar uygulandıktan hemen sonra yüklenebilmektedirler. Ayrıca maliyetlerinin düşük olması, ek cerrahi prosedür olmaksızın kolayca yerleştirilip çıkarılabilmeleri, hasta kooperasyonunun iyi olması sayesinde günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (39). Minividalar baş, boyun ve gövde olmak üzere üç bölümden oluşur. Minividanın ağız içinde açıkta kalan baş kısmı, yaylar ve lastikler için bağlantı sağlar. Yerleştirilirken doku tahrişini önlemek amacıyla farklı tasarımlarda üretilmişlerdir. Buton başlı, braket başlı, altıgen veya yuvarlak şekilli tasarımlara sahiptirler. Minivida boynu (transmukozal kısım), mukozadan geçerek minivida gövdesi ile baş kısmını birleştirir. Farklı mukozal kalınlıklar için değişen boyun uzunlukları mevcuttur. Boyun çevresindeki plak birikimini azaltmak için yüzeyi pürüzsüz ve iyi cilalanmış olmalıdır. Gövde kısmı ise etrafındaki yivleri ile kemiğe bağlanan kısımdır. Yivler yerleştirmeyi kolaylaştıran kesici kenara sahiptir. Kesici kenarın derinliği ve açısı yerleştirme sırasında oluşan gerilimleri ve yerleştirme tork miktarını belirler (40) (Şekil 2.1).

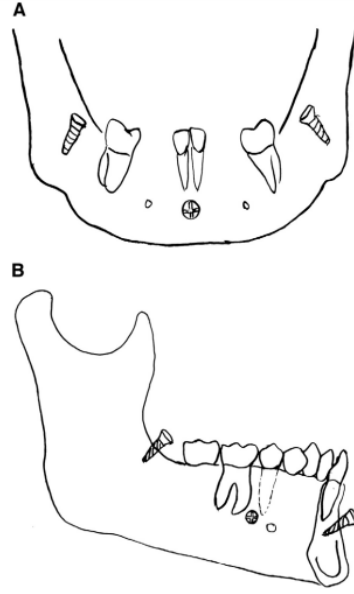


Şekil 2.1. Minivida bölümleri (41)

Genel olarak minividaların çapları 1.2 ile 2 mm arasında, uzunlukları 4 ile 12 mm arasında değişmektedir. İnterradiküler minividalar kök hasarı riskini önlemek için daha küçük boyutlarda üretilirken ekstraradiküler minividalar ise daha büyük boyutlarda üretilebilmektedir (42, 43). Minividalar maksilla ve mandibulada çeşitli bölgelere uygulanabilmektedir. Genel olarak maksillada anterior nazal spinanın altına, median ve paramedian palatal bölgeye, infrazigomatik krest bölgesine, hem bukkal hem de palatal alveolar bölgeye uygulanabilmektedir (Şekil 2.2). Mandibulada ise simfiz ve parasimfiz bölgelerine, retromolar alana, bukkal alveolar bölgeye uygulanabilmektedir (Şekil 2.3) (2, 44, 45).



Şekil 2.2. Maksillada minivida yerleşimi için örnek bölgeler. A. Önden görünüm.
B. Yandan görünüm (2)



Şekil 2.3. Mandibulada minivida yerleşimi için örnek bölgeler. A. Önden görünüm.
B. Yandan görünüm (2)

2.3. Minivida Uygulama Endikasyonları ve Kontrendikasyonları

Kısmi dişsizliği veya periodontal problemi olan hastalarda, mevcut dişlerin destek dokuları nitelik ve nicelik olarak yeterliyse bu hastalara çeşitli minivida sistemleri uygulanabilmektedir. Buna ek olarak dişler üzerinde en az seviyede karşıt kuvvet isteniyorsa minividaların kullanılması kesinlikle tavsiye edilmektedir (46). Melsen (44), diş hareketi için gerekli ankrajın geleneksel yöntemlerle sağlanamayacağı vakalarda, ankraj alınan bölgede istenmeyen yan etkilerin oluşabileceği vakalarda, kompleks diş hareketleri gerektiren asimetri hastalarında ve bazı kamuflaj vakalarında minividaların kullanılmasını tavsiye etmiştir. Çekim boşluklarının kapatılması, derin kapanışın ve okluzal kantının düzeltilmesi, dental orta hatların hizalanması, gömülü kanin dişlerin sürdürülmesi, molar dişlerin dikleştirilmesi, intruzyonu ve distalizasyonu, anterior dişlerin en masse retraksiyonu, molar dişlerin mesializasyonu, intermaksiller ankraj olarak sagittal uyumsuzlukların giderilmesi dahil olmak üzere birçok vakada minividalar kullanılır (45, 47-49).

Minividaların kullanımı immün sistemi baskılanmış bireylerde, iyileşme ve kanama bozukluklarında, kemik kalitesinin olumsuz etkilendiği patolojik durumlarda, kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullanımı ve yetersiz ağız hijyenine sahip bireylerde kontrendikedir. Ayrıca süt ve erken karma dişlenme döneminde minivida uygulamaları kontrendike olabilir. Fazla sigara tüketimi de ortodontik minividaların başarı oranını olumsuz etkilemektedir (50, 51).

2.4. Minividaların Başarısını Etkileyen Faktörler

Ortodontik minividaların başarı oranlarını belirlemek amacıyla literatürde yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur. Minividanın stabilite ve retansiyonunu tartışırken, hem primer hem de sekonder stabilite kavramlarını ayrı ayrı tanımlamak ve anlamak önemlidir. Primer stabilite, minividaların yerleştirildiği andaki başlangıç stabilitesini gösterir ve kemik ile minivida yüzeyi arasındaki mekanik retansiyonu ifade eder. Primer stabilite kortikal kemik kalınlığı, minividanın şekli, yerleştirme tekniği, yiv yapısı gibi birçok faktöre bağlıdır (52). Primer stabilite çoğunlukla minividayı kemiğe yerleştirmek için gereken kuvvetin momenti olarak ölçülür. Bu kuvvet “yerleştirme torku” olarak adlandırılır. Chen ve ark. (53) minivida başarısı için gerekli olan en kritik faktörün primer stabilite olduğunu belirtmişlerdir. Yerleştirmenin ardından yeterli primer stabilite sağlanamazsa minivida ve kemik arayüzeyi zayıflamakta, bunun sonucunda ise minividada mikro hareket meydana gelmektedir.

Sekonder stabilite ise minividanın yerleştirildiği bölgede iyileşme gerçekleşikten sonra minivida ve kemik yüzeyi arasında gerçekleşen remodelling ile ilişkilidir. Sekonder stabilite, lokalize iyileşme ve kemik remodellingiyle birlikte stabilitenin devamlılığını sağlar. Temas yüzeyinde yeni kemik oluşumu gerçekleşebilir (54, 55). Sekonder stabilite kemiğin yapısal özelliklerine, kemik döngüsünün hızına ve minivida yüzey özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Sekonder stabiliteyi arttırmak için belirli aralıklarla oluşan mikro hareketlerin önlenmesi gerekmektedir. Artan hareket döngüsü nedeniyle rezorpsiyon meydana gelmekte ve fibröz bir kapsül oluşmaktadır. Minivida uygulandıktan sonraki dönemde primer stabilite zamanla azalma gösterirken, sekonder stabilite artar. Bu sebeple stabiliteyi belirleyen temel faktör, primer ve sekonder stabilitenin ortalamasıdır (52).

Çoğu çalışmada minivida başarı oranı %80 üstü olarak tanımlanmıştır (56). Cheng ve ark. (57) yaptıkları çalışmada ortodontik minividaların başarı oranını %89 olarak bildirmişlerdir. Freudenthaler ve ark. (58) mandibulanın interdental alveollerine bikortikal olarak titanyum minividalar yerleştirmiş ve başarısızlık oranını %25 olarak bildirmişlerdir.

2.4.1. Minivida ile İlgili Faktörler

2.4.1.1. Minivida Çapı

Minividalar, her iki çenede farklı bölgelere yerleştirmeye olanak sağlamak için farklı uzunluklarda ve çaplarda üretilmektedir. Üç boyutlu tomografik görüntü analizlerinin yapıldığı bir çalışmada, maksilla ve mandibulada minividalar için güvenli maksimum çap 1.2-1.3 mm

olarak önerilmiştir. 2 mm çapındaki minividaların, palatinal bölgede birinci molar ile ikinci premolar ve kanin ile birinci premolar arasındaki bölgeler haricinde kökler arası bölgede kullanılması güvenli bulunmamıştır. 1.5 mm çapından küçük minividaların ise kökler arası bölgeler için daha güvenli olduğu belirtilmiştir (59).

Miyawaki ve ark. (38) minivida çapının stabilite ile önemli ölçüde ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. 1 mm çapındaki minividaların bir yıllık başarı oranının, 1.5 ve 2.3 mm çapındaki minividalardan önemli ölçüde daha az olduğunu bildirmişlerdir. 1.5 ve 2.3 mm çapındaki minividalar arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Wiechmann ve ark. (60) damak bölgesine, maksilla ve mandibulanın bukkal bölgelerine 1.1 ve 1.6 mm çaplı minividalar uygulamış ve çapı daha büyük olan minividalarda başarı oranının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşılık Kuroda ve ark. (61) küçük çaplı minividaların büyük çaplı olanlardan daha yüksek bir başarı oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Minivida çapının azaltılması, özellikle kökler arası mesafenin az olduğu bölgelerde kök teması riskini azaltarak yerleştirmeyi kolaylaştırır. Bununla birlikte 1.2 mm'den küçük çapa sahip minividalarda kırılma riski artmaktadır (62). Öte yandan çalışmaların çoğunda çapın primer stabilite açısından çok önemli olduğu ve çaptaki artışın yerleştirme torkunu arttırdığı bildirilmiştir (63-65). Ayrıca büyük çaplı minividaların kırılmaya karşı daha dirençli olduğu ve uzun süreli yükleme ile yer değiştirme olasılığının daha düşük olduğu bildirilmiştir (66). Kortikal kemiğin kalın olduğu bölgelerde küçük çaptaki minividaların yerleştirilmesi esnasında meydana gelebilecek kırılma riskini azaltmak için rehber yuva uygulaması tavsiye edilmektedir (67).

2.4.1.2. Minivida Uzunluğu

Minividanın uzunluğunun azaltılması, komşu diş köklerine ve anatomik yapılara zarar verme riskini önemli ölçüde azaltacaktır. Özellikle maksillada uzun minividaların kullanılması sinüs tabanına girme riskini arttırabilir. Ancak minividaların boyunu kısaltmak, mekanik direnci azaltabileceğinden başarı oranını düşürebilir (68). Çalışmaların bir kısmında minivida başarısızlığında uzunluğun çok etkili bir faktör olmadığı tespit edilmiştir ancak bu çalışmalarda 6 mm'den uzun minividalar analiz edilmiştir (69, 70). Costa ve ark. (71) yirmi hastanın sert ve yumuşak dokularının derinliklerini değerlendirmiş ve 4 ile 6 mm uzunluğundaki minividaların çoğu bölgede güvenli olduğu sonucuna varmışlardır. Suzuki ve ark.nın (68) yaptıkları çalışmada üç farklı boyuttaki minividalar incelenmiştir. Sonuç olarak mandibulaya uygulanan 5 mm uzunluğundaki minividanın, 6 ve 7 mm uzunluklarına göre anlamlı derece düşük başarı oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, 5-8 mm'den uzun minividalar kısa olanlardan daha stabil bulunmuştur (38, 66). Minivida uzunluğundaki artışın stabilite

üzerindeki etkisi, çapın stabilite üzerindeki etkisinden daha azdır. Uzunluk artışı ile sadece yerleştirme torkunda bir miktar artış meydana gelmektedir çünkü uzunluk artışları kemiğin kortikal olmayan tabakaları ile daha fazla temas alanı içermektedir. Bununla birlikte, kortikal kemiğin ince olduğu bölgelerde minivida uzunluğunu arttırmanın uygun olabileceği bildirilmiştir (72).

2.4.1.3. Minivida Şekli

Minividaların gövde tasarımı yeterli stabilite sağlayabilecek ve ilgili bölgeye kolayca uygulanabilecek şekilde olmalıdır. Minividalar konik veya silindirik şekilde üretilmektedir. Silindirik vidanın çapı, vida ucundaki az bir kısım hariç vida boyunca aynıdır. Konik vidalarda ise çap, boyundan uca doğru azalmakta ve en kalın kısım ile en ince kısım arasında ortalama 0.3-0.4 mm'lik bir fark bulunmaktadır. Bu nedenle konik minividalar, silindirik olanlara göre %20-%30 daha az yüzey alanına sahiptir (73). Ancak konik şekilli minividalarda kortikal kemik ile daha sıkı bir temas oluşmakta ve daha iyi bir primer stabilite sağlanmaktadır. Kökler arası mesafenin az olduğu bölgelerde de kök hasarı riskini azaltmak için konik minividalar tercih edilmelidir (74). Cha ve ark. (65) hayvanlar üzerinde yaptıkları çalışmada konik ve silindirik minividaları stabilite açısından karşılaştırmışlardır. Konik minividaların primer stabilitesini daha başarılı bulmuşlardır ancak sekonder stabilite açısından bir farklılık bulunamamıştır. Başka bir çalışmada ise konik ve silindirik minividaların kısa ve uzun vadeli stabilitelerini karşılaştırarak başarı oranlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre genel başarı oranları, konik ve silindirik minividalar için sırasıyla %82.9 ve %80.3 olup iki minivida arasında başarı oranlarında önemli bir fark bulunamamıştır. Ayrıca konik minividaların silindirik minividalara göre daha yüksek yerleştirme tork değerlerine sahip olduğu görülmüştür (75).

2.4.1.4. Minividanın Üretildiği Materyal

Piyasada bulunan minividaların çoğu titanyum, alüminyum ve vanadyum (Ti-6Al-4V) alaşımından üretilmektedir. İnfrazigomatik krest, mandibular bukkal shelf bölgesi gibi kemik yoğunluğunun 1250 Hounsfield birimi (HU) değerinden yüksek olduğu bölgelerde paslanmaz çelik minividalar tercih edilmektedir. Çünkü paslanmaz çelik minividalar, titanyum minividalara göre kırılmaya karşı daha dirençlidir, bu da kemik yoğunluğu fazla olan bölgelerde daha güvenle uygulama olanağı sağlamaktadır (76). Titanyum alaşımlarda görülmeyen fibröz doku oluşumu, paslanmaz çelik minividalarda görülmektedir. Bu durum minividanın çıkarma torkunun fazla olmasını engellemektedir (77). Ancak çok fazla fibröz doku oluşumu

minividanın başarısını olumsuz etkilemektedir. Paslanmaz çelik minividalar rotasyonel streslere ve eğilmeye karşı daha dirençlidir. Titanyum alaşımlı minividalar ise daha yüksek biyouyumluluk, esneklik ve mekanik retansiyon gösterdiğinden genel olarak paslanmaz çelik minividalardan daha çok tercih edilmektedir (78).

2.4.1.5. Minivida Yüzey Özellikleri

Ortodontik minividalar yivli bir yapıya sahiptir ve primer stabilite minivida yivleri ile kemik arasındaki mekanik retansiyon ile sağlanmaktadır. Ayrıca kullanıldıktan sonra çıkarıldığı için osseointegrasyon gerekli değildir ancak minividanın stabilizasyonunu desteklemek için kısmen osseointegrasyon oluşmaktadır. Osseointegrasyon, kemik ile minivida arasına yumuşak doku girmeden direkt olarak temas ederek birleşmesini ifade etmektedir. Bu birleşme minividalarda dental implantlara göre oldukça düşük düzeydedir. Uygulandığı bölgeden kolay bir şekilde çıkarılması için çoğu minivida pürüzsüzdür, yüzeylerine işlem yapılmamaktadır. Ancak minividalarda stabilizasyonu ve vida-kemik temasını arttırmak için birtakım yüzey pürüzlendirme işlemleri uygulanabilmektedir. Bu amaçla titanyum dioksit kullanımının etkili olduğu düşünülmektedir (79). Yüzey işlemlerinden en çok kullanılanları asitleme, kumlama ve her ikisinin bir arada uygulandığı SLA (sandblasting, large-grit and acid etching) işlemleridir. SLA yüzeyli minividalar, saat yönünün tersindeki dönme kuvvetlerine karşı etkin bir şekilde direnç göstermiştir. Ayrıca normal yüzeyli minividalarla karşılaştırıldığında daha düşük yerleştirme torku ve daha yüksek çıkarma torkuna sahip oldukları bulunmuştur (80). Lee ve ark (81) yaptıkları çalışmada ise SLA yüzeyli minividaların hem erken dönemde hem de osseointegrasyon sonrasında artmış stabilite gösterdiklerini bildirmişlerdir.

2.4.1.6. Minivida Yiv Yapısı

Minividaların oluk ve yiv dizaynlarının iyi bir şekilde anlaşılması önemlidir. Oluklar; minividadan çapraz kesitler alındığında görülen çukur yapılardır ve minivida dönerken kemik parçalarını minividanın keskin kenarlarından uzaklaştırırlar. Komşu yivler arasındaki boşlukların her biri adım olarak tanımlanır. Minivida adımı azaldıkça yivlerinin sıklığı artar. Minividanın adımı arttırılarak veya oluklar eklenerek yüzey alanının azaltılması teorik olarak sürtünmeyi ve yerleştirme torkunu da azaltır. Minivida adımının azalması ile çekme kuvvetine karşı direnç artmaktadır. Vida adımının azalmasının mekanik gücü arttırdığı düşünülmektedir (82). Ancak vida adımı arttıkça her turda minivida daha fazla ilerler ve bu da daha yüksek yerleştirme tork değerleri oluşturabilir. Olukların sayısı ve uzunluğu arttıkça daha az

yerleştirme torku ve kortikal kemik hasarı gerçekleşir. Bunun sebebi olarak minivida yivlerinin çevresinde daha az kemik parçacıklarının toplanması gösterilmektedir (83). Ayrıca minivida yiv derinliği arttıkça mekanik güç de artar ve bu sayede daha iyi primer stabilite sağlanır. Brinley ve ark. (84) yaptıkları çalışmada vida adımı 0.75 mm olan minividaların, vida adımı 1 mm olanlara göre daha yüksek primer stabilite gösterdiğini bulmuşlardır. İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte vida adımı 0.75 mm olan minividalar 1 mm olanlara göre daha yüksek yerleştirme torku göstermişlerdir. 0.75 mm vida adımının 1 mm vida adımına göre daha fazla temas yüzeyi sağladığı ve minivida kemik arayüzeyinde daha fazla sürtünmeye sebebiyet verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

2.4.2. Hasta ile İlgili Faktörler

2.4.2.1. Yaş

Büyümesi devam eden hastalarda, aktif büyüme alanları bulunduğundan minivida yerleştirilecek bölgeler dikkatli seçilmelidir. Özellikle dentoalveolar prosese minividaların yerleştirilmesine ilişkin güvenli veriler hâlâ mevcut değildir. Bununla birlikte palatinal bölgede paramedian olarak yerleştirilecek minividaların 12 yaşından itibaren kullanılabileceği belirtilmiştir (85). Yapılan ilk araştırmalarda adolesan bireylerde minividaların başarı oranı yaklaşık %60 olarak bulunmuştur. Motoyoshi ve ark. (86) yaptıkları çalışmada, yetişkinlerde adolesanlara kıyasla minivida uygulamalarının daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonuç adolesanlarda kemiğin tam olarak olgunlaşmamasına ve yetişkinlere kıyasla daha düşük yoğunluğa sahip kemiğin ortodontik kuvvetler karşısında daha dayanıksız olabileceğine bağlanmaktadır. Yetişkin ve adolesan bireylerde kortikal kemik kalınlıklarının incelendiği bir çalışmada yetişkinlerde kortikal kemik kalınlığı, adolesan bireylere göre anlamlı ölçüde daha fazla bulunmuştur (87). Lee ve ark (81) yaptıkları çalışmada, 20 yaş altındaki bireylere uygulanan minividalarda erken dönemde başarısızlık görüldüğü ve bu grup hastalarda daha dikkatli çalışılması gerektiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde adolesanlarda minividalara, yerleştirildikten sonraki 6 hafta boyunca hafif kuvvetler uygulanması tavsiye edilmektedir (72).

2.4.2.2. Cinsiyet

Yapılan çalışmalarda cinsiyetin minivida başarıları üzerinde bir etkisi olmadığı gösterilmiştir (81, 88).

2.4.2.3. Oral Hijyen

Minividaların başarısında oral hijyen kritik bir öneme sahiptir. Oral hijyeni kötü olan hastalarda minivida çevresinde görülen bakteri kolonilerinin çoğalmasına izin veren yiyecek artıkları ve beraberindeki enflamasyon, minividanın gevşemesine yol açabilmektedir. Jing ve ark. (89) yaptıkları çalışmada, oral hijyeni iyi olan hastalarda minivida başarı oranını, kötü olan hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulmuşlardır. Park ve ark. (66) ise minivida başarısının peri-implantitis kontrolüyle ilişkili olduğunu ancak oral hijyen ölçümleri ile minivida başarısı arasında korelasyon bulunmadığını belirtmişlerdir.

2.4.2.4. Sistemik Hastalıklar

Minividaların başarılı olabilmesi için uygulanacak bölgedeki kemiğin kalitesi son derece önemlidir. Bu yüzden kemik metabolizmasını ve iyileşmeyi etkileyen sistemik rahatsızlıkları olan hastalar ile radyasyon tedavisi görmüş veya bifosfonat ilaç kullanan hastalar minivida uygulamaları için riskli gruba girmektedir. Ayrıca sigara içen hastalarda mukozal bozulma ve enfeksiyon riski yüksek olduğundan dikkat edilmelidir (16).

2.4.3. Anatomik Lokal Faktörler

2.4.3.1. Kortikal Kemik Kalınlığı

Yapılan çok sayıda çalışma, minividaların başarı oranı ile yerleştirme bölgesinin anatomisi arasında güçlü bir korelasyon olduğunu göstermektedir (6). Minividaların yerleştirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken birincil faktör, yerleştirme yerinde yeterli kemiğin bulunmasıdır. Kemiğin kalınlığı ve kalitesi minividaların uzun vadeli başarısında önemli bir role sahiptir (7, 59). Kortikal kemik kalınlığı, trabeküler kemik kalınlığına kıyasla minivida stabilitesine daha fazla katkı sağlar. Çünkü iyi bir kortikal kemik daha yüksek elastisite modülüne, deformasyona karşı artan dirence ve daha yüksek yük taşıma kapasitesine sahiptir (90). Bu nedenle kortikal kemik kalınlığını belirlemek minividalarının stabilitesini ve başarı oranını hesaplamamıza yardımcı olabilir. Minividaların stabilitesini ve başarı oranını belirleyen tüm faktörler arasında en önemlisinin yerleştirildiği bölgedeki kortikal kemik kalınlığı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (91, 92). Yetersiz kortikal kemik kalınlığı sıklıkla yetersiz primer stabiliteye neden olur. Yerleştirme sırasında primer stabilite sağlanamadığında minivida ortodontik tedavi sırasında gevşeyebilmektedir (93). Motoyoshi ve ark. (94) kortikal kemik kalınlığındaki 0.5 mm'lik küçük farklılıkların bile minivida başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir. 1 mm'den az kortikal kemik

kalınlığının, 1 mm veya daha fazla kalınlığa kıyasla minivida başarısızlık oranını arttırdığı tespit edilmiştir. 1 mm'den az olan kortikal kemik kalınlığının kemik rezorpsiyonuna neden olabilecek streslere karşı daha dayanıksız olduğu gösterilmiştir (95, 96).

Kortikal kemik kalınlıkları mandibulada anteriordan posteriora doğru gittikçe artarken, maksillada premolarlar arası bölgenin kortikal kemik kalınlığı molar bölgeye göre daha fazladır (87). Bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinden yapılan bir çalışmada, 43 hastanın maksiller ve mandibular posterior alveoler bölgelerindeki kortikal kemik kalınlıkları incelenmiştir. Sonuç olarak kortikal kemik kalınlığı maksillada ortalama 1.09-2.12 mm arasında, mandibulada ise ortalama 1.59-3.03 mm arasında bulunmuştur (97).

2.4.3.2. Kemik Yoğunluğu

Kemik yoğunluğu minivida başarısını etkileyen faktörlerden biridir. Kortikal ve trabeküler kemik yoğunluğu, Misch (98) tarafından 1988 yılında Hounsfield birimine (HU) göre 4 gruba (D1, D2, D3 ve D4) ayrılmıştır:

D1: 1250 HU'dan yüksek kemik mineral yoğunluğuna sahiptir ve çoğunlukla yoğun kortikal kemik içermektedir (mandibular anterior bölge ve maksiller midpalatal bölge).

