T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

MAKSİLLER DARLIĞA SAHİP BİREYLERDE UYGULANAN FARKLI ÜST ÇENE GENİŞLETME APAREYLERİNİN DENTOFASİYAL YAPILAR ÜZERİNE ETKİLERİNİN ULTRASONOGRAFİ VE ULTRA DÜŞÜK DOZ KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Simge Soydan

Ortodonti Anabilim Dalı

Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Rıdvan OKŞAYAN

Yardımcı Tez Danışmanı

Doç. Dr. İbrahim Şevki BAYRAKDAR

ESKİŞEHİR

2021

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

MAKSİLLER DARLIĞA SAHİP BİREYLERDE UYGULANAN FARKLI ÜST ÇENE GENİŞLETME APAREYLERİNİN DENTOFASİYAL YAPILAR ÜZERİNE ETKİLERİNİN ULTRASONOGRAFİ VE ULTRA DÜŞÜK DOZ KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Simge SOYDAN

Tez Savunma Tarihi: 25.03.2021

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Rıdvan OKŞAYAN (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)

Yardımcı Tez Danışmanı: Doç. Dr. İbrahim Şevki BAYRAKDAR (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Oral SÖKÜCÜ (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Uğurlu (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şule BAYRAK

Dekan

Uzmanlık Tezi

ESKİŞEHİR-2021

UZMANLIK TEZİ BEYANNAMESİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum **"MAKSİLLER DARLIĞA SAHİP BİREYLERDE UYGULANAN FARKLI ÜST ÇENE GENİŞLETME APAREYLERİNİN DENTOFASİYAL YAPILAR ÜZERİNE ETKİLERİNİN ULTRASONOGRAFİ VE ULTRA DÜŞÜK DOZ KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ"** başlıklı araştırmayı danışmanım **Doç. Dr. Rıdvan OKŞAYAN** ve yardımcı tez danışmanım **Doç. Dr. İbrahim Şevki Bayrakdar**'ın rehberlik ve sorumluluğunda tamamladığımı; çalışma protokolü ve hazırlık süresince bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun davrandığımı, verilerin tarafımdan toplandığını, örneklerin tarafımca hazırlandığını; deney, analiz ve görüntüleme işlemlerinin ilgili laboratuvar ve görüntüleme merkezinde tarafımca yapıldığını/yaptırıldığını, tez metnini hazırlarken kaynakçanın eksiksiz olarak gösterildiğini, tezin yazım kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırlandığını ve belirtilen hususların aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Simge SOYDAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ..... **VI**

ÖZET ..... **VII**

ABSTRACT ..... **IX**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **XI**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **XVI**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **XVII**

1. GİRİŞ ve AMAÇ **1**

2. GENEL BİLGİLER **3**

2.1. Maksiller Darlık **3**

2.1.1. Posterior Çapraz Kapanış **3**

2.1.1.1. Dişsel Posterior Çapraz Kapanış **3**

2.1.1.2. Fonksiyonel Posterior Çapraz Kapanış **3**

2.1.1.3. İskeletsel Posterior Çapraz Kapanış **4**

2.1.2. Prevalansı **4**

2.1.3. Etiyoloji **5**

2.1.3.1. Genetik Etkiler **5**

2.1.3.2. Çevresel Etkiler **6**

2.1.3.3. Alışkanlıklar **7**

2.1.4. Teşhis **7**

2.1.5. Tedavi **9**

2.2. Hızlı Üst Çene Genişletmesi 11

2.2.1. Tarihçesi 11

2.2.2. Endikasyonları 13

2.2.3. Kontrendikasyonları 15

2.2.4. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Aparey Çeşitleri 15

2.2.4.1. Diş Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri 16

2.2.4.2. Diş ve Doku Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri 18

2.2.4.3. Kemik (mini vida) Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri 19

2.2.5. Genişletme Kuvveti ve Hızı 27

2.2.6. Zamanlaması 28

2.2.7. RME'nin Etkilerini Değerlendirme Yöntemleri 32

2.2.7.1. Histolojik Değerlendirme 32

2.2.7.2. Sonlu Elemanlar Analizi 34

2.2.7.3. Ortodontik Modellerin Analizi 35

2.2.7.4. Sefalometrik Analiz 36

2.2.7.5. Oklüzal Radyografi 38

2.2.7.6. Akustik Rinometri 39

2.2.7.7. Bilgisayarlı Tomografi 39

2.2.7.8. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi 41

2.2.7.9. Ultrasonografi 46

2.2.8. RME'nin Etkileri 49

2.2.8.1. RME'nin İskeletsel Etkileri 51

2.2.8.2. RME'nin Dişsel Etkileri 56

2.2.8.3. RME'nin Diğer Etkileri..... 60

2.2.9. RME Sonrası Retansiyon ve Relaps..... 66

3. MATERYAL ve METOT 69

3.1. Çalışmaya Dahil Edilen Bireylerin Seçimi 69

3.2. Tedavi Yöntemi..... 70

3.2.1. Akrilik RME Apareyinin Uygulanması..... 70

3.2.2. Hibrit RME Apareyinin Uygulanması..... 72

3.2.3. RME Aktivasyon Protokolü..... 73

3.3. KIBT Verilerinden Elde Edilen Lateral ve Postero-Anterior Sefalometrik Görüntülerin Analizi 74

3.3.1. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Noktalar..... 76

3.3.2. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Doğrular..... 80

3.3.3. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Açılar..... 82

3.3.4. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Uzunluk ve Oranlar..... 84

3.3.5. Postero-Anterior Sefalometri Analizinde Kullanılan Noktalar..... 85

3.3.6. Postero-Anterior Sefalometri Analizinde Kullanılan Uzunluklar 87

3.4. KIBT Verileri Kullanılarak Koronal Kesitsel Ölçümlerin Yapılması..... 88

3.5. KIBT ve USG Verileri Kullanılarak Aksiyal Kesitsel Ölçümlerin Yapılması . 91

3.5.1. KIBT Aksiyal Kesit Ölçümleri 91

3.5.2. USG Aksiyal Kesit Ölçümleri..... 93

3.6. İstatistiksel Yöntem 96

4. BULGULAR 97

4.1. Yöntem Hatası Değerlendirilmesi 97

4.2. Gruplara Göre Kronolojik Yaş Dağılımları 105

4.3. Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları 105

4.3.1. Sagital İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 105

4.3.2. Vertikal İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 107

4.3.3. Yumuşak Doku Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 110

4.3.4. Dentoalveolar Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 110

4.4. Postero-Anterior Sefalometrik Analiz Bulguları 112

4.4.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 112

4.4.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 113

4.5. KIBT Koronal Kesit Bulguları 124

4.5.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 124

4.5.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması 126

4.6. KIBT ve USG Aksiyal Kesit Bulguları 130

5. TARTIŞMA 134

5.1. Amaç, Bireyler ve Yöntemin Tartışılması 134

5.2. Bulguların Tartışılması 143

5.2.1. Lateral Sefalometrik Analiz Bulgularının Tartışılması 143

5.2.1.1. Sagital İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması 143

5.2.1.2. Vertikal İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması 146

5.2.1.3. Yumuşak Doku Ölçüm Bulgularının Tartışılması 149

5.2.1.4. Dentoalveolar Ölçüm Bulgularının Tartışılması 151

5.2.2. Postero-Anterior Sefalometrik Analiz Bulgularının Tartışılması 154

5.2.2.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması 154

5.2.2.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması 156

5.2.3. KIBT Koronal Kesit Ölçüm Bulgularının Tartışılması 158

5.2.3.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması 158

5.2.3.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması 161

5.2.4. KIBT ve USG Aksiyal Kesit Ölçüm Bulgularının Tartışılması 163

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 168

KAYNAKLAR 170

EK-1 ETİK KURUL ONAYI 220

EK-2. ONAM FORMU 225

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinde çok şey öğrendiğim, tez çalışmamda her daim bana yol gösteren değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Rıdvan OKŞAYAN'a,

Radyolojik değerlendirmelerde ve tez çalışmamda hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen yardımcı tez danışmanın Doç. Dr. İbrahim Şevki BAYRAKDAR'a,

Eğitimime önemli katkılarda bulunan, destekleri ve anlayışıyla her zaman yanımızda olan sevgili hocam Dr. Öğr. Üy. Mehmet UĞURLU'ya,

Asistanlığım boyunca çok şey paylaştığım, hepsini ayrı ayrı çok sevdiğim ve beraber çalışmaktan mutlu olduğum arkadaşlarım Mehmet AYDIN, Melek KULAK, Hüseyin KARA, Jeyhun JAFARLI, Sahand GHAFFARI, Seda KAYRAK, Gizem Gözde ÖZŞAHİN, İrem BALCI, Batuhan KULELİ, Zeki ARSLAN, Bircan KABUKÇU'ya,

Anabilim dalı hemşirelerimiz sevgili Meral DEMİR, Gönül ŞEN, Şemsi ARI ve sekreterimiz Nergiz ERCAN'a,

Üzerimde sonsuz emek ve destekleri olan, her zaman sevgilerini hissettiğim canım annem Arife SOYDAN ve babam Vahap SOYDAN'a, her koşulda yanımda olan canım ablam Gülşah ÇETİN'e ve biricik yeğenim Sarp ÇETİN'e çok teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Bu prospektif klinik çalışmanın amacı, hibrit ve akrilik bonded RME apareyinin dentofasiyal yapılar üzerine etkilerini, KIBT ve USG ile değerlendirip elde edilen sonuçları karşılaştırmaktır.

Materyal ve Metot: Prospektif çalışmamızın materyalini, 30 hastanın genişletme öncesinde (T0), aktif genişletmenin sonunda (T1) ve 3 aylık pekiştirme dönemi sonunda (T2) alınan ultra düşük doz KIBT ve USG kayıtları oluşturmaktadır. Hastalar randomize olarak 2 gruba ayrılmıştır. Akrilik bonded RME grubunu, yaşları ortalama 12.6 ± 1.4 olan 15 hasta, hibrit RME grubunu yaşları ortalama 13.1 ± 1.8 olan 15 hasta oluşturmaktadır. Genişletme vidası, midpalatal sutur açılıncaya kadar sabah, akşam günde toplam 2 çeyrek tur (0.44 mm/gün), sutur açıldıktan sonra ise günde 1 çeyrek tur aktive edilmiştir. Maksiller 1.molar dişin palatinal tüberkülü ile mandibular 1.molar dişin bukkal tüberkülü arasındaki ilişkiye bakılarak retansiyon dönemine geçilmiş, apareyler pasif bir şekilde 3 ay boyunca ağızda tutulmuştur. Sert ve yumuşak dokuda meydana gelen değişimler lateral ve postero-anterior sefalometrik analizlerde, KIBT verilerinden elde edilen kesitlerde ve USG aksiyal kesitinde değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler, IBM SPSS V23 programı ile analiz edilmiştir.

Bulgular: İki aparey grubunda sagital, vertikal yönde meydana gelen dişsel, iskeletsel etkiler benzerdir. Midpalatal suturun açılmasıyla maksillar ve nazal genişlikte önemli artışlar tespit edilmiştir. ($p<0.001$) Koronal kesitte, iki grupta da iskeletsel transversal artışlar benzerdir. Dişsel ölçümlerdeki artışlar, iskeletsel ölçümlerdeki artışlardan yüksek bulunmuş, piramit şekilli bir genişleme gerçekleşmiştir. 1.premolar dişlerin pulpa odaları arasındaki mesafe, tedavi sonunda akrilik grupta hibrit gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir. ($p=0.024$) Aksiyal kesitte, midpalatal sutural açılma özellikle anterior bölgede hibrit grupta daha fazladır, USG'de DR-DL, ER-EL mesafelerinde iki

grup arasındaki fark anlamlıdır. (p=0.022, p=0.018) Hem KIBT, hem USG'de anterior, orta ve posterior seviyelerdeki midpalatal sutural açılma birbiriyle yüksek korelasyon göstermektedir. Fakat, KIBT ile USG ölçümleri arasındaki korelasyon zayıf bulunmuştur.

Sonuç: Her iki apareyin de dentofasiyal etkileri benzer bulunmuştur. İki aparey grubunda da, midpalatal sutural ayrılma KIBT ve USG görüntülerinde tespit edilmiştir. USG, RME tedavisinde sutural açılmanın tespitinde radyasyon içeren görüntüleme yöntemleri yerine kullanılabilir. Fakat açılma miktarının ölçümünde güvenilirliği sınırlıdır.

Anahtar Kelimeler: Hibrit RME, KIBT, ultrasonografi

ABSTRACT

Aim: The aim of this prospective clinical study is to evaluate the effects of hybrid and acrylic bonded RME appliances on dentofacial structures with CBCT and USG, and then to compare the CBCT and USG findings with each other.

Material and Method: The material of our prospective study consists of ultra-low-dose CBCT and USG records of 30 patients taken before expansion (T0), at the end of active expansion (T1) and at the end of the 3-months retention period (T2). Patients were randomly divided into 2 groups. Acrylic-bonded RME group included 15 patients whose mean age was 12.6 ± 1.4 years and hybrid RME group included 15 patients whose mean age was 13.1 ± 1.8 years. Expansion screw was activated 2 quarter turn (0.44 mm / day) a day until the midpalatal suture was opened, and 1 quarter turn a day after the suture was opened. The retention period was initiated by examining the relationship between the palatinal cusps of the maxillary 1st molar and the buccal cusps of the mandibular 1st molar, the appliances were kept in the mouth passively for 3 months. Changes in hard and soft tissue were evaluated and compared in lateral and postero-anterior cephalometric analyzes, sections obtained from CBCT data and USG axial section. The obtained data were analyzed with IBM SPSS V23 program.

Results: Using both appliances revealed similar results in the sagittal and vertical directions. Significant increases in maxillary and nasal width were found with the opening of the midpalatal suture. ($p < 0.001$) In coronal section, skeletal transversal increases were similar in both groups. Increases in dental measurements were higher than skeletal measurements, a pyramid-shaped expansion occurred. The distance between the pulp chambers of the 1st premolar is statistically significantly higher in the acrylic group compared to the hybrid group at the end of the treatment. ($p = 0.024$) In the axial section, the midpalatal sutural opening is more especially in the anterior region in the hybrid

group, the difference between the two groups in USG is significant in DR-DL ER-EL distances. ($p = 0.022$, $p = 0.018$) Midpalatal sutural opening at the anterior, middle and posterior levels in both CBCT and USG are highly correlated with each other. However, the correlation between CBCT and USG measurements was found to be weak.

Conclusion: Dentofacial effects of both appliances were found to be similar. In both appliance groups, midpalatal sutural separation was detected in CBCT and USG images. USG can be used instead of imaging methods involving radiation in the detection of sutural opening in RME treatment. However, its reliability in measuring the opening amount is limited.

Keywords: CBCT, Hybrid RME, ultrasonography

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°	Derece
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
sn	Saniye
cm	Santimetre
mm	Milimetre
gr	Gram
kg	Kilogram
µSv	Mikrosievert
Sv	Sievert
MHZ	Milyon Hertz
kV	Kilovolt
mA	Miliamper
3B	Üç Boyutlu
A	A Noktası
A'	Yumuşak Doku A Noktası
A-Nperp	A noktası-Nasion Dikmesi Arası Uzaklık
ANB	A, Nasion ve B Noktaları Arasındaki Açı
ANS	Anterior Nasal Spine
ANS-Me	ANS ve Menton Noktaları Arasındaki Doğru
ANR-ANL	Sağ ve Sol Antegonial Notch Noktaları
Ar	Articulare Noktası

ArGoMe	Aticulare, Gonion ve Menton Noktaları Arasındaki Açı
ASW	Anterior Sutural Width
B	B Noktası
B'	Yumuşak Doku B Noktası
Ba	Basion Noktası
BT	Bilgisayarlı Tomografi
BTMG	Burun Tabanı Maksillar Genişlik
CG	Crista Galli Noktası
Co	Condylon Noktası
Co-A	Condylon A (Efektif Maksiller Uzunluk)
Co-Gn	Condylon Gnathion (Efektif Mandibular Uzunluk)
CS	Cervical Stage
CVM	Cervical Vertebra Maturation
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
FEA	Finite Element Analysis (Sonlu Elemanlar Analizi)
FMA	Frankfort Mandibular Plane Angle
FOV	Field of View (Görüntülenecek Alan)
Gn	Gnathion Noktası
G'	Yumuşak Doku Gnathion Noktası
Go	Gonion Noktası
HP	Hard Palate
HU	Hounsfield Unit
ICPR	Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonu
JR-JL	Sağ ve Sol Jugular Process Noktaları

KIBT	Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
L6CR-L6CL	Mandibular Birinci Moların Bukkal Kaspı (sağ ve sol)
L6RR-L6RL	Mandibular Birinci Moların Bukkal Kökü (sağ ve sol)
Li	Labiale inferius Noktası
LL	Lower Lip
Ls	Labiale Superius Noktası
MARPE	Mini Implant Supported Rapid Palatal Expansion
MARME	Mini Implant Supported Rapid Maxillary Expansion
MSW	Middle Sutural Width
Mx/Md Diff	Maxillo-Mandibular Difference
Me	Menton Noktası
Me'	Yumuşak Doku Menton Noktası
MP	Mandibular Plane
MP-OP	Mandibular Düzlem- Oklüzal Düzlem Arasındaki Açı
MSE	Maxillar Skeletal Expansion
N	Nasion Noktası
N'	Yumuşak Doku Nasion Noktası
N-ANS	Nasion ve ANS Noktaları Arasındaki Doğru
NCR-NCL	Sağ ve Sol Nazal Kavite Lateral Duvar Noktaları
NF	Nasal Floor
Ni-Ti	Nikel Titanyum
N-Me	Nasion ve Menton Noktaları Arasındaki Doğru
OP	Occlusal Plane
OP-FH	Oklüzal Düzlem-Frankfort Horizontal Düzlemi Arasındaki Açı

Or	Orbita Noktası
PA	Postero-Anterior
PC	Pulp Chambers
PNS	Posterior Nasal Spine
Pog	Pogonion Noktası
Po	Porion Noktası
Pog'	Yumuşak Doku Pogonion Noktası
Pog-Nperp	Pogonion noktası-Nasion Dikmesi Arası Uzaklık
PP	Palatal Plane
Prn	Pronasale Noktası
PSW	Posterior Sutural Width
RA	Root Apices
RME	Rapid Maxillary Expansion (Hızlı Üst Çene Genişletmesi)
SARME	Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion
SArGo	Sella, Ariculare ve Gonion Noktaları Arasındaki Açı
SN	Sella Nasion Düzlemi
Sn	Subnasale Noktası
SNA	Sella, Nasion ve A Noktaları Arasındaki Açı
SNB	Sella, Nasion ve B Noktaları Arasındaki Açı
SNAr	Sella, Nasion ve Articulare Noktaları Arasındaki Açı
SN-MP	Sella Nasion Düzlemi ve Mandibular Düzlem Arasındaki Açı
SN-GoGn	Sella Nasion ve Gonion Gnathion Doğruları Arasındaki Açı
SPECT	Tek Foton Emisyonlu Bilgisayarlı Tomografi
Ss	Stomion superius Noktası

T0	Tedavi Öncesi
T1	Aktif Genişletme Sonu
T2	3 Aylık Retansiyon Sonu
TME	Temporomandibular Eklem
TPD	Transpalatal Distraktör
U1	Üst Birinci Kesici
U1-SN	Üst Birinci Kesici Diş ile SN Doğrusu Arasındaki Açı
U1-PP	Üst Birinci Kesici Diş ile Palatal Düzlem Arasındaki Açı
U4	Üst Birinci Premolar Diş
U6CR-U6CL	Maksiller Birinci Moların Bukkal Kaspı (sağ ve sol)
U6RR-U6RL	Maksiller Birinci Moların Bukkal Kökü (sağ ve sol)
UL	Upper Lip
USG	Ultrasonografi
ZAR-ZAL	Sağ ve Sol Zygomatic Arch Noktaları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No **Sayfa No**

Şekil 3.1. Akrilik RME apareyinin simantasyonu **71**
Şekil 3.2. Simantasyonda kullanılan cam iyonomer siman **71**
Şekil 3.3. Palatal mini vidaların uygulanması ve Hibrit RME apareyinin simantasyonu **72**
Şekil 3.4. Aktivasyon dönemi sonunda Hibrit ve Akrilik RME apareyleri **73**
Şekil 3.5. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazı (Planmeca Promax 3D Mid Proface) **74**
Şekil 3.6. Frontal düzlemde oryantasyon **76**
Şekil 3.7. Sagital düzlemde oryantasyon **76**
Şekil 3.8. Lateral sefalometrik analizde kullanılan sert doku işaret noktaları **78**
Şekil 3.9. Lateral sefalometrik analizde kullanılan yumuşak doku işaret noktaları **80**
Şekil 3.10. Lateral sefalometrik analizde kullanılan yatay doğrular **81**
Şekil 3.11. Lateral sefalometrik analizde kullanılan dikey doğrular **82**
Şekil 3.12. Lateral sefalometrik analizde kullanılan açılar **83**
Şekil 3.13. Lateral sefalometrik analizde kullanılan uzunluk ve oranlar **85**
Şekil 3.14. Postero-anterior sefalometrik analzde kullanılan noktalar **87**
Şekil 3.15. Postero-anterior sefalometrik analizde kullanılan uzunluklar **88**
Şekil 3.16. Aksiyal, sagital ve koronal düzlemde oryantasyon **89**
Şekil 3.17. Birinci molar diş iskelesel ve dişsel koronal kesit ölçümleri **90**
Şekil 3.18. Birinci premolar diş iskeletsel ve dişsel koronal kesit ölçümleri **91**
Şekil 3.19. KIBT aksiyal kesitinde midpalatal sutural açılma ve yapılan ölçümler **92**
Şekil 3.20. Ultrasonografi cihazı (Mindray DC N3) **93**
Şekil 3.21. USG aksiyal kesitinde midpalatal sutural açılma ve yapılan ölçümler **95**

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Aparey çeşitlerinin avantaj ve dezavantajları **25**
Tablo 3.1. Gruplara göre cinsiyetin karşılaştırılması **70**
Tablo 3.2. Gruplara göre cinsiyetin karşılaştırılması **70**
Tablo 3.3. Cihaz özellikleri **75**
Tablo 4.1. Lateral ve posterioanterior sefalometri parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi **99**
Tablo 4.2. KIBT koronal kesit parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi **103**
Tablo 4.3. KIBT ve USG aksiyal kesit parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi **104**
Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi lateral ve posteroanterior sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması **115**
Tablo 4.5. Gruplar arası ve gruplar içi KIBT koronal kesit parametrelerinin karşılaştırılması **128**
Tablo 4.6. Aktif genişletme sonu (T1) gruplar içi KIBT aksiyal kesit ölçümleri ve USG aksiyal kesit ölçümlerinin karşılaştırılması **132**
Tablo 4.7. Aktif genişletme sonu (T1) gruplar arası KIBT ve USG aksiyal kesit ölçümlerinin karşılaştırılması **133**

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Genetik faktörler, çevresel faktörler veya bu etkenlerin birleşmesiyle oluşan stomatognatik sistemdeki anomalileri tedavi ederek bireylere ideal fonksiyon ve estetiği kazandırıp tedavi sonucunun kalıcı olmasını sağlamak ortodontinin asıl hedefidir. Bu anomaliler sagital, vertikal ve transversal olarak uzayın üç boyutunda da oluşabilmektedir.[1]

İdeal bir oklüzyonda; maksiller diş kavsi, mandibular diş kavsini uzayın her yönünde kutu kapağı gibi örtmektedir. Bu ilişkinin posteriorda palatinale doğru bozulmasına posterior çapraz kapanış denir.[2, 3] Posterior çapraz kapanış klinik olarak en sık karşılaşılan transversal yön anomalisidir ve tek veya çift taraflı olarak görülebilir.[2, 4]

Etyolojisinde genetik, çevresel ve multifaktöryel etkenlerin rol aldığı posterior çapraz kapanış, dişsel düzeyde bir veya birden fazla dişi ilgilendirebildiği gibi, iskeletsel olarak maksiller darlıktan da kaynaklanabilir.[5-8] Apikal kemik kaidesinde bir darlık ve kompanzasyondan dolayı dişlerin kronlarında bir bukkal tipping varsa midpalatal suturun açılmasıyla apikal kaidenin genişletilmesi gerekmektedir.[2, 5, 9-12]

Hızlı üst çene genişletmesi, çapraz kapanışların tedavisinde en sık kullanılan protokollerden biridir. Hızlı üst çene genişletmesinde (RME), diş ve/veya palatal mukozaya lateral yönde diş hareket limitlerini aşan bir kuvvet uygulanarak midpalatal suturun açılması sağlanır ve maksiller darlık elimine edilir.[13]

Hızlı üst çene genişletme tedavisinde pek çok aparey dizayn edilmiş ve kullanılmıştır. Günümüzde diş ve doku destekli apareylerin yan etkilerini en aza indirmek için iskeletsel ankraj ünitelerinden çok sık yararlanılmaktadır.[14]

Hızlı üst çene genişletmesinde elde edilen iskeletsel ve dişsel değişimlerin transversal yönde değerlendirilmesinde lateral, postero-anterior sefalogramlar ve okluzal radyografiler kullanılmaktadır.[15-18] Ancak bu sefalometrik filmlerde, anatomik noktaların

tespit edilmesindeki güçlükler ve bu noktaların üst üste çakışması sebebiyle yeterli bilgi sağlanamayıp, güvenirliliğini de tartışmalı hale getirmektedir.[16]

Üç boyutlu görüntüleme teknolojisinde meydana gelen gelişmeler, maksilofasiyal bölgenin tüm düzlemlerde, kesitsel veya bir bütün olarak değerlendirilebilmesine olanak tanımıştır.[19] Bilgisayarlı Tomografilerde (BT) uygulanan radyasyon dozunun yüksek oluşu ve pahalı bir yöntem olması sebebiyle,[20] daha az radyasyon dozu ve kısa tarama zamanı (10-70 sn) ile görüntü kalitesi ve çözünürlüğü yüksek, distorsiyonu minimum olan ve Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiler (KIBT) kullanılmaya başlanmıştır.[21]

Lateral, postero-anterior sefalogramlar, okluzal radyografiler, BT, KIBT gibi görüntüleme yöntemlerinin hepsi belli oranlarda radyasyon içerir. Oysa ortopedi literatüründe, distraksiyon osteogenezisi uygulanan uzun kemiklerdeki yaraların değerlendirilmesinde kullanılan radyasyon içermeyen ultrasonografinin (USG) güvenilir bir görüntüleme yöntemi olduğu belirtilmiştir.[22, 23] Distraksiyon osteogenezisi uygulanan mandibulanın değerlendirilmesinde,[24] cerrahi destekli RME uygulanan maksillanın değerlendirilmesinde USG'den yararlanılmıştır.[25] USG, RME uygulanan hastalarda da midpalatal suturdaki açılmayı değerlendirmede etkili ve güvenilir bir yöntem olabilir.

Bu çalışmanın amacı, hibrit RME apareyi ve akrilik bonded RME apareyinin dentofasiyal yapılar üzerine etkilerini, genişletme öncesinde (T0), aktif genişletmenin tamamlanmasını takiben (T1) ve 3 aylık pekiştirme dönemi sonunda (T2) alınan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve ultrasonografiler ile değerlendirip elde edilen sonuçları karşılaştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Maksiller Darlık

İlk kez Hippocrates tarafından tanımlanan maksillanın transversal darlığı kraniyofasiyal bölgede en sık karşılaşılan iskeletsel maloklüzyonlardan biridir. Maksiller darlığın sıklıkla karşılaşılan iki klinik işareti bulunmaktadır, bunlar dişsel çapraşıklık ve posterior çapraz kapanıştır.[1]

2.1.1. Posterior Çapraz Kapanış

Björk, posterior çapraz kapanışı kanin, premolar ve molar bölgede üst dişlerin bukkal tüberküllerinin karşılık gelen alt dişlerin bukkal tüberküllerinin lingualinde yer alması şeklinde tanımlamıştır.[26] Posterior çapraz kapanış günümüzde dişsel, fonksiyonel ve iskeletsel çapraz kapanış şeklinde sınıflandırılmaktadır.[2]

2.1.1.1. Dişsel Posterior Çapraz Kapanış

Maksillanın apikal kemik kaidesinde transversal bir yetersizlik yoktur, bir veya birkaç dişte palatinale eğim söz konusudur.[2]

2.1.1.2. Fonksiyonel Posterior Çapraz Kapanış

Genelde süt ve karma dişlenme döneminde görülür. Alt çene istirahat konumunda normal pozisyondayken maksimum interküspidasyona geçtiğinde erken temaslara bağlı olarak bir tarafa doğru kayarak kapanır.[27, 28] Sebebi çoğunlukla üst çene darlığıdır ve morfolojik hale geçmemesi için erken dönemde tedavi edilmelidir.[6, 28, 29]

2.1.1.3. İskeletsel Posterior Çapraz Kapanış

Üst ve alt çene bazal kemik kaideleri arasında transversal uyumsuzluk bulunmaktadır. Genellikle üst çene bazal kemik kaidesinin darlığı sebebiyle oluşur fakat geniş alt çene veya bunların kombinasyonu sonucu da oluşabilmektedir. Alt çene istirahat konumunda, sentrik oklüzyonda, sentrik ilişkide aynı tarafta çapraz kapanışta bulunur.[27, 28]

2.1.2. Prevalansı

Posterior çapraz kapanışın görülme sıklığı toplumdan topluma değişmekte ve yapılan çalışmalarda %23'lere kadar çıktığı gösterilmektedir.[30] Avrupa'da karma dentisyon döneminde İtalya'da %12,[31, 32] Fransa'da %8;[33] Orta Doğu'da karma dentisyon döneminde %4 iken daimi dentisyonda %6.8 olarak bulunmuştur.[34] Afrika ülkelerinde ise daimi dentisyon döneminde bu oranların %10, %6,[35, 36] olarak bulunduğu çalışmalar mevcuttur. Ülkemizde yapılan çalışmalarda, 1997'de Sandıkçıoğlu ve Hazar[37] İzmir Bornova'da 958 karma dentisyon dönemindeki çocukta %2.7 oranında posterior çapraz kapanışa rastlarken, 2002'de Başçiftçi ve ark.[38] Konya ve çevresinde 6-19 yaş aralığındaki 965 kişide bu oranı %9.5 olarak bulmuştur. Gelgör ve ark.'nın[39] 2007'de Kırıkkale'de 12-17 yaş aralığındaki 2329 kişide gerçekleştirdikleri çalışmada da posterior çapraz kapanışın aynı oranda (%9.5) olduğu tespit edilmiştir. 2010 yılında ise Çelikoğlu ve ark.'nın[40] Erzurum'da gerçekleştirdikleri çalışmada ortodonti kliniğine başvuran 12-25 yaş arası 1507 hastanın %31'inde posterior çapraz kapanışa rastlanmış olup bunların %16'sının tek taraflı olduğu bildirilmiştir. Nur ve ark.'nın[41] 2014 yılında Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesindeki 8-17 yaş arası 1023 kişide ortodontik maloklüzyon dağılımını değerlendirdiği araştırmasında posterior çapraz kapanış oranı %21.1 (%15.3 tek, %5.8 çift taraflı) bulunmuştur. Bölgeler arasında ise en çok Akdeniz Bölgesinde (%38.6)

görülürken, en az Doğu Anadolu'da (%13.8) bulunduğu bildirilmiştir. 2016 yılına gelindiğinde ise Güngör ve ark.[42] dentisyon aşamasına göre sınıflandırarak posterior çapraz kapanışın Türkiye'deki prevalansını araştırmışlardır. Buna göre 4-25 yaş arası 1554 kişide %15.6 oranında olan posterior çapraz kapanışın çoğunun daimi dentisyon döneminde görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır.

Yapılan çalışmaların birçoğunda tek taraflı çapraz kapanışın çift taraflıya göre daha fazla bulunduğu, bunların çoğunun da fonksiyonel kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.[6, 30, 41-43]

Cinsiyete göre sınıflandırma yapılan çalışmalarda ise kızlarda posterior çapraz kapanışın daha sık görüldüğünü belirtenlerin yanında,[40, 44] cinsiyetler arası fark bulunmadığını belirten çalışmalar da mevcuttur.[6, 38]

2.1.3. Etiyoloji

Maksillada transversal yetersizlik oluşturan ve posterior çapraz kapanış görülmesine sebep olan etkiler: genetik etkiler, çevresel etkiler ve alışkanlıklar şeklinde sınıflandırılmaktadır.[5, 45]

2.1.3.1. Genetik Etkiler

Genetik etkenler; osteogenezis yoluyla kraniyofasiyal yapıların büyüme yönlerine, miktarlarına veya indirekt olarak kas yapılarına etki ederek maksillada darlık görülmesine sebep olan bazı hastalıkların oluşumuna katılırlar.[27] Suturların kapanmasındaki sorunlar sebebiyle oluşan ve maksillada büyüme ve gelişim eksikliği bulunan Kraniyofasiyal ve Kleidokraniyal Dizostozis Sendromları, Down Sendromu, maksillanın tek taraflı etkilendiği Hemifasiyal Mikrozomi, periosteal kemik gelişiminin yetersiz olduğu Akondroplazi, maksiller hipoplazi bulunan Binder Sendromu,

oklüzyonun ve çiğnemenin yetersiz olduğu, güçlü bukkal kasların bütünlüğü bozuk olan üst çeneyi kollabe olmaya zorladığı ve maksillanın gelişiminin olumsuz etkilendiği dudak damak yarığı olguları gibi genetik faktörlerin etkisiyle oluşan durumlarda üst çenede transversal yetersizlik bulunmaktadır.[5, 46, 47]

2.1.3.2. Çevresel Etkiler

Doğum sırasında meydana gelen travma, süt dişlerinin erken kaybedilmesi veya persiste kalması, çapraşıklık gibi dişsel etkenler; burun solunumu yerine çeşitli sebeplerden ötürü gerçekleştirilen ağız solunumu; dudak damak yarığı ameliyatları gibi iatrojenik etkenler, gebelik döneminde maruz kalınan teratojenik etkenler, ağız hijyeninin, beslenmenin yetersiz olması gibi çevresel faktörler posterior çapraz kapanış oluşmasına sebep olmaktadır.[2, 6, 27, 45]

Adenoid hipertrofisi, nazal polipler, nazal septum deviasyonu, üst solunum yolu alerjileri, tonsil hipertrofisi gibi solunum yolunda oluşan tıkanıklıklar burun solunumunu zorlaştırmaktadır. Böyle durumlarda nefes alabilmek için ağız açık tutulur ve dil aşağıda ağız tabanında konumlanır. Üst çeneye etki eden kasların kuvvet dengesi değişerek maksiller darlık ve posterior çapraz kapanış meydana gelmesine sebep olur. [2, 48-51]

Dudak damak yarığı ameliyatları sonucu oluşan skar dokusu üst çene gelişimini olumsuz etkileyip transversal yetersizlik oluşturabilir.[46]

Persiste süt dişleri veya süt dişlerinin erken kaybı daimi dişlerin ektopik ve çapraz kapanışta sürmesine yol açabilir, ayrıca süt dişlerindeki erken temaslar da fonksiyonel yan çapraz kapanış meydana getirebilmektedir.[6, 52]

2.1.3.3. Alışkanlıklar

Parmak emme, dudak emme, uzun süre emzik kullanımı, dudak ısırma, tırnak yeme, alışkanlıklar kapsamına girmektedir. Bunlardan parmak emme ve uzun süre emzik kullanımı ağız solunumuna benzer bir etki ile posterior çapraz kapanış meydana getirebilir.[2, 27] Emme sırasında parmağın basıncı ile dil aşağıda konumlanarak kaninler bölgesini desteksiz bırakır, yanak kaslarının basıncı özellikle bu bölgelerde yani ağız köşelerinde yüksek düzeye ulaşarak üst çenenin V şeklini alıp daralmasına sebep olur. Ayrıca ağız tabanında konumlanan dil alt dişlere daha fazla lateral kuvvet uygulayarak daha geniş bir alt çene oluşumuna sebep olabilir.[53] Parmak emme 4 yaşına kadar normal, ilerleyen yaşlarda ise patolojik kabul edilmekte ve morfolojik sorunlara yol açabilmektedir.[54]

2.1.4. Teşhis

Maksilladaki transversal yetersizliğin doğru tanısı, yapılacak olan tedavi planlaması ve stabilitesi açısından önemlidir. Bu amaçla; ağız içi ve ağız dışı klinik muayene, dental modeller üzerinde analizler ve radyografik değerlendirmeler yapılmaktadır.

Klinik muayenede; fasiyal asimetri varlığı, gülme sırasında oluşan bukkal koridorların genişliği, solunum şekli, burun kanatları arası mesafe değerlendirilir. Bukkal koridorların fazla geniş, burun kanatları arası mesafenin dar oluşu, ağız solunumu bulunması maksiller darlık ihtimalini düşündürür.[55] Fasiyal asimetri ve çene ucunda bir yöne doğru sapma varlığında oklüzyona bakılır, ağız kapalıyken alt ve üst dişlerin orta hatları çakışmıyorsa, posteriorda çapraz kapanış varsa bunun fonksiyonel mi iskeletsel kaynaklı mı olduğu belirlenmelidir.[45, 56] Ağız içi muayenede maksiller ark formunun 'V' şeklinde oluşu, derin ve dar bir palatal kubbe, artmış çapraşıklık, üst posterior dişlerin

bukkale, alt posterior dişlerin ise linguale eğimli olması maksiller darlığın önemli göstergeleridir.[1, 5]

Dental modeller; arkların formu, uzunluğunun, dişlerin akslarının incelenmesine ve dişler ile apikal kemik kaidesi arasındaki transversal ilişkinin değerlendirilmesine olanak tanır. Howes model analizinde apikal kemik kaidesi genişliğinin (fossa kaninalar arası genişlik) en az premolarlar arası diş kavsi genişliği kadar olması gerektiği bildirilmiştir.[2, 56] Staley ve ark.[57] sentrik oklüzyonda iken üst ve alt molarlar arası mesafe farkını (üst 1. molar mesiobukkal tüberkülü ile alt 1.molar bukkal oluğu arası) hesaplamışlar ve bunun normal bir oklüzyonda erkeklerde ortalama +1.6, kızlarda ise +1.2 mm kadar az olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca modellerde daimi molarların transversal aksiyal inklinasyonlarındaki varyasyonlar değerlendirilerek veya çeşitli ölçüm aletleriyle ölçülerek dişsel bir kompanzasyon olup olmadığına bakılabilir.[45] Sagital yönde değişen çene ilişkilerinin transversal yönde meydana getirdiği uyumsuzluk değerlendirilebilir, bu 'göreceli' veya 'gerçek' transversal uyumsuzluk olarak adlandırılmaktadır.[58] McNamara 36-39 mm transpalatal genişliği, diastema ve çapraşıklık bulunmadan dentisyonun uyum sağlayacağı normal bir boyut olarak kabul etmiştir. 31 mm altına ise ortopedik veya cerrahi genişletme gerekebileceğini söylemiştir.[1]

Betts ve ark.[59] çeneler arası transversal iskeletsel genişlik farklarını belirlemek için postero-anterior (PA) sefalometrik filmlerden yararlanmışlardır. Ricketts 1998 yılında,[60] postero-anterior sefalogramların transversal iskeletsel displaziyi tanımlamak ve değerlendirmek için mevcut en güvenilir filmler olduğunu söylemiş ve dental arklar, alveolar arklar ve bazal kaide genişlikleri arasındaki karşılaştırmaları yapabilmek için frontal analiz kullanımını vurgulamıştır.[61] Geliştirdiği 'Rocky Mountain' analizinde sağ ve sol olmak üzere maksillada jugular noktalar, mandibulada ise antegonial çentik noktaları arası mesafeleri ölçmüş, aralarındaki farkı hesaplayarak yaş bazlı normlara göre

karşılaştırmıştır.[61, 62] Fakat seçilen anatomik noktalar diş ve alveoler kemikten uzakta yer aldığından bu düzeyde meydana gelen değişimleri doğru yansıtmayabilirler. PA sefalometrik filmlerden iskeletsel asimetrilerin değerlendirilmesinde sıklıkla faydalanılmaktadır.[63, 64] Fakat asimetri bulunmayan transversal anomalilerde bu radyografilerin sınırlı faydaları bulunmaktadır.[45] Lehman ve ark.[65] da oklüzal radyografilerin, midpalatal suturun açılmasında ve buradaki kemikleşmenin değerlendirilmesinde temel araçlardan olduğunu söylemiştir.