D2: 850-1250 HU arasında kemik mineral yoğunluğuna sahiptir. Alveol krette kalın kortikal kemik ve bunun altındaki kalın trabeküler kemiği içermektedir (maksiller anterior ve mandibular posterior bölge).

D3: 350-850 HU arasında kemik mineral yoğunluğuna sahiptir. İnce gözenekli kortikal kemik ve içte ince trabeküler kemik içermektedir (maksiller anterior bölge).

D4: 150-350 HU arasında kemik mineral yoğunluğuna sahiptir. Kortikal kemiğin minimal veya hiç bulunmadığı ince trabeküler kemikten oluşmaktadır (posterior maksilla ve tüber bölgesi).

Bu sınıflamaya göre minividalar D1 ve D2 yoğunluğundaki kemiğe yerleştirildiğinde ortodontik kuvvetlere karşı stabil kalıp etkili ankraj sağlayabilmektedir. Ancak D4 yoğunluğundaki kemiğin minivida uygulamalarında yüksek başarısızlık oranına sahip olduğu bildirilmiştir (99). Kortikal kemik yoğunluğundaki artış, yerleştirme torkunda artışa neden olmakta ve primer stabiliteyi arttırmaktadır. Genel olarak kortikal yoğunluktaki değişiklikler primer stabilite üzerinde kortikal derinlikten (derinlik 1-2 mm arasında olduğunda) daha fazla etkiye sahip olabilmektedir (64). Bilgisayarlı tomografi üzerinden kemik mineral yoğunluklarının karşılaştırıldığı bir çalışmada maksiller kanin distalizasyonu için maksiller

ikinci premolar ve birinci molar dişleri arasındaki bölge ile maksiller ikinci premoların mesialindeki bölge kemik kalitesi açısından minivida uygulaması için daha güvenli bulunmuştur (100).

2.4.3.3. Yumuşak Doku Özellikleri

Minividalar yerleştirilirken o bölgedeki kemik miktarı ve kalitesinin yanı sıra yumuşak doku özellikleri de başarıda önemli bir etkiye sahiptir (85). Keratinize olmayan alveolar mukozaya yerleştirilen minividalar, yapışık dişetine yerleştirilenlere göre daha yüksek başarısızlık oranlarına sahiptir (57). Hareketli, keratinize olmayan alveolar mukoza kolayca tahriş olabilmektedir. Yapışık dişeti apiko-koronal genişliği az olan hastalarda, peri-implant mukozal enfeksiyon, peri-implantitis ve yumuşak doku büyüme riski bulunur. Bu risk faktörleri de minividanın başarısızlığına yol açabilir (66). Minivida çevresinde keratinize mukozanın yokluğu enfeksiyon ve başarısızlık riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Posterior mandibuladaki minividalar enfeksiyona daha duyarlıdır çünkü bu bölgede daha az yapışık dişeti mevcuttur (57). Buna karşılık yapılan çalışmalarda kalın keratinize doku bölgelerine yerleştirilen minividalarda yeterli kemik stabilitesi elde etme olasılığı daha düşük bulunmuştur. Dentoalveolar veya midpalatal bölgede görülen ince, keratinize dokunun minivida yerleşimi için ideal olduğu belirtilmiştir (101, 102). Genel olarak minividaların maksiller bölgeye ve keratinize dişetine yerleştirilmesi durumunda daha iyi bir başarı oranına sahip oldukları bildirilmiştir (103).

Hu ve ark. (104) yaptıkları çalışmada maksiller premolar ve molar bölgelerde yapışık dişeti genişliğinin sırasıyla 2.4 ve 3.5 mm olduğunu bildirmişlerdir. Mandibular premolar bölgede yapışık dişetinin genişliği 1.4 mm iken mandibular molar bölgede yapışık dişeti genişliği 2.3 mm olarak bildirilmiştir. Mandibular premolar bölgede yapışık dişetinin dar olması bu bölgede minivida uygulamalarını zorlaştırmıştır.

2.4.3.4. Yerleştirilen Bölge

Ortodontik literatürde minivida başarı oranının yerleştirildiği anatomik bölgelere göre değiştiğine dair görüş birliği vardır. Lim ve ark. (105) mandibulada maksillaya göre daha düşük başarı oranı olduğunu bildirmişlerdir. Mandibulada kemik yoğunluğu daha fazla olduğundan daha etkili primer stabilite sağlanacağı düşünülebilir. Ancak mandibuladaki yüksek kemik yoğunluğuna bağlı olarak meydana gelen yüksek yerleştirme torku kemik nekrozuna yol açabilir. Ek olarak mandibulada yapışık dişeti bölgesinin dar olması enfeksiyona daha duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır (66, 106). Tomografik görüntüler üzerinden yapılan bir

çalışmada maksillada en güvenli yerleştirme bölgelerinin maksillanın anterior ve apikal kısmı olduğu bulunmuştur. En az kemik miktarının tüber bölgesinde olduğu tespit edilmiştir. Mandibulada ise araştırılan tüm derinliklerde en güvenli bölgelerin birinci ve ikinci molar dişleri ile birinci ve ikinci premolar dişleri arasında olduğu bulunmuştur (59). Mandibulada yetişkin bireylerde premolar bölgeye yerleştirilen minividaların başarı oranları, molar bölgeye yerleştirilenlere göre daha yüksek bulunmuştur (107).

2.4.4. Uygulama ile İlgili Faktörler

2.4.4.1. Yerleştirme Torku

Primer stabilite minivida yivleri ile kemik arasındaki mekanik bağlanma olarak ifade edilir ve minividayı kemiğe yerleştirmek için gereken kuvvetin momenti ile ölçülür. Bu kuvvet en yaygın olarak “yerleştirme torku” olarak adlandırılır (54). Yerleştirme torku ile ilgili mevcut çalışmalar, yerleştirme tork değerleri çok düşük veya çok yüksek olduğunda stabilitenin olumsuz etkilendiğini bildirmektedir. Minivida stabilitesi yerleştirme torku, çekme kuvveti, periotest ve rezonans frekans analizi gibi yöntemler kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Bununla birlikte yerleştirme torku, primer stabilitenin en güvenilir ölçüsü olarak görünmektedir (92). Motoyoshi ve ark. (94) 5-10 Ncm aralığında yerleştirme tork değerlerine sahip minividaların daha fazla stabiliteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek yerleştirme torku minivida yivlerinde aşırı bir stres oluşturabilir. Bu stres yüksek bir seviyeye ulaşırsa kemikte nekroz ve lokal iskemi ortaya çıkabilir. Ayrıca çok yüksek yerleştirme torkunun yarattığı stres, minivida çevresinde kemik dejenerasyonuna yol açabilir (75). Aynı zamanda yüksek yerleştirme tork değerlerinde minividanın kırılma riskinin de artacağı unutulmamalıdır (108).

Minividalar yerleştirilmeden önce pre-drilling işlemi yapıldığında yerleştirme torku azalmaktadır. Pre-drilling derinliği arttıkça yerleştirme torku azalmakta ve bu azalma en çok kortikal tabakada görülmektedir (92). Chen ve ark. (107) yaptıkları çalışmada, rehber yuva hazırlayarak uyguladıkları 1.3 mm çapındaki minividalarda (ortalama değerler; üst çenede 3.5 Ncm, alt çenede 7.4 Ncm) rehber yuva hazırlamadan uygulananlara (ortalama değerler; üst çenede 5.6 Ncm, alt çenede 8.7 Ncm) göre daha düşük yerleştirme torku oluştuğunu bildirmişlerdir. Kortikal kemik kalınlığı ile yerleştirme torku arasında pozitif bir ilişki olduğu çalışmalar ile gösterilmiştir (63, 92). Yerleştirme ve çıkarma torkunun yüksek kemik yoğunluğu olan bölgelerde arttığı bildirilmiştir (109). Homolka ve ark. (110) yaptıkları çalışmada kemik kalitesi ile yerleştirme torku arasındaki korelasyonu incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlara göre mandibula ve maksillanın midpalatal kısmı gibi yüksek kemik yoğunluğuna sahip bölgelerde

yerleştirme torku yüksek bulunduğundan pre-drilling yapılması tavsiye edilmiştir. Farklı boyutlardaki minividaların karşılaştırıldığı bir başka çalışmada, minivida çapındaki artışın yerleştirme torku üzerinde çok güçlü bir etkiye sahip olduğu ancak minivida uzunluğunun yerleştirme torkunu daha az etkilediği bildirilmiştir (111). 23 Ncm ve üzerindeki yerleştirme torklarında oluşan minivida kırıkları nedeniyle yerleştirme torkunun maksimum 20 Ncm ile sınırlandırılması tavsiye edilmektedir (92). Yüksek yerleştirme torku elde ederken minivida kırılmalarını önlemek için yerleştirme bölgesindeki kemik kalitesine uygun minividayı, pre-drilling derinliği ve çapını doğru belirlemek gerekir.

2.4.4.2. Yerleştirme Açısı

Minividalar, kortikal kemikten alınan desteği arttırmak ve diş kökleri ile nörovasküler yapılarda meydana gelebilecek hasarı önlemek için değişik açılarda yerleştirilebilirler (66, 86). Minividaları kemik yüzeyine dik yerleştirmek özellikle dişlerin mevcut olduğu bölgelerde yüksek kök hasarı riski nedeniyle her zaman mümkün olmayabilir. Melsen (44), dişlerin varlığında minividaların, maksillada apikal yönde oblik açıyla yerleştirilmesini, mandibulada ise mümkün olduğunca köklere paralel yerleştirilmesini tavsiye etmiştir. Kyung ve ark. (112) minividaların maksillada dişlerin uzun aksına göre 30°-40° açıyla yerleştirilmesini, mandibulada ise 10°-20° açıyla yerleştirilmesini önermişlerdir. Carano ve ark. (45) ise maksillada minividanın 30°-45° açıyla yerleştirilmesini tavsiye etmiştir. Ancak sinüse yakın bölgelerde sinüs hasarı oluşmaması için daha dik açıyla yerleştirilmesini önermişlerdir. Park ve ark. (113) yaptıkları çalışmada minivida uygulamasında mesiodistal açılandırmayı araştırmışlardır. Minividanın distale doğru 10°-20° açı ile yerleştirilmesi önerilmiştir. Yerleştirme açısının primer stabilite üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, kemik yüzeyine 60°-70° açı ile yerleştirilen minividaların 90° açı ile yerleştirilenlere göre daha fazla primer stabilite gösterdiği bildirilmiştir. Oblik yerleştirilen minividalarda kortikal kemik ile temas yüzeyi artmakta ve yerleştirme torku yüksek olmaktadır (114).

2.4.4.3. Self-tapping ve Self-drilling Uygulama

Günümüzde minividalar yerleştirme yöntemine göre self-tapping ve self-drilling olarak ikiye ayrılmaktadır. Self-tapping minividalar kendi çapından yaklaşık 0.3 mm daha küçük çapta rehber yuva oluşturularak ilgili bölgeye yerleştirilirler (45). Self-tapping sistemler pre-drilling sistemler olarak da adlandırılmaktadır. Rehber yuva hazırlanırken yumuşak doku biyopsi punchı kullanılarak dişeti ve periost kaldırılır. Araştırmacılar flep kaldırılmasının periost bütünlüğünü bozarak iyileşmeyi geciktirdiğini; bu nedenle punch kullanımının daha uygun

olduğunu savunmaktadırlar (115). Kortikal kemik kalınlığının 2 mm'den fazla olduğu bölgelerde self-tapping minividaların kullanımı önerilmektedir. Böylece yerleştirme esnasında kemik direncini azaltılarak yüksek yerleştirme torkundan kaçınılmış olunur. Self-drilling minividalar ise rehber yuva hazırlamaya ihtiyaç duymadan sivri uçları ve keskin yivleri sayesinde direkt olarak yerleştirilirler. Self-drilling minividalar, self-tappinglere oranla daha kısa uygulama süresi, daha az kemik hasarı ve daha yüksek hasta konforu gibi birtakım avantajlara sahiptir (116). Yi ve ark.nın (117) yaptıkları çalışmada maksiller bukkal bölgede, self-drilling ve self-tapping minividaların kısa ve uzun dönem başarı oranlarında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yapılan başka çalışmalarda ise kemik-minivida teması, primer stabilite ve başarı oranı açısından self-drilling minividaların daha üstün olduğu bildirilmiştir (107, 118).

2.4.4.4. Monokortikal ve Bikortikal Uygulama

Ortodontik minividaların çevresindeki kemiğe aşırı yük iletmesi, primer stabiliteyi olumsuz etkilemekte ve bu da minividanın gevşemesi ile sonuçlanabilmektedir. Özellikle peri-implant kemiğin servikal bölgesinde indüklenen stres bu noktada önemlidir (119). Burada indüklenen stres ne kadar düşükse minividanın gevşeme riski de o kadar düşük olur (120). Crismani ve ark. (121) yaptıkları çalışmada monokortikal olarak yerleştirilmiş minividalarda kayıp ve gevşeme oranlarını (%10-%30) nispeten yüksek değerde bulmuşlardır. Sonlu elemanlar analiz yöntemi kullanılarak yapılan bir çalışmada monokortikal ve bikortikal uygulanan minividalarda kemikte oluşan stresler karşılaştırılarak iki uygulama yöntemi arasındaki biyomekanik farklılıklar araştırılmıştır. Bikortikal yerleştirilen minividalarda kortikal kemikte indüklenen peak stresler, monokortikal yerleştirilenlere göre daha düşük bulunmuştur. Bikortikal yerleştirilen minividalarda monokortikal yerleştirilenlere kıyasla daha az gevşeme görölmüştür. Ayrıca bikortikal yerleştirilen minividalar uzun vadeli primer stabilite açısından daha üstün bulunduğundan, güçlü ankraj gerektiren zorlu klinik durumlarda bu yöntemin kullanılması tavsiye edilmiştir. Ek olarak monokortikal ankrajın biyomekanik farklılıkları analiz edilmiştir. Kısa minividaların kullanıldığı monokortikal ankraj dış korteks ile sınırlıdır. Uzun minividaların kullanıldığı monokortikal ankraj ise trabeküler kemiği de kapsamaktadır. Bu yüzden kısa minividaların kullanımında uzun minividalara göre daha yüksek stresler oluşmuştur (122). Benzer şekilde Breettin ve ark.nın (123) yaptıkları çalışmada monokortikal olarak uygulanan minividaların, bikortikal uygulananlara göre ortodontik kuvvetlere karşı daha az stabil olduğu belirtilmiştir.

2.4.4.5. Uygulanan Kuvvet

Minividalara uygulanan tahmini kuvvet miktarları değişkenlik gösterebilir. Ortodontik kuvvetler, istenilen diş hareketine bağlı olarak yaklaşık 0.3-4 N arasında değişmektedir (124). Çalışmalarda translasyon hareketi için minividalara 70-200 g arasında kuvvet, intruzyon hareketi için ise 150 g kuvvet uygulanması gerektiği bildirilmiştir (125, 126). Santiago ve ark. (100) yaptıkları çalışmada kanin distalizasyonu amacıyla minividalara 200 g kuvvet uygulamışlardır. Park ve ark. (127) ise anterior dişlerin retraksiyonu amacıyla minividalara 150 g kuvvet uygulamışlardır. Huja ve ark.nın (128) hayvanlar üzerinde yaptıkları çalışmada, minividaların tamamen aksiyal yönde kuvvet uygulandığında önemli ölçüde daha yüksek kuvvet seviyelerine dayanabileceğini bildirmişlerdir. Mandibulanın posterior bölgesine yerleştirilen minividaların 388.3 N'luk maksimum kuvvetlere dayanabildiğini gözlemlemişlerdir. Ancak aksiyal yöndeki kuvvetler ortodontik kuvvetlerin yönüyle benzeşmemektedir. Ortodontide kullanılan minividalara, uygulandıktan hemen sonra (immediat) veya 4 hafta içerisinde kuvvet uygulanması “erken yükleme” olarak adlandırılmaktadır. 4. haftadan sonra yapılan yüklemelere ise “geç yükleme” denilmektedir. Minivida uygulanmasını takip eden ilk 2 hafta aktif rezorpsiyon görüldüğü için bu dönemde hafif kuvvetlerin uygulanmasına dikkat edilmelidir (129). Ortodontik tedavi süresini kısaltma ve hasta konforunu artırma eğilimi nedeni ile minividalara immediat yükleme önerilmiştir. İmmediat yükleme yapılan çalışmalarda yüksek başarı oranları tespit edildiğinden minividalar için iyileşme süresinin gereksiz olduğu düşünülmüştür (53). İmmediat yüklenen minividalarda başarı oranının %75-%100 arasında değiştiği gösterilmiştir (58, 130). Birkaç deneysel çalışmada, minividaların hemen yüklenmesinin fibröz doku iyileşmesine yol açmadığı gösterilmiştir (107, 131). Liou ve ark. (132) anterior dişlerde en masse retraksiyon gerçekleştirmek için maksillada zigomatik buttress bölgesine yerleştirilen minividalara immediat 400 g kuvvet uygulamışlardır ve 32 minividanın tümü 9 ay boyunca stabil kalmıştır. Erken veya immediat yüklemeyle ilgili olarak, çoğu minivida 100-200 g kuvvete başarıyla dayanabilmektedir. Bu kuvvet miktarı çeşitli ortodontik diş hareketlerini gerçekleştirmek için çoğu zaman yeterlidir. Costa ve ark (34) yaptıkları çalışmada, minividalarda gözlenen başarısızlıkları rotasyonel strese bağlamışlardır. Minividayı çıkarma yönünde moment oluşturan bir kuvvet sisteminin başarısızlığa neden olduğu sonucuna varmışlardır. Erken veya immediat uygulanan kuvvetlerin minividada gevşeme, kırılma ve yer değiştirmeye yol açabileceği bildirilmiştir. Bu sebeple erken dönemde aşırı yüklemekten kaçınılması gerektiği vurgulanmıştır.

2.5. Minividaların Risk ve Komplikasyonları

Ortodontistler için minividalar özellikle kooperasyonu iyi olmayan hastalarda iskeletsel ankraj kontrolü sağlamak için tercih edilir. Ancak ortodontistler minivida uygulamalarında oluşabilecek risk ve komplikasyonların farkında olmalıdır. Bu konu hakkında hastayı da bilgilendirmelidir (133). Komplikasyonlar; minivida yerleştirme esnasında, ortodontik yüklemekten sonra ve minivida çıkarılırken meydana gelebilir. Hastanın ağız hijyeni, minividanın bakımı, uygun yerleştirme tekniği, kemik yoğunluğu, bölgesel anatomik farklılıklar minivida başarısı ve hasta güvenliği için önemlidir (134).

2.5.1. Yerleştirme Esnasında Meydana Gelen Komplikasyonlar

2.5.1.1. Periodontal Ligament veya Diş Kökünde Travma

Kökler arasına yerleştirilen minividalarda diş kökünde veya periodontal ligamentte travma oluşma riski vardır. Kök hasarında ise şunlar oluşabilir; dişte vitalite kaybı, osteosklerozis ve dentoalveolar ankiloz (135, 136). Pulpaya ulaşmayan kök travmalarında çoğunlukla diş prognozu etkilenmez (42). Minivida yerleştirirken oluşan kök ve periodonsiyum hasarı, minivida çıkarıldıktan 12-18 hafta sonra tamamen iyileşir (135). Güvenli şekilde kökler arasına minivida yerleştirilmesi için cerrahi şablon ile alınan panoramik ve periapikal radyografilerle güvenli bölgelerin belirlenmesi gerekir (137, 138). Maksiller bukkal bölgede minivida yerleştirilmesi için en güvenli alan; ikinci premolar ile birinci molar arasındaki alveolar kretten 5-8 mm apikal uzaklıktaki bölgedir (139). Mandibular bukkal bölgede en güvenli bölgeler; birinci premolar ile birinci molar arasındaki bölge veya birinci molar ile ikinci molar arasında alveolar kretten 11 mm uzaklıktaki bölgedir (59). Topikal anestezi altında uygulanan minivida yerleştirme esnasında periodontal ligamente yaklaşırsa hastada hassasiyet oluşabilir (140, 141). Eğer kökle temas gerçekleşirse minivida ya durur ya da yerleştirilmesi için daha yüksek kuvvet gereksinimi oluşur (141). Travmadan şüphe edilirse, klinisyen minividayı 2-3 tur geri çevirdikten sonra radyografi olarak değerlendirme yapılmalıdır (134).

2.5.1.2. Minividanın Kayması

Klinisyen yerleştirme esnasında kortikal kemiğe tam olarak giremezse, minivida yanlışlıkla kayabilir ve mukozanın altında periost boyunca ilerler. Zigomatik buttress, retromolar alan, bukkal shelf bölgesi gibi eğik düzlemli kemik alanlarında minividanın kayma riski daha yüksektir. Retromolar bölgede kaymalar, en yüksek iyatrojenik hasar nedeni olabilir. Özellikle minivida linguale doğru hareket ederse, dil ve inferior alveolar sinir demetlerine yakın

olan submandibular veya lateral faringeal boşluğa kaçabilir. Self-drilling minividalar için bile retromolar bölgede direkt görüş için flep kaldırılması düşünülebilir ve rehber yuvalar açılabilir. Bazı klinisyenler eğer alveolar yumuşak doku ince ve gerginse, flep kaldırılmadan transmukozal yöntemle ve düşük devirli frezler kullanarak kortikal kemiğin perfore edilmesini tavsiye etmektedir (142). Genel olarak kök temasından kaçınmak veya kortikal kemik ankrajını arttırmak amacıyla minividaların okluzal düzleme göre 30°'den daha düşük bir açıda yerleştirilmesi kayma riskini arttırır. Bunu önlemek için klinisyen başlangıçta kortikal kemiğe daha geniş açıda girebilir ve 2-3 tur sonra açığı azaltabilir (134).

2.5.1.3. Sinir Teması

Minividaların maksillada palatal eğime, mandibulada bukkal dentoalveolar ve retromolar bölgeye yerleştirilmesi sırasında sinir hasarı meydana gelebilir. Tam yırtılmanın olmadığı küçük sinir hasarlarının çoğu geçicidir ve 6 ay içinde tamamen iyileşir. Uzun süren his kayıplarında ise farmakolojik tedavi (kortikosteroidler), mikronörocerrahi, greftleme veya lazer tedavisi gerekebilir (143).

Maksillada palatal eğime yapılan minividalarda, büyük palatin forameninden çıkan büyük palatin sinir hasarı riski vardır. Büyük palatin foramen üçüncü moların veya ikinci ile üçüncü moların arasında lateralde bulunur. Etnik kökene göre foramenin konumu, büyüklüğü ve şekli değişkenlik gösterebilir (144). Büyük palatin sinir, forameninden çıkarak gingival sınırdan 5-15 mm uzaklıkta anteriora doğru seyrederek ve insiziv foramene kadar uzanır. Palatal eğime yerleştirilmek istenen minividalar, büyük palatin sinire göre medial ve aynı zamanda ikinci molarların mesialine yerleştirilmelidir. Büyük palatin sinirin yukarısına yerleştirilen minividalarda palatal köke teması riski vardır ve biyomekanik kontrol azalır (145).

Mandibular bukkalalveolar bölgeye minivida yerleştirilirken mandibular kanaldaki inferior alveolar sinirde hasar oluşma riski vardır. Mandibular kanal öne doğru 'S' şekli çizerek ilerler. Inferior alveolar sinir, mandibulanın gövdesinde ikinci molarların distal kökünde ve ikinci premoların apeksi hizasında mental forameninden çıkmadan önce en bukkal pozisyonuna ulaşır. İkinci molar ve ikinci premolar bölgesine yakın yerleştirilen minividalarda inferior alveolar sinir hasarı riski yüksektir (145). Mandibular kanal ve mental foramenin konumunu belirlemek için panoramik radyografi alınmalıdır. Alveolar kemik rezorpsiyonu olan yetişkin hastalarda mandibular kanal okluzale daha yakın konumlanabilir, bu hastalarda dikkatli olunmalıdır. Retromolar bölgeye uygulanacak minividalarda, uzun bukkal sinir ve lingual sinir hasarı riski vardır. Uzun bukkal sinirin dalları mandibular sinir demetinden ayrılır ve retromolar

bölgede yukarıdan seyrederek yanak mukozasını innerve eder. Lingual sinir ise ağız tabanından çıkarak dilin anterior 2/3 genel duyusunun innervasyonunu sağlar. Sinir temasından kaçınmak için anterior ramusun altında bulunan bukkal retromolar bölgede minividaların 8 mm'den daha kısa olması tavsiye edilir (134).