Üç boyutlu görüntüleme teknikleri tanı için kullanılan, kraniyofasiyal bölgenin doğru bir şekilde görüntülenmesini sağlayan en güncel araçtır.[66] Araştırmalarda, KIBT'dan oluşturulan postero-anterior görüntülerin konvansiyonel olanlara göre daha az değişkenliğe ve daha fazla tekrarlanabilirliğe sahip olduğu gösterilmiştir.[67] Apikal kemik kaidelerinin farklı seviyelerdeki horizontal kesitlerde değerlendirilebilmesine olanak tanır, asimetrilerin değerlendirilmesinde, kraniyofasiyal transversal boyutun tanısında önemli bir potansiyele sahiptirler.[55, 68]

2.1.5. Tedavi

Maksillanın transversal yetersizliği, iskeletsel seviyede midpalatal suturun açılmasıyla veya dentoalveoler ekspansiyonla tedavi edilir. Yalnızca dişsel bir darlık mevcut olup apikal kemik kaidesi yeterli ise diş kavsi genişletilmelidir. Fakat apikal kemik kaide dar olup dişlerde de bukkale kron tippingi şeklinde kompanzasyon mevcutsa midpalatal suturun açılması gerekmektedir.[2, 5, 9] Bir tedavi alternatifinin seçimi, yaş, cinsiyet, etiyolojik etken, maksiller hipoplazinin derecesi ve midpalatal suturun olgunlaşması gibi belirli faktörlere bağlıdır.[69]

Süt ve erken karışık dişlenme dönemlerinde maksilladaki darlık sonucu görülen posterior çapraz kapanışın %45'e varan oranlarda kendiliğinden düzeldiğini söyleyen

araştırmacıların[30, 70] yanında, kendiliğinden düzelmenin olmayacağını ve erken dönemde tedavinin gerektiğini bildiren araştırmacılar da bulunmaktadır.[71] Yine bu dönemde etiyolojik etken eğer parmak emme, emzik kullanma gibi bir alışkanlıksa bunlar çapraz kapanış oluşma riskini artırdığından süreleri azaltılmalı ya da bırakılmalıdır. Süt kaninlerdeki erken temaslar aşındırılabilir.[53] Bu dönemdeki fonksiyonel çapraz kapanışlar erken temas bölgeleri aşındırılarak alt çenenin olması gereken pozisyona yönlendirilmesiyle %27-90 oranlarında düzeltilebilir. Fakat kayma miktarı fazlaysa hareketli veya sabit apareyler ile tedavi gerekebilir.[56]

Maksiller darlık sebebiyle oluşan iskeletsel çapraz kapanışlarda, midpalatal suturun açılarak maksiller bazal genişliğin arttırılması en yaygın uygulanan tedavi yaklaşımıdır.[45] Büyüme, gelişimi tamamlanmamış bireylerde üst çenenin ortopedik olarak genişletilmesi sağlanabilirken, erişkinlerde bu işlemin cerrahi olarak desteklenmesi gerekebilmektedir.[1] Üst çene genişletme tedavisi midpalatal suturun ayrılma hızına göre yavaş, yarı hızlı ve hızlı üst çene genişletmesi şeklinde üçe ayrılır.[5]

Yavaş üst çene genişletmesinde haftada 0.5-1 mm genişletme 2-6 ay boyunca uygulanır.[72, 73] Uygulanan 450-900 gr kuvvet suturun doku bütünlüğünü bozmayıp, ortopedik hareketten çok ortodontik bir hareket meydana getirir.[5, 74] Süt ve karışık dişlenmede sutural açılmanın da gerçekleştiğinden bahsedilmiştir. Rezidüel yükler az olduğundan, bu yöntemde nüks görülme ihtimali de az olmaktadır.[75] Kullanılan apareyler şunlardır: Coffin zemberekleri, quadheliks, Porter aygıtı, W ark apareyi, mıknatıslı genişletme apareyleri, Minne Expander, Ni-Ti palatal ekspansiyon apareyi ve vidalı ekspansiyon plakları.

Yarı hızlı üst çene genişletmesi, üst çenede hem ortopedik hem de ortodontik genişletme elde edilen ve hızlı üst çene genişletmesine göre daha stabil sonuçlar elde edip nüks ihtimalini azaltmayı hedefleyen uygulamalardır.[76] Araştırmacılar çeşitli protokoller

uygulamışlardır. Mew,[77] vidalı 'bioblock' adını verdiği bir hareketli aparey uygulayarak haftada 4-6 çeyrek tur çevirmiş, Sandıkçıoğlu ve Hazar[37] yine vidalı ve hareketli bir aparey ile karma dişlenme dönemindeki hastalara gün aşırı 1 çeyrek tur aktivasyon uygulamıştır. İşeri ve Özsoy[76] ise 2004'te rijit akrilik bonded genişletme apareyini sutur açılıncaya kadar günde 2 çeyrek tur, daha sonra ise haftada 3 çeyrek tur şeklinde uygulayarak yarı hızlı üst çene genişletmesi gerçekleştirmişlerdir.

2.2. Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Hızlı üst çene genişletmesi, dişlere ve maksiller alveoler kemiklere ortodontik diş hareketi için gerekenden çok daha fazla olan 1.5 kg'dan 9 kg'a kadar kuvvet verilmesi sonucu gerçekleşir. Uygulanan basınç, midpalatal suturu açan ortopedik bir güç görevi görür. Ortodontik etki ise dişlerin ve içinde bulundukları alveolün bukkale hareketi ile oluşur.[78] Aparey aktive olduğunda ilk olarak periodontal ligamentte baskı oluşturur, daha sonra alveoler çıkıntıların ve ankraj dişlerin tippingi bunu takip eder. Son olarak midpalatal suturda distraksiyon kuvveti oluşur ve santral kesici dişler arasında diastema görülür. RME'de genellikle günde 0.2-0.5 mm aktivasyon 1-3 hafta uygulanmaktadır.[9] Elde edilen genişliğin stabil hale gelip boşluğun kemikle dolması için apareyin 3-4 ay boyunca ağızda tutulması gerekmektedir.[5]

2.2.1. Tarihçesi

Maksiller darlığın tanımı ve derin, dar bir palatal yapıya sahip bireylerdeki dişsel sorunlar, baş ağrısı, kulak şikayetleri ilk kez *Corpus Hippokratikum'* da geçmektedir.

Emerson H. Angell,[79] 1860'ta ilk kez hızlı üst çene genişletmesini uygulamış, 14.5 yaşındaki bir kız çocuğunda küçükazı dişleri arasına yerleştirdiği çift yönlü vidayı 2 hafta boyunca günde 2 kez aktive ederek santral keserler arasında diastema elde etmiştir.

Bunun midpalatal suturdaki açılmadan kaynaklandığını söylese de bu görüşü radyografilerle desteklenememiştir. 1893'te Goddart,[80] sutural açılmanın olduğu boşlukta osseoz materyalin birikebilmesi için bir stabilizasyon periyoduna ihtiyaç olduğunu söylemiştir. Brown[81] ve Dean[82] RME'nin nazal pasajı rahatlattığını ve burun solunumuna yardımcı olduğunu bulmuşlardır.

Derichsweiler ve Korkhaus,[83] sefalometrik filmler aracılığıyla üst çenedeki genişletmenin nazal kavite gelişiminde olumlu etkiler yaratabileceğini, ağız solunumundan burun solunumuna geçişin kolaylaşabileceğini, nazal septum deviasyonlarının düzelebileceğini söylemişlerdir.

Haas 1961 yılında yaptığı çalışmasında, 'Haas apareyini' uygulayarak üst çenenin genişletilmesi ile birlikte internazal kapasitenin arttığını, A noktasının öne ve bazı vakalarda aşağıya yer değiştirdiğini, mandibulanın ise geriye rotasyon yaptığını, maksillanın palatal proseslerinin aşağı hareketi ile palatal derinliğin azaldığını, alt dişlerin ise gerek üst dişler ile oklüzyonundan gerek üst çenedeki genişlemeye bağlı olarak dil ve yanak kasları arasındaki dengenin değişmesinden gerekse apareyin dili aşağıda tutmasına bağlı olarak dikleştiğini söylemiştir.[9]

Starnbach ve Cleall, hayvanlarda yaptıkları çalışmalarda RME uygulaması sonucu periodontal liflerde organizasyonun bozulduğunu, palatal bölge tarafında membranın kalınlaştığını ve basınç tarafındaki alveolar kemikte rezorpsiyon olduğunu tespit etmişler, sadece midpalatal suturun değil sirkummaksiller suturların da bu teknikten etkilendiğini söylemişlerdir.[84] Lines de erişkin dönemde yapılan uygulamalardaki başarısızlığı yüz iskeletinin artan rijiditesine ve suturlar arasındaki artan kaynaşmaya bağlamıştır. Bu sebeple, yetişkinlerde kortikotomi destekli hızlı üst çene genişletmesi yapılması gerektiğini vurgulamıştır.[85]

Biederman 1968'de, hijyenik olup bu sebeple 'Hyrax' adını verdiği apareyi geliştirmiştir.[86]

Wertz,[12] oklüzalden bakıldığından sutural açılmanın paralel olmadığını en geniş yerin ANS'de olduğunu ve posteriora doğru azalarak devam ettiğini, Hicks[72] de frontal düzlemde açılmanın tepesi nazal tabanda tabanı kesiciler bölgesinde olacak şekilde üçgen şekilli olduğunu belirtmiştir.

Gardner ve Kronman,[87] yaptıkları hayvan deneyleri sonucu RME sonrası sfenooksipital sinkondroziste açılma ile birlikte pterygoid plaklarda, hamular çentikte, zigomatik ark ve sfenoidin büyük kanadında kemik apozisyonu tespit etmişlerdir.

Sonraki yıllarda, Vardimon[88] (1987) ve Darendeliler ve ark.[89] (1994) hafif ve devamlı kuvvet uygulayan mıknatıs içerikli genişletme apareylerini daha stabil sonuçlar elde etmek için kullanmışlardır. Wichelhaus ve ark.[90] da 2004 yılında hafızalı genişletme vidalarını geliştirmişlerdir.

2.2.2. Endikasyonları

1. Çapraz kapanışı düzeltmek: RME'nin en yaygın kullanılan endikasyonu dişsel veya iskeletsel kaynaklı, tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanışın düzeltilmesidir.[1, 5, 10, 91] Hafif anterior çapraz kapanışların da RME tedavisi sonrası düzeldiği gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, hastaların bir kısmında A noktasının 1-2 mm öne hareket ettiği bulunmuştur.[9, 10, 12, 91, 92]

2. Posterior dişlerin aks eğimlerini düzeltmek: Üst posterior dişlerde kompanzasyon sonucu oluşan bukkale doğru artan aksiyal eğim RME tedavisi ile, sonrasında da bukkal kök torku verilmesi ile düzeltilebilir.[93]

3. Sınıf II maloklüzyonun spontan düzeltimi: Klinik olarak maksiller darlık gözlenmeyip, alçı modeller sınıf I ilişkiye getirildiğinde tek veya çift taraflı posterior

çapraz kapanış oluşan hafif veya orta dereceli sınıf II vakalarda üst çenenin genişletilerek alt çenenin 6-12 ay gibi bir süre içinde spontan olarak önde konumlanması sağlanabilir.[1, 10, 12]

4. Fonksiyonel aparey tedavileri veya ortognatik cerrahi öncesi: Şiddetli sınıf II vakalarda uygulanacak fonksiyonel çene ortopedisi öncesi arktaki darlık ve boyut yetersizliğini gidererek apareylerin etkili çalışabilmesi için yapılabilir.[94]

5. Maksillanın sutural sistemini mobilize etmek: Karışık dişlenme dönemindeki maksiller yetersizliğe bağlı sınıf III vakalarda, sirkummaksiller suturların mobilize edilerek yüz maskesinin ortopedik etkisini artırmak için 8-10 gün arası günde 1 tur aktivasyon ile üst çene genişletmesi yapılabilir.[10]

6. Dudak damak yarığı olgularında: Skar dokusu ve bukkal kasların baskısı nedeniyle gelişen maksiller kollapsı açmak amacıyla uygulanır.[5, 91, 95]

7. Nazal stenoza bağlı oluşmuş üst çene darlıklarında nazal direncin azaltılıp, fonksiyonun artırılarak burun solunumuna geçişin kolaylaştırılmasında uygulanır.[94-96]

8. Gülümsemeyi genişletmek: Vanarsdall, dar konik maksillaya sahip bireylerin güldüğü zaman ağız köşelerinde oluşan gölgeyi ifade etmek için 'negatif space' terimini kullanmıştır ve RME ile bukkal koridorlardaki karanlık boşlukların azalacağını ya da ortadan kalkacağını böylece daha estetik bir frontal yüz görünümü elde edileceğini söylemiştir.[1]

9. Süt veya karışık dişlenme döneminde tek taraflı olarak görülen fonksiyonel posterior çapraz kapanışın morfolojik hale dönüşmemesi için uygulanabilir.

10. Ark boyunu artırmak: RME tedavisi ile posteriorda 1 mm'lik ark genişliği artışı, ark boyunda 0.7 mm'lik kazanç sağlar. Çekimli tedavinin hasta profilini olumsuz etkileyeceği fakat diş-ark boyutu uyumsuzluğu bulunup 3-6 mm'lik çapraşıklığa sahip

olan ve çapraz kapanışı olmayan sınır olgularda üst çene genişletilmesi uygulanabileceği belirtilmektedir.[1, 5, 97, 98]

2.2.3. Kontrendikasyonları

1. Yalnızca tek dişi çapraz kapanışta olan,

2. Sagital ve vertikal yönde şiddetli iskeletsel maloklüzyonu bulunup ortognatik cerrahi ile tedavisi planlanan,

3. Üst veya alt çenesinde şiddetli iskeletsel asimetriye sahip,

4. Midpalatal sutur maturasyonu tamamlanmış,

5. Ön açık kapanışa, dik mandibular düzlem açısına sahip konveks bir profil bulunan,

6. Kooperasyonu bulunmayan,

7. Sistemik bir rahatsızlığa sahip hastalarda bu tedavi kontrendikedir.[5]

2.2.4. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Aparey Çeşitleri

Ağız içinde destek aldığı bölgeye göre bu apareyler şu şekilde sınıflandırılır:

1. Diş,
2. Diş ve doku,
3. Kemik (mini vida) destekli

a- Hibrit RME apareyleri

- MARPE (mini vida destekli hızlı palatal genişletme) apareyi
- Hibrit Hyrax apareyi
- Diş, palatal mukoza ve mini vida destekli RME apareyi

b- Yalnızca mini vida destekli RME apareyleri

c- Haas tipi mukoza ve mini vida destekli RME apareyleri

2.2.4.1. Diş Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri

Hyrax: Biederman tarafından geliştirilen tamamen paslanmaz çelikten üretilen bir apareydir. 1. premolar ve molar dişlerde bantlar, ortada da palatal dokuya uyumlu şekilde bükülen kolları aracılığıyla bantlara lehimlenen OIS adı verilen vidası bulunur. Akrilik parça bulunmadığından mukozada iritasyon yapmaz, konuşmaya daha az engel oluşturur. Rijiditesini artırmak için bukkal ve palatinal kısma teller eklenebilir.[5, 86, 99]

Hyrax modifikasyonları: Alessandri ve ark.[100] (1996) hyrax apareyinde palatinaldeki kollar aracılığıyla bantlara lehimlenen, vidayı buradaki slotlara takılıp çıkarılabilir hale dönüştürerek 'disconnectable rapid palatal expander' apareyini geliştirmişlerdir. Cerrahi bir destek gerektiğinde veya ikinci bir vidaya ihtiyaç duyulduğunda vidanın çıkarılabilmesi kolaylık sağlamaktadır. Aynı yıl Schellino ve ark.[101] 'Ragno' adını verdikleri asimetrik çalışıp sadece maksillanın anteriorunda genişleme sağlayan 'fan type' bir vida tanıtmışlardır. Üst birinci ve ikinci premolar bölgede maksillanın istenmeyen genişlemesini önler, bu da tedavinin ileri aşamaları için bir avantaj yaratır. Cozza ve ark.[102] (1999) ise iki yuvarlak paslanmaz çelik teli ikinci süt azı dişlerine yerleştirdikleri bantlara lehimleyerek hyrax apareyini modifiye edip 'butterfly expander' adlı bu apareyi karışık dişlenme dönemindeki hastalarda uygulamışlardır. Lamparski ve ark.[103] (2003) da hyrax vidasının ön kollarını keserek yalnızca daimi birinci molarlara bant yerleştirip genişletme uygulamış ve 4 bantlı hyrax apareyi ile aralarındaki farkları araştırmışlardır. Wichelhaus ve ark.[90] 2004'te hyrax vidasını modifiye edip içine Ni-Ti açık coil springler koyarak devamlı kuvvet vermeyi amaçlamışlardır. Davidovitch ve ark.[104] (2005) da genişletme apareyinde yalnızca daimi birinci molarlarda bant kullanmış fakat hyrax vidasının dört kolunu da bantlara lehimlemişlerdir. Farronato ve ark.[105] 2009 yılında, karma dişlenme döneminde erken süt dişi kaybı ve maksiller hipoplaziye bağlı olarak daimi keserlerin migrasyona uğrayıp orta

hat sapması meydana getirdiği vakalar için bir genişletme apareyi geliştirmiştir. Bu apareyde 2 adet bant daimi birinci molar veya süt ikinci azıya uygulanır ve vidanın palatinaldeki kolları kanin dişe kadar meziale uzatılır. Orta hat sapmasının karşı tarafında molardan santral kesiciye kadar bukkalden bir kol uzatılarak santral kesiciye sabitlenir. Bu aparey ile genişletmeden elde edilen boşluk orta hat sapması için kullanılır ve sabit tedavi aşaması için bir katkı sağlanmış olur.

Cap splint: Timms tarafından geliştirilmiş olup üst santral kesici dişler dışında diğer dişlerin oklüzal yüzeylerini örten iki adet döküm krom kobalt plaktan ve vidadan oluşur.[106] Zamanla krom kobalt döküm yerini akrilik plağa bırakmıştır.

Acrylic-lined bondable genişletme apareyi: 1982'de Howe tarafından geliştirilmiştir. Genişletme vidasına lehimli, posterior dişlerin serbest dişeti kenarında çevresel olarak bükülen paslanmaz çelik telden ve buradan oklüzal yüzeye kadar arka dişleri çevreleyen ince akrilikten oluşur.[107]

Akrilik Cap Splint: Cohen ve Silverman'ın 1973 yılında geliştirdiği bu apareyde posterior dişlerin üzerini kaplayacak akrilik kısım direk olarak dişlere simante edilir.[108] 'Mc Namara Tipi' genişletme apareyi olarak da bilinmektedir.[109] Fazla sayıda dişten destek alındığından karışık dişlenme döneminde diğer apareylere göre retansiyon daha kolay elde edilir. Posteriordaki akrilik cap sayesinde molar dişlerde devrilme ve ekstrüzyon daha az görüldüğünden dikey yön kontrolünün daha iyi olduğu bildirilmektedir.[110] Ayrıca cap splint sayesinde oklüzyonun açılarak maksillanın serbestleşmesiyle hem transversal genişletmenin hem de anterior çapraz kapanış düzeltiminin daha kolay yapılabildiği belirtilmektedir.[111, 112]

2.2.4.2. Diş ve Doku Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri

Haas apareyi: Andrew Haas tarafından tasarlanmıştır. Aparey 1.premolar ve molar dişlere yerleştirilen bantlardan, palatal mukoza ile yakından temas eden iki akrilik ped, ortada da genişletme vidasından oluşmaktadır. Ayrıca apareye rijidite katmak için posterior dişlerin bukkal ve lingual yüzeyi boyunca azı dişlerinden öne doğru destekleyici teller uzanmaktadır.[9] Araştırmacı bu aparey ile, dişsel değil daha çok maksiller hareket yani ortopedik etki elde edildiğini, nazal kavite ve apikal kaidede daha fazla genişlik kazancı olduğunu, daha paralel bir genişleme elde edilip relapsın daha az olacağını öne sürmüştür.[91] Fakat bu apareyin içerdiği akrilik pedler sebebiyle hijyenik olmadığı ve yumuşak dokuda iritasyon oluşturabileceği de söylenmektedir.[99]

Rijit Akrilik Bonded Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyi: Reed ve ark.[113] tarafından akrilik cap splint apareyi modifiye edilerek posteriorda palatal yumuşak doku kısmına da akrilik ilavesi yapılmıştır. Bu apareyde genişletme vidası damağa daha yakın yerleştirilebildiğinden kuvvet, maksillanın direnç merkezine daha yakından uygulanmış olur.[113] Memikoğlu ve İşeri 1997'de, posterior dişlerin tüm yüzeylerini, anterior dişlerin sadece palatinal yüzeylerini ve maksiller palatal yüzeyin tamamını akrilikle kaplayan ortada premolarlar arasında genişletme vidasının bulunduğu 'rijit akrilik bonded genişletme apareyini' geliştirmişlerdir. Amaç rijitliğin artmasıyla iskeletsel etkiyi artırıp kalıcı sonuçlar elde etmektir.[114] Bu apareye ek olarak anterior dişlerin tüm yüzeyleri akrilikle kaplanarak 'modifiye akrilik splintli hızlı üst çene genişletme apereyi' geliştirilmiştir. Tüm dişlerden destek alındığından köklerde rezorpsiyon riski azalmaktadır. Anteriordaki akrilik, orta hatta meydana gelen diastemanın dudak basıncıyla kapanmasını önlemektedir.[115]

2.2.4.3. Kemik (mini vida) Destekli Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyleri

Geleneksel RME apareyleri, midpalatal suturu açarak maksiller yarıları ayırır ve arkı genişletir. Bu ortopedik etkinin yanında, bazı istenmeyen etkiler de meydana gelmektedir.[9, 12, 116] Oluşan yan etkiler literatürde şu şekilde geçmektedir: ankraj dişlerde bukkale devrilme (bukkal kron inklinasyonu), dişeti çekilmesi ve kemikte dehissens, kök rezorpsiyonu, alveolar kompleksin bukkale devrilmesi, kapanışın açılması (sarkan palatal tüberküllerdeki oklüzal kontaklara bağlı olarak), mandibular düzlemin saat yönünde rotasyonu ve relaps oranında artış.[117, 118] Yapılan çalışmalar, erişkinlerde suturlardaki kaynaşmaya bağlı olarak geleneksel RME'nin etkisinin azaldığını ve yan etki oluşma riskinin arttığını göstermiştir.[15, 119-121] Bu sebeple birçok ortodontist postpubertal adolesan dönemde ve erişkin dönemdeki hastaları cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme (SARME) için yönlendirir. Bu, bir çeşit distraksiyon osteogenezisidir ve pterygoid ayrılma gerçekleştirilirse erişkinlerde yapılan cerrahi olmayan genişletmeye göre posterior midpalatal suturda önemli bir genişlik elde edilebilir.[122] Bununla birlikte, bu tür cerrahi prosedürler ek maliyetler, morbidite ve stabilite riskleri ile ilişkilendirilmiştir ve hangi cerrahi tekniğin optimal olduğu konusunda hala bir netlik yoktur.[123] Ek olarak, cerrahi olmayan ve cerrahi yaklaşımlar arasındaki yaş ve genişleme aralığı eşikleri belirsizdir.

Geleneksel genişletme seçeneklerinin sınırları ve istenmeyen etkiler göz önüne alındığında, iskeletsel ankrajın maksiller genişletme tekniklerinde kullanılması gündeme gelmeye başlamıştır. Bu yaklaşım ilk olarak Belçika'da 'transpalatal distraktör' (TPD) ile ortaya çıkmıştır.[14] Bununla birlikte, bu aparey bilateral sabitleme plakları ve vidalarının invaziv bir şekilde cerrahi olarak yerleştirilmesini (palatal flep kaldırılması ile) ve çıkarılmasını gerektirir. Bu da morbidite düzeyini ve maliyeti artırır. Sonraki yıllarda iskeletsel ankraj için kullanılan implant ve onplantların da dişsiz bölgeler gibi sınırlı

alanlara yerleştirilebilmesi, osseointegrasyon için zamana ihityaç olması, çıkarılmaları için cerrahi işlem gerektirmeleri ve maliyetli olmaları dezavantajlarıdır.[124, 125] Miniplaklar ise bekleme süresi gerektirmez ve maliyetleri daha azdır fakat ek cerrahi bunlarda da gerekmekte olup mukozada dehissens oluşabilmekte ve plaklar kırılabilmektedir.[126-128]

Mini vidalar ortodonti alanında endosseöz implantlara, onplantlara ve miniplaklara daha basit alternatifler olarak tanıtılmıştır. Avantajları arasında boyutlarının küçük olması, daha fazla sayıda yerleştirilebilme bölgesi ve endikasyonu, daha basit yerleştirme prosedürü ve ortodontik bağlantı, kuvvet uygulamak için bekleme süresinin olmaması, laboratuvar çalışmasına gerek olmaması, tedaviden sonra daha kolay çıkarılabilmesi ve daha düşük maliyetli olması sayılabilir.[129, 130] Ayrıca mini vida destekli genişletme apareylerinin, eksik süt dişleri veya kök gelişimi tamamlanmamış premolar dişleri olan hastalar için kullanılabileceği bildirilmektedir.[131, 132]

Kim,[133] açık kapanışa, periodontal hastalığa veya posterior dişler etrafında ince bir alveolar kemiğe sahip hastalarda, dentoalveolar devrilme diş destekli apareylere göre daha az olduğu için kemik destekli üst çene genişletmesinin tercih edilen bir yöntem olduğunu söylemiştir. Lee ve ark.[134] da aparey çeşidine bağlı olarak, kemik destekli genişletme apareylerinin bukkale devrilme meydana gelmeden başarılı bir genişletme potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre mini vida destekli üst çene genişletme apareyleri ile geleneksel apareylere göre bazal iskeletsel kaidede daha fazla genişlik elde edilebilir. Ayrıca, çalışmalarda kemik destekli RME grubunda daha paralel bir sutur açılması olduğu, bukkal kemik kaybı ve dentoalveolar kompleksteki bukkale eğilmenin az miktarda meydana geldiği belirtilmiştir.[135-138]

Mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyleri pek çok farklı şekilde tasarlanmış olmuş şu şekilde kategorize edilebilirler:

a- Hibrit RME apareyleri

- MARPE apareyi
- Hibrit Hyrax apareyi
- Diş, palatal mukoza ve mini vida destekli RME apareyi

b- Yalnızca mini vida destekli RME apareyleri

c- Haas tipi mukoza ve mini vida destekli RME apareyleri

a- Hibrit RME apareyleri

İlk bakışta, mini vidaları RME ile entegre etmenin en kolay yolu, kısmen diş ve kısmen kemik desteği içeren bir hibrit aparey üretmektir. Kullanılan mini vidaların 6 mm uzunluk, 2 mm çaplı olanları midpalatal bölge için, 9 mm uzunluk, 1.5 mm çap (uzun boyun) boyutları palatal alveolar bölgeler için daha uygundur. 2-4 adet mini vida kullanılabilmekte olup bunlar palatal alveolar bölgeler için üst birinci molarlara göre mezial ve distal konumda, midpalatal bölge için midpalatal suturun en az 2-3 mm lateraline yerleştirilebilmektedir. Midpalatal bölge iyi bir kortikal kemik ankrajı sağlamaktadır, ancak yüksek kavisli damağı olan hastalarda erişim güçlüğü yaşanabilir. Palatal alveolar yerleştirme bölgelerine erişim daha kolaydır, ancak sürmemiş posterior dişler bu bölgelerin daha genç hastalarda kullanımını sınırlayabilir ve kuvvetler sirkummaksiller suturlara etkili bir şekilde aktarılamayabilir.[139] Aşağıda açıklandığı gibi şu anda hibrit genişletme apareylerinin iki ana versiyonu bulunmaktadır:

- MARPE apareyi

Güney Kore'de tanıtılıp popüler hale gelen bu aparey, geleneksel bir RME apareyinin (molar ve birinci premolar bantları içeren) metal çerçevesinin değiştirilmiş bir

versiyonuna bağlı dört palatal mini vida içermektedir. Mini vidalar, palatal alveol bölgesine doğru açılı olmaktan ziyade, lateral nazal butress altında dikey olarak yönlendirilmektedir.[140] MARPE'nin etki mekanizmasını ve nihai etkilerini açıklığa kavuşturan bir sonlu elemanlar analizi çalışmasında MARPE'nin, diş destekli apareylerdeki gibi sadece bukkal alveolar kemik ve dişlerde, veya yalnız mini vida destekli apareylerde olduğu gibi vidaların hemen çevresindeki kemikte yüksek seviyelerde kuvveti yoğunlaştırmak yerine, genişleme kuvvetlerinin daha homojen yayılmasına neden olduğunu göstermiştir.[141]

Choi ve ark.[142] yaş ortalamaları 21 olan 20 genç erişkin hastada MARPE apareyini kullandıkları 47 aylık bir takip periyodu içeren retrospektif çalışmalarında, hastaların %87'sinde (postpubertal yaşlarına rağmen) orta hat diastemasının açıldığını ve sutur açılımının radyolojik bulgularının gözlemlendiğini bildirmişlerdir. [142] Lim ve ark.[143] da benzer şekilde genç erişkinlerde yaptıkları retrospektif çalışmada, 4 aylık retansiyon ve 14 aylık takip periyodu sonucunda genişletme değişikliklerinin %43'ünün iskeletsel (bazal), %15'inin alveolar, %42'sinin ise dişsel gerçekleştiğini bulmuşlardır. MARPE apareyi kullanılan bir KIBT çalışmasında ise bu oranların %37 iskeletsel, %22.2 alveolar, %40.7 dişsel şeklinde benzer bulunduğu bildirilmiştir.[144] Yazarlar ayrıca, koronal olarak zigoma seviyesine kadar orta düzeyde genişleme gözlemlemişlerdir, ancak mini vida desteğine rağmen alveolar devrilme ve yan etkiler olarak ifade edilen bukkal kemik kaybı yani dentoalveolar değişiklikler hala devam etmektedir. Son iki MARPE çalışmasındaki orantısal sonuçlar SARME'yi takiben bildirilenlere benzerdir, ancak MARPE sonuçları somatik olarak olgun erişkinlerde cerrahi olmayan şekilde elde edilmiştir. Bu, mini vida ankrajının geleneksel RME apareyine eklenmesinin, cerrahi genişletme teknikleriyle sağlanana benzer bir uzun vadeli iskeletsel genişleme sağladığı konseptini

desteklemektedir, ancak cerrahi destek hala daha ileri yaştaki erişkin hastalarda endike olabilir.[139]

MARPE apareyinin bir modifikasyonu da Amerika'da Profesör Won Moon tarafından tasarlanmış ve iskeletsel etkileri en üst düzeye çıkarmak için birkaç önemli değişiklik yapılmıştır. Mini vidalar posterior midpalatal bölgeye bikortikal olarak yerleştirilmiş, hyrax vidası ve birinci molar bantları arası esnek metal bağlantı kolları uzatılmıştır.[136, 145] Bu palatal kollar, dişsel genişlemeyi azaltmak için esneyebilir hatta sadece apareyi konumlandırmak için rehber olarak kullanılıp daha sonra çıkarılabilir. İlk sonuçlar, bikortikal mini vida ankrajının, mini vida stabilitesinde iyileşme, deformasyonunda ve kırılmada azalma, koronal düzlemde daha paralel genişleme ve kemik destekli palatal genişlemede artmış genişleme ile sonuçlandığını göstermektedir.[145]

- Hibrit Hyrax apareyi

Bu alternatif aparey, Pieter Dietrich, Bjorn Ludwig ve Benedict Wilmes tarafından popüler hale getirilmiş olup yalnızca iki anterior (parasagital) palatal mini vida ve molar bant içerdiği için daha basit görünmektedir.[139] Başlangıçta, Sınıf III'ün hibrit ankraj ile birlikte erken dönem yüz maskesi tedavisinin faydalarını göstermişler,[146] ancak sonradan yaşı daha fazla olan hastalarda daha kapsamlı genişletme hedefleri için uygulamışlardır. Bu hibrit tasarım, özellikle alveolar kemik desteğinin midpalatal bölgelerden çok daha az olduğu ve üst birinci azı dişinin distalinden mini vida yerleştirmenin pratik olmadığı (sürmemiş ikinci azılar nedeniyle) genç hastalarda elverişlidir.[139] Bununla birlikte, ortalama yaşları 14 olan adölesan dönemdeki 25 hastanın hyrax ve hibrit hyrax apareyi ile tedavisini içeren randomize kontrollü bir çalışma, iki grupta iskeletsel etkilerin benzer olduğunu göstermiştir.[147] Bu gruplarda, ankraj dişlerdeki bukkal kemik kaybı da benzer bulunmuştur. Toklu ve ark.[147] ayrıca lateral kesici dişler palatinalde sürdüğünde anteriora

palatal mini vida yerleştirilmesinin zor olabileceğini söylemiştir. Midpalatal bölgelere el aleti ve aygıt erişiminin ciddi şekilde kısıtlandığı dar, yüksek kubbeli palatinaya sahip hastalarda hibrit ankraj için alternatif bir seçenek de, molar bantları ve maksiller birinci molarların mezial veya distalinde palatal alveolar bölgelere yerleştirilen mini vidaları içermektedir.[139] Bu nedenle, aparey tasarımı bireysel olarak hastanın morfolojisine, diş durumuna ve yaşına bağlı olarak düşünülmelidir. Bu çeşitli tasarım seçenekleri Tablo 2.1'de özetlenmiştir.

- Diş, palatal mukoza ve mini vida destekli RME apareyi

Üst birinci molar dişlere yerleştirilen bantlardan, paramedian bölgeye uygulanan 2 adet mini vida ve Haas apareyinde olduğu gibi mukoza desteği sağlayan ve mini vidalara kompozit rezin ile bağlanan akrilik plaktan oluşmaktadır. KIBT görüntülerinin kullanıldığı bir sonlu elemanlar analizi çalışmasında, Haas tipi mukoza ve mini vida destekli aparey ile karşılaştırılmış ve eklenen diş desteğinin daha fazla dişsel yer değiştirme meydana getirdiği tespit edilmiştir.[148]

b- Yalnızca mini vida destekli RME apareyleri

Yalnızca kemik (mini vida) desteği bulunan RME apareyleri, kronların bukkale devrilmesi gibi dişsel yan etkiler ortaya çıkarmadan genişletme kuvvetlerini doğrudan palatal iskeletsel komplekse ve çevre dokulara iletmeyi amaçlamaktadır. Dişlerden destek alınmaması 9 aya varan uzun retansiyon süresinde ortodontik diş hareketleri yapılabilmesine imkan vermektedir.[139] Ayrıca, üst bukkal dişler apareyle bağlantılı olmadığından genişleme sürecinde bu dişlerde palatinale devrilme meydana gelebilmektedir.[135, 138, 149] Bu durum, alt dişlerle olan oklüzal kilitlenme üst molar dişlerin serbest hareketini engelliyorsa belirgin bir şekilde görülebilir. Bu nedenle, Canan ve Şenışık[149] oklüzyonu açmak için ısırma bloklarının kullanılmasını önermişlerdir.

Tablo 2.1. Aparey çeşitlerinin avantaj ve dezavantajları

RME'nin ankaj tipi	Avantajları	Dezavantajları
Sadece diş destekli	Düşük maliyet, basit üretim ve non-invaziv yerleştirme	Dişsel yan etkileri fazla (iskeletsel olgunluk arttıkça daha fazla görülür) Puberta sonrasında uygulandığında SARME gerektirir Apareyin oklüzale yakın konumu nedeniyle sınırlı uzun vadeli hasta toleransı Eş zamanlı ortodontik diş hareketleri kısıtlanır
Hibrit- diş ve midpalatal mini vida destekli	Genç hastalarda uygun iskelet ankrajı (olgunlaşmamış alveolar dokuları olan) Mini vidaların diş köklerine ve palatal sutura yakınlığı kolayca önlenir	Dar, yüksek damaklara erişim mümkün değildir Dişlere ve mini vidalara yerleştirme yolunda olası çatışma Bağımsız molar hareketler mümkün değil
Hibrit- diş ve alveolar mini vida destekli	Yüksek arklı damaklara erişim mümkündür	Genç hastalarda kortikal ankraj açısından daha az etkilidir Dişlere ve mini vidalara yerleştirme yolunda olası çatışma Bağımsız molar hareketler mümkün değil
Yalnızca mini vida destekli	Gingival hijyeni kolaylaştırır Eş zamanlı ortodontik diş hareketleri yapılabilir	Yerleştirme sırasında dört mini vidaya oturtmak zor olabilir
Mukoza ve mini vida destekli (hibrit Haas dizaynı)	Basit aparey tasarımı ve yerleştirme Eş zamanlı ortodontik diş hareketleri yapılabilir	Dişler ve akrilik plak arasında yetersiz doku marjı olması durumunda dişeti devaskülarizasyonu riski

c- Haas tipi mukoza ve mini vida destekli RME apareyleri

Üst birinci molar dişlerin mezial ve distaline yerleştirilen, kemik desteği sağlayan 4 adet mini vida ve Haas apareyinde olduğu gibi mukoza desteği sağlayan ve mini vidalara kompozit rezin ile bağlanan akrilik plaktan oluşmaktadır. Sutur direncinin nispeten düşük olduğu adölesan dönemdeki hastalarda her taraf için tek bir mini vida kullanılabilir. Lee ve ark.[134] tarafından yapılan bir sonlu elemanlar analizi çalışmasında, Haas tipi akrilik plak eklenmesinin, hibrit ve midpalatal mini vida destekli genişletme apareylerine göre daha horizontal bir genişletme sağladığı bulunmuştur. Yazarlar ayrıca akrilik plak dahil edilmesinin mini vidalar etrafındaki başlangıç stres konsantrasyonunu (kemikte) azalttığını ve dolayısıyla özellikle genç hastalarda (nispeten daha az alveolar kortikal destekle) mini vida stabilitesini artırabileceğini öne sürmüşlerdir.[134, 141] Lee ve ark. tarafından bildirilen bulgular, ortalama 13 yaşındaki hastalarda uygulanan mini vida destekli Haas tipi RME apareyini, geleneksel diş destekli apareylerle karşılaştıran retrospektif bir klinik çalışma ile desteklenmiştir. İskelet ve yumuşak doku ankrajı kombinasyonunun daha fazla bazal genişleme, stabil dikey parametreler ve sella-nasion açısında (SNA) bir artışa neden olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda, üst birinci azı dişlerinde az miktarda (3°) palatal yönde devrilme ve alt intermolar genişlikte 1 mm gibi bir indirekt genişleme elde edilmiştir. Bu nedenle, yazarlar bu apareyin dikey yüz oranları artmış hastalarda kullanılmasını önermişler ve yetişkin hastalarda kortikotomi gerekebileceğini söylemişlerdir.[137] Lin ve ark.[138] da, tedavi öncesi KIBT taramasının midpalatal suturun neredeyse veya tamamen kapandığını gösterdiği 28 postpubertal kadın hasta (ortalama yaşı 18 olan) üzerinde retrospektif bir çalışma yapmış ve Haas tipi mukoza ve mini vida destekli apareyle geleneksel RME apareyine göre iki kat fazla iskeletsel genişleme elde etmiştir. Aynı apareylerin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada

da, iskeletsel destekli apareylerle, diş destekli olanlara göre en az 2-3 mm daha fazla bazal genişletme elde edileceği söylenmiştir.[150]

2.2.5. Genişletme Kuvveti ve Hızı

Aktivasyonların farklı sıklıkları; uygulanan kuvvetin büyüklüğü, tedavi süresi ve hasta yaşı, farklı dişsel ve iskeletsel etkilerle hızlı, yarı hızlı veya yavaş maksiller genişleme gibi farklı türlerde genişlemeler üretir.[151] Genişletme kuvveti, aktivasyon protokolüne bağlıdır; vida genellikle yaklaşık 2-4 hafta boyunca günde bir veya iki kez aktive olur ve tek bir aktivasyon yaklaşık 3 ila 10 pound yani 1.5 ila 4.5 kg kuvvet üretir ve 0.2-0.25 mm genişleme elde edilir.[10, 75, 78, 152, 153]

Haas,[10] apareyin simante edildiği gün 4 çeyrek tur, sonraki günlerde sabah ve akşam 1'er çeyrek tur çevrilmesi gerektiğini söylemiştir.

Wertz,[12] Bishara ve Staley,[5] Da Silva Filho,[71] gibi araştırmacılar da literatürde en yaygın olarak önerilen aktivasyon programında olduğu gibi vidanın sabah ve akşam 1'er çeyrek tur çevrilmesini önerirken; Zimring ve Isaacson[75] bu programın tedavinin erken dönemlerinde rezidüel yüke sebep olacağını ve bu yüzden daha genç hastalarda vidanın ilk 4-5 gün boyunca, günde iki kez, ardından ise günde bir kez çevrilmesini önermişlerdir. Erişkin hastalarda ise artan iskeletsel direnç sebebiyle bu programın ilk 2 gün günde iki kez, takip eden 5-7 gün günde bir kez, tedavi sonuna kadar da günde 1 kez olacak şekilde değiştirilmesini tavsiye etmişlerdir.