2.5.1.4. Subkutan Amfizem

Subkutan amfizem, havanın deriye veya submukozaya nüfuz etmesi ile yumuşak dokuda şişkinlik oluşturan durum olarak tanımlanır (146). Rutin dental işlemler sırasında hava-su spreyinden veya aeratörden gelen hava dişeti dokularının altına kaçarsa subkutan amfizem oluşabilir (147). Subkutan amfizemin ana semptomu, krepatasyonlu veya krepatasyonsuz görülen ani mukozal şişkinliktir (148). Bunu takiben servikofasiyal ve orbital şişlik, kulak ağrısı, iştih kaybı, hava yolu tıkanıklığı, interseptal ve interproksimal alveolar nekroz gibi semptomlar görülebilir (148, 149). Retromolar bölgede, mandibular posterior bukkal bölgede ve zigomatikomaksiller bölgede yumuşak doku gevşektir. Bu nedenle bu bölgelere minivida yerleştirilirken subkutan amfizem konusunda dikkatli olunmalıdır. Eğer drill kullanılarak rehber yuva açılacak ise klinisyen, düşük devirde ve düşük kuvvetle uygulama yapmalıdır ve hava-su spreyi asla kullanılmamalıdır. Kanama ve tükürük, hava-su spreyi ile değil de sakşın, pamuk veya gazlı bezle kontrol altına alınmalıdır. Eğer subkutan amfizem gerçekleşirse klinisyen işlemi durdurmalıdır. Periapikal ve panoramik radyografiler alarak durumun ne kadar ilerlediğini kontrol etmelidir (146). Şişlik azalmadan ve enfeksiyon kontrol altına alınmadan hasta klinikten ayrılmalıdır. Hastaya klinikten ayrılırken ilgili bölgeye 24 saat boyunca buz torbası uygulaması gerektiği anlatılmalıdır. Analjezik, klorheksidin gibi antibakteriyel gargara ve profilaksi amaçlı antibiyotik reçete edilebilir. Şişlik ve semptomlar genellikle 3-10 gün içinde geçmektedir (146, 148, 150).

2.5.1.5. Maksiller Sinüs Perforasyonu

Maksillada posterior dentoalveolar bölgeye ve zigomatik bölgeye minivida uygulanırken maksiller sinüs perforasyonu gerçekleşebilir. Posterior atrofik maksilla, sinüs perforasyonu için en büyük risk faktörlerinden biridir (151). Sinüs tabanının en derin olduğu bölge birinci molar bölgedir ve posteriorda dişsiz alanlarda sinüs genişleyebilir. Maksillar sinüsün 2 mm'den küçük perforasyonları çoğunlukla komplikasyon olmadan kendiliğinden iyileşir (151, 152). Arkadian ark. (151) ve Branemark ve ark. (153) maksiller sinüs perfore edildiğinde, hemen yükleme yapılan minividalarda stabilitenin değişmediğini bildirmişlerdir. Maksiller sinüs perfore edildiğinde minividanın küçük çapı nedeniyle hemen çıkarılması

tavsiye edilmez. Böyle bir durumda ortodontik tedaviye devam edilmeli ve hasta potansiyel sinüzit ve mukosel gelişimi açısından gözlenmelidir. Maksillada minividalar pnömatize, dişsiz bölgelere veya posteriorda intruzyon hareketi amacıyla daha yukarı bölgelere yerleştirilecek ise sinüs hasarından kaçınmak için alveolar krete daha dik açıda uygulanmalıdır (45).

2.5.1.6. Minividanın Eğilmesi ve Kırılması

Minividanın yerleştirilmesi esnasında artan rotasyonel stres minividanın eğilmesine, kırılmasına veya kemikte küçük çatlaklara neden olabilir. (154, 155). Self-drilling minividalar maksimum kemik-minivida teması sağlayabilmek için yavaşça ve minimum basınçla yerleştirilmelidir. Yoğun kortikal kemik mevcut olduğunda self-drilling minividalarda bile rehber yuva açılması önerilmektedir. Ayrıca kortikal kemiğin yoğun olduğu bölgelerde minivida ve kemikteki stresi azaltmak için yerleştirme aşamasında ara ara minivida 1-2 tur geri çevrilmelidir. Minividalar yerleştirilirken fazla çevrilirse minivida boynunda stres artabilir. Artan stres minividanın gevşemesine ve yumuşak dokunun büyümesine yol açabilir (44).

2.5.2. Ortodontik Yüklemeden Sonra Meydana Gelen Komplikasyonlar

2.5.2.1. Sabit Ankraj Kaybı

Literatüre göre ortodontik yükleme aşamasında sabit ankraj kaybı %11-%30 arasında değişmektedir (57, 156). Eğer minivida gevşemişse stabilitenin tekrar sağlanması mümkün değildir ve minividanın çıkarılıp yeniden yerleştirilmesi gerekir (42). Ortodontik tedavi boyunca minividanın stabilitesi kemik yoğunluğu, yumuşak doku, minivida tasarımı, uygulanan teknik ve kuvvet miktarı gibi birçok faktöre bağlıdır (38, 44). Sabit bir ankraj için belirleyici faktör kemik yoğunluğudur (101, 157). Sabit ankraj kaybı çoğunlukla yetersiz kortikal kemiğe sahip düşük yoğunluklu kemiklerde meydana gelir. Minivida çevresindeki yumuşak dokunun tipi, sağlığı ve kalınlığı sabit ankrajı etkileyebilir. Yapışık dişetine yerleştirilen minividalar nonkeratinize alveolar dokulara yerleştirilen minividalara göre daha başarılıdır (57). Ek olarak palatal eğim gibi kalın keratinize dokunun bulunduğu bölgelerde yeterli kemik stabilitesi sağlanamayabilir. Midpalatal sutur bölgesinde görülen ince keratinize doku minivida yerleştirmek için idealdir (101). Minivida tasarımı ve uygulanan teknik minivida etrafındaki kemikte oluşan stres dağılımını doğrudan etkiler. Minivida kayıplarının çoğu minivida-kemik ara yüzeyinde oluşan aşırı stresten kaynaklanır (158). Self-drilling minividalar, self-tapping minividalara göre daha iyi minivida-kemik temasına (mekanik tutunma) sahiptir (159). Minividanın dayanabileceği maksimum kuvvet yükü net olarak bildirilmemiştir (133). Dalstra ve ark. (160) ince kortikal ve trabeküler kemiğe yerleştirilen minividalarda immedat

kuvvetin 50 g'ı geçmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Butcher ve ark. (156) yoğun mandibular kemiğe yerleştirilen minividaların 900 g kuvvete kadar dayanabildiğini bildirmişlerdir. Birçok çalışma minividaların 300 g altındaki kuvvetlerde stabil kaldığını bildirmiştir (34, 156, 161).

2.5.2.2. Minivida Hareketi

Minividalar ortodontik yükleme esnasında tamamen sabit kalamayabilirler (132). Endosseöz implantların aksine minividalar, osseointegrasyonla stabilizasyon sağlamak yerine daha çok mekanik tutuculukla stabilizasyon sağlarlar ve kemik içinde yer değiştirebilirler. Liou ve ark. (132) 16 hastanın 7'sinde minividaya 9 ay boyunca 400 g kuvvet uygulandığında, minividanın 1-1.5 mm ekstruzyon ve tippinge uğradığını bildirmişlerdir. Minividanın potansiyel yer değişimi önceden düşünülerek, minivida ve anatomik yapılar etrafında 2 mm güvenli alan bırakılmalıdır.

2.5.2.3. Minivida Başının Yumuşak Doku ile Kaplanması

Özellikle mandibulada alveolar mukozaya yerleştirilen minividaların üzeri yumuşak doku ile kaplanabilir. Gevşek alveolar dokunun toplanması minivida yerleştirildikten birkaç gün sonra minivida başının ve yardımcı elemanların (coil spring, elastik chain vs.) yumuşak doku ile kaplanmasına neden olur. Yumuşak doku kaplanması minivida stabilitesini etkiler. Ayrıca hastanın minividanın yerinden çıkmış olduğu düşüncesine kapılarak endişelenmesine neden olabilir. Minividayı kaplayan yumuşak doku genellikle incedir. İnsizyon veya lokal anesteziye gerek kalmadan hafif bir parmak baskısıyla minivida açığa çıkarılabilmektedir. Minivida başına yerleştirilen iyileşme başlığı, mum veya lastik seperatör ile yumuşak doku büyümesi en aza indirilebilir (162). Klorheksidin antibakteriyel etkisinin yanında epitelizasyonu yavaşlatması sebebiyle de yumuşak doku büyümesini azaltabilir (163). Ayrıca yumuşak doku ile kaplanma olasılığını en aza indirmek için gevşek alveolar mukoza bölgelerinde daha uzun bir minivida (10 mm) ile kısmi yerleştirme önerilmektedir (134).

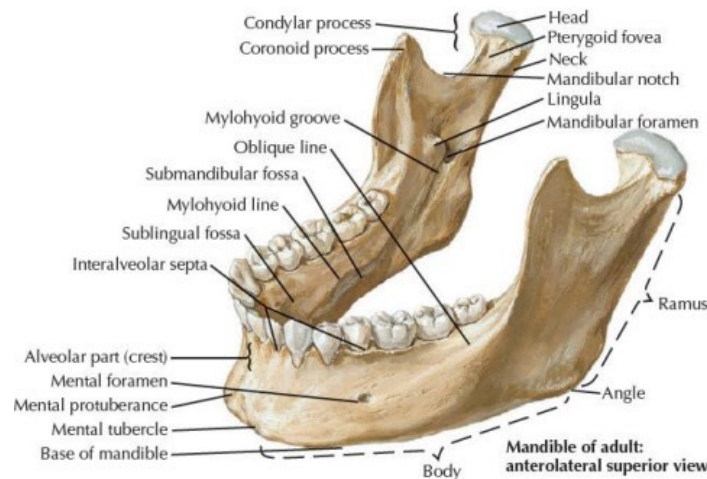
2.5.3. Çıkarma Esnasında Meydana Gelen Komplikasyonlar

Çıkarma esnasında minivida başı boyun kısmından kırılabilmektedir. Araştırmacılar yoğun kortikal kemikte 8 mm veya daha uzun self-drilling minividalar kullanılacaksa en az 1.6 mm çapında minivida kullanılmasını tavsiye etmektedir. Uygun yerleştirme tekniği çıkarma esnasında oluşabilecek kırılma riskini azaltabilir (42). Ortodontik minividalarda stabilite mekanik retansiyon ile sağlansa da 3 hafta sonra kısmi osseointegrasyon gerçekleşebilir ve

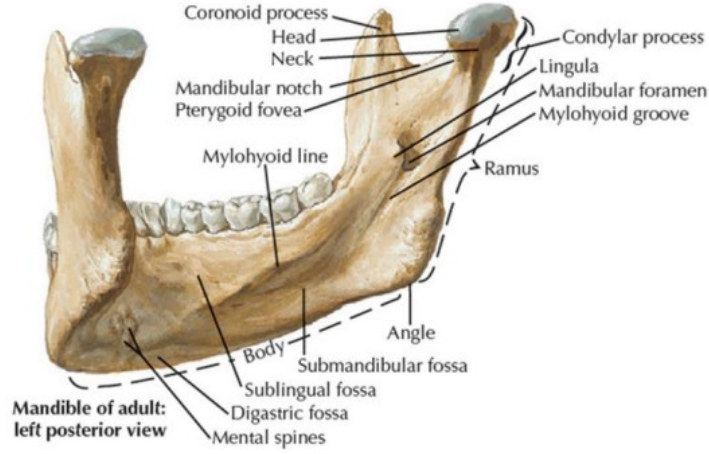
bunun sonucunda çıkarma işlemi zorlaşabilir (164). Minividalar tipik olarak ilk çıkarma denemesinden birkaç gün sonra herhangi bir komplikasyon olmaksızın çıkarılabilir.

2.6. Mandibula Anatomisi

Mandibula birinci faringeal arkta Meckel kıkırdağından köken alır ve intramembranöz kemikleşmeyle oluşur. Başın en büyük ve hareketli olan tek kemiğidir. Mandibula temelde iki bölümden oluşur. Bunlar korpus (gövde) ve ramustur. Diğer bölümleri ise kondiler çıkıntı, koronoid çıkıntı ve alveolar çıkıntıdır. Korpusun ön ve yan yüzünde mental foramen bulunur ve içinden mental sinir geçer. Korpusun iç kısmında submandibular ve sublingual fossayı birbirinden ayıran mylohyoid çizgi bulunur. Ayrıca korpusun iç ve orta hatta yakın kısmında digastrik fossa ve genial tüberküller bulunur. Korpus sağ ve sol tarafta ramus ile birleşerek angulus oluşturur. Angulus mandibulanın iç tarafına medial pterygoid kas, dış tarafına ise massater kası ile tutunur. Ramusun iç kısmında mandibular foramen bulunur ve içinden mandibular sinir geçer. Korpus her iki tarafta yukarıya doğru uzanarak dişleri destekleyen alveolar çıkıntıları, ramus ise yukarıya doğru önde koronoid, arkada ise kondiler çıkıntıları oluşturur. Bu iki çıkıntı arasında uzanan kısım mandibular notch olarak adlandırılır. Ramusun en ön ve yukarı uzantısını oluşturan koronoid çıkıntıya temporal kas tutunur. Kondiler çıkıntı temporal kemikle eklem yaparak temporomandibular eklemi oluşturur. Kondilin boyun kısmına ise lateral pterygoid kas tutunur (165).



Şekil 2.4. Mandibula anatomisi (ön-yan görünüm) (165)

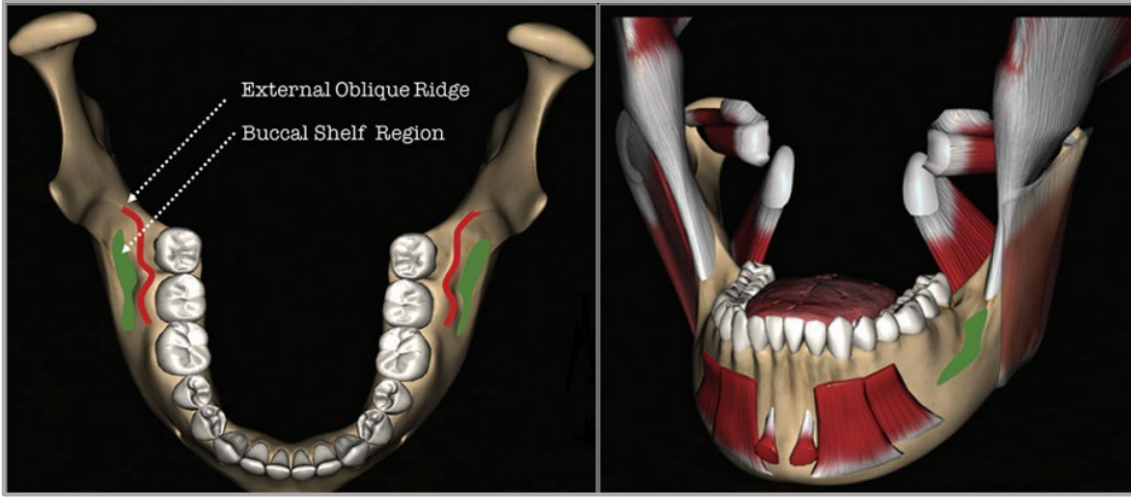


Şekil 2.5. Mandibula anatomisi (arka-yan görünüm) (165)

Mandibula yassı kemiklerden oluşur. Mandibulanın korpüsü ramusundan daha kalındır. Kalınlığının maksimum olduğu noktalar oblik çizgi ile mylohyoid çizgi seviyelerinde bulunur. Alveollerin lingual tarafı üçüncü molar diş seviyesi hariç, bukkal ve labial tarafından daha kalındır. Mandibula, üzerine bağlanan kaslar ve ligamanlar tarafından şekillenir. Mandibular kanal mandibular foramen ile başlar. Bu kanal tek başına seyrettiğinde, trabeküler kemik boyunca santral kesici dişin alveol seviyesine kadar öne doğru yay şeklinde ilerler. Mental foramen yakınında kanal genişler ve medial tarafa doğru daralır. Mandibular foramenlerin yakınında mylohyoid sulkus başlar. Bu sulkustan arkaya doğru giderken ramusun medial yüzeyi düzensizleşir ve medial pterygoid kasın yapıştığı tuberositas pterygoideayı oluşturur. Bu kasın medial tarafı interpterygoid fasya ile kaplıdır. Angulus mandibulaya, medial pterygoid kas ile masseter kası arasındaki stylomandibular ligament yapışır (166).

2.6.1. Mandibular Bukkal Shelf

Mandibular bukkal shelf (MBS) bölgesi mandibular korpusun posteriorunda bilateral olarak birinci ve ikinci molar diş köklerinin bukkalinde ve mandibular ramusun oblik sırtının önünde yer alır (10). Mandibular birinci molar diş bölgesinden dış oblik sırta kadar olan bukkal alveolar kemik bölgesidir. Mandibuladaki en kalın kortikal kemiğe sahip olan alandır (87, 167). Kemik yoğunluğu açısından da bu bölge D1 (>1250 HU) grubunda yer almaktadır. Kemik yoğunluğunun fazla olması nedeni ile bu bölgeye kırılma direnci daha fazla olan paslanmaz çelik minividalara yerleştirilmesi önerilir (168).



Şekil 2.6. Mandibular bukkal shelf bölgesinin lokalizasyonu (11)

2.7. Panoramik Radyografiler

Panoramik radyografi tekniği 1949 yılında Dr. Yrjö V. Paatero tarafından geliştirilmiştir (169). Panoramik radyografiler bir frontal düzlem üzerinde maksilla, mandibula, dental arklar ve komşu anatomik yapıların görüntülerinin 2 boyutlu olarak kaydedilmesi ile elde edilir. X ışını demeti obje içerisinden geçerek dairesel olarak hareket eden film üzerinde görüntü oluşturur (170, 171).

2.7.1. Panoramik Radyografilerin Avantajları

Panoramik radyografiler; uygulama kolaylığı, hasta açısından konforlu oluşu, kısa çekim süresi, düşük radyasyon dozu gibi birçok avantaja sahiptir. Ayrıca çenelerin morfolojisi ve kemik yoğunluğu hakkında fikir sahibi olmamızı sağlar. Mandibular kanal, maksiller sinüs gibi anatomik yapılar, gömülü dişler, supernumere dişler, kist oluşumları, diş köklerinin konumları panoramik radyografiler ile kolaylıkla incelenebilir (172, 173).

2.7.2. Panoramik Radyografilerin Dezavantajları

Panoramik radyografiler, detayları intraoral radyografilere oranla daha az yansıtır. Hayalet görüntülerin oluşması, distorsiyon, süperpozisyon ve magnifikasyon gibi görüntüde bozulmalar meydana gelebilir (172). Bu görüntüleme tekniği 2 boyutlu olduğundan dental arkların bukkolingual genişliği hakkında bilgi vermez (174).

2.8. Bilgisayarlı Tomografi

Tomografi terimi, “görüntü” ve “kesit” kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur. Teknolojideki gelişmeler sayesinde film üzerinde oluşan görüntülerin bilgisayarlara

aktarılabilmesi bilgisayarlı tomografilerin günümüzdeki yerini almasını sağlamıştır. Geleneksel tomografi yöntemlerinde yeterli netlik ve kontrast sağlanamaması, uygulama zorluğu, uzun zaman alması gibi birtakım sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlar geleneksel yöntemlerin bilgisayarlarla desteklenmesini gerekli hale getirmiştir. İlk bilgisayarlı tomografi (BT) cihazı 1967 yılında Sir Godfrey N. Hounsfield tarafından geliştirilmiş, Hounsfield ve Ambrose tarafından 1972 yılında tanıtılmıştır (175, 176).

BT tekniği, X-ışını tüpü ve algılayıcılardan oluşmaktadır (177). X-ışını tüpünden çıkan ışın demetleri ilgili bölgeye gönderilir ve karşı taraftaki algılayıcılar ile kaydedilir. Tüp ve algılayıcıların hasta etrafında eş zamanlı hareket etmesi ile incelenecek olan dokular taranmış olur ve farklı açılardan birçok görüntü elde edilir. Elde edilen bu 2 boyutlu görüntüler bilgisayar tarafından birleştirilip 3 boyutlu görüntülere dönüştürülür (178, 179). BT görüntüleri piksellerin birleşmesi ile oluşmaktadır. Piksel ile kesit kalınlığının çarpımı sonucu oluşan dikdörtgenler prizması 'voksel' terimi ile ifade edilir. Vokseller BT görüntülerinin en küçük birimleridir (180).

BT'de hem sert hem de yumuşak dokular 3 boyutlu görüntülenebilmektedir. Konvansiyonel radyografilerin 2 boyutlu olmasından kaynaklanan süperpozisyon, magnifikasyon ve distorsiyon gibi bozulmalar BT görüntülerinde oluşmamaktadır (181).

BT kemik morfolojisini aktarmada çok başarılı olsa da yumuşak dokuların görüntülenmesinde manyetik rezonans görüntüleme tekniği kadar iyi değildir (182). BT'de konik ışınlı bilgisayarlı tomografiye oranla daha yüksek radyasyon dozu kullanılır. Bu nedenle günümüzde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, BT'ye göre daha çok tercih edilmektedir (183).

2.8.1. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Diş hekimliğinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ilk kez 1998 yılında kullanılmaya başlanmıştır. BT'nin maliyetinin ve radyasyon dozunun yüksek olması nedeniyle KIBT'nin kullanılması yaygınlaşmıştır (184). KIBT tekniğinde hastanın sabitlenen başı etrafında eş zamanlı olarak, X-ışın demeti ve dedektörünün 360° dönmesiyle oluşan taramayla veriler elde edilmektedir (185).

Konvansiyonel BT'de görüntüyü oluşturan vokseller anizotropik yapıda iken KIBT'de izotropik yapıdadır. İzotropik yapıda voksellerin kenar uzunlukları uzayın her üç düzleminde de birbirine eşittir. İzotropik vokseller ile yüksek çözünürlük elde edilerek görüntüde oluşabilecek distorsiyonlar elimine edilir. Voksel sayısının çok olması ve boyutunun küçük

olması daha yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilmesini sağlar (186). KIBT’de görüntünün oluşma süresi BT’ye göre daha kısadır. Daha kısa sürede görüntü elde edildiğinden hastanın hareketine bağlı oluşabilecek artefaktlar da daha az meydana gelir. Ayrıca baş ve boyun bölgesinin görüntülenmesinde KIBT’nin, BT’ye göre yaklaşık %50 oranında daha az radyasyon yaydığı belirtilmiştir (185).