Bazı yazarlar da, genç hastalarda günde bir çeyrek tur aktivasyon uygulamış ve bu protokolün klasik günde iki çeyrek turluk protokolden farklı olmadığını belirterek, karışık dişlenmede RME'nin daha yavaş ritimlerinin değerlendirilmesini önermişlerdir.[76, 154, 155]

Ayrıca, yapılan çalışmalarda Baldini ve ark.[156, 157] günlük 1 çeyrek tur aktivasyon protokolü ile RME uygulanan hastaların, 2 çeyrek tur ile karşılaştırıldığında önemli

ölçüde daha düşük ağrı hissi bildirdiklerini ve daha hızlı aktivasyon protokolü ile anterior midpatal suturda daha fazla açılma ve molar bölgede daha fazla genişlik artışı gibi önemli farklılıklar oluştuğunu göstermişlerdir. Bir diğer çalışma da, RME sonrası overjet artışının, özellikle iskeletsel olgunluğu düşük olan hastalarda daha hızlı aktivasyon protokolleri ile ilişkili olabileceğini öne sürmektedir.[158]

2.2.6. Zamanlaması

Maksiller transversal yetersizliğin ortopedik bir apareyle tedavi edilmesi için ideal zamana ilişkin mevcut bilgiler, esas olarak, intermaksiller sutural sistemin büyümesi ve olgunlaşmasıyla ilgili çalışmalardan oluşur. Keith ve Campion,[159] kraniyal çalışmalara dayanarak, medyan suturun transversal palatinal büyümede aktif bir rol oynadığını ifade etmişlerdir. Yapılan implant çalışmaları[160-162] ve histolojik çalışmalar,[163, 164] medyan suturdaki büyümenin puberta sonrasına kadar devam ettiğini açıkça göstermiştir.

Björk ve Skieller, 4 yaşından 20 yaşına kadar maksilladaki transversal büyümeyi inceledikleri implant çalışmasında, medyan suturdaki transversal büyümeyi temsil eden mesafe ve hız eğrilerinin şekli ile boy artışını temsil eden eğrinin şeklinin benzer olduğunu, her ikisinin de pubertal dönemde maksimum büyüme gösterdiğini bulmuşlardır. Medyan suturdaki transversal büyümede, 4 yaşından yetişkin yaşına kadar 6,5 mm ve 7 yaşından itibaren 5 mm'lik bir ortalama artış ortaya çıktığını, transversal ve sagital yöndeki sutural büyümenin ortalama olarak 17 yaşında tamamlandığını belirtmişlerdir.[165]

Melsen, farklı gelişim aşamalarındaki midpalatal sutur olgunlaşmasını histolojik olarak incelemek için otopsi materyalini kullanmıştır. " İnfantil " dönemde (10 yaşına kadar), sutur geniş, düz ve koronalden bakınca " Y " şeklinde iken, " juvenil " dönemde (10 ila 13 yaş arası) örtüşen bölümler ile daha tipik bir skuamöz sutur haline gelmiştir.

Son olarak, " adölesan " dönemde (13 ve 14 yaş) sutur artan interdigitasyon ile daha dalgalı bir hal almıştır.[164] 1982 yılındaki çalışmalarında ise Melsen ve Melsen,[119] sutur boyunca oluşan sinostozları ve çok sayıda kemik köprüsü oluşumunu suturun "erişkin" dönemine dahil etmişlerdir. Melsen, midpalatal suturdaki büyümenin kızlarda 16, erkeklerde ise 18 yaşına kadar devam ettiğini söylemiştir.

Haas,[95] Da Silva Filho ve ark.,[71] McNamara ve Brudon[94] gibi araştırmacılar maksiller genişletmenin erken dönemde yapılmasının daha etkili olduğunu, relapsın daha az görüleceğini, sonuçların tahmin edilebilir olacağını söylerken; Sarı ve ark.[155] RME'nin ortopedik etkilerinin erken yaşlarda beklendiği kadar büyük olmadığını ve tedavinin erken kalıcı dişlenmeye kadar ertelenebileceğini söylemektedirler. Mohan ve ark.[166] da karışık veya daimi dişlenme döneminde yapılan RME tedavisi sonucu intermolar genişliğin stabilitesi açısından önemli bir farklılığın olmadığını söylemişlerdir. Bishara ve Staley[5] RME için ideal yaşı 13-15 olarak belirlerken; Alpern ve Yurosko[112] sınırın kızlarda 18 yaş, erkeklerde 21 yaş olması gerektiğini söylemiştir.

Persson ve Thilander[167] de, 15 ile 35 yaş arası insan kadavralarında çalışma yapmışlar ve palatal suturların juvenil dönemde kaynaşma gösterebileceğini ancak 30'lu yaşlara kadar nadiren belirgin kaynaşma görüldüğünü, kişiler arasında kaynaşmanın başlangıcı ve ilerlemesi açısından büyük farklılıklar olduğunu söylemişlerdir. Çalışmada en genç 15 yaşındaki bir kızda intermaksiller suturda kaynaşma görüldüğünü, 27 yaşında bir kadında ise suturun henüz kapanmadığını tespit etmişlerdir.

Bu verilerden çıkarım, midpalatal suturda ileri bir iskeletsel maturasyon evresi gösteren hastalarda genişletmeye karşı artan dirençten dolayı ortopedik maksiller genişletme tedavisinde zorluk çekilebileceğidir.[120] Bu hastalarda iskeletselden çok dentoalveoler etkiler meydana gelecek, ağrı daha fazla hissedilecektir. Bu sebeple Timms erişkin bireylerde, midpalatal sutur ve maksillanın lateral duvarlarında yapılacak

yardımcı osteotomiler ile birlikte RME tedavisini önermiştir.[106] Glassmann ve ark.[168] da bu görüşü desteklemiş, 15-18 yaş sonrası maksilladaki suturlar ve sinkondrozisler kapandıktan sonra osteotomi yapılması gerektiğini belirtmiştir.

İskeletsel maturasyonun büyük bireysel varyasyonlar sergilediği bilinmektedir ve maturasyon bir dizi biyolojik gösterge aracılığıyla değerlendirilebilir: boy artışı,[169, 170] el ve bileğin iskeletsel olgunlaşması,[171] diş gelişimi ve erüpsiyonu,[12] menarş, göğüs ve ses değişiklikleri[172] ve servikal vertebral maturasyon.[173] Bacetti ve ark.[120] ortopedik maksiller genişletmenin ideal tedavi zamanlamasını değerlendirmek için yaptıkları çalışmada, servikal vertebral maturasyonlarına göre pubertal büyüme atağı öncesi (CVM 1 ila 3) ve sonrası (CVM 4 ila 6) tedavi edilen hastalarda RME tedavisinin dentoskeletal kısa ve uzun vadeli etkilerindeki farklılıkları değerlendirmişlerdir. Pubertal pikten önce tedavi edilen hastalar, hem maksiller hem de sirkummaksiller yapılarda iskeletsel seviyede anlamlı ve daha etkili uzun vadeli değişiklikler sergilerken, büyüme atağından sonra, maksiller adaptasyonlar iskeletsel seviyeden dentoalveolar seviyeye kaymıştır.[120]

Midpalatal suturun RME tedavisi uygulanmadan önce oklüzal radyografilerde değerlendirilmesi Revelo ve Fishman tarafından tanıtılmıştır.[174] Bununla birlikte yaklaşık 25 yıl sonra, Wehrbein ve Yıldızhan[175] oklüzal radyografilerin midpalatal bölgede vomer ve dış burun kanatlarının üst üste binmesi nedeniyle midpalatal suturun füzyonunun teşhisinde güvenilmez olduğunu histolojik olarak göstermiştir.

Geç adölesan dönemde ve genç erişkinlerde RME başarısını tahmin etmek için klinik parametrelerin olmaması nedeniyle, Angelieri ve ark.,[176] KIBT görüntülerini kullanarak midpalatal sutur olgunlaşmasının bireysel olarak değerlendirilmesi yöntemini sunmuşlardır. Büyüme sırasındaki sutur morfolojisinin histolojik bulgularına dayanarak, beş aşama belirlemişlerdir;

Aşama A: Bu aşamada, midpalatal sutur, hiç veya çok az interdigitasyon ile neredeyse düz, yüksek yoğunluklu bir sutur hattı olarak görünür.

Aşama B: Midpalatal sutur, taraklı yüksek yoğunluklu bir çizgi olarak düzensiz hale gelir.

Aşama C: Midpalatal sutur, maksiller ve palatin kemiklerindeki küçük düşük yoğunluklu boşluklarla ayrılmış, birbirine yakın, iki paralel, taraklı, yüksek yoğunluklu çizgi olarak görselleştirilebilir. Sutur, düz veya düzensiz bir model gösterebilir.

Aşama D: Midpalatal sutur füzyonu palatinal kemikte meydana gelmiştir, midpalatal sutur palatinal kemikte görüntülenemez. Maksiller kısımda, midpalatal sutur hala küçük, düşük yoğunluklu boşluklarla ayrılmış iki yüksek yoğunluklu çizgi olarak görünür.

Aşama E: Midpalatal sutur füzyonu maksiller kemikte de gerçekleşir, sutur görünmez hale gelir. Parasutural kemik yoğunluğu artmış ve palatinaldeki diğer bölümlerle ile aynı seviyededir.

Angelieri ve ark.,[177] bu aşamalar ve servikal vertebra olgunlaşması (CS: servikal vertebra aşaması) arasında yüksek bir korelasyon katsayısı olduğunu gözlemlemiştir. Sonuçlara göre, prepubertal aşamalar (CS1 ve CS2), midpalatal sutur olgunlaşmasının A ve B evreleri için güvenilir göstergelerdir. Pubertal evrede (CS3), muhtemelen hastada midpalatal sutur evre C'de olacaktır. Evre C'de midpalatal sutur boyunca birçok kemik köprünün varlığı düşünüldüğünde, bu bulgular prepubertal hastalarda postpubertal hastalara kıyasla RME'den daha olumlu iskeletsel değişiklik gözlemleyen Baccetti'nin[120] sonuçlarını desteklemektedir. Diğer yandan araştırmacılar, C evresinde artan sutur direncine rağmen ortopedik olarak maksilla genişlemesinin cerrahi müdahale olmaksızın hala mümkün olduğunu vurgulamış, suturun palatin kısmının füzyonunun başlaması yakın olabileceğinden, bu işleme derhal başlanması gerektiğini söylemişlerdir. Evre D'de ise, posteriorda palatinalde herhangi bir genişleme meydana gelmemiş olsa bile, RME

sebebiyle meydana gelen interinsizal diastemayı görmenin mümkün olduğunu belirtmiş. Midpalatal suturun palatinal (Evre D) ve/veya maksiller kısımlarının (Evre E) füzyonunun, geleneksel RME'nin genişleme kuvvetlerini engellediğini; bu hastaların cerrahi yardımlı RME ile daha etkili bir şekilde tedavi edileceğini söylemişlerdir.[176] Bu nedenle, midpalatal sutur olgunlaşmasının bu bireysel değerlendirilmesi, özellikle RME'nin prognozunun şüpheli olduğu geç adölesan ve genç yetişkin hastalar için güvenilir bir tanısal kılavuzun geliştirilmesi potansiyeline sahiptir.[178]

Bir diğer KIBT çalışmasında ise Grünheid ve ark.[179], kapsamlı ortodontik tedavinin bir parçası olarak RME uygulanan 30 hastada (yaşları, 12.9 ± 2.1 yıl) tedaviden önce midpalatal sutur yoğunluk oranı, kronolojik yaş, servikal vertebral maturasyon ve midpalatal sutur maturasyonu evrelerini değerlendirmiş. Midpalatal sutur yoğunluk oranının, RME'nin iskeletsel yanıtının tahmininde yararlı bir klinik belirleyici olma potansiyeline sahipken; diğer parametrelerin yararlı parametreler olmadığını belirtmiştir. Ancak bu yöntem de, KIBT makinesinin ayarlarına dayanmaktadır ve makinenin farklı türlerinin standardizasyonu zordur. Cassetta ve ark.[180], standardizasyon hatalarının üstesinden gelmek ve kemik yoğunluğunu belirlemek için KIBT'ın gri yoğunluk değerlerini (voksel değerleri), bilgisayarlı tomografinin Hounsfield birimi (HU) değerlerine dönüştürmek için bir dönüştürme yöntemi kullanmayı önermiştir.

2.2.7. RME'nin Etkilerini Değerlendirme Yöntemleri

2.2.7.1. Histolojik Değerlendirme

Maksiller kemiklerin ayrılmasıyla ilgili ilk deneysel yaklaşım Dewey tarafından 1914'te sunulmuştur. Köpeklerde gerçekleştirdiği çalışmasından elde edilen histolojik verilere göre, uygulanan kuvvetin tüm maksilla ve nazal kavite boyunca kemik gelişimi ile sonuçlandığını vurgulamıştır.[181]

Debbane 1958'de, organik bağ doku ve hücresel yapıların görülebilmesi için dekalsifiye ettiği kedi maksillaları üzerinde yaptığı histolojik çalışmada, açılan midpalatal suturun her iki kenarında bağ dokusu liflerinin gerilmesiyle uyarılan simetrik olmayan bir kemik birikimi tespit etmiş. Suturda ve palatal mukozada travmatik yaralanmaya benzer şekilde düzensiz bağ dokusu, genişleyen kan damarları ve ödem bulunduğunu gözlemlemiştir.[93] Cleall ve ark.[182] da oluşan boşluktaki disorganize bağ dokusunun hızla ossifiye olarak normal sutur görünümüne ulaştığını maymunlarda yaptıkları araştrmalar sonucu göstermişlerdir.

Gardner ve Kronman, tetrasiklinin yeni oluşan kemik osteoidinde birikip ultraviyole ışık altında görülebilmesinden yararlanarak maymunlarda RME sonrası kemik oluşumu gerçekleşen yerlerin maksillanın infratemporal bölgesi, sfenoidin büyük kanadı, zigomatik ark, pterygoid plaklar ve hamular prosesler olduğunu bulmuştur. Ayrıca sfeno-oksipital sinkondroziste de bir açılma gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.[87]

Genişletme sırasında ankraj olarak alınan premolar dişlerin genelde bukkal yüzeylerinde kök rezorpsiyonun bulunduğu ve rezorpsiyonun boyutunun retansiyon süresinin artmasıyla azaldığı çeşitli histolojik çalışmalarda gösterilmiştir.[46, 183, 184] Ayrıca bu dişlerde pulpada dejeneratif değişiklere rastlanmıştır.[184, 185]

Suturun genişlemesinden sonra kemik rejenerasyonundaki yaşa bağlı azalma ise kemik matriks oluşumundaki azalmadan değil, kemik matriksinin mineralizasyonundaki azalmadan kaynaklanabileceği, bu nedenle pubertal dönemden sonra midpalatal suturun açılabileceği, ancak yeni oluşan kemiğin mineralizasyonu için daha fazla zaman gerekeceği söylenmiştir.[186]

2.2.7.2. Sonlu Elemanlar Analizi

RME'nin tedavi etkisi, fotoelastik modellerin analizi,[187] lazer holografi[188] ve sonlu elemanlar analizi[189-192] gibi çeşitli yöntemlerle kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

Ortodonti biyomekaniğinde makro kuvvet sistemi dışında dental stres dağılımı, periodontal ligament ve alveolar kemik gibi mikro mekanik veriler, diş hareketinin biyolojik özelliğini, kök rezorpsiyonunu ve kemiğin yeniden şekillenmesini anlamak için vazgeçilmez faktörlerdir. Ağız boşluğunun yapısı ve biyolojik özelliği oldukça karmaşıktır, bu nedenle analitik metodoloji mikro mekanik problemleri çözemez. Sonlu eleman analizi (FEA) kullanan bilgisayar simülasyonu, bu karmaşık yapıyı uyarlayarak FEA'yı ortodontik biyomekanikte popüler hale getirebilir. Son birkaç yılda FEA, biyomekanik düzeyde kuvvete karşı diş ve doku yanıtını anlamak için önemli bir yöntem haline gelmiştir.[193] Bilgisayar ortamındaki bu üç boyutlu sanal simülasyon invaziv bir yöntem olmayıp kuvvetin yönü, uygulama noktası ve şiddeti kolayca değiştirilebilir, ortaya çıkan gerilmeler teorik olarak herhangi bir noktadan ölçülebilir, işlemler tekrarlanabilirdir ve bu tekrarlar modelin fiziksel özelliklerini etkilemez. Fakat yeterli donanıma sahip bir bilgisayar, maliyetli yazılım programları gerektirmesi ve bunların düzenli güncelleme ihtiyacı dezavantajları arasında sayılabilir. Ayrıca, karmaşık anatomik yapıların tamamının modellenmesi veya tüm mekanik özelliklerinin analize eklenmesi mümkün değildir, bu da gerçek durumu basitleştirmek için bazı ön kabuller yapılmasını (homojen, lineer, izotropik) gerektirir. Malzeme özellikleri ve kuvvetlerle ilgili detaylı bilgi aktarımı gerektirmesi, analizlerin yapılabilmesi için zamana ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.[194]

İşeri ve ark.[189] RME'nin etkilerini 1998 yılında sonlu elmanlar analizi ile değerlendirmiş ve stres seviyesinin en yüksek olduğu yeri sfenoid kemiğin pterygoid plaklarının kranyuma yakın kısımlarında olduğunu bulmuştur.

Sonraki yıllarda pek çok araştırmacı RME sonucu kraniyofasiyal suturlarda oluşan stres dağılımını, kraniyofasiyal yapıların yer değiştirmesini,[190, 192, 195, 196] hyrax vidası yüksekliğinin dişsel inklinasyon derecesine etkisini,[197] mini vida destekli genişletme apareylerinin tasarım farklarının, cerrahi destek bulunup bulunmamasının, bikortikal veya monokotikal mini vida kullanılmasının stres dağılımı üzerine etkisini[134, 141, 145, 198] değerlendirmek amacıyla sonlu elemanlar analizini kullanmışlardır.

2.2.7.3. Ortodontik Modellerin Analizi

Alçı çalışma modelleri, oklüzyonun üç boyutlu olarak görülmesine ve maloklüzyonun klinik muayeneden daha ayrıntılı olarak değerlendirilebilmesine olanak tanır.[199] Araştımacılar, modellerden elde edilen ölçümlerin ağız içi ölçümlerinden daha güvenilir olduğunu ve vakaların çoğunda, sadece çalışma modellerinin tedavi kararı vermek için yeterli bilgi sağladığını bildirmiştir.[199, 200] Hızlı üst çene genişletmesi sonucu, ark genişliği ve çevresinde,[37, 98, 201] palatal yükseklik, overjet ve overbite'da,[48] dişlerin ve alveolar yapıların eğimlerinde[103, 137, 202] meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesinde, orta keserler arası oluşan diastemanın[103] ölçümünde alçı modellerden yararlanılmıştır.