Ortodontik tedavi her şeyden önce doğru teşhis gerektirir. Doğru teşhis için de tanısal görüntüleme yöntemlerinin değerlendirilmesi önemlidir. KIBT, her üç görüntüleme düzleminde (sagittal, koronal ve transversal) iskelet, diş ve yumuşak doku yapılarının değerlendirmesini sağlar. Ortodonti alanında KIBT; iskeletsel ve dental malformasyonların teşhisinde, asimetrielerin değerlendirilmesinde, gömülü dişlerin konumunun ve komşu dişlerde oluşabilecek rezorpsiyonun incelenmesinde, dudak damak yarığı olan hastaların ameliyat öncesi ve terapötik değerlendirilmesinde, ortognatik cerrahi planlamalarında, hava yolunun ve temporomandibular eklemin değerlendirilmesinde kullanılır. Ayrıca başlangıç kayıtlarında KIBT taramaları alınmış olan hastalar için ortodontik tedavide yaygın olarak kullanılan TAD'ların yerleştirilmesi için uygun bölgeler değerlendirilebilir. Böylelikle ilgili bölgedeki kemik miktarı ve kalitesi incelenerek yerleştirilecek TAD’ların primer stabilitesi hakkında fikir sahibi olunur (187).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Hasta Gruplarının Oluşturulması

Çalışmamızda Şubat 2017 ve Ocak 2022 tarihleri arasında İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalına başvuran hastalardan alınmış konik ışınli bilgisayarlı tomografi kayıtları retrospektif olarak incelenmiştir. Örneklem sayısını belirlemek için güç analizi uygulanmıştır. Yapılan ölçümlerin %95 güven düzeyinde ($\alpha=0.05$) ve %80 güç ($\beta=0.20$) ile karşılaştırılabilmesi için etki genişliğı 0.45 olarak öngörüldüğünde grup başına alınması gereken minimum örneklem sayısı 18 olarak hesaplanmıştır. İncelenen toplam 782 kayıt içerisinde dahil edilme kriterlerini karşılayan 40 birey 2 gruba ayrılmıştır. Her grupta 20 birey (10 kadın, 10 erkek) bulunmaktadır. Gruplar şu şekilde sınıflandırılmıştır:

- İskeletsel Sınıf I normodiverjan bireyler
- İskeletsel Sınıf III normodiverjan bireyler

Dahil edilme kriterleri:

- 18 yaşından büyük ve 30 yaşından küçük bireyler
- İskeletsel olarak Sınıf I malokluzyona sahip bireyler: $0^\circ \leq ANB \leq 4^\circ$
- İskeletsel olarak Sınıf III malokluzyona sahip bireyler: $ANB < 0^\circ$
- Normal büyüme yönü paternine sahip normodiverjan bireyler:

$$32^\circ \leq GoGn-SN \leq 38^\circ \text{ veya } 25^\circ \leq FMA \leq 29^\circ$$

Dahil edilmeme kriterleri:

- Ortodontik/ortognatik tedavi geçmişı bulunan bireyler
- Üçüncü molar dişler dışında diş eksikliğinin bulunması
- Belirgin yüz asimetrisi varlığı
- Kraniyofasiyal bölgede travma hikayesi bulunan bireyler
- Şiddetli periodontal hastalığı ve alveolar kemik kaybı olan bireyler
- Kemik metabolizması ile ilgili sağlık problemi olan bireyler
- Mandibular posterior bölgede kemiğı ve/veya dişleri ilgilendiren kistik veya tümöral patoloji varlığı
- KIBT görüntülerinde artefakt olan bireyler

- Mandibular birinci ve ikinci molar dişlerde bukkal yüzeyi kaplayan metalik restorasyona sahip bireyler

Araştırma için İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan 21 Haziran 2022 tarih ve 2022/3478 karar numarası ile çalışmanın gerçekleştirilmesinde herhangi bir etik kusur bulunmadığına dair rapor alınmıştır.

3.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Cihazı ile Verilerin Toplanması

Tez çalışma gruplarına dahil edilen hastaların radyografik görüntüleri İnönü Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalında mevcut olan Newtom 5G (Newtom QR DVT 9000 Quantitative Radiology, Verona Italy) marka düz panel KIBT (Flat Panel Based CBCT) cihazı kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 3.1). Cihaz 1-20 mA, standart olarak 110 kVp değerinde ve konik ışınli hüzmte tekniğı ile çalışmaktadır. Voksel boyutu 0.25 mm olup tarama süresi 18 sn'dir.

Görüntü alma işlemine başlamadan önce sistem, hastaların kemik yoğunluğuna göre otomatik doz ayarlaması yapmaktadır. Dedektörün hastanın başı etrafındaki 360°'lik rotasyonu ile elde edilen hacimsel görüntü voksellere ayrılmaktadır. Görüntüler hasta sırtüstü yatar halde ve baş supin pozisyonda iken alınmaktadır. Çekim esnasında hastanın hareket etmemesine, yutkunmamasına ve dişlerin sentrik okluzyonda olmasına özen gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Newtom 5G Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Cihazı

3.3. Sefalometrik Analiz

Tez çalışmasına dahil edilen hastaların sefalometrik analizleri, konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntülerinden elde edilen lateral sefalometrik radyografiler üzerinde yapılmıştır.

3.3.1. Sefalometrik Analizde Kullanılan Noktalar

Sella (S): Sfenoid kemiğin üzerinde bulunan Sella Tursika'nın geometrik merkez noktasıdır.

Nasion (N): Frontal kemik ile nasal kemiğin birleştiği frontonasal suturun en ön ve derin noktasıdır.

Porion (Po): Sağ ve sol meatus akustikus eksternusun en üst noktasıdır.

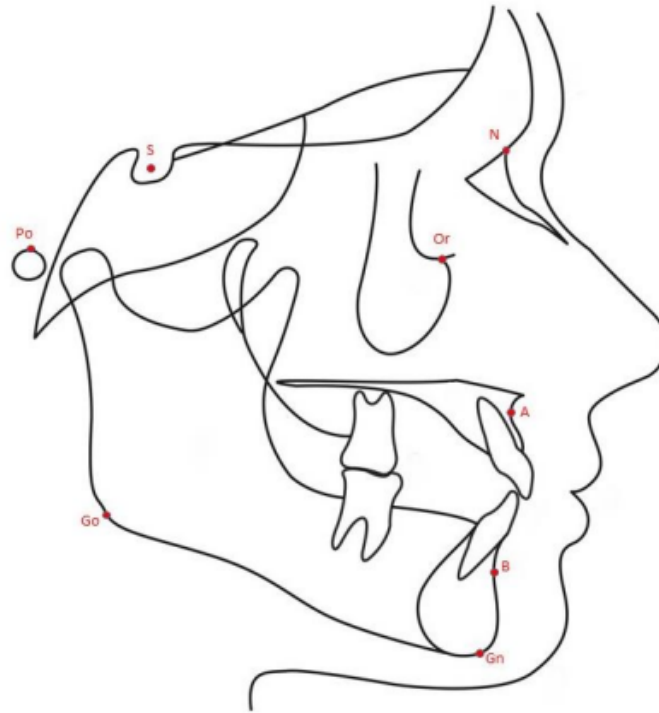
Orbitale (Or): İnfraorbital marjinin en derin noktasıdır.

Gonion (Go): Mandibular korpus ve ramusa çizilen teğetlerin kesişim noktasının oluşturduğu açının açılı ortayının mandibulanın alt kenarını kestiği noktadır.

Gnathion (Gn): Pogonion ile menton noktaları arasında kalan parçanın orta noktasıdır. Çene ucunun en alt ve en ön kenar görüntüsü üzerinde yer alır.

A noktası (A): Spina Nasalis Anterior'dan üst keser dişe uzanan kemik konkavitesinin orta oksal düzlemdeki en derin noktasıdır.

B noktası (B): Alt keser dişin kronunun bittiği yerden çene ucuna uzanan kemik konkavitesinin orta oksal düzlemdeki en derin noktasıdır (Şekil 3.2).



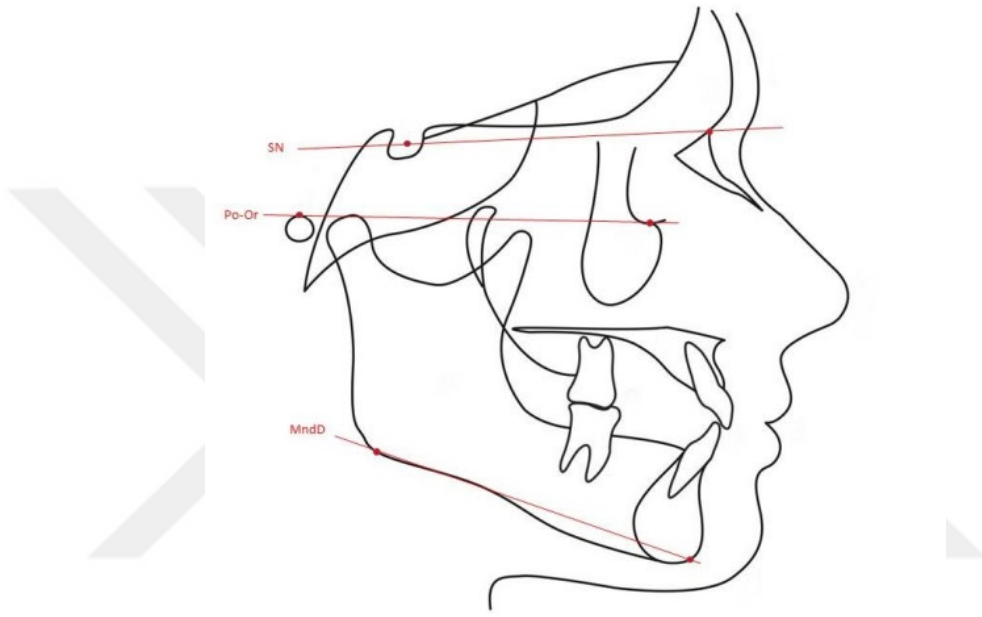
Şekil 3.2. Sefalometrik analizde kullanılan noktalar

3.3.2. Sefalometrik Analizde Kullanılan Düzlemler

Ön Kafa Kaidesi Düzlemi (SN): Sella ve nasion noktalarından geçen düzlemdir.

Frankfurt Horizontal Düzlemi (FH): Porion ve orbitale noktaları arasından geçen düzlemdir.

Mandibular Düzlem (MndD): Gonion ve Gnathion noktalarından geçen düzlemdir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Sefalometrik analizde kullanılan düzlemler

3.3.3. Sefalometrik Analizde Kullanılan Ölçümler

SNA: S, N ve A noktaları arasında oluşan dar açıdır. Maksillanın kafa kaidesine göre konumunu verir.

SNB: S, N ve B noktaları arasında oluşan dar açıdır. Mandibulanın kafa kaidesine göre konumunu verir.

ANB: A, N ve B noktaları arasında oluşan dar açıdır. Maksilla ve mandibulanın birbirine göre konumunu verir.

FMA: Frankfurt horizontal düzlemi ile mandibular düzlem arasında oluşan dar açıdır.

Go-Gn/SN: Mandibular düzlem ile ön kafa kaidesi arasında oluşan dar açıdır.

3.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Kayıtlarının İncelenmesi

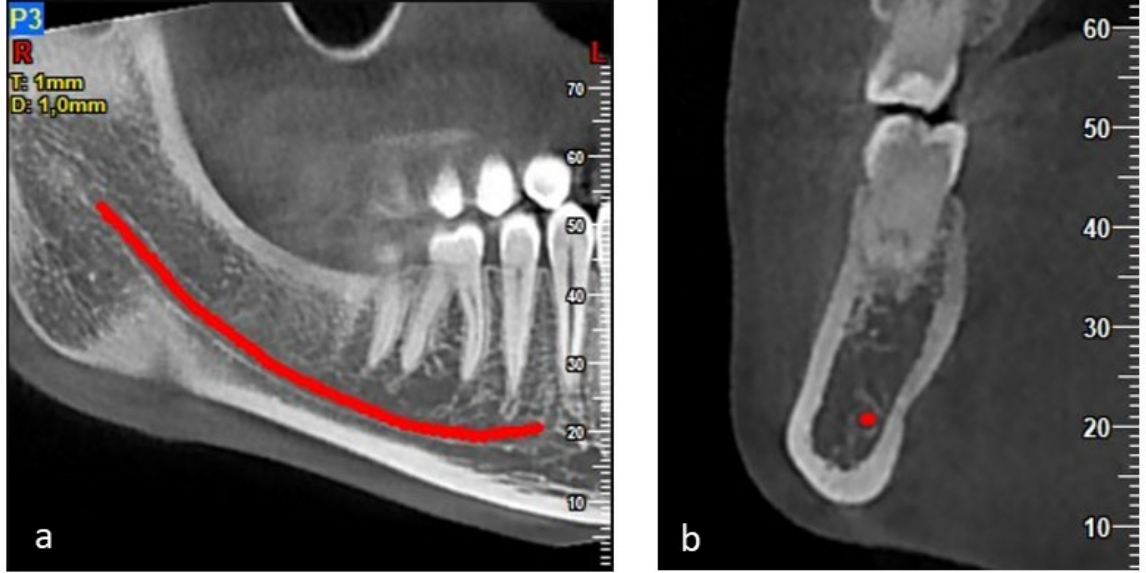
Tez çalışmamıza dahil edilen 40 bireyin KIBT verileri NNT (New New Tom) yazılım programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızda yapılan tüm ölçümler bireylerin sağ tarafındaki KIBT görüntüleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sağ mandibular birinci molar dişin distal kökü (6D) ile sağ mandibular ikinci molar dişin distal kökü (7D) hizasındaki bukkal shelf bölgesi değerlendirilmiştir. Ölçümler 0.5 mm kalınlık ve 0.5 mm aralıkla elde edilmiş koronal kesitler üzerinde yapılmıştır. Bu koronal kesitler aksiyal görüntüler üzerinden alınmıştır.

Aksiyal görüntüler mandibular okluzal düzleme paralel olacak şekilde oryante edildi. Bu şekilde aksiyal görüntülerden alınmış koronal kesitler de mandibular okluzal düzleme dik olarak elde edilmiş oldu. Mandibular okluzal düzlem, anteriorda iki mandibular santral keserin insizal kenarının orta noktasından, posteriorda ise sağ ve sol mandibular birinci molar dişlerin mesiobukkal tüberkül tepesinden geçmektedir (Şekil 3.4).



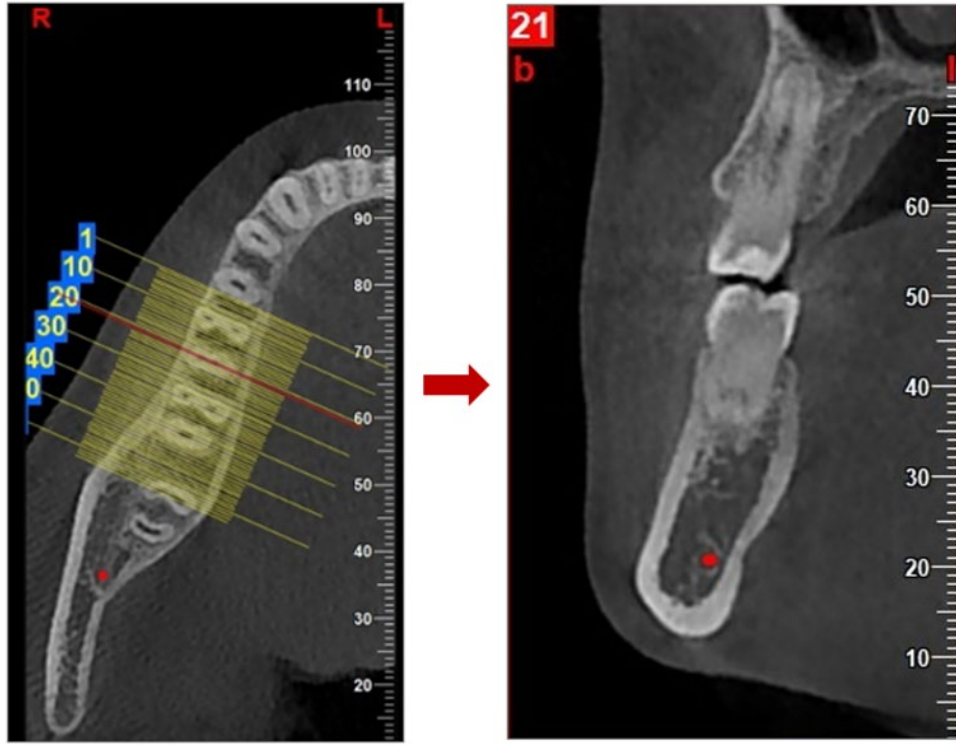
Şekil 3.4. Mandibular okluzal düzlem

Ayrıca çalışmamızda aksiyal kesit üzerinde mandibular kanalın geçtiği noktalardan 1 mm kalınlığında rekonstrüktif panoramik elde edildi. Mandibular kanalın kesintisiz izlendiği bu 1 mm kalınlığındaki rekonstrüktif panoramikte mandibular kanal kırmızı marker ile çizildi. Bu marker tüm kesitlerde izlendi (Şekil 3.5).

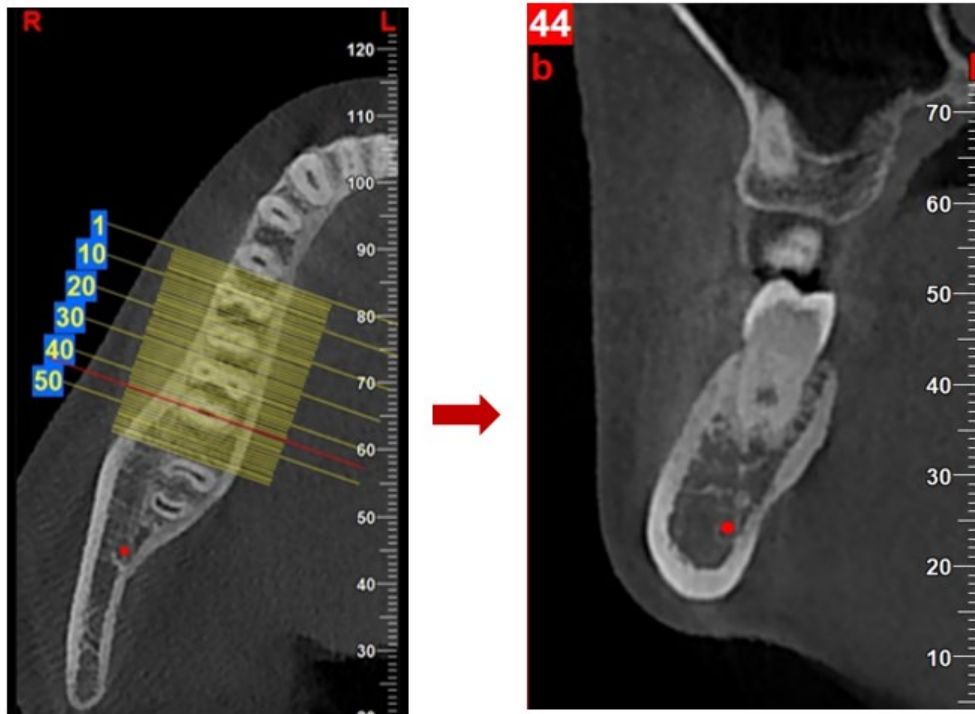


Şekil 3.5. Mandibular kanalın kırmızı marker ile gösterimi: a. Rekonstrüktif panoramikte gösterimi. b. Koronal kesitte gösterimi

Ölçümlerin yapılacağı koronal kesitler, mandibular sağ birinci ve ikinci molar dişlerin distal köklerinin aksiyal görüntüde en dış noktasından geçen kesit olarak belirlendi (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Aksiyal kesitte sağ mandibular birinci molar dişin distal kökü hizasında ölçüm yapılacak koronal kesitin belirlenmesi



Şekil 3.7. Aksiyal kesitte sağ mandibular ikinci molar dişin distal kökü hizasında ölçüm yapılacak koronal kesitin belirlenmesi

3.4.1. Çalışmamızda Kullanılan İşaret Noktaları

a noktası: Koronal kesitte ilgili molar dişin distal kökü hizasındaki kronun bukkal yüzeyinin en dış noktasının 4 mm lateralindeki nokta (Şekil 3.8).

b noktası: Koronal kesitte ilgili molar dişin mine-sement sınırından 5 mm apikal seviyedeki kökün dış yüzeyinin 2 mm lateralindeki nokta (Şekil 3.8).

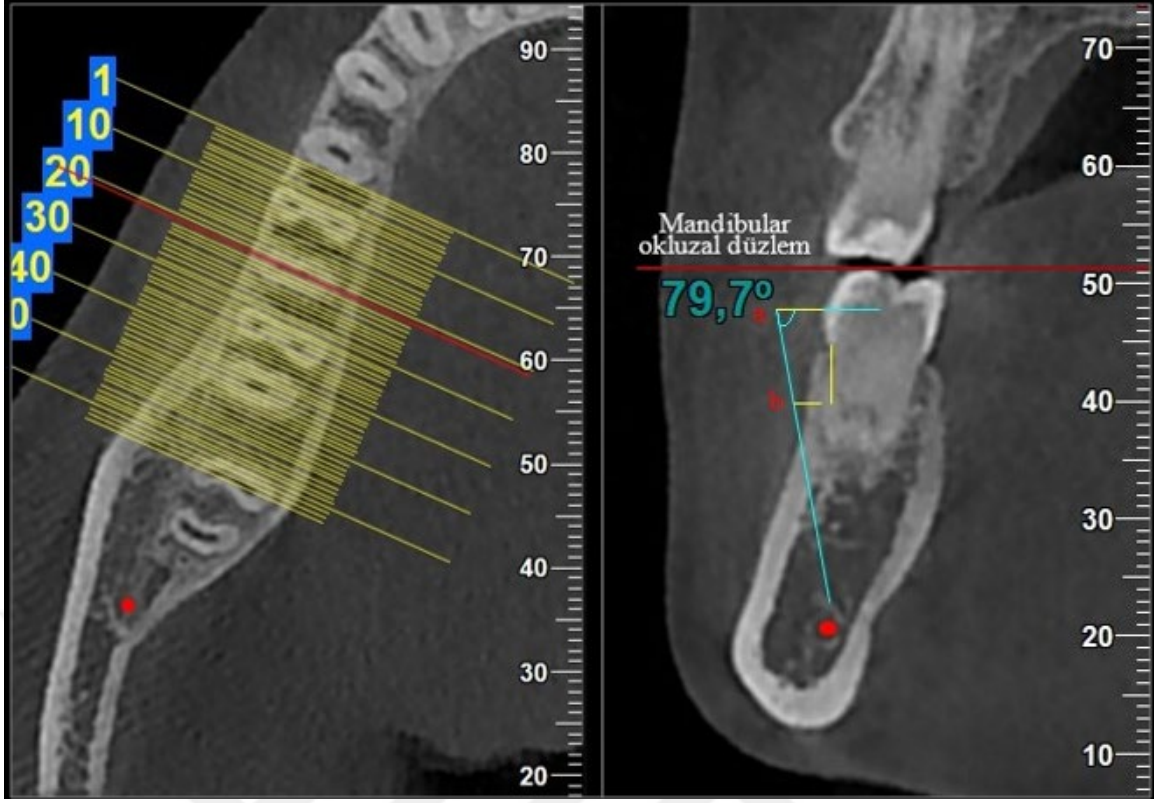


Şekil 3.8. Koronal kesitte a ve b noktalarının belirlenmesi

3.4.2. Çalışmamızda Kullanılan Ölçümler

3.4.2.1. Minivida Giriş Açısının Ölçümü

Ölçüm yapacağımız kesitte a noktası ile b noktasını birleştiren bir doğru çizildi ve bu doğru minivida giriş doğrusu olarak adlandırıldı. Minivida giriş doğrusunun mandibular okluzal düzlem ile yaptığı açı ölçülerek bu açı minivida giriş açısı olarak adlandırıldı (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Minivida giriş açısının ölçümü

3.4.2.2. Kortikal Kemik Kalınlığı Ölçümü

Minivida giriş doğrusu üzerinde kortikal kemiğin dış sınırı ile trabeküler kemiğin başladığı nokta arasındaki mesafe ölçülerek kortikal kemik kalınlığı belirlendi (Şekil 3.10).



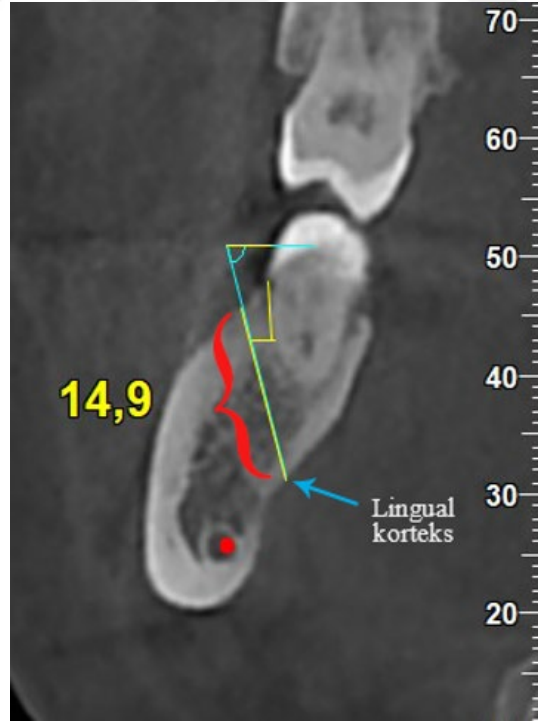
Şekil 3.10. Kortikal kemik kalınlığı ölçümü

3.4.2.3. Toplam Kemik Kalınlığı Ölçümü

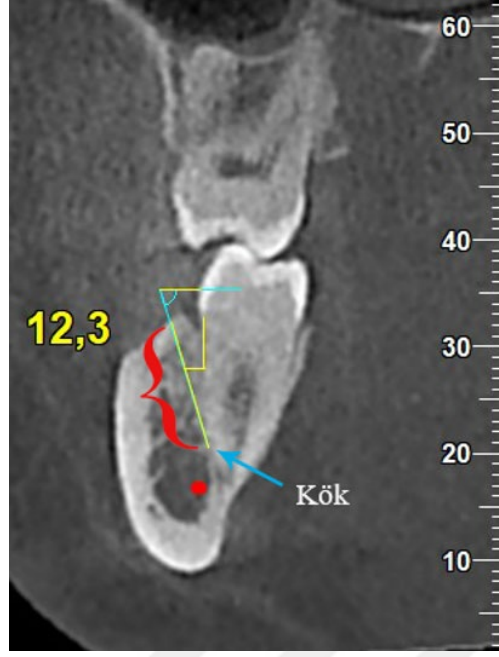
Toplam kemik kalınlığı minivida girişi doğrusu üzerinde, doğrunun kemiğe temas ettiği noktadan anatomik sınıra kadar olan mesafe belirlenerek ölçüldü. Çalışmamızdaki anatomik sınırlar mandibular kanal, lingual korteks ve kök olarak belirlendi (Şekil 3.11, Şekil 3.12 ve Şekil 3.13).