Son zamanlarda, çeşitli tarama tekniklerinden türetilen dijital modellerin kullanımı daha yaygın hale gelmiştir. Optik tarayıcılar, dentisyonu veya alçı modelleri tarayıp dijital modeller oluşturmak için hem in vivo hem de in vitro olarak kullanılabilmektedir.[203] Dijital modeller; kırılma, hasar görme, replikasyon için malzeme ve zaman gerektirmesi, büyük depolama alanlarına ihtiyaç duyulması gibi alçı modellerin pek çok dezavantajını ortadan kaldırmıştır.[204, 205] Kalıcı olarak değiştirilmeden enine kesit alma, kırpma veya segmentlere ayırma gibi sanal olarak manipüle edilebilir, multi disipliner konsültasyonda kolayca kullanılabilirler.[206] Dahası, birçok çalışma üç boyutlu

(3B) dijital modellerden türetilen ölçümlerin, geleneksel alçı modellerden elde edilenlerle benzer doğruluğa sahip olduğunu ileri sürmüştür.[205, 207-209]

2.2.7.4. Sefalometrik Analiz

1895'te Wilhelm Röntgen, X-ışınlarının keşfi ile tıpta ve diş hekimliğinde devrim yaratmıştır. Geleneksel iki boyutlu radyografik sefalometri ise, diş hekimliği mesleğine 36 yıl sonra, eş zamanlı olarak ABD'de Broadbent ve Almanya'da Hofrath tarafından tanıtılmıştır.[210, 211] Broadbent, özel olarak üretilmiş bir kafa sabitleyici yani kraniyostat ve standartlaştırılmış radyografik teknik kullanılarak kraniyofasiyal bölgedeki değişikliklerin doğru bir şekilde belirlenmesinin mümkün olduğunu belirtmiştir.[210] Yüz iskeletinin büyümesini ve gelişimini araştırmak için seri sefalometrik radyografilerin kullanılması tedavi planlamasına, tedavi öncesi ve sonrası ölçümler arasındaki değişiklikler tedavi değerlendirmesine yardımcı olabilir.[61] Fakat geleneksel bir sefalometrik radyografi, üç boyutlu yapıların iki boyutlu temsilidir.[212] Üç boyutlu bir nesne iki boyutta temsil edildiğinde, yapılar filmden veya kayıt düzleminden uzaklıklarıyla orantılı olarak dikey ve yatay olarak yer değiştirir. Sefalometrik analizler, başın sağ ve sol taraflarının orta sagital düzlemde mükemmel bir şekilde superimpoze olması esasına dayanır. Ancak yüz simetrisi çoğu insanda bulunmaz ve yukarıda açıklanan, yapıların vertikal ve horizontal hareketinden ötürü tam superimpozisyon nadiren gözlenir ve kraniyofasiyal anomaliler ve yüz asimetrileri doğru bir şekilde değerlendirilemez. Bir diğer hata da, radyografik projeksiyon hatası olarak bilinen görüntü edinimi ile ilişkili hatalardır. Bunlar arasında, boyut magnifikasyonu ve distorsiyon, hasta konumlandırmadaki hatalar ve film/cisim/odak'ın geometrik ilişkilerine özgü yansıtma hataları bulunur. Ayrıca sefalometrik analizde manuel veri toplama ve işlemenin düşük doğruluk ve kesinliğe sahip olduğu gösterilmiştir.[213]

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, hem dijitalleştiricilerin kullanımını hem de doğrudan ekranda görüntülenen dijital görüntüler üzerinde sefalometriyi mümkün kılmıştır. Birinci nesil bilgisayar tabanlı analiz sistemleri geleneksel sefalometrik filmleri, dijitalleştirici pedleri ve ölçümleri hesaplamak için de yazılım programlarını kullanırken; ikinci nesil sistemler sefalometrik görüntüleri ölçüm programlarına aktarmak için tarayıcılar veya dijital kameralar kullanır. Daha sonraları, fotostimule fosfor plaklar, yüke bağlı cihaz reseptörleri veya direk dijital sistemleri kullanarak dijital radyografileri doğrudan bir bilgisayar veritabanına ileten üçüncü nesil sistemler tanıtılmıştır. Doğrudan dijital görüntülerin kullanımı, anlık görüntü elde etme, radyasyon dozunun azaltılması, kolaylaştırılmış görüntü geliştirme ve arşivleme, tekniğe duyarlı geliştirme süreçlerinin ortadan kaldırılması ve kolaylaştırılmış görüntü paylaşımı gibi çeşitli avantajlar sunar.[214, 215] Hem dijital radyografi hem de geleneksel analog filmin dijital formata dönüştürülmesi, geleneksel sefalometrik filme göre daha az depolama alanı gerektirir. Dijital arşivleme, kraniyofasiyal biyolojide önemli bir bilgi kaybı kaynağı olan film bozulması probleminin üstesinden gelmek için de değerli bir yöntemdir.[216] Yapısal superimpozisyon yapamama ve bir dijital sefalometrik radyografik makine ve bir yazılım programına duyulan ihtiyaç gibi çeşitli dezavantajları da mevcuttur.[217]

Yapılan çeşitli çalışmalarda araştırmacılar, RME sonrası meydana gelen değişimleri incelemek için aldıkları postero-anterior sefalometrik filmlerde maksiller ve mandibular molar dişler arası linear ölçümler, maksiller kesici dişler arası açısal ölçümler yapmışlar. İskeletsel yapılarda meydana gelen transversal değişimler için de orbitalarda, zygomatik kemiklerde, kondillerde, maksilla ve mandibulada, nazal kavitede, kranyumda çeşitli noktalar belirleyip linear ölçümlerde bulunmuşlardır.[37, 120, 202] Tedavi başlangıcı, aktivasyon sonrası ve retansiyon dönemi sonunda alınan lateral sefalometrik filmlerde de sagital yönde meydana gelen dişsel ve iskeletsel değişimler, maksillanın hareket yönü,

RME'nin vertikal yön etkileri, doğal baş ve hyoid kemik pozisyonundaki değişimler çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir.[11, 37, 95, 202]

2.2.7.5. Oklüzal Radyografi

RME tedavisinde maksiller oklüzal radyografilerden midpalatal sutural açılmanın şekli, miktarı, retansiyon döneminde gerçekleşen ossifikasyonu değerlendirmede yararlanılmaktadır.[9, 71, 103, 107, 160] Wertz 1970 yılında, maksiller darlığa sahip 60 hastaya RME tedavisi uygulamış ve hastalardan tedavi öncesi, maksiller sutur açıldıktan sonra ve aparey çıkarıldığında oklüzal radyografiler de dahil olmak üzere ortodontik kayıtlar toplamıştır. Oklüzal radyografilerde midpalatal suturun paralel olmayan bir şekilde açıldığı ve en geniş açıklığın ANS'de olup posteriora doğru açıklığın azaldığını görmüştür.[12] Bishara ve ark.[5] RME tedavisinde haftalık olarak alınan oklüzal filmlerle midpalatal suturdaki ayrılmanın izlenmesi gerektiğini, suturun 7-10 gün gibi bir sürede çoğu hastada açılacağını, fakat 2 hafta içinde açılma gerçekleşmiyorsa iskeletsel cevabın olmamasının dişlerde devrilmelere ve alveolar plaklarda olası kırılmalara yol açabileceğini söylemiştir. Lehman ve ark.,[65] midpalatal sutur kemikleşmesini değerlendirmek için temel araç olarak oklüzal radyografiyi önermişlerdir. Ancak midpalatal sutur üzerine diğer kemik yapıların superpoze olması ve intermaksiller suturun posterior kısmının yeteri kadar görüntülenememesi nedeniyle bu radyografiler değerlendirmede pek güvenilir değildir. Halbuki histolojik çalışmalar sutur obliterasyonunun intermaksiller suturun arka bölgesinde daha yaygın olduğunu göstermiştir.[12, 218] Davidovitch ve ark.[104] da 2 ve 4 bantlı RME apareyleri uyguladıkları hastalarda midpalatal suturun transversal boyuttaki lineer ve volumetrik değişikliklerini değerlendirmek için maksiller oklüzal radyografilerden yararlanmışlardır.

2.2.7.6. Akustik Rinometri

Akustik rinometri, 1989 yılında Hilberg ve ark.[219] tarafından nazal kavite boyutlarını ve nazal hava yolu direncini ölçmek için basit, invaziv olmayan ve objektif bir yöntem olarak tanıtılmıştır. Prensibi, ses dalgalarının nazal kavite içindeki yansımasına dayanır. Literatür incelendiğinde akustik rinometrinin güvenilir olduğu ve ortodonti alanında başarılı bir şekilde uygulanabileceği ortaya çıkmıştır.[220, 221] Sökücü ve ark.,[222] hızlı üst çene genişletme apareyi ve fan type hızlı üst çene genişletme apareyi uyguladıkları hastalarda, nazal hacmi ve minimal kesitsel alanı tedavi öncesi, aktivasyon sonrası ve 6 aylık retansiyon sonrası akustik rinometri ile ölçmüşlerdir. Araştımacılar, her iki aparey çeşidinin genişletmeden hemen sonra nazal hava yolu üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu, retansiyon sonunda ise nazal hacim ve minimum kesitsel alandaki artışın, RME grubunda diğer gruba göre daha stabil olduğunu bulmuşlardır.

2.2.7.7. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi, X ışını ile bir cismin kesitler halinde 2 veya 3 boyutlu görüntüsünün oluşturulmasıdır. 1967'de Sir Godfrey Hounsfield tarafından geliştirilmiş olup, bu sistemlerin altı nesli bulunmaktadır. Sistem sınıflandırması, cihazların parçalarına ve X-ray'in fiziksel hareketlerine dayanmaktadır. Birinci nesil tomografilerde tek bir çizgisel ışık kaynağı ve bir dedektör vardır. ‘Hibrid’ adı verilen ikinci nesilde çok sayıda dedektör bulunmaktadır. Ancak, bunlar nesnenin tamamını görüntüleyememiştir. Üçüncü kuşakta ise dedektörler ve veri toplama teknolojisinde büyük gelişmeler sağlanmış; büyük dedektörler, nesnenin etrafında hareket etmek için bir radyasyon kaynağının gerekliliğini azaltmış ve "fan ışınlı CT" olarak adlandırılmıştır. Ancak oluşturulan görüntülerde genellikle halka şeklinde artefaktlar ve bozulmalar meydana gelmiş, bu sorunu çözmek için hareketli bir radyasyon kaynağı ve sabit bir dedektörden

oluşan dördüncü nesil tomografiler geliştirilmiştir. Son olarak, hareket ve yansıma artefaktını azaltmak için beşinci ve altıncı nesil tomografiler geliştirilmiştir. Bunlarda dedektör sabittir ve elektron ışını yarım daire biçimli tungsten şerit anodunu tarar. Radyasyon, elektron ışınının anoda çarptığı noktada üretilir ve dönen bir X-ışını kaynağı aracılığıyla nesneye iletilir.[223] BT'de, 2 boyutlu görüntüleme yöntemlerindeki magnifikasyon, projeksiyon hataları olmamakta,[224] elde edilen hacimsel görüntüler hareket ettirilerek veya aksiyal, sagital, koronal kesitte incelenebilmekte, anatomik yapılar daha net bir şekilde görüntülendiğinden noktaların işaretlenmesi daha kolay ve doğru bir şekilde yapılabilmektedir.[225] Ancak, geleneksel bilgisayarlı tomografilerin belirli kısıtlamaları vardır. Tomografi makineleri boyutları nedeniyle bulundukları yerde büyük fiziksel alanlara ihtiyaç duyarlar. Geleneksel radyografi makinelerinden çok daha pahalıdırlar. Elde edilen görüntüler birkaç kesitten oluşur ve son bir görüntü elde etmek fazla zaman ve para gerektirir.[223] Kesit kalınlığı artırıldığında ise çözünürlük ve görüntünün kalitesi düşmektedir, dental morfolojinin incelenmesi de çözünürlük yetersizliğinden güçleşebilmektedir.[226] Ortodonti alanında BT kullanımını kısıtlayan temel neden ise yüksek doz radyasyondur.[223]

İlk kez 1982'de Timms ve ark.[227] tarafından RME ile ilişkili kemik değişikliklerini değerlendirmek için bilgisayarlı tomografi alınmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası alınan kesitler çakıştırılarak maksiller kompleksin lateral ve öne hareketi gösterilmiştir.[227] Garib ve ark.[121] ise farklı tip RME apareylerinin bukkal, lingual kemik kalınlığı, alveolar kemik seviyesi gibi periodontal dokularda yarattığı değişimleri incelemek için bilgisayarlı tomografiden yararlanmıştır. Bazı araştırmacılar da RME[228] veya SARME[229]'nin midpalatal suturdaki etkilerini bilgisayarlı tomografi ile görüntülemişlerdir. Ayrıca RME uygulanması ile nazal kavitede meydana gelen değişiklikler de çeşitli BT çalışmalarında değerlendirilmiştir.[230-232]

2.2.7.8. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, konvansiyonel bilgisayarlı tomografinin dezavantajlarına çözüm getirmek amacıyla geliştirilmiştir. Avrupa'da 1998 yılında Mozzo ve ark. tarafından ilk kez diş hekimliğinde kullanılmış olup, 2001 yılında ise Amerika'da kullanımı onaylanmıştır.[233]

KIBT'de, konik X ışınları ve iki boyutlu alan dedektörleri kullanılmakta, hasta ayakta, oturur pozisyonda veya yatarken görüntü alınabilmektedir. Tarama sırasında, X ışını kaynağı ve dedektörün hasta etrafındaki bir yörünge üzerinde 360° dönmesiyle bir dizi görüntü (yaklaşık 150-599) elde edilir. Tarama süresi, KIBT ünitesi ve protokol yapılandırmalarına bağlı olarak 5-40 sn arasında değişir. X-ışını kaynağı tarafından yayılan ışının boyutu, dedektör boyutuna uygun olarak yuvarlak veya dikdörtgen bir kolimatör tarafından sınırlandırılır, ancak belirli durumlarda görüntülenecek alanın (field of view, FOV) boyutuna bağlı olarak sınırlandırılabilir. Taramanın ardından, ham veriler voksellere dönüştürülür ve bilgisayarlarda dijital olarak (dijital hacimler) depolanır. Bu hacimler daha sonra özel yazılım kullanılarak görüntülenebilecek bir formata dönüştürülür. Vokseller, dijital hacimlerin en küçük alt birimleridir. KIBT vokselleri genellikle izotropiktir, yani her üç boyutu da eşit kübik şekillidirler. Vokselleri oluşturan kenarların boyutu 0,07 ile 0,4 mm arasında değişir. Her voksel belirli bir miktarda X ışını emer ve bir gri skala değerine karşılık gelir.[234] Son nesil KIBT birimleri 12 veya 14 bitlik görüntüler üretir (12 bit = 2^{12} = 4096 gri ton, 14 bit = 214 = 16,384 gri ton). 12 veya 14 bitlik görüntüleri görüntülemek için kullanılan bilgisayar monitörleri maksimum 8 bitlik (256 gri ton) görüntüleme kapasitesine sahiptir. Daha yüksek voksel sayısı ve daha yüksek bir bit değeri, anatomik yapıların daha iyi gösterimi ile ilişkilidir.[233, 235, 236] Voksel boyutunun küçük olması ise çözünürlüğün yüksek olmasına sebep olur.[234]

Her KIBT sisteminin kendi yazılımı vardır. Ancak, KIBT yazılımı tarafından toplanan veriler Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim (DICOM) formatında saklanırsa, elde edilen veriler diğer KIBT yazılımlarında görüntülenebilir. Böylece interaktif bir görüntüleme sistemi oluşturulabilir, görüntülerin çıktısı alınabilir, kişisel bilgisayarlarda görüntülenip ölçümler yapılarak tanı ve tedavi planları geliştirilebilir.[237]

Doku ve organların radyasyona duyarlılıkları farklıdır. İncelenecek bölgedeki her bir doku için Uluslararası Radyolojik Koruma Komisyonunun (ICPR) belirlediği ağırlık faktörü ile, dokunun absorbe ettiği radyasyon miktarı çarpılarak elde edilen değerler toplanıp birimi *Sievert* (Sv) olan 'efektif doz' değeri bulunur.[238] Efektif KIBT dozları, medikal BT'den daha az iken, genellikle panoramik ve sefalometrik görüntüleme dozlarından daha yüksektir. Dijital panoramik radyografilerin efektif dozu 6-38 micro Sieverts (μSv) aralığında[239-245] iken sefalometrik radyografilerin efektif dozu 2-10 μSv aralığında[244, 246, 247] bulunmaktadır. Öte yandan, KIBT'nin efektif doz aralığının çok geniş olduğu ve FOV boyutuna, spesifik teknik faktörlere ve makinenin kendisine bağlı olarak 5,3–1025 μSv olduğu bildirilmiştir.[239-245, 248-251] Medikal BT'nin kafa için efektif dozu ise yaklaşık 1000-2000 Sv'dir.[252] Mevcut KIBT dozajlarının çoğunun bildirilen aralığın alt yarısında olduğu ve farklı KIBT tarayıcılarını standartlaştırmak ve dozlarını panoramik ve sefalometrik filmlere yakın noktaya düşürmek için önemli çabalar sarf edildiği belirtilmelidir.[253]

Görüntüleme protokolü, görüntüleme alanına, voksel boyutuna, tarama süresine, miliamper ve kilovolt ayarlarına, sensör duyarlılığına ve hasta immobilizasyon yöntemlerine bağlı olarak değişir. FOV, küçük, orta veya büyük ölçekli olabilir. Küçük ölçekli FOV'da gömülü dişler, kök morfolojisi, süpernümerer dişler ve implant alanları veya ortodontik mini vidalar görüntülenebilir. Orta ölçekli FOV'da mandibula, maksilla veya her ikisi de değerlendirilebilir. Büyük ölçekli FOV'da baş bölgesinin tamamı

değerlendirilebilir. Operatör FOV, miliamper ayarlarını ve tarama süresini kontrol edebilir. Bu değerlerin azaltılması efektif radyasyonu azaltır, ancak görüntü kalitesi de buna bağlı olarak azalır.[233]

KIBT'nin avantajları:

- Üç boyutlu görüntü elde edilir,
- Gerçek boyutlu verilere bağlı olarak yapılan ölçümler güvenilirdir,
- İsteğe bağlı olarak iki boyutlu görüntüler elde edilebilir (postero-anterior sefalogram, lateral sefalogram, temporomandibular eklem (TME) görüntüleme ve panoramik radyografi),
- Voksellerin küçük boyutlu ve izotropik oluşu nedeniyle çözünürlük ve görüntü kalitesi geleneksel bilgisayarlı tomografilere göre daha yüksektir,[254]
- KIBT radyasyon dozunun BT'ninkinden % 98'e kadar daha düşük olduğu kanıtlanmıştır. KIBT ile, FOV boyutları hastaya göre ayarlanabilir, hastanın aldığı radyasyon dozu azaltılabilir. Bir çalışmada, yüksek çözünürlüklü bir modda Accuitomo sistemi için en yüksek efektif doz 44 μSv ve orta ölçekli FOV ile Scanora sistemi için 26.6 μSv olarak elde edilmiştir. Bu değerlerin 4.7-14.9 μSv efektif doz ile panoramik radyografinin 2-4 katı olduğu belirtilmiştir,[234]
- Metal artefakt oluşma olasılığı BT'den çok daha düşüktür,
- DICOM dosyalarıyla uyumludur,
- İki boyutlu görüntülemedeki magnifikasyon, distorsiyon, superimpozisyon ve rasyonel hatalar ortadan kaldırılır,[255, 256]
- Ayakta, oturur pozisyonda tarama yapılabildiğinden, BT'deki gibi yumuşak dokuda distorsiyon oluşmaz,

- BT'ye göre tarama süresi daha kısa olup, hastanın hareketine bağlı artefakt oluşma olasılığı azalır,[257]
- KIBT cihazları BT cihazlarına göre daha küçük olup daha az yer kaplarlar, klinik kullanım için elverişlidir, BT'den daha az enerji tüketirler ve maliyetleri daha azdır.[254]

KIBT dezavantajları:

- Tanı ve tedavi sonuçlarını değerlendirmedeki üstünlüklerine rağmen, geleneksel görüntüleme yöntemlerine göre radyasyon dozu ve maliyeti fazladır,[225, 257]
- Dedektör tipine bağlı olarak düşük kontrast aralığı,
- Kısıtlanmış dedektör boyutu, kısıtlı bir FOV ve tarama alanına neden olur,
- KIBT sert dokuları ve çoğu yumuşak dokuyu görüntüleyebilmesine rağmen, kasları ve bağlantıları gösteremez.[254]

Ortodontistler için geleneksel teşhis ve tedavi planlama yöntemi, 2 boyutlu lateral sefalogramlar kullanılan sefalometriyi içerir. Elde edilen ölçümler, mevcut bir nüfus normları veri tabanıyla karşılaştırılır. Standart popülasyon normlarına sahip veritabanı, 3 boyutlu KIBT ölçümleri için kullanılamaz; ancak, geleneksel 2 boyutlu lateral sefalogramlar 3 boyutlu KIBT verilerinden sentezlenebilir. Yapılan iki çalışma, KIBT'den alınan lateral sefalometri ölçümlerini geleneksel lateral sefalometrik radyografilerden alınan ölçümlerle karşılaştırmıştır. Sonuçlar, kurutulmuş insan kafatasları üzerinde dijital kumpaslarla alınan ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Her iki çalışma da KIBT ile elde edilen lateral sefalogramların geleneksel lateral sefalogramlardan daha fazla doğruluk sağladığını bildirmiştir.[258, 259] Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda da, KIBT görüntülerinden alınan tanı ve tedavi ölçümleri geleneksel

2 boyutlu radyografilerden alınan ölçümlerle karşılaştırılmış, KIBT görüntülerinin işaretleme noktası tanımlamada ve ölçümlerin doğruluğunda daha üstün olduğu belirtilmiştir.[260, 261]

KIBT'den ortodontide pek çok amaçla yararlanılmaktadır. İskeletsel ve dental maloklüzyonların teşhis ve tedavi planlaması, gömülü dişlerin lokalizasyonlarının, mini vida uygulanacak potansiyel bölgelerin değerlendirilmesi, ortognatik cerrahi planlaması, havayolu ve sinüslerin, dudak-damak yarıklı, sendromlu hastaların, temporomandibular eklemin,[262, 263] asimetrilerin, alveolar kemik hacmi ve yüksekliğinin, kök angulasyon, morfoloji ve rezorpsiyonlarının, hızlı üst çene genişletmesi tedavisinin etkilerinin değerlendirilmesi bunlar arasında sayılabilir.[264-266] KIBT, kemik ve dişlerin maksiller genişletmeye verdiği yanıtların 2 boyutlu radyografi veya çalışma modelleriyle mümkün olandan daha derinlemesine incelenmesini sağlamıştır. RME üzerine bugüne kadar yapılan çalışmalar, KIBT'nin transversal yetersizliklerin tanı ve tedavi planlamasındaki yararından çok, tedavinin sonuçlarını belirleyebilmesine odaklanmıştır. KIBT özellikle de, RME tedavisi ile ilgili şu iki soruyu ele almak için kullanılmıştır: genişleme kuvvetleri maksillanın farklı bölgelerini nasıl etkiler ve iskeletsel genişleme ve dişsel devrilme miktarı ile yaş arasındaki ilişki nedir.[265-268] Bu çalışmalar, büyüme dönemindeki çocuklarda diş destekli RME tedavisinin birkaç sirkummaksiller suturun ayrılmasına neden olduğunu ve sadece transversal boyutta değil aynı zamanda sagital ve vertikal boyutta da bir artışa sebep olduğunu göstermektedir.[267, 268] Ayrıca daha küçük çocuklarda (6-8 yaş) RME tedavisi ile daha fazla iskeletsel genişleme elde edildiği, daha büyük çocuklarda ise (9-11 yaş) dişsel devrilmenin daha fazla olduğu bulunmuştur.[109, 269] Bukkal kemik kalınlıklarında, nazal genişlikte, maksiller sinüs genişliğinde meydana gelen değişimler KIBT ile ölçülmüştür.[265] Ayrıca çeşitli çalışmalarda midpalatal sutural

maturasyon KIBT ile değerlendirilmiş ve bunun RME'nin iskeletsel yanıtının tahmininde yararlı bir klinik belirleyici olabileceği söylenmiştir.[176-179]

2.2.7.9. Ultrasonografi

Gerçek zamanlı ekografi / tomografi olarak da adlandırılan ultrasonografi, ultrason dalgalarının vücut dokularında yayılmasına ve yansımasına dayanan bir görüntüleme tekniğidir. 1950'lerden bu yana, tıbbın çeşitli alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ultrason dalgaları, alternatif bir elektrik akımı uygulandığında bir kristal (yani kuvars veya kompozit piezoelektrik materyal) tarafından bir dönüştürücü aracılığıyla üretilir. Piezoelektrik etkinin bir sonucu olarak dönüştürücü, aynı frekansta salınan akustik ultrason dalgaları üretir. Ultrason dalgaları farklı yoğunluk, mekanik ve akustik özelliklere sahip biyolojik dokularla karşılaştığında, mekanik enerjinin geri kalanı dokular yoluyla iletilirken, bir kısım dönüştürücüye geri döndürülür (yansıtılır ve/veya dağılır). Eko, ultrason dalgasının kristale doğru yansıyan kısmıdır. Ultrason dalgaları kristale geri döndüğünde, ses dalgalarının elektrik akımına ve ardından bilgisayar ekranında gri tonlu görüntülere dönüştürülmesiyle gösterilen sesi uygun şekilde alır ve iletir. Ultrasonografik probu ilgilenilen alan üzerinde hareket ettirmek anatomik düzlemi değiştirir ve böylece alanın gerçek zamanlı üç boyutlu izlenimini sağlar.[270-272] Teşhis amaçlı ultrasonun frekansı milyon Hertz (MHz) cinsindendir. Daha düşük frekanslı ultrason dalgaları daha iyi penetrasyona sahip olmakla birlikte daha düşük çözünürlükte, yüksek frekanslı ultrason dalgaları ise derin yapılara nüfuz etme pahasına daha yüksek kalitede çözünürlükte görüntüler üretir.[272] İncelenen dokular ekojenik olup eko oluşturabilir veya dokularda yansıma meydana gelmiyorsa anekoik veya transonik olup eko oluşturamayabilirler. Ekojenik dokular, organların ve dokuların arayüzlerinde güçlü bir yansıma meydana geldiğinde hiperekoik (görüntüde daha parlak özellikler olarak

görünen) olarak tanımlanabilir. Örneğin, doku/kemik arayüzleri, kemik yapısı patolojik bir süreç tarafından kısmen değiştirilmediyse sağlam olup güçlü bir yansıma üretir. Doku arayüz yansıması düşük bir yoğunluğa sahip olduğunda ekojenik dokular hipoekoiktir. Dokulardaki küçük ölçekli özelliklerden saçılma etkisiyle daha zayıf ekolar da üretilir. Sıvı dolu boşluklar normalde anekoiktir. Çevre doku ile aynı akustik özelliklere sahip alanlar izoekoiktir.[270-272]

USG, iyonize radyasyon kullanmayan gerçek zamanlı bir görüntüleme aracı olduğu için son yıllarda maksillofasiyal görüntülemede sıklıkla kullanılmaktadır. Noninvaziv, ağrısız, kullanımı kolay, ucuz ve doğrudur. USG, baş ve boyun bölgesindeki inflamatuvar yumuşak doku bozukluklarının görüntülenmesi için faydalıdır, birçok obstrüktif, enflamatuar ve tümöral lezyonun tespit edilmesinde kullanılabilir. Kistik şişlik, apseler ve iyi veya kötü huylu lezyonları ayırt edebilir ve intraosseöz çene lezyonlarını tespit etmek için faydalıdır. Çene lezyonlarının kistik ve solid içeriğini değerlendirmede USG'nin önemi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır.[273-276] Konvansiyonel USG kasları ve yumuşak dokuları görüntülemede iyidir, ancak kemik için zayıf akustik empedansa sahiptir. Kas şekillerini analiz etmede değerli ve hassas bir teknik olarak kabul edilir ve USG ile çiğneme kasları kapsamlı bir şekilde çalışılmıştır.[277-279]

Oral radyografiler ve BT hızlı üst çene genişletmesinden, palatal genişleme bölgesini değerlendirmek için sıklıkla kullanılan yöntemlerdir ancak radyasyon içerirler. Özellikle BT, aktif ekspansiyon periyodu boyunca yüksek doz iyonize radyasyon alımının tekrarına sebep olur.[280] Ortopedi literatüründe uzun kemiklerdeki distraksiyon osteogenezisi yaralarının değerlendirilmesinde USG başarıyla kullanılmıştır. Çalışmalar, distraksiyon osteogenezisinde USG'nin, fragmanlar arasındaki boşluğun uzunluğunu ölçmede, kallus oluşumunu, kalitesini, hızını ve maturasyonunu izlemede güvenilir ve

invaziv olmayan bir yöntem olduğunu bildirmiştir. Ayrıca çevreleyen yumuşak dokuda kemikleşme kusurlarının ve sıvı birikiminin tespitine de olanak tanımaktadır.[22, 23, 281, 282] Birkaç çalışmada USG ile histolojik bulgular arasında pozitif korelasyon olduğu gösterilmiştir, özellikle köpeklerde deneysel tibial kırıklara dayanan bir modelde, USG'nin yüksek ekojenite alanlarında histolojide mineralize kemik tespit edilirken izo veya hipoekoik kısımlar fibröz doku içermekte olduğu görülmüştür.[283, 284]

USG, normal koşullar altında kemiğin değerlendirilmesi için kullanışlı bir teknik değildir çünkü yoğun dış korteks, USG ışınını tamamen yansıtmaktadır ve ilik bölgesi görselleştirilememektedir. Ancak distraksiyon yarasında, kortikal tabakanın gelişiminden önce ışın, yara içeriğini değerlendirmek için yaraya yeterince nüfuz edebilir.[24] Bu sebeple çalışmalarda USG'nin distraksiyon osteogeneziyle tedavi edilen mandibulanın değerlendirilmesinde de yararlı olduğu gösterilmiştir.[24, 285] Thurmüller ve ark.[281] domuzlar üzerine uyguladıkları deneysel bir araştırmada, mandibular distraksiyonda kemik oluşumunu radyografi ve USG ile değerlendirmişler ve USG'nin kemik oluşumunu radyografiden çok daha erken tespit ettiğini bulmuşlardır. Blane ve ark.[286] da 1991'de yaptıkları çalışmada uzun kemiklerdeki distraksiyon osteogenezisinde USG'nin radyografiye göre kemik oluşumunu 3 hafta kadar daha önce tespit edebildiğini söylemişlerdir. Bruno ve ark.[285] ise, mandibular distraksiyon osteogenezisi uyguladıkları hastalarda, osteotomik boşluğun ölçülmesinde panoramik radyografi ve USG'nin eşit derecede güvenilir olduğunu, fakat kallus maturasyonunun değerlendirilmesinde USG'nin güvenilirliğinin çok daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu hastaların tedavisinde kemik rejenerasyonunun, mineralizasyonunun ilerleyişi hakkında güvenilir bilgi elde etmek çok önemlidir. Belirli uzunluktaki bir kallusun olgunlaşması için gerekli olduğu düşünülen zamana göre, fiksasyon süresi ampirik olarak seçilir; histolojik

olgunlaşma daha erken tamamlanırsa fiksasyon süresinin uzatılması gereksizdir ve distraksiyon cihazı güvenli bir şekilde çıkarılabilir.[285]

USG ile ilgili diğer bir çalışma da Sümer ve ark.[25] tarafından 2012 yılında yapılmıştır. Bu çalışmada SARME uygulanan 3 hastada midpalatal suturda kallus oluşum oranını ve kalitesini belirlemede USG'nin doğruluğunu değerlendirmişler ve USG'nin midpalatal suturdaki kemik oluşumuyla ilgili doğru bir bilgi sağladığını, USG skorlarının ekspansiyon periyoduyla korelasyon gösterdiğini, non-invaziv ve düşük maliyetli bir teknik olduğundan SARME uygulanan hastalarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir.[25]

Gümüşsoy ve ark.[280] 2014 yılında, hızlı üst çene genişletmesi uygulanan 29 hastada midplatal sutur açılmasını USG ve oklüzal radyografilerle değerlendirmişlerdir. Tedavi öncesi ve aktivasyonun belirli aşamalarında USG'de sutural açılmanın meziodistal genişliği ölçülmüş, oklüzal radyografilerde skorlamalar yapılmıştır. USG ölçümlerinin ve oklüzal skorlamaların istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gösterdiği bulunmuştur.[280]

Ultrasonografi, radyasyon maruziyetinin olmaması, radyografik magnifikasyona, metal artefaktına tabi olmaması avantajlarına sahiptir, ossifikasyonun erken odaklarını tespit etmede çok daha duyarlıdır, maliyeti daha düşüktür, kooperatif olmayan genç hastalarda sedasyon ihtiyacı yoktur.[280]

2.2.8. RME'nin Etkileri

Maksilla, fasiyal ve kraniyal bölgede 10 adet kemikle eklem yapmaktadır. Bu sebeple, hızlı üst çene genişletmesi sırasında maksillaya uygulanan ağır kuvvetler kraniyofasiyal yapıları da etkilemektedir. Kraniyal tabanın anterior ve orta bölümlerinin midsagital kısmını oluşturan sfenoid kemik, maksillanın hemen arkasında yer almaktadır. Sfenoidin pterygoid plakları, bilateral olarak konumlanmalarına rağmen, lateral olarak

yer değiştirmelerine izin veren bir midsagital sutura sahip değildir. Palatinal kemiklerinin piramidal prosesleri de posteriorda pterygoid plaklarla kenetlenmektedirler.[12] Wertz (1970), sfenoid kemiğin pterygoid plaklarının sınırlayıcı etkisinin, palatinal kemiklerin orta sagital düzlemde ayrılma yeteneğini en aza indirdiğinden bahsetmiştir.[12] Timms (1980), RME ile pterygoid plakların üzerine basınç uygulandıkça ancak sınırlı ölçüde bükülebildiğini ve kraniyal tabana yakın kısımlarda bükülmeye karşı dirençlerinin arttığını öne sürmektedir.[287] Öte yandan, İşeri ve ark.[189]'nın yaptığı sonlu elemenlar analizi çalışmasından elde edilen analitik sonuçlar da, pterygoid plakların alt ve orta kısımlarının belirgin bir şekilde yana doğru yer değiştirdiğini veya büküldüğünü ve özellikle plakların daha sert olduğu kraniyal tabana yakın bölgede yüksek gerilmelerin geliştiğini göstermektedir.[5, 189] İşeri ve ark.[189] maksillada kanin ve molar bölgelerinde, alt burun boşluğunun yan duvarında, zigomatik ve nazal kemiklerde yüksek stres seviyelerinin gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Jafari ve ark.[190] zigomatik destek ve maksiller tüberozitenin yüksek stresli alanlar olduğunu, ayrıca maksillanın frontal prosesinin, nazomaksiller sutur, nazofrontal sutur, frontomaksiller sutur, zigomatik ark, zygomatikomaksiller ve zygomatikotemporal suturların etrafında da yüksek gerilmeler bulunduğunu söylemişlerdir. Baydaş ve ark.[288] da yukarıda bahsedilen çalışmaları destekler nitelikte bu suturlar etrafındaki metabolik aktivitede istatistiksel olarak önemli artışlar olduğunu tespit etmişlerdir.

Kudlick[289] ise, RME'nin in vivo yanıtını simüle eden bir insan kuru kafatası çalışmasında, şu sonuçlara varmıştır: doğrudan maksilla ile eklem yapan tüm kraniyofasiyal kemikler, sfenoid kemik dışında yer değiştirmiştir; kraniyal taban açısı sabit kalmıştır; maksiller parçaların yer değiştirmesi asimetriktir ve maksiller genişlemeye karşı asıl direnci zigomatik ark değil sfenoid kemik göstermiştir.

Leonardi ve ark., BT çalışmasında RME'nin sirkummaksiller suturları ayırarak kemiklerde önemli bir yer değiştirme oluşturduğunu göstermiştir. Ghoneima ve ark.,[290] ise yaptıkları BT çalışmasında RME'den kaynaklanan kuvvetlerin, zigomatik arayüz gibi posterior kraniyofasiyal yapılardan ziyade öncelikle intermaksiller ve maksiller frontal nazal arayüzler gibi anterior kraniyofasiyal suturlar üzerinde bir etkiye sahip olduğunu öne sürmüştür. Bazargani ve ark.[291] da yaptıkları sistematik araştırmada, sirkummaksiller suturların RME'den etkilendiğini, ancak değişikliklerin genel olarak küçük, yani 0.30 ile 0.45 mm arasında olduğunu ve ayrıca maksilladan uzaktaki suturların daha düşük derecede disartikülasyon gösterdiğini sonucuna ulaşmışlardır.

2.2.8.1. RME'nin İskeletsel Etkileri

Maksiller Kompleks ve Midpalatal Sutur Üzerine Etkileri:

Klinisyenler tarafından maksiller kompleksin hızlı üst çene genişletmesine yanıtını araştırmak için farklı tipte RME apareyleri kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır. Çoğu araştırmacı, oklüzalden incelendiğinde maksiller palatal proseslerin midpalatal sutur boyunca paralel olmayan bir şekilde laterale doğru ayrıldığını ve anteriorda genişlemenin daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Bu 'V' şekilli ayrılmanın sebebi olarak ise posteriordaki yapıların genişlemeye karşı dirençlerinin daha fazla olmasını göstermişlerdir.[10, 12, 50, 73, 93, 190, 292-294] RME sonrası midpalatal sutur davranışının araştırıldığı BT çalışmalarından birinde Da Silva Filho ve ark.,[228] süt ve karma dişlenme dönemindeki hastalara Haas apareyi uygulayıp, genişletme vidasını günlük 1 tam tur çevirerek anterior nazal spinada ortalama 2.21 mm, posterior nazal spinada ise ortalama 0.95 mm açılma tespit ederken (PNS'deki midpalatal sutur açıklığı ANS'dekinin %43'üne eşdeğer); düşük doz BT çalışmasında ise Lione ve ark.[295] yaş ortalaması 11.2 olan hastalara kelebek şeklinde 2 bantlı genişletme apareyi uygulayıp, günlük 2 tur aktive

ederek aktif genişletme fazı sonrası midpalatal suturun anteriorunda 3.01 mm, ortasında 2.17 mm, posteriorunda ise 1.15 mm açılma (PNS'deki midpalatal sutur açıklığı ANS'dekinin %40'ına eşdeğer) tespit etmişlerdir.

Christie ve ark.[296] ise yaptıkları KIBT çalışmasında yaşları ort. 9.9 olan hastalara akrilik bonded RME apareyi uygulamış ve midpalatal suturun paralel bir şekilde açıldığını tespit etmişler. Bu paralel şeklin ise Habersack ve ark.[297]'nın çalışmasında olduğu gibi akrilik RME apareyi kullanılmasından ve hastaların iskeletel yaşının küçük olmasından (ortalama 10,3 yıl) kaynaklanabileceğini söylemişlerdir.

Cantarella ve ark.[136] da, RME'nin ortopedik etkisini artırmak amacıyla geliştirilen, bikortikal olarak yerleştirilmiş 4 mini vida destekli 'Maksiller İskeletsel Genişletme' apareyini yaşları ort. 17.2 olan 15 hastada uygulamış ve midpalatal suturu KIBT'da incelemişler; ANS'de 4.8 mm, PNS'de 4.3 mm ayrılma olduğunu ve midpalatal sutural açılmanın antero-posterior olarak neredeyse paralel gerçekleştiğini yaptıkları çalışmada bulmuşlardır.

Frontalden bakıldığında, maksiller suturun paralel olmayan bir şekilde süpero-inferior olarak ayrıldığı görülür. Her bir maksiller kemiğin rotasyonunun fulkrum noktası frontomaksiller suturda olup,[10, 12, 189, 298] tepesi nazal kavitede tabanı ise üst keser dişler bölgesinde piramit şekilli bir ayrılma gerçekleşir.[10, 116, 182, 189, 190, 292, 299]

Sagital düzlemde bakıldığında ise, RME sonrası üst çenenin vertikal hareketi ile ilgili literatürdeki yayınlar, maksillanın ya paralel olarak aşağı hareket ettiğini ya da anterior veya posteriora doğru rotasyona uğradığını ancak sonuçların kesin olmadığını bildirmiştir. Haas gibi bazı araştırmacılar,[10, 87, 189, 190, 292, 300] üst çenenin daha sık olarak aşağı ve öne doğru yer değiştirdiğini, palatal düzlemin önden çok arkada hafifçe aşağı doğru hareket ettiğini bu sebeple palatal düzlemin öne rotasyon yaptığını; Da Silva Filho ve ark.,[71] maksillanın sagital olarak değişmediğini, ancak aşağı doğru hareket ettiğini ve

palatal düzlemin aşağı ve geriye doğru bir rotasyon sergilediğini bulmuştur. Wertz[12] ve Wertz ve Dreskin,[11] RME tedavisinden sonra bazı hastalarda maksillanın aşağı ve geri, bazılarında ise aşağı ve ileri hareket ettiğini bildirmişlerdir.

Akkaya ve ark.[301] ve Başçiftçi ve Karaman,[202] oklüzal yüzeyi akrilikle kaplı bonded bir RME apareyi ile maksillanın genişlemeden sonra öne doğru hareket ettiğini; Sarver ve Johnston[302] ise, maksillanın akrilik bonded RME apareyi kullanıldığında bantlı apareylere göre daha az miktarda öne hareket ettiğini ve bazı durumlarda maksillanın geriye doğru yer değiştirdiğini bildirmişlerdir.

Çelişkili bulgulara rağmen, hızlı maksiller genişlemeyi takiben maksiller hareketin mekanizmasını ve bu yer değiştirmenin artan dikey boyutla ilişkisini açıklamak için bazı teoriler ileri sürülmüştür. Bu teoriler, maksillanın sirkummaksiller ve diğer kraniofasiyal suturlarla ilişkisini ve RME'yi izleyen maksilla hareketleri ile maksilla büyümesi arasındaki ilişkiyi araştırır.

Maksillanın sutural oryantasyonu sebebiyle, büyüme maksilla için aşağı ve öne doğru bir hareket vektörü üretir. Haas,[91] palatal genişlemeyi takiben kuvvetin büyümeye benzer bir etki yaratıp sirkummaksiller suturların ayrıldığını, kemiklerin kayarak sutur çıkıntılarının üst çenenin eski konumuna dönmesini önlemek için bağlandığını söyler.

Maksiller hareketin bir başka olası mekanizması, Ohshima[303] tarafından varsayılmıştır. Hızlı maksiller genişlemeyi takiben, kemik spiküllerinin vomerin alt sınırına dik bir yönde biriktiğini, bu nedenle, vomeromaksiller suturdaki osteojenik aktivitenin maksillayı aşağı doğru yer değiştirmeye ittiğini veya en azından kolaylaştırdığını öne sürmüştür.

1973'te yapılan bir çalışmada, Biederman,[99] genişleme sırasında rotasyon merkezinin, maksillanın arka tarafında hamular ve pterygoid plaklar arasındaki bağlantı

noktalarında 2 ayrı yerde olması durumunda, maksiller parçaların bu noktalar etrafında rotasyona uğradığını ve A noktasının öne hareket edeceğini, orta hat üzerinde tek bir rotasyon merkezi oluşursa da A noktasının geri gideceğini söylemiştir.

Melsen ve Melsen[119] de RME'nin maksiller tüberositik bölgede kırıklar oluşturmak için yeterince travmatik olduğunu ve böylece aşağı ve ileri yönde maksiller yer değiştirmeyi kolaylaştırdığını iddia etmişlerdir.