Şekil 3.11. Anatomik sınır mandibular kanal iken yapılan toplam kemik kalınlığı ölçümü



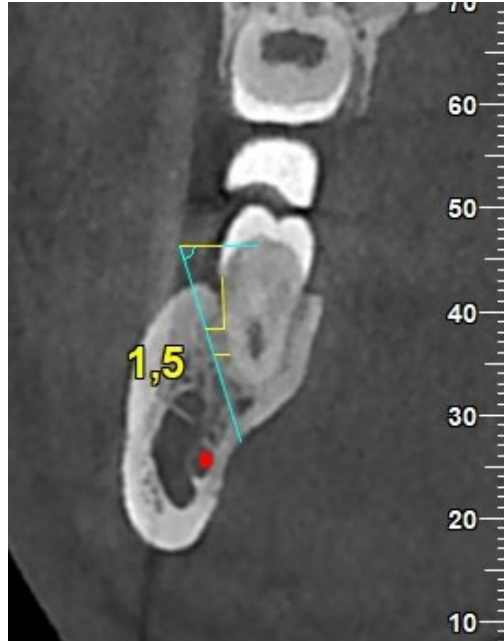
Şekil 3.12. Anatomik sınır lingual korteks iken yapılan toplam kemik kalınlığı ölçümü



Şekil 3.13. Anatomik sınır kök iken yapılan toplam kemik kalınlığı ölçümü

3.4.2.4. Köke En Yakın Mesafenin Ölçümü

Çalışmamızda minivida giriş açısını belirlerken mine-sement sınırının 5 mm apikal hizasındaki molar kökten 2 mm'lik mesafe bırakıldı. Ancak minivida giriş doğrusunun bazı ölçümlerde, molar köke 2 mm'den daha fazla yaklaştığı tespit edildi. Minivida giriş doğrusunun köke en yaklaştığı noktadan mandibular okluzal düzleme paralel olacak şekilde kökün dış sınırına olan mesafe ölçüldü (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Köke en yakın mesafenin ölçümü

3.5. İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda yer alan yaş, minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı, köke en yakın mesafe gibi sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu grafiksel olarak ve Shapiro-Wilks testi ile değerlendirildi. Sürekli değişkenlerin yaş ve köke en yakın mesafe hariç, normal dağılıma uyduğu belirlendi. Bu nedenle tanımlayıcı istatistiklerinin gösteriminde ortalama±standart sapma değerleri kullanıldı. Ek olarak tanımlayıcı istatistik gösteriminde medyan (ÇAG–Çeyreklikler Arası Genişlik) değerleri kullanıldı.

Toplam kemik kalınlığı ölçülürken mandibular kanal, lingual korteks ve kök olarak belirlenen anatomik sınırların dağılımını göstermede sayı (n) ve yüzde (%) değerleri kullanıldı.

Gruplara (Sınıf I, Sınıf III) ve yerleştirme bölgelerine (6D,7D) göre köke en yakın mesafe dağılımı karşılaştırılmasında çapraz tablolar oluşturuldu; sayı (n), yüzde (%) ve ki kare (χ^2) test istatistiği verildi.

Yaş değişkeninin gruplara göre karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı.

Gruplara ve yerleştirme bölgelerine göre minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı değerlerinin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi kullanıldı. Gruplara ve yerleştirme bölgelerine göre köke en yakın mesafe değerlerinin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı.

İstatistiksel analizler ve hesaplamalar için IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) ve MS-Excel 2013 programları kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

3.6. Metot Hatasının Değerlendirilmesi

Çalışmamızda ilk ölçümler yapıldıktan iki hafta sonra rastgele seçilen 15 birey üzerinde tekrardan ölçüm yapılmıştır. Metot hatasının değerlendirilmesi için sınıf içi korelasyon katsayıları (intraclass correlation coefficient (ICC)) analizi kullanılmıştır. ICC analizinin sonuçlarına göre yapılan ölçümlerin güvenilir bir şekilde tekrarlanabilir olduğu (0.85-0.94) belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Özelliklerin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda Sınıf I grubunda 20 birey, Sınıf III grubunda 20 birey olmak üzere toplam 40 birey bulunmaktadır. Her iki grupta da 10 kadın ve 10 erkek birey olmak üzere cinsiyet dağılımları eşit tutulmuştur. Grupların kronolojik yaş ortalamaları ve gruplar arası karşılaştırılma Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Sınıf I’de yer alan bireylerin yaş ortalaması 20.82 ± 1.65 yıl, Sınıf III’de yer alan bireylerin yaş ortalaması 20.47 ± 3.22 yıl’dır. Gruplara göre bireylerin yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($z=1.261$, $p=0.211$).

Tablo 4.1. Gruplara göre kronolojik yaş ortalamalarının dağılımı.

	Sınıf I	Sınıf III	Test İstatistiği	
	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	Z	p
Yaş	20.82 ± 1.65	20.47 ± 3.22	$z=1.261$	0.211
	21.05 (2.20)	18.80 (3.80)		

z: Mann Whitney U Testi

4.2. Grup İçi Ölçümler

4.2.1. Yerleştirme Bölgelerine Göre Sınıf I Bireylerin Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi

Sınıf I grubunda yer alan bireylerin 6D bölgesinde minivida giriş açısı ortalama değeri $79.11 \pm 4.90^\circ$ iken 7D bölgesinde minivida giriş açısı ortalama değeri $80.55 \pm 6.56^\circ$ ’dir. Yerleştirme bölgesine göre Sınıf I bireylerin minivida giriş açısı değerlerinin benzer olduğu tespit edilip, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.2).

Sınıf I grubunda yer alan bireylerin 6D bölgesinde kortikal kemik kalınlığı ortalama değeri 4.81 ± 1.24 mm iken, 7D bölgesinde kortikal kemik kalınlığı ortalama değeri 3.95 ± 0.81 mm’dir. Sınıf I grubunda kortikal kemik kalınlığı ortalama değeri 6D bölgesinde, 7D bölgesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($t=2.578$, $p=0.014$) (Tablo 4.2).

Ayrıca yerleştirme bölgesine göre bireylerin toplam kemik kalınlıkları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t=2.574$, $p=0.014$). 7D bölgesindeki

toplam kemik kalınlığı ortalama değeri (13.07 ± 2.56 mm), 6D bölgesine (11.32 ± 1.62 mm) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Tablo 4.2).

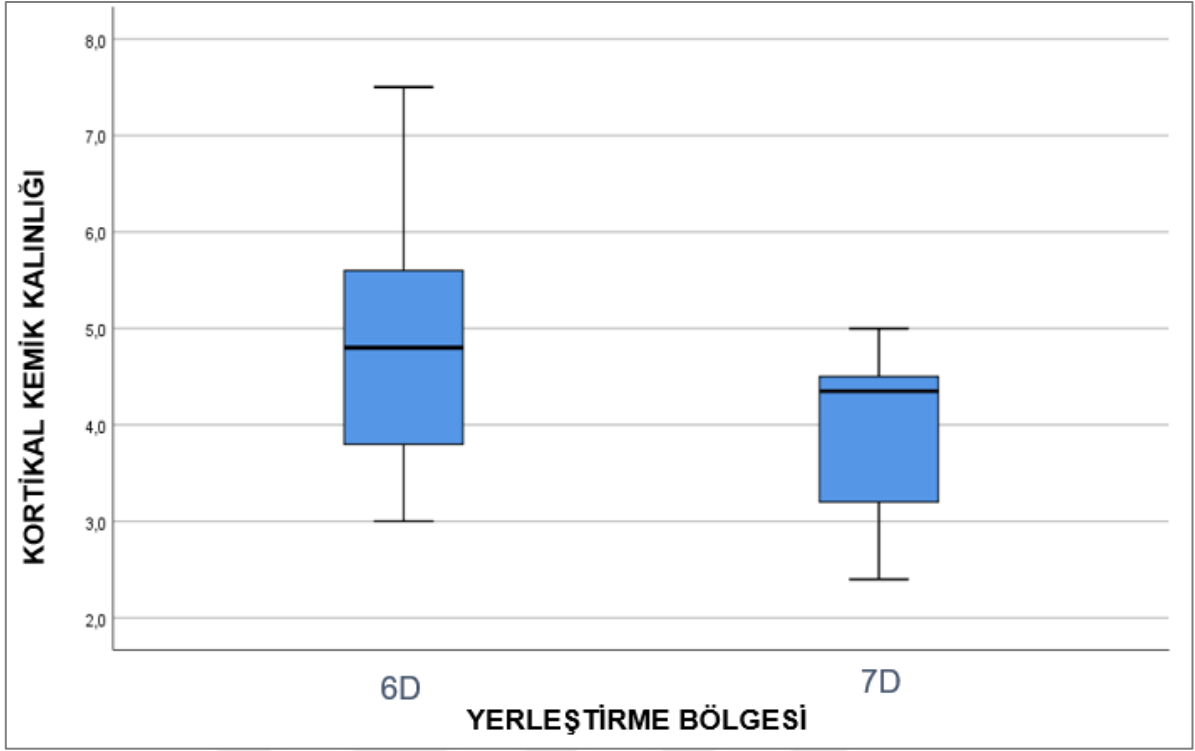
Sınıf I bireylerin yerleştirme bölgesine göre köke en yakın mesafe değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Sınıf I grubunda yerleştirme bölgelerine göre minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe değerlerinin karşılaştırılması.

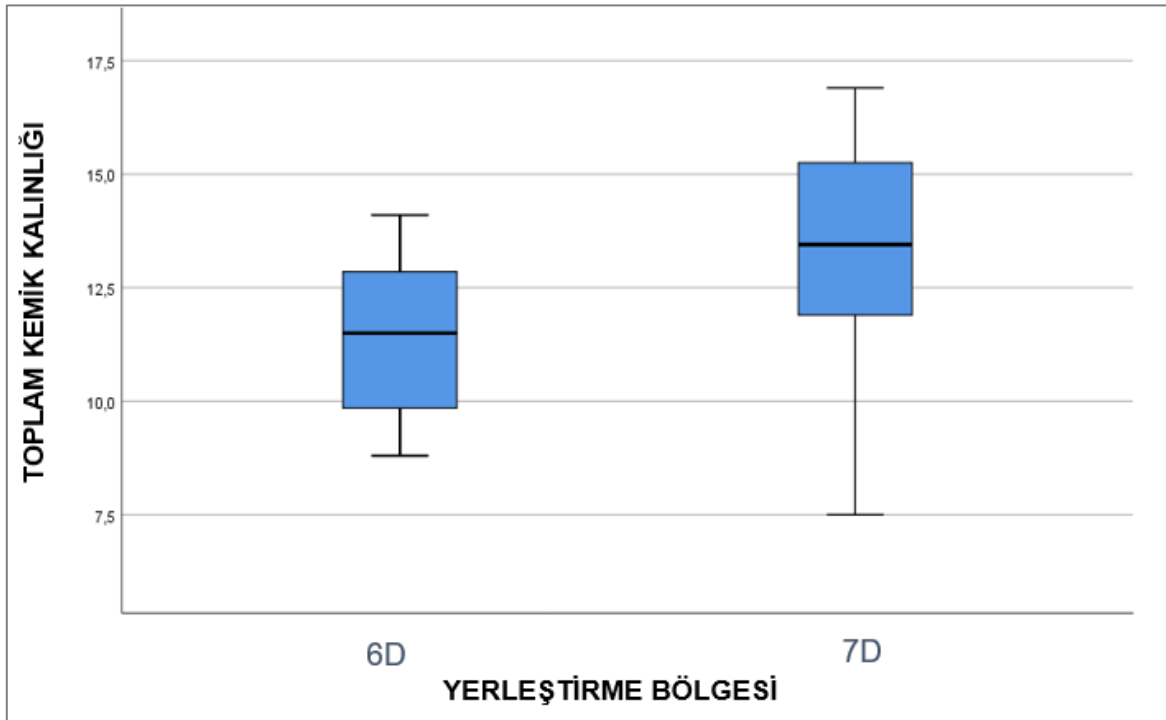
	6D	7D	Test İstatistiği	
	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	Z; t	p
Minivida giriş açısı	79.11 $\pm$ 4.90 79.35 (5.20)	80.55 $\pm$ 6.56 80.80 (10.30)	t=0.786	0.437
Kortikal kemik kalınlığı	4.81 $\pm$ 1.24 4.80 (1.80)	3.95 $\pm$ 0.81 4.35 (1.40)	t=2.578	0.014
Toplam kemik kalınlığı	11.32 $\pm$ 1.62 11.50 (3.20)	13.07 $\pm$ 2.56 13.45 (3.50)	t=2.574	0.014
Köke en yakın mesafe	1.82 $\pm$ 0.33 2.00 (0.20)	1.31 $\pm$ 0.85 1.75 (1.80)	z=1.775	0.121

z: Mann Whitney U Testi, t: Bağımsız örneklem t testi

Sınıf I grubunda yer alan bireylerin yerleştirme bölgesine göre kortikal kemik kalınlığı değerlerine ait grafik Şekil 4.1’de; toplam kemik kalınlığı değerlerine ait grafik ise Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Sınıf I grubunda yer alan bireylerin yerleştirme bölgesine göre kortikal kemik kalınlığı değerlerini gösteren grafik



Şekil 4.2. Sınıf I grubunda yer alan bireylerin yerleştirme bölgesine göre toplam kemik kalınlığı değerlerini gösteren grafik

4.2.2 Yerleştirme Bölgelerine Göre Sınıf III Bireylerin Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi

Sınıf III grubunda 6D bölgesinde minivida giriş açısı ortalama değeri $80.35 \pm 5.43^\circ$ iken, 7D bölgesinde minivida giriş açısı ortalama değeri $82.03 \pm 6.77^\circ$ dir. Yerleştirme bölgesine göre Sınıf III bireylerin minivida giriş açısı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.3).

Sınıf III’de yer alan bireylerin 6D bölgesinde kortikal kemik kalınlığı ortalama değeri 4.43 ± 1.17 mm iken, 7D bölgesinde kortikal kemik kalınlığı ortalama değeri 3.75 ± 0.81 mm’dir. Sınıf III grubunda, kortikal kemik kalınlığı ortalama değeri 6D bölgesinde, 7D bölgesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($t = 2.152$, $p = 0.038$) (Tablo 4.3).

Sınıf III grubunda toplam kemik kalınlığı ortalama değeri 7D bölgesinde (12.56 ± 2.43), 6D bölgesine (11.22 ± 2.2) oranla daha yüksek bulunmuştur. Ancak yerleştirme bölgelerine göre toplam kemik kalınlığı ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 4.3).

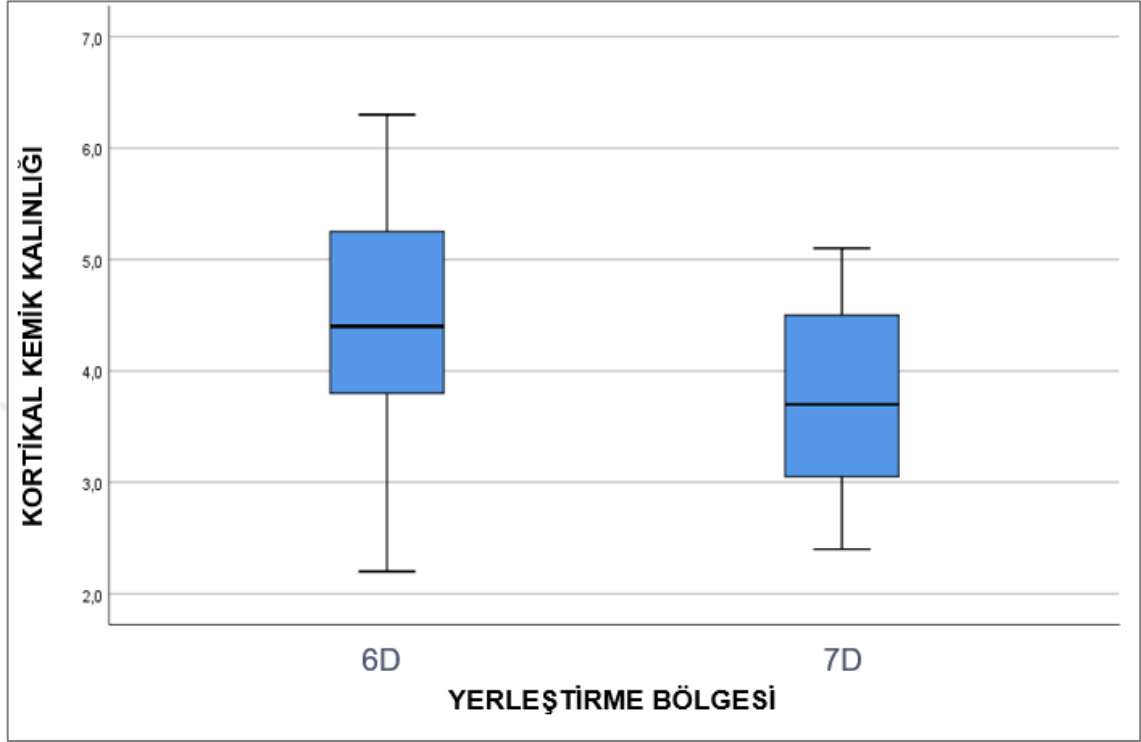
Sınıf III bireylerin yerleştirme bölgesine göre köke en yakın mesafe değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Sınıf III grubunda yerleştirme bölgelerine göre minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı, köke en yakın mesafe değerlerinin karşılaştırılması.

	6D	7D	Test İstatistiği	
	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	Z; t	p
Minivida giriş açısı	80.35 ± 5.43 80.20 (7.50)	82.03 ± 6.77 82.20 (8.60)	$t = 0.868$	0.391
Kortikal kemik kalınlığı	4.43 ± 1.17 4.40 (1.70)	3.75 ± 0.81 3.70 (1.50)	$t = 2.152$	0.038
Toplam kemik kalınlığı	11.22 ± 2.21 11.10 (2.60)	12.56 ± 2.43 12.40 (3.60)	$t = 1.823$	0.076
Köke en yakın mesafe	1.68 ± 0.55 2.00 (0.60)	1.28 ± 0.83 1.65 (1.80)	$z = 1.686$	0.121

z: Mann Whitney U Testi, t: Bağımsız örneklem t testi

Sınıf III bireylerin yerleştirme bölgesine göre kortikal kemik kalınlığı değerlerini gösteren grafik Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Sınıf III grubunda yer alan bireylerin yerleştirme bölgesine göre kortikal kemik kalınlığı değerlerini gösteren grafik

4.3. Gruplar Arası Ölçümler

4.3.1. Gruplara Göre 6D Bölgesinde Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi

6D bölgesinde, Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. 6D bölgesindeki minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı, köke en yakın mesafe değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.

	Sınıf I	Sınıf III	Test İstatistiği	
	Ort±SS Medyan(ÇAG)	Ort±SS Medyan(ÇAG)	Z; t	p
Minivida giriş açısı	79.11±4.90 79.35 (5.20)	80.35±5.43 80.20 (7.50)	t=0.758	0.453
Kortikal kemik kalınlığı	4.81±1.24 4.80 (1.80)	4.43±1.17 4.40 (1.70)	t=0.982	0.332
Toplam kemik kalınlığı	11.32±1.62 11.50 (3.20)	11.22±2.21 11.10 (2.60)	t=0.163	0.871
Köke en yakın mesafe	1.82±0.33 2.00 (0.20)	1.68±0.55 2.00 (0.60)	z=0.569	0.640

z:Mann Whitney U Testi, t:Bağımsız örneklem t testi

4.3.2. Gruplara Göre 7D Bölgesinde Minivida Giriş Açısı, Kortikal Kemik Kalınlığı, Toplam Kemik Kalınlığı ve Köke En Yakın Mesafenin Değerlendirilmesi

7D bölgesinde gruplara göre bireylerin minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. 7D bölgesindeki minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı, köke en yakın mesafe değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.

	Sınıf I	Sınıf III	Test İstatistiği	
	Ort±SS Medyan(ÇAG)	Ort±SS Medyan(ÇAG)	Z; t	p
Minivida giriş açısı	80.55±6.56 80.80 (10.30)	82.03±6.77 82.20 (8.60)	t=0.704	0.486
Kortikal kemik kalınlığı	3.95±0.81 4.35 (1.40)	3.75±0.81 3.70 (1.50)	t=0.801	0.428
Toplam kemik kalınlığı	13.07±2.56 13.45 (3.50)	12.56±2.43 12.40 (3.60)	t=0.639	0.527
Köke en yakın mesafe	1.31±0.85 1.75 (1.80)	1.28±0.83 1.65 (1.80)	z=0.329	0.758

z:Mann Whitney U Testi, t:Bağımsız örneklem t testi

4.4. Toplam Kemik Kalınlığı Ölçümünde Anatomik Sınırların Değerlendirilmesi

Toplam kemik kalınlığı ölçülürken, Sınıf I grubunda 6D bölgesinde bireylerin tamamında (n=20) anatomik sınır olarak mandibular kanal tespit edilmiştir. 7D bölgesinde ise anatomik sınırın bireylerin %60.0'ında (n=12) mandibular kanal, %25.0'inde (n=5) kök, %15.0'inde (n=3) lingual korteks olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.6).

Sınıf III grubunda 6D bölgesine baktığımızda bireylerin %90.0'nında (n=18) mandibular kanal, %5.0'inde (n=1) lingual korteks, %5.0'inde (n=1) kök anatomik sınır olarak belirlenmiştir. 7D bölgesinde ise anatomik sınırın bireylerin %55.0'inde (n=11) mandibular kanal, %25.0'inde (n=5) kök, %20.0'sinde (n=4) lingual korteks olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Toplam kemik kalınlığı ölçülürken anatomik sınırın yerleştirme bölgesi ve gruplara göre dağılımı.

	Sınıf I		Sınıf III	
	6D n (%)	7D n (%)	6D n (%)	7D n (%)
Mandibular kanal	20 (100.0)	12 (60.0)	18 (90.0)	11 (55.0)
Lingual korteks	0 (0.0)	3 (15.0)	1 (5.0)	4 (20.0)
Kök	0 (0.0)	5 (25.0)	1 (5.0)	5 (25.0)

Sınıf I grubunda 6D bölgesinde bireylerin %30.0'unda (n=6) köke en yakın mesafenin 2 mm'den az, %70.0'inde (n=14) köke en yakın mesafenin 2 mm olduğu tespit edilmiştir. 7D bölgesinde ise %50.0'sinde (n=10) köke en yakın mesafenin 2 mm'den az olduğu tespit edilmiştir. Sınıf I grubunda, yerleştirme bölgeleri arasında köke en yakın mesafe dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (p=0.197) (Tablo 4.7) .

Sınıf III grubunda 6D bölgesine baktığımızda bireylerin %35.0'inde (n=7) köke en yakın mesafenin 2 mm'den az olduğu tespit edilmiştir. 7D bölgesinde ise bireylerin %60.0'ında (n=12) köke en yakın mesafenin 2 mm'den az olduğu belirlenmiştir. Sınıf III grubunda yerleştirme bölgeleri arasında köke en yakın mesafe dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir (p=0.113) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Köke en yakın mesafenin 2 mm'den az ve 2 mm bulunduğu bireylerin yerleştirme bölgesi ve gruplara göre dağılımı.

	Sınıf I		Sınıf III	
	6D n (%)	7D n (%)	6D n (%)	7D n (%)
<2 mm	6(30.0)	10 (50.0)	7 (35.0)	12 (60.0)
=2 mm	14 (70.0)	10 (50.0)	13 (65.0)	8 (40.0)
χ^2 ;p	1.667; 0.197		2.506; 0.113	

χ^2 :Ki kare Test İstatistiği

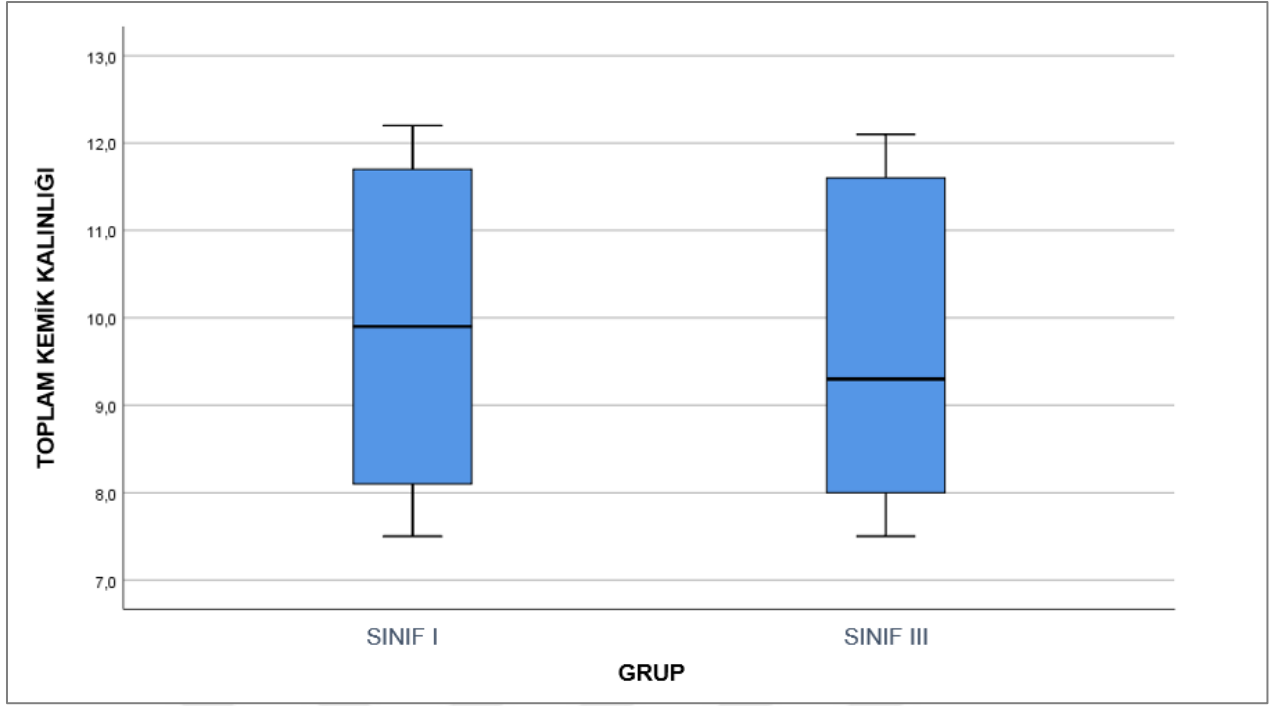
Sınıf I grubunda köke en yakın mesafe sıfır olduğunda (kontakt) toplam kemik kalınlığı ortalama değeri 9.88 ± 2.09 mm olarak bulunmuştur. Sınıf III grubunda ise bu değer ortalama 9.63 ± 1.97 mm'dir. Gruplara göre köke yakın mesafenin sıfır olduğu bireylerde toplam kemik kalınlığı ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($t=0.201$, $p=0.875$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Köke en yakın mesafenin sıfır olduğu (kontakt) bireylerde toplam kemik kalınlığı değerlerinin gruplara göre karşılaştırılması.

	Sınıf I	Sınıf III	Test İstatistiği	
	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	Ort $\pm$ SS Medyan(ÇAG)	t	p
Toplam kemik kalınlığı	9.88 ± 2.09 9.90 (4.10)	9.63 ± 1.97 9.30 (3.90)	$t=0.201$	0.845

t:Bağımsız örneklem t testi

Köke en yakın mesafe sıfır olduğunda (kontakt) toplam kemik kalınlığının gruplara göre dağılımını gösteren grafik Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Köke en yakın mesafe sıfır olduğunda (kontakt) toplam kemik kalınlığının gruplara göre dağılımını gösteren grafik

5. TARTIŞMA

5.1. Amacın Tartışılması

Ankraj kontrolü, ortodontik tedavinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için en önemli faktörlerden biridir (188). Minivida; kolay yerleştirilip çıkarılması, ucuz olması, kökler arasına yerleştirilebilmesine olanak sağlayan küçük boyutu, hasta uyumu gerektirmemesi gibi avantajları nedeniyle ortodontik tedavide en sık kullanılan geçici ankraj aygıtlarıdır. Aynı zamanda yerleştirildikten sonra hemen yüklemeye izin verir ve bu nedenle tedavi süresini kısaltır (189). Ancak minividaların yerleştirme, ortodontik yükleme ve çıkarma esnasında; sinir hasarı, maksiller sinüs perforasyonu, kök rezorpsiyonu, yumuşak doku komplikasyonları ve kırılma olasılığı gibi bazı dezavantajları ve riskleri de mevcuttur (134).

Minividaların stabilitesi, yerleştirmeden hemen sonra elde edilen primer stabiliteyi ve yerleştirildikten sonra minivida kemik arayüzeyindeki remodelling ile ilişkili sekonder stabiliteyi içerir (92). Primer stabilite osseointegrasyon yerine mekanik retansiyon ile sağlanır. Minivida hastalar tarafından yüksek kabul görme ve düşük başarısızlık oranına sahiptirler (6, 190). Minivida stabilitesini etkileyen anatomik faktörler; kemik özellikleri, yumuşak doku özellikleri ve belirli anatomik yapılara (kök, damar, sinir, sinüs, nazal kavite vb.) olan yakınlığıdır (10). Minivida stabilitesinde birincil faktör kortikal kemiğin miktarı ve kalitesi iken trabeküler kemiğin minivida stabilitesi üzerinde etkisi minimaldir. Yerleştirme yerinde yeterli kemiğin bulunması ortodontik minivida başarısı için en önemli faktördür. Ayrıca kötü ağız hijyeni, sigara kullanımı, yerleştirme yerindeki mukozal tip (keratinize veya keratinize olmayan mukoza), yerleştirme tekniği, uygulanan kuvvetin miktarı ve yönü, yerleştirme torku, minividanın tasarımı (uzunluk, çap, şekil, yiv tasarımı, yüzey özellikleri) minivida stabilitesini etkileyebilir (91, 191).

Minivida, ortodontik tedavinin endikasyonuna ve biyomekaniğine bağlı olarak çeşitli anatomik bölgelere yerleştirilebilirler. Bu bölgeler arasında damak, palatal maksiller alveolar proses, infrazigomatik krest, mandibular retromolar alan, maksiller ve mandibular bukkal kortikal plakalar bulunur (10, 192). Mandibular bukkal shelf bölgesi de minivida yerleşimi için son yıllarda yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. MBS, bilateral olarak mandibula posteriorunda, birinci ve ikinci molarların köklerinin bukkalinde ve mandibular ramusun oblik hattının önünde yer almaktadır (10). Bu bölge, mandibulada en kalın kortikal kemiğe sahip bölgedir. MBS eğimi önden arkaya doğru düzleşir, eğim düzleştikçe minivida yerleşimi

kolaylaşır. Minividalar bu alana ekstradiküler olarak yerleştirildiğinden, dişlerin alveolar proses boyunca hareketi sırasında, diş kökleri ve minivida arasında herhangi bir temasın gerçekleşmesi önlenmektedir. MBS'ye yerleştirilen minividalar çeşitli diş hareketleri sağlamak amacıyla kullanılabilir. Bu hareketler molar dikleştirme, segmental veya tam ark distalizasyonu, dişlerin protraksiyonu, retraksiyonu ve intruzyonudur. Ancak özellikle hafif ile orta dereceli iskeletsel Sınıf III malokluzyonların kamuflej tedavisi, MBS'ye yerleştirilen minividalar ile mandibular dentisyonun distalizasyonu sağlanarak etkili bir şekilde gerçekleştirilir (167). MBS'ye yerleştirilen minividalar ile gerçekleştirilen Sınıf III kamuflej tedavisinde, üst keser dişlerin proklinasyonu ve üst molar dişlerin ekstruzyonu gibi istenmeyen yan etkilerin de önüne geçilebilir (193). Chang ve ark. (9) yaptıkları çalışmada, mandibular dişlerin distalizasyonu sırasında optimal ankraj elde etmek için minividaların MBS'ye yerleştirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır. Kökler arasına yerleştirilen minividalarla gerçekleştirilen retraksiyonda, posterior bölgede open bite ve anterior bölgede deep bite gelişimi gibi olumsuz yan etkiler görülebilir. MBS'ye yerleştirilen minividalarla gerçekleştirilen retraksiyonda, bu olumsuz yan etkilerin görülme olasılığı daha azdır. Çünkü MBS'ye yerleştirilen minividaların konumu nedeniyle kuvvet uygulama noktası okluzal düzleme daha paralel ve daha yakındır. Bu da okluzal düzlemin rotasyona uğrama ihtimalini azaltır (168, 194).

Genel olarak kökler arasına yerleştirilen minividalar ile karşılaştırıldığında, MBS'ye yerleştirilen minividaların stabilitesi ve başarı oranı daha yüksektir. Çünkü MBS, yüksek kemik yoğunluğuna ve kortikal kemik kalınlığına sahip bir bölgedir. Raporlar, minividaların genel başarısızlık oranının %13.5, MBS'ye yerleştirilen minividaların başarısızlık oranının ise %7.2 olduğunu göstermektedir (5, 9). Minividalarda başarısızlığın en sık nedenlerinden biri de kök ile temas etmesidir (8). Bu nedenle minividaların köke temas etmeden yerleştirilmesi için uygun yöntemi bulmak uzun vadeli başarı için çok önemlidir.

Literatürde MBS bölgesine uygulanan minividalar için önerilen net bir ideal açıdan söz edilmemektedir. Hem Inaba ve ark. (195) hem de Park ve ark. (66) kemik temasını arttırmak için minividaların kemik yüzeyine açılı olarak yerleştirilmesini önermektedirler. Mandibular arkın tamamını etkili bir şekilde retrakte etmek için MBS'ye uygulanacak minividaların okluzal düzleme mümkün olduğunca dik yerleştirilmesi tavsiye edilmiştir (196). Chang ve ark. (9) da yaptıkları çalışmada minividaları okluzal düzleme dik açıyla yerleştirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise MBS'ye uygulanacak minividaların okluzal düzlemle 60°-75° açı ile yerleştirilmesi önerilmiştir (11).

MBS'nin çeşitli bölgelerine minividalar yerleştirilebilmektedir. Birinci molar diş hizasındaki, birinci ve ikinci molar dişler arasındaki ve ikinci molar diş hizasındaki bukkal kemik alanları genel olarak minivida yerleşim yeri olarak önerilmektedir. Öneri aralığının geniş olması, bu bölgeyi araştıran çalışmaların eksikliğine veya bölgesel anatomik varyasyonlara bağlanabilir (14).

Diş hekimliğinde kullanılan iki boyutlu radyografiler interradyiküler alan, kök morfolojisi, kortikal kemik kalınlığı ve inferior alveolar sinirin konumu hakkında yeterli bilgi sağlamamaktadır (197, 198). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin gelişmesiyle birlikte diş hekimliğinde dentofasiyal yapıların değerlendirilmesi ve minividaların güvenli alana yerleştirilebilmesi mümkün olmuştur. KIBT, BT'ye göre daha düşük radyasyon dozuna sahiptir. Maliyet olarak daha avantajlıdır ve makul çözünürlükte daha az artefaklı görüntüler üretir. Maksiller ve mandibular alveolar kemiğin kalite ve miktarının değerlendirilmesine yardımcı olur (197, 199).

Bizim çalışmamızda ise normodiverjan dik yön büyüme paternine sahip iskeletsel Sınıf I ve Sınıf III bireylerde mandibular birinci ve ikinci molar dişlerin distal kökleri hizasındaki mandibular bukkal shelf bölgesi incelenmiştir. KIBT görüntüleri üzerinde bu bölgeye yerleştirilecek minividalar için köke ve anatomik yapılara zarar vermeden uygulanabilecek açıyı belirlemek ve bu açı doğrultusundaki kortikal kemik kalınlığını, toplam kemik kalınlığını ve köke en yakın mesafeyi belirlemek amaçlanmıştır.

5.2. Materyal ve Metodun Tartışılması

Mandibular bukkal shelf mandibular dişlerin retraksiyonunu gerektiren durumlarda, mandibulanın posterior bölgesinde ekstraradyiküler minivida yerleşimi için en uygun alandır. Birinci ve ikinci molar köklerinin bukkal tarafında minivida yerleşimi için yeterli miktarda ve kalitede kemik mevcuttur. Bununla birlikte MBS'nin seyri boyunca kemiğin derinliği ve kalınlığındaki değişiklikler minivida yerleşimini etkileyebilir (200).

Chang ve ark. (9) Asyalı hastalarda bukkal shelfte minividalar kullanmış ve başarı oranını oldukça yüksek (%90'ın üzerinde) bulmuşlardır. MBS dentoalveolar interradyiküler minivida yerleştirme bölgelerine kıyasla, bazı klinik avantajlar sunar. MBS bölgesinde önemli miktarda kemik bukkale doğru uzanır ve bu da minividanın molar diş köklerinin uzun aksına paralel bir şekilde yerleştirilmesine olanak sağlar (9). Bu yerleştirme yöntemi sayesinde dentoalveolar proses boyunca ön-arka diş hareketleri sırasında minivida ile kök arasındaki olası

temas engellenmiş olur (8). MBS'ye bir minividayı düzgün şekilde yerleştirmek için bu bölgenin anatomik özelliklerinin anlaşılması çok önemlidir. Yapılan birçok çalışmada minivida uygulamalarındaki en uygun anatomik yerleştirme bölgelerini belirlemek, çeşitli bölgelerde risk altındaki yapıları, kortikal kemik kalınlığını ve genel kemik derinliğini değerlendirmek için KIBT kullanılmıştır (191, 192). Biz de çalışmamızda KIBT kullanarak aksiyal görüntüler üzerinden elde edilen koronal kesitlerde ölçümümüzü gerçekleştirdik.

Minividalar MBS bölgesine çeşitli endikasyonlarla yerleştirilebilir. Ancak en çok Sınıf III malokluzyonlarda mandibular molar distalizasyonu sağlamak amacıyla kullanılır. Mandibular molar distalizasyonu daha çok iskeletsel Sınıf I ve Sınıf III bireylerde tercih edilen bir ortodontik kamuflaj yöntemi olduğundan, iskeletsel Sınıf II bireyler tez çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Yapılan çalışmalarda, minividaların stabilitesini ve başarı oranını belirleyen en önemli faktörün yerleştirildiği bölgedeki kortikal kemik kalınlığı olduğu bildirilmiştir (91, 92). Dik yön büyüme paterninin kortikal kemik kalınlığına etkisini inceleyen Horner ve ark. (201) yaptıkları çalışma sonucunda hiperdiverjan hastalarda mandibular ikinci molar diş bölgesinde, hipodiverjan hastalara kıyasla kortikal kemiğin daha ince olduğunu bulmuşlardır. Benzer şekilde Özdemir ve ark. (202) yaptıkları çalışmada, kanin dişinden ikinci molar dişe kadar olan tüm interradyküler bölgelerdeki mandibular bukkal kortikal kemiğin hiperdiverjan hastalarda normodiverjan ve hipodiverjan hastalara göre daha ince olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise kortikal kemik kalınlığının Sınıf III hiperdiverjan ve normodiverjan bireyler arasında farklı olmadığı belirtilmiştir (167). Tez çalışmamızda sagittal yön iskeletsel ilişkiyi değerlendirmek istediğimiz için yalnızca normodiverjan dik yön büyüme paternine sahip bireyler çalışmamıza dahil edilmiştir. Böylece dik yön büyüme paterninin kemik kalınlığı ölçümlerini etkilememesi amaçlanmıştır.

Adolesan ve yetişkin hastalarda MBS'de güvenli minivida yerleşim yerlerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, Farahania ve ark. (203) adolesan grupta kortikal kemik kalınlığının yetişkinlere göre daha ince olduğunu tespit etmişlerdir. Farnsworth ve ark.nın (87) yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Standardizasyonu sağlamak amacı ile çalışmamıza yalnızca 18 yaş üzerindeki bireyler dahil edilmiştir. Gruplar arasında da fark olmaması adına Sınıf I ve Sınıf III bireylerin yaş ortalamalarının birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir.

Escobar-Correa ve ark. (200) Kolombiya popülasyonunda MBS bölgesinin kemik özelliklerini KIBT ile değerlendirmişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda kadın ve erkek bireyler arasında kemik kalınlığı ve derinliği açısından anlamlı bir fark bulamamışlardır. Tez çalışmamızda standardizasyonu sağlamak amacıyla 20 kadın ve 20 erkek birey olmak üzere cinsiyet dağılımı eşit tutulmuştur.

Çalışmamızda MBS'ye yerleştirilecek minividalarda klinik olarak uygulanabilir açığı bulmak için Kolge ve ark.nın (204) yaptıkları çalışmadaki yöntemle yakın bir yöntem kullanılmıştır. Buna göre; Kolge ve ark. (204) mandibular ikinci molar dişin distobukkal tüberkül tepesi hizasında kronun bukkal yüzeyinin en çıkıntılı noktasının 4 mm lateralinde bir nokta belirlemişlerdir. 4 mm'lik mesafe dişe yerleştirilecek tüpün ortalama kalınlığı hesaplanarak belirlenmiştir. Daha sonra mine-sement sınırının 5 mm apikalindeki kökün dış yüzeyinden 2 mm'lik güvenli alan bırakarak bir nokta daha belirlemişlerdir. Bu iki noktayı birleştiren bir doğru oluşturmuşlardır. Aynı zamanda ikinci molar dişin distobukkal ve distolingual tüberkül tepelerini birleştiren bir doğru daha oluşturmuşlardır. Ve bu iki doğru arasındaki açığı ölçmüşlerdir. Bizim çalışmamızda ise bu açı hem birinci molar diş bölgesinde hem de ikinci molar diş bölgesinde ayrı ayrı ölçülmüştür. Farklı olarak çalışmamızda ilgili molar dişin distobukkal ve distolingual tüberkül tepelerini birleştiren doğru yerine mandibular okluzal düzlem referans alınmıştır. Böylece belirleyeceğimiz açının dişlerin bukkolingual eğimlerindeki farklılıklardan çok fazla etkilenmemesi amaçlanmıştır.

Hem Kolge ve ark. (204) hem de Elshebiny ve ark. (205) yaptıkları çalışmada kortikal kemik kalınlığını birinci veya ikinci molar dişin bukkal kök yüzeylerinin konturuna paralel olarak, bukkal osseöz çıkıntının orta noktasından mandibular birinci ve ikinci molarlara (bukkal shelf) kadar ölçmüşlerdir. Nucera ve ark. (10) ise mine-sement sınırının 4 mm ve 6 mm bukkalindeki noktalardan ayrı ayrı dikey referans çizgisi oluşturarak apiko-koronal yönde kortikal kemik kalınlığını ölçmüşlerdir. Bizim çalışmamızda ise kortikal kemik kalınlığı, minivida giriş açısını belirlerken oluşturduğumuz minivida giriş doğrusu üzerindeki kortikal kemiğin dış sınırı ile trabeküler kemiğin başladığı nokta arasındaki mesafe ölçülerek hesaplanmıştır. Yani minivida okluzal düzleme göre hangi açı ile yerleştirilecekse o açı doğrultusundaki kortikal kemik kalınlığı ölçülmüştür. Parinyachaiphun ve ark. (167) da bizim çalışmamıza benzer şekilde belirli bir açı doğrultusunda kortikal kemik kalınlığını ölçmüşlerdir. Geçmişte yapılan çalışmalarda bireylerin sağ ve sol tarafı arasında kortikal kemik kalınlığı arasında fark bulunamamıştır (97, 206). O yüzden bizim çalışmamızda ölçümlerin tümü bireylerin sağ tarafında yapılmıştır.

Çalışmamızda bir diğer parametre olan toplam kemik kalınlığı ise minivida giriş doğrusunun kemiğe temas ettiği noktadan anatomik sınıra kadar ölçülmüştür. Çalışmamızda üç anatomik sınır gözlenmiştir. Bunlar mandibular kanal, lingual korteks ve köktür. Çalışmamızda anatomik sınırın neresi olacağını; mandibular kanal konumunun bireyler arası varyasyonuna, minivida giriş açısına, molar diş kökünün uzunluğuna, dişin bukkolingual eğimine göre değişkenlik gösterdiği gözlenmiştir. Toplam kemik kalınlığını ölçmemizdeki amaç bu bölgede kullanılan minividaların uzunluğu göz önüne alındığında herhangi bir anatomik yapıya zarar vermeden yeterli kemik miktarı olup olmadığını değerlendirmektir. Nucera ve ark. (10) yetişkin bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada toplam kemik kalınlığını birinci moların mesial ve distal kökleri, ikinci moların mesial ve distal kökleri hizasında, mine-sement sınırına bukkal olarak 4 ve 6 mm’de iki dikey referans çizgisinde ölçmüşlerdir. Escobar-Correa ve ark. (200) da Nucera ve ark.nın (10) çalışmasındaki yöntemi kullanarak toplam kemik kalınlığını ölçmüşlerdir.

Minividaların kök ile temas etmesi, başarısızlığın en sık nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir (8). Bu nedenle kök ile temas etmeden yerleştirilecek uygun yöntemi bulmak önem arz eder. Çalışmamızda minivida giriş doğrusunu oluştururken mine-sement sınırının 5 mm apikalindeki kökün dış yüzeyinden 2 mm’lik güvenli alan bırakılmıştır. Ancak bazı ölçümlerde minivida giriş doğrusunun köke 2 mm’den daha fazla yaklaştığı tespit edilmiştir. Bu bölgelerde de minivida giriş doğrusunun köke en yakın mesafesi ayrıca ölçülmüştür. Bireyler arasında köke en yakın mesafenin 2 mm olduğu ve 2 mm’den az olduğu bölgeler ve dağılımları belirlenmiştir. Parinyachaiphun ve ark. (167) yaptıkları çalışmada minividaları farklı açılarla yerleştirmişlerdir. Yerleştirilen açı doğrultusunda bizim çalışmamıza benzer bir şekilde köke en yakın mesafeyi ölçmüşlerdir.

Yapılan çalışmaların çoğu, minivida giriş doğrusunu ve açısını dikkate almadan belirli referans noktalarıyla ve belirli seviyelerde MBS bölgesinin kemik özelliklerini incelemiştir. Bizim çalışmamız minivida giriş doğrusu üzerinde kemik özelliklerini Sınıf I ve Sınıf III bireylerde inceleyerek literatüre katkı sağlamayı amaçlamıştır.

5.3. Bulguların Tartışılması

Yerleştirme torku, yeterli primer stabilite elde etmek için önemli bir faktör olan kortikal kemik kalınlığı ile doğrudan ilişkilidir (92). Belirgin derecede kalın kortikal kemiği olan alanlar mükemmel primer stabilite sağlar ancak kemiğin aşırı sıkışmasına neden olarak ilerleyen dönemde başarısızlığa yol açabilir. Bu gibi durumlarda genellikle rehber yuva hazırlanması

önerilir. Buna karşılık, ince kortikal kemikli alanlar yeterli primer stabilite sağlamaz ve erken dönemde başarısızlığa yol açar (55). Kolge ve ark. (204) yaptıkları çalışmada kortikal kemik kalınlığını; mandibular birinci moların distobukkal tüberkül tepesi hizasında, ikinci moların mesiobukkal tüberkül tepesi hizasında ve ikinci moların distobukkal tüberkül tepesi hizasında olmak üzere üç farklı bölgede ölçmüşlerdir. Kortikal kemik kalınlığını en az mandibular birinci moların distobukkal tüberkül tepesi hizasında (3.17 ± 1.07 mm) ve en fazla mandibular ikinci moların distobukkal tüberkül tepesi hizasında (4.30 ± 1.19 mm) ölçmüşlerdir. Elshebiny ve ark.nın (205) yaptıkları çalışma sonuçları Kolge ve ark.nın (204) sonuçları ile benzer olup kortikal kemik kalınlığını en az birinci moların distobukkal tüberkül tepesi hizasında (2.0 ± 0.71 mm) ve en fazla ikinci moların distobukkal tüberkül hizasında (3.96 ± 0.57 mm) ölçmüşlerdir. Bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Yapılan iki çalışmada da sagittal ve vertikal yön iskeletsel ilişkiye bakılmamıştır.

Bu çalışmaların sonuçlarından farklı olarak tez çalışmamızda kortikal kemik kalınlığı hem Sınıf I bireylerde hem de Sınıf III bireylerde birinci moların distal kökü hizasında, ikinci moların distal kökü hizasından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda Sınıf I bireylerde kortikal kemik kalınlığı ortalama değeri birinci moların distal kökü hizasında 4.81 ± 1.24 mm, ikinci moların distal kökü hizasında 3.95 ± 0.81 mm olarak hesaplanmıştır. Sınıf III bireylerde ise kortikal kemik kalınlığı ortalama değerleri birinci moların distal kökü hizasında ve ikinci moların distal kökü hizasında sırasıyla; 4.43 ± 1.17 mm ve 3.75 ± 0.81 mm olarak bulunmuştur. Yani çalışmamızda posteriora doğru gidildikçe kortikal kemik kalınlığının her iki grupta da azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda Sınıf I ve Sınıf III bireyler arasında kortikal kemik kalınlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalar ile bizim çalışmamızdaki sonuçların farklı olmasının nedeni ölçüm yöntemimizin farklı olmasına ve çalışmayı farklı bir etnik grupta yapmamıza bağlı olabilir. Yaptığımız literatür taramasına göre Türk popülasyonunda mandibular bukkal shelf bölgesindeki kortikal kemik kalınlığını araştıran bir çalışma bulunamadığından aynı etnik kökenle yapılan başka bir çalışma ile kıyaslama yapılamamıştır.

Minividaların başarılı bir şekilde yerleştirilmesi için kortikal kemik kalınlığının çok önemli bir parametre olduğu açıktır. Motoyoshi ve ark. (95) 6 aylık bir başarı oranı için 1 mm’den fazla kortikal kemik kalınlığının gerekli olduğunu öne sürmüşlerdir. Çalışmamızda bulduğumuz kortikal kemik kalınlığı değerleri 1 mm’den fazla olduğu için en az 6 aylık bir başarı oranı için fazlasıyla yeterli görünmektedir.

Minividerlerin uzunluğu ve çapı göz önüne alındığında çevredeki anatomik yapılara zarar vermeden yerleştirilmesi için uygulanacak bölgede yeterli kemiğin bulunması önemlidir. Nucera ve ark. (10) yaptıkları çalışmada mine-sement sınırının 4 mm ve 6 mm bukkalindeki noktalardan ayrı ayrı dikey referans çizgisi oluşturarak apiko-koronal yönde kortikal kemik kalınlığını ve toplam kemik kalınlığını ölçmüşlerdir. Hem kortikal kemik kalınlığının hem de toplam kemik kalınlığının posterior bölgeye gidildikçe arttığını bulmuşlardır. Escobar-Correa ve ark. (200) da Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III bireylerde toplam kemik kalınlığını ölçerken Nucera ve ark.nın (10) yaptıkları çalışmadaki yöntemin aynısını kullanmışlardır. Dört farklı bölgede yapılan ölçümler kıyaslandığında Nucera ve ark.nın (10) sonuçları ile benzer şekilde posterior bölgeye doğru toplam kemik kalınlığının arttığını bildirmişlerdir. Bizim alışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sınıf I bireylerde toplam kemik kalınlığı ikinci moların distal kökü hizasında (13.07 ± 2.56 mm), birinci moların distal kökü hizasına (11.32 ± 1.62 mm) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Sınıf III bireylerde ise toplam kemik kalınlığının posteriora doğru arttığı tespit edilmekle birlikte bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Escobar-Correa ve ark. (200) Sınıf III bireylerde mine-sement sınırının bukkalinden 6 mm'de yapılan ölçümlerde, Sınıf I ve Sınıf II bireylere göre toplam kemik kalınlığının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim alışmamızda ise Sınıf I ve Sınıf III bireylerde toplam kemik kalınlığı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Çalışmamızda minivida giriş doğrusunun kemiğe temas ettiği noktadan anatomik sınıra kadar yapılan ölçümlerle toplam kemik kalınlığı hesaplanmıştır. Toplam kemik kalınlığını ölçerken mandibular kanal, lingual korteks ve kök anatomik sınır olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda hem Sınıf I bireylerde hem de Sınıf III bireylerde en çok gözlenen anatomik sınır mandibular kanal olmuştur.

Inaba (195), minivida kemik yüzeyine daha fazla aılanma ile yerleştirildiğinde kortikal kemik temasının daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Deguchi ve ark. (206) alışmalarında dişin uzun eksenine 30, 45 ve 90 derece aılar ile minivida uyguladıklarında bukkal kortikal kemik kalınlığında anlamlı bir fark olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak 30° aının 1.5 kat daha fazla kortikal kemik teması sağladığını tespit etmişlerdir.

Parinyachaiphun ve ark. (167) normodiverjan ve hiperdiverjan dik yön büyüme paternine sahip iskeletsel Sınıf III bireylerde mandibular bukkal shelf bölgesini minivida uygulamaları için KIBT ile incelemişlerdir. Ölçümleri birinci molar ile ikinci molar dişin temas noktası ve ikinci molar dişin mesial kökü hizası olmak üzere iki farklı bölgede gerçekleştirmişlerdir. Aynı zamanda tüm ölçümleri alveolar kret tepesinden 3, 5 ve 7 mm apikalde olacak şekilde farklı dikey mesafelerden ve farklı açılarla (70°, 75°, 80°) yapmışlardır. Kortikal kemik kalınlığı 3 ve 5 mm dikey seviyede incelendiğinde, herhangi bir yerleştirme açısında iki bölge arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ancak 7 mm'lik dikey mesafede ikinci moların mesial kökü hizasındaki bölgede, birinci molar ile ikinci moların temas noktası bölgesine oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla kortikal kemik kalınlığı tespit edilmiştir. Ayrıca 70, 75 ve 80 derece açılarda yapılan ölçümlerde yerleştirme açısı arttıkça, minivida yerleştirme doğrultusu boyunca ölçülen kortikal kemik kalınlığının arttığı tespit edilmiştir.

Kolge ve ark. (204) yaptıkları çalışmada MBS bölgesine minivida yerleştirilmesi için izin verilen açıyı, mandibular ikinci moların distobukkal tüberkül tepesi hizasında ortalama $74.48 \pm 4.26^\circ$ olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da minivida giriş açısı belirlenirken Kolge ve ark.nın (204) yaptıkları yöntem referans alınmıştır. Sonuç olarak Sınıf I bireylerde birinci moların distal kökü hizasında ortalama $79.11 \pm 4.90^\circ$ açı, ikinci moların distal kökü hizasında $80.55 \pm 6.56^\circ$ açı bulunmuştur. Sınıf III bireylerde birinci moların distal kökü hizasındaki ortalama açı $80.35 \pm 5.43^\circ$ iken ikinci moların distal kökü hizasında ortalama açı $82.03 \pm 6.77^\circ$ olarak ölçülmüştür. Çalışmamızda hem Sınıf I bireylerde hem de Sınıf III bireylerde posteriora doğru gidildikçe açı değerinin arttığı gözlenmiştir. Ancak bu artış klinik olarak anlamsızdır.

Mandibular molar dişlerin başarılı bir şekilde distalizasyonu amaçlanıyorsa, MBS'ye kök teması olmadan minividaların yerleştirilmesi gerekir. Lin (196), MBS'de 2 mm çapında minividaların kullanılmasını önermiştir. Periodontal ligament aralığı genişliğinin 0.15 ile 0.21 mm arasında olduğu bildirilmiştir (207). Bu nedenle, yerleştirme veya distalizasyon sırasında minivida ile kök temasından kaçınmak için, minivida çapının yarısı (1 mm) ve 0.21 mm'lik periodontal ligament aralığı genişliği toplandığında en az 1.21 mm'lik bir mesafe olması gerekmektedir (167). Bizim çalışmamızda hem Sınıf I bireylerde hem de Sınıf III bireylerde her iki bölgede de köke en yakın mesafenin 1.21 mm'den fazla olduğu gözlenmiştir.

Parinyachaiphun ve ark. (167) yaptıkları çalışmada bizim çalışmamızdakine benzer şekilde ilgili bölgedeki molar dişin köküne olan mesafeyi farklı yerleştirme açılarında ölçmüşlerdir. Yaptıkları çalışmada minivida okluzal düzleme dik olmayan bir açıyla yerleştirildiğinde, kök temasının olmadığı yeri bulmayı amaçlamışlardır. Molar köke en yakın mesafeyi, daha yüksek yerleştirme açılarında daha düşük yerleştirme açılara kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulmuşlardır. Ayrıca ikinci moların mesial kökü hizasında, birinci ve ikinci molar temas noktası hizasına göre molar köke en yakın mesafe daha fazla bulunmuştur. Mandibular birinci ve ikinci molar temas noktası bölgesi için bu mesafe birinci moların distal kökünden ölçülmüştür. Sonuç olarak her iki bölgede de molar köke en yakın mesafe 1.5 mm'den fazla ölçüldüğünden minivida yerleşimi için iki bölgenin de güvenli olduğunu belirtmişlerdir.

Bizim çalışmamızda minivida giriş açısını belirlerken molar kökten 2 mm'lik mesafe bırakılmıştır. Ancak minivida giriş doğrusunu o bölgedeki anatomik sınıra kadar ilerleterek toplam kemik kalınlığını ölçtüğümüzden bazı ölçümlerde, doğrunun molar köke 2 mm'den daha fazla yaklaştığı tespit edilmiştir. Bu bölgelerde de doğrunun köke en yakın olduğu mesafe ölçülmüştür. Sınıf I bireylerde birinci moların distal kökü hizasında köke en yakın mesafe ortalama 1.82 ± 0.33 mm iken ikinci moların distal kökü hizasında ortalama 1.31 ± 0.85 mm olarak bulunmuştur. Sınıf III bireylerde köke en yakın mesafe birinci moların distal kökü hizasında ortalama 1.68 ± 0.55 mm iken ikinci moların distal kökü hizasında ortalama 1.28 ± 0.83 mm olarak bulunmuştur. Çalışmamızda köke en yakın mesafede hem yerleştirme bölgelerine göre hem de Sınıf I ve Sınıf III bireyler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak Parinyachaiphun ve ark.nın (167) yaptıkları çalışma sonuçlarının aksine posteriora doğru gidildikçe köke en yakın mesafenin azaldığı gözlenmiştir. Molar köke en yakın mesafenin büyük ölçüde minivida yerleşim yerlerinden, açısından, kökün eğiminden ve uzunluğundan etkilendiğini düşünmekteyiz.

Ayrıca çalışmamızda Sınıf I ve Sınıf III bireylerde köke en yakın mesafenin 2 mm olduğu ve 2 mm'den az olduğu bölgelerin dağılımı da yapılmıştır. Sınıf I bireylerde birinci moların distal kökü hizasında yapılan ölçümlerin %30'unda, ikinci moların distal kökü hizasında yapılan ölçümlerin ise %50'sinde köke en yakın mesafe 2 mm'den az bulunmuştur. Sınıf III bireylerde birinci moların distal kökü hizasında yapılan ölçümlerin %35'inde, ikinci moların distal kökü hizasında yapılan ölçümlerin ise %60'ında köke en yakın mesafe 2 mm'den az bulunmuştur.

Chang ve ark. (9) yaptıkları çalışmada MBS bölgesinde hareketli mukozaya ve yapışık diş etine yerleştirilen toplam 1680 minivida 4 aylık süreçte benzer başarısızlık oranı bildirmişlerdir. Minivida başının yumuşak doku seviyesinin en az 5 mm üzerinde olduğu sürece, minividanın yapışık diş etine veya hareketli mukozaya yerleştirilebileceği sonucuna varmışlardır. Biz de bu bölgede 2 x 12 mm'lik minivida kullanıldığını varsayarsak ve Chang ve ark.nın (9) tavsiyesine uyarak minividanın 5 mm'lik kısmı yumuşak dokunun üzerinde kaldığında o bölgedeki yumuşak doku kalınlığını ihmal etsek dahi en fazla 7 mm'lik kemik teması elde etmiş oluruz. Yine Chang ve ark. (9) yaptıkları çalışmada, 2 x 12 mm boyutundaki paslanmaz çelik minivida mandibular birinci ve ikinci molar dişlere mümkün olduğunca paralel yerleştirdiklerinde yaklaşık 5 mm kemik teması olduğunu bulmuşlardır.

Çalışmamızda Sınıf I ve Sınıf III bireylerde köke en yakın mesafenin sıfır olduğu (kontakt) ölçümlerdeki ortalama toplam kemik kalınlığı da ayrıca hesaplanmıştır. Sınıf I bireylerde köke en yakın mesafenin sıfır olduğu ölçümlerde ortalama toplam kemik kalınlığı 9.88 ± 2.09 mm, Sınıf III bireylerde ise bu değer 9.63 ± 1.97 mm olarak bulunmuştur. Bulduğumuz bu değerler, MBS'de 12 mm'lik minivida kullanacağımızı düşündüğümüzde minividanın kemikle temas edecek kısmından oldukça fazladır. Dolayısıyla çalışmamızda minivida giriş açısını belirlerken oluşturduğumuz yöntemin kök teması olmadan uygulanabilecek güvenli bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Sınıf I bireylerde 6D bölgesinde kortikal kemik kalınlığı 7D bölgesine göre anlamlı derecede fazla bulunmuştur.
2. Sınıf III bireylerde 6D bölgesinde kortikal kemik kalınlığı 7D bölgesine göre anlamlı derecede fazla bulunmuştur.
3. Hem Sınıf I bireylerde hem de Sınıf III bireylerde posteriora doğru gidildikçe kortikal kemik kalınlığında anlamlı bir azalma gözlenmiştir.
4. Sınıf I ve Sınıf III grupları arasında her iki bölgede yapılan ölçümlerde minivida giriş açısı, kortikal kemik kalınlığı, toplam kemik kalınlığı ve köke en yakın mesafe değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.
5. Sınıf I bireylerde 7D bölgesinde toplam kemik kalınlığı 6D bölgesine göre anlamlı derecede fazla bulunmuştur. Sınıf III bireylerde 7D bölgesinde toplam kemik kalınlığı 6D bölgesine göre fazla olmakla birlikte bu fark anlamlı bulunmamıştır.
6. Toplam kemik kalınlığını ölçerken en çok gözlenen anatomik sınır mandibular kanal olmuştur.
7. Hem Sınıf I bireylerde hem de Sınıf III bireylerde posteriora doğru gidildikçe molar köke en yakın mesafe azalmaktadır. Ancak bölgeler arasında molar köke en yakın mesafe değerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.
8. Sınıf I ve Sınıf III bireylerde her iki bölgede de minivida yerleşimi için yeterli miktarda kortikal kemik kalınlığı ve toplam kemik kalınlığı gözlenmiştir.
9. İncelenen tüm bölgelerde kortikal kemik kalınlığı 2 mm'den fazla bulunduğundan yüksek yerleştirme torkundan kaçınmak için bu bölgelere minivida yerleştirmeden önce rehber yuva hazırlanması dikkate alınabilir.
10. Çalışmamızda incelediğimiz bölgelerde belirlediğimiz yönteme göre bulduğumuz açılarda gerçekleştirilen minivida yerleşiminin güvenli olduğunu düşünmekteyiz. Yine de bireyler arası anatomik varyasyonların olabileceği göz önüne alındığında uygun minivida yerleşim yerini belirlemek adına KIBT alınarak bölgenin kemik özellikleri klinisyen tarafından değerlendirilebilir.
11. Çalışmamızda minivida yerleşimi için MBS bölgesinin yumuşak doku özellikleri dikkate alınmadan sadece kemik özellikleri değerlendirilmiştir. Yumuşak doku

özelliklerinin de incelendiği, örneklem sayısının daha fazla olduğu, farklı yaşı gruplarında ve farklı dik yön büyüme paternine sahip hastalarda MBS bölgesini değerlendirmek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



KAYNAKLAR

1. Chang H-P, Tseng Y-C. Miniscrew implant applications in contemporary orthodontics. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences* 2014, 30(3): 111-5.
2. Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: a comprehensive review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2007, 103(5): 6-15.
3. Prabhu J, Cousley RR. Current products and practice: bone anchorage devices in orthodontics. *Journal of Orthodontics* 2006, 33(4): 288-307.
4. Cousley R, Sandler P. Advances in orthodontic anchorage with the use of mini-implant techniques. *British Dental Journal* 2015, 218(3): E4.
5. Papageorgiou SN, Zogakis IP, Papadopoulos MA. Failure rates and associated risk factors of orthodontic miniscrew implants: a meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2012, 142(5): 577-95.
6. Alharbi F, Almuzian M, Bearn D. Miniscrews failure rate in orthodontics: systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics* 2018, 40(5): 519-30.
7. Kim H-J, Yun H-S, Park H-D, Kim D-H, Park Y-C. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006, 130(2): 177-82.
8. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung H-M, Yamamoto TT. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007, 131(4): 68-73.
9. Chang C, Liu SS, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *The Angle Orthodontist* 2015, 85(6): 905-10.
10. Nucera R, Lo Giudice A, Bellocchio AM, Spinuzza P, Caprioglio A, Perillo L et al. Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. *The Angle orthodontist* 2017, 87(5): 745-51.
11. Ghosh A. Infra-zygomatic crest and buccal shelf-orthodontic bone screws: a leap ahead of micro-implants—clinical perspectives. *Journal of Indian Orthodontic Society* 2018, 52(4): 127-41.

12. Jing Y, Han X, Guo Y, Li J, Bai D. Nonsurgical correction of a Class III malocclusion in an adult by miniscrew-assisted mandibular dentition distalization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2013, 143(6): 877-87.
13. Chen K, Cao Y. Class III malocclusion treated with distalization of the mandibular dentition with miniscrew anchorage: a 2-year follow-up. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2015, 148(6): 1043-53.
14. Chang C, Huang C, Roberts W. 3D Cortical Bone Anatomy of the Mandibular Buccal Shelf: a CBCT study to define sites for extra-alveolar bone screws to treat Class III malocclusion. *Int J Orthod Implantol* 2016, 41: 74-82.
15. Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010, 137(4): 130-5.
16. Costello BJ, Ruiz RL, Petrone J, Sohn J. Temporary skeletal anchorage devices for orthodontics. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics* 2010, 22(1): 91-105.
17. Ülgen M. Direnç, Ankraj, Ankraj Bölgeleri. *Ortodontik Tedavi Prensipleri*, 7. Baskı. Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, 2010: 400-9.
18. Nahidh M. Understanding Anchorage in Orthodontics-A Review Article. *Annals of Clinical and Medical Case Reports* 2019, 2(4): 1-6.
19. Murugesan A, Sivakumar A. Comparison of bone thickness in infrazygomatic crest area at various miniscrew insertion angles in Dravidian population—A cone beam computed tomography study. *International Orthodontics* 2020, 18(1): 105-14.
20. Feldmann I, Bondemark L. Anchorage capacity of osseointegrated and conventional anchorage systems: a randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008, 133(3): 19-28.
21. Daskalogiannakis J, Miethke RR, McNamara JA. *Glossary of Orthodontic Terms*. Quintessence Publ. Batavia, IL, USA, 2000.
22. Gainsforth BL, Higley L. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery* 1945, 31(8): 406-17.
23. Brånemark P-I, Breine U, Adell R, Hansson B, Lindström J, Ohlsson Å. Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental studies. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery* 1969, 3(2): 81-100.
24. Linkow L. The endosseous blade implant and its use in orthodontics. *International Journal of Orthodontics* 1969, 18: 149-54.

25. Smith JR. Bone dynamics associated with the controlled loading of bioglass-coated aluminum oxide endosteal implants. *American Journal of Orthodontics* 1979, 76(6): 618-36.
26. Creekmore TD. The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod* 1983, 17: 266-9.
27. Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *The Angle Orthodontist* 1990, 60(2): 135-52.
28. Wehrbein H, Glatzmaier J, Mundwiller U, Diedrich P. The Orthosystem-a new implant system for orthodontic anchorage in the palate. *Journal of Orofacial Orthopedics* 1996, 57(3): 142-53.
29. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1995, 107(3): 251-8.
30. Roberts WE. Rigid implant anchorage to close a mandibular first molar extraction site. *J clin Orthod* 1994, 28: 693-704.
31. Roberts WE, Helm FR, Marshall KJ, Gongloff RK. Rigid endosseous implants for orthodontic and orthopedic anchorage. *The Angle Orthodontist* 1989, 59(4): 247-56.
32. Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield Jr J, Roberts W, Garetto L. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *Journal of Dental Research* 2003, 82(5): 377-81.
33. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997, 31:763-7.
34. Costa A, Raffainl M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery* 1998, 13(3): 201-9.
35. Melsen B, Petersen JK, Costa A. Zygoma ligatures: an alternative form of maxillary anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics* 1998, 32(3): 154-8.
36. De Clerck H, Geerinckx V, Siciliano S. The zygoma anchorage system. *Journal of Clinical Orthodontics* 2002, 36(8): 455-9.
37. Nagasaka H, Sugawara J, Kawamura H, Kasahara T, Umemori M, Mitani H. A clinical evaluation on the efficacy of titanium miniplates as orthodontic anchorage. *Orthodontic Waves* 1999, 58(2): 136-47.
38. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2003, 124(4): 373-8.

39. Lee JS, Kim JK, Park Y-C, Vanarsdall RL. *Applications of Orthodontic Mini-implants*. Quintessence Publishing Company Chicago, Ill; 2007.
40. Ahmed N, Joseph R. Temporary anchorage devices in orthodontics: A review. *IP Indian Journal of Orthodontics and Dentofacial Research* 2020, 6(4): 222-8.
41. Mizrahi E, Mizrahi B. Mini-screw implants (temporary anchorage devices): orthodontic and pre-prosthetic applications. *Journal of Orthodontics* 2007, 34(2): 80-94.
42. Melsen B, Verna C, editors. Miniscrew implants: the Aarhus anchorage system. *Seminars in Orthodontics* 2005, 11(1): 24-31.
43. Lin J, Liou E. A new bone screw for orthodontic anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics* 2003, 37(12): 676-81.
44. Melsen B. Mini-implants: where are we? *Journal of Clinical Orthodontics* 2005, 39(9): 539.
45. Carano A, Velo S, Leone P, Siciliani G. Clinical applications of the miniscrew anchorage system. *Journal of Clinical Orthodontics* 2005, 39(1): 9-30.
46. Fortini A, Cacciafesta V, Sfondrini MF, Cambi S, Lupoli M. Clinical applications and efficacy of miniscrews for extra-dental anchorage. *Orthod* 2004, 1: 87-98.
47. Ohnishi H, Yagi T, Yasuda Y, Takada K. A mini-implant for orthodontic anchorage in a deep overbite case. *The Angle Orthodontist* 2005, 75(3): 444-52.
48. Kyung S-H, Choi J-H, Park Y-C. Miniscrew anchorage used to protract lower second molars into first molar extraction sites. *Journal of Clinical Orthodontics* 2003, 37(10): 575-9.
49. Papadopoulos MA. Overview of the intra-maxillary noncompliance appliances with absolute anchorage. *Orthodontic treatment for the Class II non-compliant patient: current principles and techniques Edinburgh: Elsevier, Mosby* 2006: 341-4.
50. Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EHH, Yao CCJ. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clinical Oral Implants Research* 2007, 18(6): 768-75.
51. Bayat E, Bauss O. Effect of smoking on the failure rates of orthodontic miniscrews. *Journal of Orofacial Orthopedics* 2010, 71(2): 117-24.
52. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*, 5th ed. St. Louis, Mosby, Elsevier Health Sciences, 2013
53. Chen Y, Kyung HM, Zhao WT, Yu WJ. Critical factors for the success of orthodontic mini-implants: a systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009, 135(3): 284-91.

54. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *International Journal of Prosthodontics* 1998, 11(5).
55. Baumgaertel S. Predrilling of the implant site: is it necessary for orthodontic mini-implants? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010, 137(6): 825-9.
56. Reynders R, Ronchi L, Bipat S. Mini-implants in orthodontics: a systematic review of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009, 135(5): 564. e1-. e19.
57. Cheng S-J, Tseng I-Y, Lee J-J, Kok S-H. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2004, 19(1).
58. Freudenthaler JW, Bantleon HP, Haas R. Bicortical titanium screws for critical orthodontic anchorage in the mandible: a preliminary report on clinical applications. *Clinical Oral Implants Research* 2001, 12(4): 358-63.
59. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *The Angle Orthodontist* 2006, 76(2): 191-7.
60. Wiechmann D, Meyer U, Büchter A. Success rate of mini-and micro-implants used for orthodontic anchorage: a prospective clinical study. *Clinical Oral Implants Research* 2007, 18(2): 263-7.
61. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung H-M, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007, 131(1): 9-15.
62. Lim J-W, Kim W-S, Kim I-K, Son C-Y, Byun H-I. Three dimensional finite element method for stress distribution on the length and diameter of orthodontic miniscrew and cortical bone thickness. *The Korean Journal of Orthodontics* 2003, 33(1): 11-20.
63. Song Y-Y, Cha J-Y, Hwang C-J. Mechanical characteristics of various orthodontic mini-screws in relation to artificial cortical bone thickness. *The Angle Orthodontist* 2007, 77(6): 979-85.
64. Holm L, Cunningham SJ, Petrie A, Cousley RR. An in vitro study of factors affecting the primary stability of orthodontic mini-implants. *The Angle Orthodontist* 2012, 82(6): 1022-8.
65. Cha J-Y, Takano-Yamamoto T, Hwang C-J. The effect of miniscrew taper morphology on insertion and removal torque in dogs. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2010, 25(4).

66. Park H-S, Jeong S-H, Kwon O-W. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006, 130(1): 18-25.
67. Carano A, Melsen B. Implants in orthodontics. Interview. *Progress in Orthodontics* 2005, 6(1): 62-9.
68. Suzuki M, Deguchi T, Watanabe H, Seiryu M, Iikubo M, Sasano T et al. Evaluation of optimal length and insertion torque for miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2013, 144(2): 251-9.
69. Kuroda S, Sakai Y, Tamamura N, Deguchi T, Takano-Yamamoto T. Treatment of severe anterior open bite with skeletal anchorage in adults: comparison with orthognathic surgery outcomes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007, 132(5): 599-605.
70. Chen YJ, Chang HH, Lin HY, Lai EHH, Hung HC, Yao CCJ. Stability of miniplates and miniscrews used for orthodontic anchorage: experience with 492 temporary anchorage devices. *Clinical Oral Implants Research* 2008, 19(11): 1188-96.
71. Costa A, Pasta G, Bergamaschi G, editors. Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices. *Seminars in Orthodontics* 2005, Elsevier.
72. Cousley R. Maximising Mini-Implant Success: Design Factors. *The Orthodontic Mini-Implant Clinical Handbook* 2013: 17-23.
73. Drago CJ, Del Castillo RA. A retrospective analysis of osseotite NT implants in clinical practice: 1-year follow-up. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2006, 26(4).
74. Carano A, Lonardo P, Velo S, Incorvati C. Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. *Progress in Orthodontics* 2005, 6(1): 82-97.
75. Yoo S-H, Park Y-C, Hwang C-J, Kim J-Y, Choi E-H, Cha J-Y. A comparison of tapered and cylindrical miniscrew stability. *European Journal of Orthodontics* 2014, 36(5): 557-62.
76. Jong Lin J. *Text book of Creative Orthodontics: Blending the Damon System and TADs to Manage Difficult Malocclusions*. Taipei, Taiwan: Yong Chieh; 2007.
77. Brown RN, Sexton BE, Chu T-MG, Katona TR, Stewart KT, Kyung H-M et al. Comparison of stainless steel and titanium alloy orthodontic miniscrew implants: a mechanical and histologic analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2014, 145(4): 496-504.

78. Christensen FB, Dalstra M, Sejling F, Overgaard S, Bünger C. Titanium-alloy enhances bone-pedicle screw fixation: mechanical and histomorphometrical results of titanium-alloy versus stainless steel. *European Spine Journal* 2000, 9(2): 97-103.
79. Jang I, Shim S-C, Choi D-S, Cha B-K, Lee J-K, Choe B-H et al. Effect of TiO₂ nanotubes arrays on osseointegration of orthodontic miniscrew. *Biomedical Microdevices* 2015, 17(4): 1-7.
80. Kim S-H, Lee S-J, Cho I-S, Kim S-K, Kim T-W. Rotational resistance of surface-treated mini-implants. *The Angle Orthodontist* 2009, 79(5): 899-907.
81. Lee S-J, Ahn S-J, Lee JW, Kim S-H, Kim T-W. Survival analysis of orthodontic mini-implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010, 137(2): 194-9.
82. Chapman J, Harrington R, Lee K, Anderson P, Tencer A, Kowalski D. Factors affecting the pullout strength of cancellous bone screws. *Journal of Biomechanical Engineering* 1996, 118(3): 391-8.
83. Yerby S, Scott CC, Evans NJ, Messing KL, Carter DR. Effect of cutting flute design on cortical bone screw insertion torque and pullout strength. *Journal of Orthopaedic Trauma* 2001, 15(3): 216-21.
84. Brinley CL, Behrents R, Kim KB, Condoor S, Kyung H-M, Buschang PH. Pitch and longitudinal fluting effects on the primary stability of miniscrew implants. *The Angle Orthodontist* 2009, 79(6): 1156-61.
85. Wehrbein H, Göllner P. Skeletal anchorage in orthodontics—basics and clinical application. *Journal of Orofacial Orthopedics* 2007, 68(6): 443-61.
86. Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2007, 36(8): 695-9.
87. Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011, 139(4): 495-503.
88. Topouzelis N, Tsaousoglou P. Clinical factors correlated with the success rate of miniscrews in orthodontic treatment. *International journal of oral science* 2012;4(1):38-44.
89. Jing Z, Wu Y, Jiang W, Zhao L, Jing D, Zhang N et al. Factors affecting the clinical success rate of miniscrew implants for orthodontic treatment. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2016, 31(4).

90. Holmes DC, Loftus JT. Influence of bone quality on stress distribution for endosseous implants. *The Journal of Oral Implantology* 1997, 23(3): 104-11.
91. Marquezan M, Mattos CT, Sant'Anna EF, de Souza MMG, Maia LC. Does cortical thickness influence the primary stability of miniscrews?: A systematic review and meta-analysis. *The Angle Orthodontist* 2014, 84(6): 1093-103.
92. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *Journal of Orofacial Orthopedics* 2006, 67(3): 162-74.
93. Schätzle M, Golland D, Roos M, Stawarczyk B. Accuracy of mechanical torque-limiting gauges for mini-screw placement. *Clinical Oral Implants Research* 2010, 21(8): 781-8.
94. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clinical Oral Implants Research* 2006, 17(1): 109-14.
95. Motoyoshi M, Inaba M, Ono A, Ueno S, Shimizu N. The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implants and on the stress distribution in surrounding bone. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2009, 38(1): 13-8.
96. Motoyoshi M, Ueno S, Okazaki K, Shimizu N. Bone stress for a mini-implant close to the roots of adjacent teeth-3D finite element analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2009, 38(4): 363-8.
97. Ono A, Motoyoshi M, Shimizu N. Cortical bone thickness in the buccal posterior region for orthodontic mini-implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2008, 37(4): 334-40.
98. Misch C. Bone character: second vital implant criterion. *Dent Today* 1988, 7(5): 39-40.
99. Hutton JE, Heath MR, Chai JY, Harnett J, Jemt T, Johns RB et al. Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 1995, 10(1).
100. Santiago RC, de Paula FO, Fraga MR, Assis NMSP, Vitral RWF. Correlation between miniscrew stability and bone mineral density in orthodontic patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009, 136(2): 243-50.
101. Lee J-S, Hyung Kim D, Park Y-C, Kyung S-H, Kim T-K. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *The Angle Orthodontist* 2004, 74(5): 711-4.
102. Yun H, Kim H, Park Y. *The Thickness of the Maxillary Soft Tissue and Cortical Bone Related with an Orthodontic Implantation* (Thesis). Seoul, South Korea: Yonsei University 2001.

103. Park H-S, Lee S-K, Kwon O-W. Group distal movement of teeth using microscrew implant anchorage. *The Angle Orthodontist* 2005, 75(4): 602-9.
104. Hu K-S, Kang M-K, Kim T-W, Kim K-H, Kim H-J. Relationships between dental roots and surrounding tissues for orthodontic miniscrew installation. *The Angle Orthodontist* 2009, 79(1): 37-45.
105. Lim H-J, Eun C-S, Cho J-H, Lee K-H, Hwang H-S. Factors associated with initial stability of miniscrews for orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009, 136(2): 236-42.
106. Yadav S, Upadhyay M, Liu S, Roberts E, Neace WP, Nanda R. Microdamage of the cortical bone during mini-implant insertion with self-drilling and self-tapping techniques: a randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2012, 141(5): 538-46.
107. Chen Y, Shin H-I, Kyung H-M. Biomechanical and histological comparison of self-drilling and self-tapping orthodontic microimplants in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008, 133(1): 44-50.
108. Wilmes B, Panayotidis A, Drescher D. Fracture resistance of orthodontic mini-implants: a biomechanical in vitro study. *The European Journal of Orthodontics* 2011, 33(4): 396-401.
109. Chen Y, Kyung HM, Gao L, Yu W-J, Bae E-J, Kim S-M. Mechanical properties of self-drilling orthodontic micro-implants with different diameters. *The Angle Orthodontist* 2010, 80(5): 821-7.
110. Homolka P, Beer A, Birkfellner W, Nowotny R, Gahleitner A, Tschabitscher M. Bone mineral density measurement with dental quantitative CT prior to dental implant placement in cadaver mandibles: pilot study. *Radiology* 2002, 224(1): 247-52.
111. Lim S-A, Cha J-Y, Hwang C-J. Insertion torque of orthodontic miniscrews according to changes in shape, diameter and length. *The Angle Orthodontist* 2008, 78(2): 234-40.
112. Kyung HM, Park HS, Bae SM, Sung JH, Kim IB. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics* 2003, 37(6): 321-8.
113. Park H-S, HwangBo E-S, Kwon T-G. Proper mesiodistal angles for microimplant placement assessed with 3-dimensional computed tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010, 137(2): 200-6.
114. Wilmes B, Su Y-Y, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. *The Angle Orthodontist* 2008, 78(6): 1065-70.

115. Oh TJ, Shotwell JL, Billy EJ, Wang HL. Effect of flapless implant surgery on soft tissue profile: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Periodontology* 2006, 77(5): 874-82.
116. Gupta N, Kotrashetti S, Naik V. A comparative clinical study between self tapping and drill free screws as a source of rigid orthodontic anchorage. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery* 2012, 11(1): 29-33.
117. Yi J, Ge M, Li M, Li C, Li Y, Li X et al. Comparison of the success rate between self-drilling and self-tapping miniscrews: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics* 2017, 39(3): 287-93.
118. Kim J-W, Ahn S-J, Chang Y-I. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005, 128(2): 190-4.
119. Singh S, Mogra S, Shetty VS, Shetty S, Philip P. Three-dimensional finite element analysis of strength, stability, and stress distribution in orthodontic anchorage: a conical, self-drilling miniscrew implant system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2012, 141(3): 327-36.
120. Florvaag B, Kneuert P, Lazar F, Koebke J, Zöller JE, Braumann B et al. Biomechanical properties of orthodontic miniscrews. An in-vitro study. *Journal of Orofacial Orthopedics* 2010, 71(1): 53-67.
121. Crismani AG, Bertl MH, Čelar AG, Bantleon H-P, Burstone CJ. Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010, 137(1): 108-13.
122. Holberg C, Winterhalder P, Rudzki-Janson I, Wichelhaus A. Finite element analysis of mono-and bicortical mini-implant stability. *European Journal of Orthodontics* 2014, 36(5): 550-6.
123. Brettin BT, Grosland NM, Qian F, Southard KA, Stuntz TD, Morgan TA et al. Bicortical vs monocortical orthodontic skeletal anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008, 134(5): 625-35.
124. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *The Angle Orthodontist* 2003, 73(1): 86-92.
125. Park H-S, Kyung H-M, Sung J-H. A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics* 2002, 36(10): 592-6.

126. Park Y-C, Lee S-Y, Kim D-H, Jee S-H. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2003, 123(6): 690-4.
127. Park H-S, Kwon T-G. Sliding mechanics with microscrew implant anchorage. *The Angle Orthodontist* 2004, 74(5): 703-10.
128. Huja SS, Litsky AS, Beck FM, Johnson KA, Larsen PE. Pull-out strength of monocortical screws placed in the maxillae and mandibles of dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005, 127(3): 307-13.
129. Roberts WE. Implants: Bone physiology and metabolism. *Cda j* 1987, 15: 54-61.
130. Gelgör İE, Büyükyılmaz T, Karaman AI, Dolanmaz D, Kalaycı A. Intraosseous screw–supported upper molar distalization. *The Angle Orthodontist* 2004, 74(6): 838-50.
131. Romanos G, Toh CG, Siar CH, Swaminathan D, Ong AH, Donath K et al. Peri-implant bone reactions to immediately loaded implants. An experimental study in monkeys. *Journal of Periodontology* 2001, 72(4): 506-11.
132. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004, 126(1): 42-7.
133. Cope JB. Temporary anchorage devices in orthodontics: a paradigm shift. *Seminars in Orthodontics* 2005, Elsevier.
134. Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007, 131(4): 43-51.
135. Asscherickx K, Vannet BV, Wehrbein H, Sabzevar MM. Root repair after injury from mini-screw. *Clinical Oral Implants Research* 2005, 16(5): 575-8.
136. Mine K, Kanno Z, Muramoto T, Soma K. Occlusal forces promote periodontal healing of transplanted teeth and prevent dentoalveolar ankylosis: an experimental study in rats. *The Angle Orthodontist* 2005, 75(4): 637-44.
137. Morea C, Dominguez GC, Wuo A, Tortamano A. Surgical guide for optimal positioning of mini-implants. *Journal of Clinical Orthodontics* 2005, 39(5): 317-21.
138. Dula K, Mini R, van der Stelt PF, Buser D. The radiographic assessment of implant patients: decision-making criteria. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2001, 16(1).
139. Carano A, Velo S, Incorvati C, Poggio P. Clinical applications of the Mini-Screw-Anchorage-System (MAS) in the maxillary alveolar bone. *Progress in Orthodontics* 2004, 5(2): 212-35.

140. Suzuki EY, Buranastidporn B. An adjustable surgical guide for miniscrew placement. *Journal of Clinical Orthodontics* 2005, 39(10): 588-90.
141. Kyung H-M. Overview development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics* 2003, 37: 321-8.
142. Giancotti A, Arcuri C, Barlattani A. Treatment of ectopic mandibular second molar with titanium miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004, 126(1): 113-7.
143. Ozen T, Orhan K, Gorur I, Ozturk A. Efficacy of low level laser therapy on neurosensory recovery after injury to the inferior alveolar nerve. *Head & Face Medicine* 2006, 2(1): 1-9.
144. Sujatha N, Manjunath K, Balasubramanyam V. Variations of the location of the greater palatine foramina in dry human skulls. *Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research* 2005, 16(3): 99-102.
145. Denio D, Torabinejad M, Bakland LK. Anatomical relationship of the mandibular canal to its surrounding structures in mature mandibles. *Journal of Endodontics* 1992, 18(4): 161-5.
146. Torgay A, Aydin E, Cilasun U, Durmaz L, Arslan G. Subcutaneous emphysema after dental treatment: a case report. *Pediatric Anesthesia* 2006, 16(3): 314-7.
147. Heyman SN, Babayof I. Emphysematous complications in dentistry, 1960-1993: an illustrative case and review of the literature. *Quintessence International* 1995, 26(8).
148. Schuman N, Owens B, Shelton J. Subcutaneous emphysema after restorative dental treatment. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)* 2001, 22(1): 38-40.
149. Monsour P, Savage N. Cervicofacial emphysema following dental procedures. *Australian Dental Journal* 1989, 34(5): 403-6.
150. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *International Endodontic Journal* 2000, 33(3): 186-93.
151. Ardekian L, Oved-Peleg E, Mactei EE, Peled M. The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons* 2006, 64(2): 277-82.
152. Reiser GM, Rabinovitz Z, Bruno J, Damoulis PD, Griffin TJ. Evaluation of maxillary sinus membrane response following elevation with the crestal osteotome technique in human cadavers. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2001, 16(6).

153. Brånemark P, Adell R, Albrektsson T, Lekholm U, Lindström J, Rockler B. An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and maxillary sinus. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 1984, 42(8): 497-505.
154. Heidemann W, Gerlach KL, Gröbel K-H, Köllner H-G. Influence of different pilot hole sizes on torque measurements and pullout analysis of osteosynthesis screws. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 1998, 26(1): 50-5.
155. Trisi P, Rebaudi A. Progressive bone adaptation of titanium implants during and after orthodontic load in humans. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* 2002, 22(1).
156. Büchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U. Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Clinical Oral Implants Research* 2005, 16(4): 473-9.
157. Misch CE. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading. *The International Journal of Oral Implantology* 1990, 6(2): 23-31.
158. Büchter A, Kleinheinz J, Wiesmann HP, Kersken J, Nienkemper M, Weyhrother H et al. Biological and biomechanical evaluation of bone remodelling and implant stability after using an osteotome technique. *Clin Oral Implants Res* 2005, 16(1): 1-8.
159. Heidemann W, Terheyden H, Gerlach KL. Analysis of the osseous/metal interface of drill free screws and self-tapping screws. *Journal of Cranio-maxillofacial Surgery* 2001, 29(2): 69-74.
160. Dalstra M, Cattaneo P, Melsen B. Load transfer of miniscrews for orthodontic anchorage. *Orthodontics* 2004, 1: 53-62.
161. Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. *Journal of Clinical Orthodontics* 2001, 35(7): 417-22.
162. Herman R, Cope JB, editors. Miniscrew implants: IMTEC mini ortho implants. *Seminars in Orthodontics* 2005, Elsevier.
163. Othman S, Haugen E, Gjermo P. The effect of chlorhexidine supplementation in a periodontal dressing. *Acta Odontologica Scandinavica* 1989, 47(6): 361-6.
164. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R et al. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2001, 119(5): 489-97.
165. Norton NS. *Netter's Head and Neck Anatomy for Dentistry*. 2nd ed. Philadelphia, Elsevier, 2012.

166. Lipski M, Tomaszewska I, Lipska W, Lis G, Tomaszewski K. The mandible and its foramen: anatomy, anthropology, embryology and resulting clinical implications. *Folia Morphologica* 2013, 72(4): 285-92.
167. Parinyachaiphun S, Petdachai S, Chuenchompoonut V. Considerations for placement of mandibular buccal shelf orthodontic anchoring screw in Class III hyperdivergent and normodivergent subjects—A cone beam computed tomography study. *Orthodontic Waves* 2018, 77(1): 44-56.
168. Jong Lin J. *Text book of Creative Orthodontics: Blending the Damon System and TADs to Manage Difficult Malocclusions*. Taipei, Taiwan: Yong Chieh 2007.
169. Çağıl H. Serbest çalışan diş hekimlerinin kullandıkları radyografik teknik ve ekipmanları (Bitirme tezi). *İzmir: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı* 2009.
170. Lucchesi M, Wood R, Nortje C. Suitability of the panoramic radiograph for assessment of mesiodistal angulation of teeth in the buccal segments of the mandible. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1988, 94(4): 303-10.
171. Angulo F. [Panoramic radiograph in edentulous and partially edentulous patients]. *Acta Odontologica Venezuelana* 1989, 27(2-3): 60-7.
172. Suomalainen A, Pakbaznejad Esmaili E, Robinson S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights into Imaging* 2015, 6(1): 1-16.
173. Tang Z, Liu X, Chen K. Comparison of digital panoramic radiography versus cone beam computerized tomography for measuring alveolar bone. *Head & Face Medicine* 2017, 13(1): 1-7.
174. Reddy M, Mayfield-Donahoo T, Vanderven F, Jeffcoat M. A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. *Clinical Oral Implants Research* 1994, 5(4): 229-38.
175. Hajeer MY, Millett D, Ayoub A, Siebert J. Applications of 3D imaging in orthodontics: part I. *Journal of Orthodontics* 2004, 31(1): 62-70.
176. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthodontics & Craniofacial Research* 2003, 6: 31-6.
177. White SC, Pharoah MJ. The evolution and application of dental maxillofacial imaging modalities. *Dental Clinics of North America* 2008, 52(4): 689-705.
178. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004, 125(4): 512-5.

179. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005, 127(5): 627-37.
180. Fourie Z, Damstra J, Gerrits PO, Ren Y. Accuracy and reliability of facial soft tissue depth measurements using cone beam computer tomography. *Forensic Science International* 2010, 199(1-3): 9-14.
181. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4-and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofacial Radiology* 2004, 33(2): 83-6.
182. Callender KI, Brooks SL. Usefulness of tomography in the evaluation of patients with temporomandibular disorders: a retrospective clinical study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 1996, 81(6): 710-9.
183. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005, 128(6): 803-11.
184. Bornstein MM, Scarfe WC, Vaughn VM, Jacobs R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2014, 29.
185. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *Journal-Canadian Dental Association* 2006, 72(1): 75.
186. Ergün S, Güneri P. Dental dijital görüntüleme üçüncü boyut. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2019, 29(1): 133-42.
187. Tadinada A, Schneider S, Yadav S, editors. Role of cone beam computed tomography in contemporary orthodontics. *Seminars in Orthodontics* 2018, Elsevier.
188. Yu HS. Understanding Implant Sites for TADs. *Temporary Anchorage Devices in Clinical Orthodontics* 2020: 91-8.
189. Park J, Cho HJ. Three-dimensional evaluation of interradicular spaces and cortical bone thickness for the placement and initial stability of microimplants in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009, 136(3): 314. e1-. e12.
190. Zawawi KH. Acceptance of orthodontic miniscrews as temporary anchorage devices. *Patient Preference and Adherence* 2014, 8: 933.

191. Baumgaertel S. Cortical bone thickness and bone depth of the posterior palatal alveolar process for mini-implant insertion in adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011, 140(6): 806-11.
192. Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009, 136(2): 230-5.
193. Choi YT, Kim Y-J, Yang K-S, Lee D-Y. Bone availability for mandibular molar distalization in adults with mandibular prognathism. *The Angle Orthodontist* 2018, 88(1): 52-7.
194. Lin J, Roberts E. CBCT imaging to diagnose and correct the failure of maxillary arch retraction with IZC screw anchorage. *Int J Orthop Implantol* 2014, 3: 4-17.
195. Inaba M. Evaluation of primary stability of inclined orthodontic mini-implants. *Journal of Oral Science* 2009, 51(3): 347-53.
196. Lin J. Treatment of severe Class III with buccal shelf mini-screws. *News Trends Orthod* 2010, 18: 3-12.
197. Landin M, Jadhav A, Yadav S, Tadinada A. A comparative study between currently used methods and Small Volume-Cone Beam Tomography for surgical placement of mini implants. *The Angle Orthodontist* 2015, 85(3): 446-53.
198. Kim S-H, Kang S-M, Choi Y-S, Kook Y-A, Chung K-R, Huang JC. Cone-beam computed tomography evaluation of mini-implants after placement: is root proximity a major risk factor for failure? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010, 138(3): 264-76.
199. Cassetta M, Stefanelli LV, Pacifici A, Pacifici L, Barbato E. How accurate is CBCT in measuring bone density? A comparative CBCT-CT in vitro study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 2014, 16(4): 471-8.
200. Escobar-Correa N, Ramírez-Bustamante MA, Sánchez-Uribe LA, Upegui-Zea JC, Vergara-Villarreal P, Ramírez-Ossa DM. Evaluation of mandibular buccal shelf characteristics in the Colombian population: A cone-beam computed tomography study. *Korean Journal of Orthodontics* 2021, 51(1): 23-31.
201. Horner KA, Behrents RG, Kim KB, Buschang PH. Cortical bone and ridge thickness of hyperdivergent and hypodivergent adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2012, 142(2): 170-8.
202. Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2013, 143(2): 190-6.

203. Farahani M, Eiffar H, Namdari M. Assessment of the Mandibular Buccal Shelf for Safe Miniscrew Insertion in Teenagers and Adults: A Cone-Beam Computed Tomography Study. *Journal of Dental School, Shahid Beheshti University of Medical Sciences* 2018, 38(3): 97-103.
204. Kolge NE, Patni VJ, Potnis SS. Tomographic mapping of buccal shelf area for optimum placement of bone screws: a three-dimensional cone-beam computed tomography evaluation. *APOS Trends Orthod* 2019, 9(4): 241-5.
205. Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2018, 153(4): 505-11.
206. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006, 129(6): 721. e7-. e12.
207. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology-E-Book: Principles and Interpretation*. Elsevier Health Sciences, 2014.

EKLER

EK-1. Özgeçmiş