Ayrıca yapılan çalışmalarda RME'nin etkisiyle midpalatal suturda doku hasarı ve enflamasyon bulgularının görüldüğü, ardından rejenerasyona yol açan proliferasyon ve onarım sürecinin başladığı tespit edilmiş.[304] Mineral içeriğinin sutural açılmanın tamamlanmasından sonraki ilk ay boyunca hızla arttığı, suturun hemen yanındaki kemikte ölçümün ilk ayında mineral içeriğinin keskin bir şekilde azaldığı, daha sonra başlangıç seviyesine döndüğü; midpalatal suturdaki mineralizasyonun ilk 1 ay içinde büyük oranda tamamlandığı ve 3 ay sonunda ölçüm bölgelerinin mineral içeriğinin hepsinin aynı olduğu gösterilmiştir.[293, 304]

Palatinal Kubbeye Etkileri:

Pek çok araştırmacı tarafından desteklenen görüş, RME etkisiyle maksillanın parçalarının frontal düzlemde rotasyona uğrayarak laterale eğimlendiği ve aşağı hareket ettiği yönündedir. Bu sebeple palatinal kubbe derinliğinin azaldığını belirtirler.[10, 91, 305, 306] Bazı araştırmacılar ise midpalatal suturdaki hücresel proliferasyon sebebiyle palatinal derinliğin arttığını söylemektedirler.[12, 48, 307] Bunların yanında, palatal yükseklikte bir değişiklik olmadığını söyleyen araştımacılar da bulunmaktadır.[308] Davis ve Kronman,[292] Oliveira ve ark.,[309] Gohl ve ark.[310] palatal derinliğin korunduğunu yalnız konturunda düzleşme olduğunu tespit etmişlerdir.

Maksiller Alveoler Proseslere Etkileri:

RME yoluyla elde edilen ortopedik genişleme, sadece midpalatal suturun ayrılmasıyla değil aynı zamanda maksiller alveoler proseslerin kuvvet karşısında laterale rotasyona uğramasıyla da kazanılır.[78, 311] Hicks, maksillanın iki yarısının laterale doğru 8°'ye kadar devrilebildiğini yaptığı implant çalışmasıyla göstermiştir.[72]

Garrett ve ark.[265] bir KIBT çalışmasında, ortalama yaşları 13.8 olan hastalara Hyrax apareyi uygulamış ve maksiller alveoler proseslerdeki devrilme miktarının anteriordan posteriora doğru arttığını, toplam elde edilen genişlemeye katkısının birinci küçükazı bölgesinde %6, ikinci küçükazı bölgesinde %9, birinci büyükazı bölgesinde ise %13 olduğunu bildirmiştir. Dogra ve ark.[312] da bonded RME apareyi kullandıkları KIBT çalışmasında, 12-15 yaş aralığında birinci büyükazı dişler seviyesinde alveoler devrilme oranını benzer şekilde %16.03 (0.8 mm) olarak tespit etmiştir.

Kartalian ve ark.,[313] RME tedavisi gören hastalarda alveolar ve dental devrilme miktarlarını belirlemek için yine KIBT ölçümlerinden yararlanmış; alveolün bukkal olarak yaklaşık 5.6° eğildiğini göstermişlerdir (sert damak tabanı yatay referans olarak kullanılmıştır).

Oliveira ve ark.,[309] farklı genişletme apareyleri kullanarak RME sonrası palatinal bölgedeki morfolojik değişiklikleri değerlendirdikleri araştırmada, postero-anterior sefalogram analizine ek olarak 3 boyutlu yüzey lazer tarama tekniği ve bilgisayarlı alçı model analizi kullanmışlar. Diş destekli genişletme apareylerinin (Hyrax) alveolün açılanmasını artırarak daha fazla dentoalveoler etki meydana getirirken, diş ve doku destekli apareylerin (Haas) ortopedik etkisinin daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Bazı yazarlara göre de,[107, 112, 114, 287, 302] rijit akrilik bonded apareylerle elde edilen etkiler dentoalveolar olmaktan çok iskeletseldir. Bu tür apareylerdeki akrilik kaplaması, kuvvet

vektörünü maksillanın direnç merkezine yönlendirerek maksiller parçaları daha gövdesel hareketle paralel bir şekilde genişletir . Kılıç ve ark.[314] ise çalışmalarında, diş ve doku destekli rijit akrilik bonded apareylerin de dentoalveoler devrilmeye sebep olduğunu ancak bunun Hyrax apareyinden daha az miktarda olduğunu bulmuşlardır.

Ayrıca, iki retrospektif çalışma ve bir prospektif randomize kontrollü çalışma adölesan[135, 137] ve postpubertal[138] dönemlerdeki hastalara uygulanan farklı tipteki konvansiyonel ve kemik destekli apareyleri karşılaştırarak dentoalveolar kompleksteki bukkale devrilme gibi yan etkilerin mini vida gruplarında daha az olduğunu bulmuşlardır.

Mandibulaya Etkileri:

Genel olarak RME ile birlikte, maksiller posterior dişlerde ve alveoler proseslerde laterale devrilme, maksiller posterior dişlerde ekstrüzyon meydana gelerek interdijitasyonun bozulduğu ve mandibulanın aşağı ve geri rotasyona uğradığı kabul edilmektedir.[5, 12, 91, 201, 300, 315] Böylece kapanış açılmakta, SNB açısı azalmakta,[37, 71] overjet, mandibular düzlem açısı[12, 71, 292] ve alt yüz yüksekliği artmaktadır.[202, 300] Bu etkilerin kalıcı olmayıp uzun vadede büyümenin de etkisiyle kompanse edildiği yapılan çalışmalarda gösterilmesine rağmen,[12, 15, 303, 316] vertikal yön boyutları artmış, open bite oluşma eğilimi fazla olan hastalarda akriliği kalın veya tüm dişleri kaplayan akrilik bonded RME[116, 317, 318] apareyi veya ilave olarak vertikal çenelik[319] kullanılabilceği belirtilmiştir.

2.2.8.2. RME'nin Dişsel Etkileri

Maksiller Anterior Dişler Üzerine Etkileri:

Hızlı üst çene genişletmesinde aktif sutur açılması sırasında, maksiller santral kesici dişler arasında çapraşıklık yoksa, suturun açılma miktarından bağımsız olarak, genişletme vidasının açıldığı mesafenin yaklaşık yarısı kadar bir diastema oluşmaktadır.[5,

[9, 10, 12, 99] Suturun açılması nedeniyle dişler ayrıldıkça, kökler de birbirinden ayrılır. Aktif fazın sonunda, köklerdeki ayrılma kronlara göre daha fazla oluşmaktadır.[9] Ardından, transseptal lifler gerilerek önce santral dişlerin kronlarının tekrar proksimal kontağa geçmesini sağlar ve diastema kapanır.[5] Liflerde meydana gelen kopmalar diastemanın kapanmasına engel olabilmektedir. Daha sonra, devam eden gerilme kuvveti köklerin de eski pozisyonlarına dönmesine sebep olur ve bu yaklaşık 4 ayda gerçekleşmektedir.[91]

RME ile maksiller santral dişlerde sella-nasion düzlemine göre ekstrüzyon gerçekleşebilmektedir. Ayrıca perioral kaslardaki artan gerilme sebebiyle bu dişlerde genellikle palatinale devrilme veya dikleşme (eksen eğiminde yaklaşık 3 derecelik azalma[301]) oluştuğu çalışmalarda gösterilmektedir, bu da diastemanın kapanmasına katkıda bulunur fakat ark uzunluğu kısalır.[10, 12, 300] Öte yandan Sandıkçıoğlu ve Hazar[37], maksiller kesici dişlerin RME'den sonra daha prokline hale geldiğini söylemiştir.

Maksiller Posterior Dişler Üzerine Etkileri:

Maksillada posteriora doğru gidildikçe, zigomatik desteğin direncinden dolayı RME ile elde edilen iskeletsel genişlemenin daha az, dişsel ve alveolar devrilmenin ise daha fazla olduğu ve bu devrilmeler sonucu sağ ve sol molar dişler arasındaki açının 1 ila 24 derece arasında değişebileceği belirtilmektedir.[72, 104, 147, 266, 320]

Garrett ve ark.,[265] yaşları ortalama 13.8 olan hastalarda Hyrax apareyi ile yaptıkları çalışmada, 1. premolar seviyesinde elde edilen toplam genişlemenin %39'unun, 1.molar seviyesinde ise %49'unun dişlerdeki bukkal devrilme ile oluştuğunu bulmuşlardır. Dogra ve ark.[312] ise benzer yaş ortalamasında bonded RME apareyi ile 1.molar dişlerde bu oranı %55 olarak tespit etmiştir.

Ayrıca Christie ve ark. gerçekleştirdikleri KIBT çalışmasında bukkale devrilmeyi sağ molar diş için 6.22°, sol molar diş için 5.60° olarak bularak; Ciambotti ve ark.'nın alçı çalışma modellerinin ölçümü ile tespit ettikleri 6.08°'ye yakın bir dişsel devrilme

tespit etmişlerdir. Bukkal devrilme daha çok ankraj olarak alınan dişlerde oluşmakla birlikte,[5, 12, 264, 296, 309] ankraj olarak alınmayan dişlerde daha fazla devrilme oluşabileceği de gösterilmiştir.[320]

Aparey tasarımları ve destek alınan bölgeler de dişlerde meydana gelen devrilme miktarlarını ve yönlerini etkilemektedir. Diş ve doku destekli Haas ve sadece diş destekli Hyrax apareyleri karşılaştırıldığında, Haas apareyinde dentoalveolar devrilmenin daha az meydana geldiği;[309] Hyrax ve akrilik bonded genişletme apareyleri karşılaştırıldığında ise ikisinde de önemli ölçüde devrilme meydana geldiği, fakat dentoalveoler inklinasyonun Hyrax grubunda daha fazla olduğu bulunmuştur.[314] Yılmaz ve ark.[137]'nın dişlerden destek almadan uyguladıkları mini vida destekli aparey ile geleneksel genişletme apareylerini karşılaştırdıkları araştırmalarında ise, mini vida destekli grupta maksiller molar dişlerde 3.5° palatal yönde devrilme gözlenirken, bonded RME grubunda 11.75°, bantlı RME grubunda ise 10.25° olan molarlardaki devrilmenin bukkal yönde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, Araugio ve ark.[197] da bir sonlu elemanlar analizi çalışmasında, Hyrax vidasının vertikal yönde oklüzal düzleme yakın yerleştirildiğinde dişlerde daha fazla bukkal kron devrilmesi yaratacağını, dişlerin direnç merkezinden daha yukarıya yerleştirildiğinde ekstrüziv eğilim yaratacağını göstermişlerdir.

Bukkal devrilmenin yanında, RME sonrası maksiller posterior dişlerde ekstrüzyon meydana geldiği, ankraj olarak alınan dişlerin köklerinde farklı dönemlerde rezorpsiyon oluşabileceği de araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.[5, 46, 184, 320, 321]

RME ile meydana gelen diğer dental ark değişiklikleri ise interkanin genişlikte, intermolar genişlikte ve ark perimetresinde artış, ark uzunluğunda ise azalmadır. Adkins ve ark.,[98] geç karma ve erken daimi dişlenme dönemindeki 21 hastada RME tedavisinden sonra, interkanin, intermolar genişlikte, ark perimetresinde ortalama sırasıyla 2.9 mm, 6.5 mm, 4.7 mm artış olduğunu, ark uzunluğunun ise ortalama 0,4 mm azaldığını bulmuştur.

Araştırmacılar Hyrax apareyi ile, maksiller ark perimetresinde, birinci küçük azı genişliğindeki değişikliğin yaklaşık 0.7 katı oranında artış elde edildiğini söylemiştir.[98] Bu konuda, bazı araştırmacılar intermolar genişlikteki 1 mm artışın ark perimetresinde 0.6 mm artışa,[322] diğer bir araştırmacı ise ark perimetresinde 0.25 mm artışa sebep olacağını bulmuştur.[61]

Mandibular Dişler Üzerine Etkileri:

1961'de Haas, RME ile maksilla bukkal olarak genişlediğinden, mandibular dentisyonun da genişlediğini ve aynı yönde eğildiğini belirtmiştir.[9] Bu mandibular arkın ilk genişlemesi, dekompansasyon olarak yorumlanabilir. Ancak mandibular dişlerin dikleşmeye devam etmesi önemli bir bulgudur. Bu ise, palatal yarıların (tonoz) alçalmasının bir sonucu olarak dil pozisyonuna atfedilebilir.[5] Diğer bir etkileyen faktör, apareyin hacimli vida bağlantısı olabilir. Ayrıca, maksillanın genişlemesi ile buksinatör kaslarının basıncının ortadan kaldırılması, mandibular dental arkın genişlemesine neden olabilir.[9]

Haas, 10 hastada yaptığı çalışmasında (9-18 yaş), alt intermolar genişlikte 0.5 - 2.0 mm'lik artışlar bulmuş.[9] Wertz de, 48 hastada alt intermolar mesafeyi kaydetmiş, 35 hastada mesafenin aynı kaldığını, 12 hastada arttığını söylemiş; maksiller bukkal segmentlerin aşırı genişletilmesinin mandibular antagonistini dikleştirme meyili olduğundan değişiklikleri değerlendirmek için uzun süreli bir çalışma yapılması gerektiği sonucuna varmıştır.[12] Gryson,[323] RME'den 7 ay sonra mandibular intermolar genişlikte 1 mm'ye kadar bir kazanç bulmuş, ancak mandibular interkanin genişliğinin önemli ölçüde artmadığını belirtmiştir. Lima ve ark.[324] intermolar genişliğin RME sırasında arttığını ve sonrasında stabil kaldığını, interkanin genişliğin tüm gözlem dönemlerinde sabit olduğu bulmuştur. Sandstrom ve ark.[325] 2 yıllık retansiyon sonrası, interkanin ve intermolar genişlikler için istatistiksel olarak anlamlı artışlar bildirmiş. Geran ve ark.[154] ise uzun

süreli bir takipte, interkanin genişliğin azalırken intermolar genişliğin artmaya devam ettiğini bulmuşlardır. Baysal ve ark.[326] da KIBT çalışmasında, RME'nin hemen sonrasında spontan dekompanzasyon ile mandibular transversal genişliklerin arttığını; retansiyon döneminde de lip bumper benzeri bir etki ile dişlerde daha yavaş şekilde dikleşme olduğunu kanıtlar nitelikte bulgular tespit etmişlerdir.

2.2.8.3. RME'nin Diğer Etkileri

Nazal Havayoluna Etkileri: Pek çok hastada, daralmış bir maksilla bozulmuş nazal solunum ve üst solunum yollarında görülen sık enfeksiyonlarla ilişkilidir.[327, 328] RME ile tedavi, üst çenenin iskeletsel genişlemesi yanında, horlamanın azalması,[329] sinüslerin genişlemesi[330] ve deviasyona uğramış nazal septumun düzeltilmesi[331] ile pozitif bir rinolojik etkiye sahiptir. Ek olarak, adenoid hipertrofinin kendiliğinden gerilemesine,[332, 333] üst solunum yolundaki enfeksiyonların azalmasına,[334] ağız solunumundan burun solunumuna geçilmesine[335] yardımcı olur. Ayrıca Villa ve ark.[336] RME'nin obstrüktif uyku apnesi olan çocuklarda etkili bir tedavi olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar Ballanti ve ark.,[337] Ribeiro ve ark.,[338] ve Garrett ve ark.[265] tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarıyla da uyumludur. En önemlisi RME, nazal kavitede genişleme etkisiyle,[291] iç nazal hacmin artmasına ve tüm nazofarenksin fonksiyonu üzerinde olumlu etkisi olan nazal direncin azalmasına yol açmaktadır.[339]

RME sonrası nazal kavite genişliğindeki ani artışlar bir meta analizde bildirilmiş,[340] Ramires ve ark.[341] tarafından da posteroanterior sefalometri üzerinde değerlendirmelerin yapıldığı literatür taraması ile desteklenmiştir.

Bu bulguların aksine, nazal kavitedeki değişiklikleri minimal nazal kavite kesit alanı ve hacmi üzerinde akustik rinometri aracılığıyla değerlendiren Gordon ve ark.,[342]

"nazal kavite değişikliklerinin beklendiğini, ancak bunların klinik öneminin sorgulanabilir" olduğunu belirtmiştir.

Baratieri ve ark.[343] sistematik incelemelerinde, büyüme dönemindeki çocuklarda RME'den sonra posterior nazal hava yolunda ve toplam nazal akışta uzun vadeli bir artış bildirerek sonuçların en az 11 ay stabil kalabileceğini söylemiştir. Diğer bir meta-analiz çalışmasında, RME'nin total havayolu hacminde 8 aya kadar sürecek bir artışa sebep olduğu sonucuna varılmıştır.[344]

Yakın zamanda yapılan, RME sonrası nazal kavite ve üst hava yolunda meydana gelen üç boyutlu değişikliklerin değerlendirildiği bir meta analizde ise, nazal kavite hacminde RME'den hemen sonra önemli bir değişiklik gözlenmediği, hacim artışının 3 aylık retansiyon sonrası oluştuğu, retansiyonun 6 aylık döneminde ise yine hacimde önemli bir değişiklik bulunmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, genişlemeden hemen sonra nazofarenks ve orofarenks hacimlerinde önemli ölçüde artış olduğu, 3 aylık retansiyondan sonra nazofarenks için hacmin arttığı, üst havayollarının alt kısmında ise önemli bir artış gözlenmediği sonuçlarına varılmıştır.[345] RME'nin orofarenks ve hipofarenkste önemli bir hacim değişikliği meydana getirmediği yapılan diğer araştırmalarda da gösterilmiştir.[346, 347]

Pangrazio-Kulbersh ve ark.[348] yaptıkları çalışmada, banded ve bonded RME apareylerini karşılaştırarak gruplar arasında posterior hava yolu hacminde hiçbir fark bulamazken; Kavand ve ark.[349] diş ve kemik destekli aparey gruplarını karşılaştırmış, yine gruplar arasında fark olmadığını, her ikisinin de yalnızca nazal kavite ve nazofarenks hacminde artış meydana getirdiğini bulmuşlardır. Fakat, nazal hacimdeki artışın uzun vadeli stabilitesinin farklı aparey tiplerine bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir.[222, 350]

Bir diğer çalışmada ise farklı aktivasyon protokollerinin (günlük 0.8 mm ve 0.5 mm) havayolu üzerine etkileri araştırılmış, daha hızlı aktivasyonun nazofarenks ve nazal kavitede daha yüksek hacim artışına sebep olduğu tespit edilmiştir.[351]

Yumuşak Dokuya Etkileri: RME sonrası orofasiyal bölgedeki yumuşak doku değişikliklerinin değerlendirildiği çalışmalarda; yumuşak doku nazal taban genişliğinde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu gösterilmiştir.[352-354] Pangrazio-Kulbersh ve ark.[348] yaptıkları çalışmada iskeletsel nazal genişlik ve yumuşak doku nazal genişliğinde 1:1 oranında artış sağlandığını bildirmişlerdir. Filtrumun RME sonrası 0.3-0.9 mm genişlediği,[353] nostril genişliğinde ise 1 mm'den az bir genişleme olduğu KIBT çalışmalarında tespit edilmiştir.[352] Alar kartilaj ve alar taban genişliğinde de artışlar meydana gelmiştir.[355] Bazı araştırmacılar genişletme sonrası dudak uzunluğunda artış olduğunu ve bunun ortalama 1 mm olduğunu söylerken,[352, 354] bazıları önemli ölçüde olmayan bir düşüş bildirmiştir.[353] Ayrıca, kolumella yüksekliği değerlendirilmiş ve burun ucunun protrüzyonundan kaynaklanabilecek bir artış bulunmuştur.[353] Karaman ve ark. nazolabial açıda 5.4° 'lik istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu belirtirken, diğer bazı çalışmalarda nazolabial açıda istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düşüş tespit edilmiştir.[353] Dos Santos ve ark.[356] genişletmenin hemen sonrasında üst dudakta protrüzyon, alt dudakta ise retrüzyon oluştuğunu, alt yüz yüksekliğinin arttığını bulurken; diğer bir araştırmada H açısında ve yumuşak doku konveksitesinde artış bildirilmiştir.[357] Her iki araştırmada da 6 aylık retansiyon sonucu değerlerin normale döndüğü görülmüştür.[356, 357] Yanak projeksiyonunun da RME ile arttığı ve bunun alveolar kemiğin genişlemesi nedeniyle oluştuğu söylenmiştir.[358, 359] Ayrıca, RME sonrası yumuşak doku ölçümlerinin çoğunda bazı önemli artışlar bulunmasına rağmen, değerler 2 mm'den küçük olduğundan hiçbirinin klinik olarak anlamlı olmadığı yazarlar tarafından belirtilmiştir.[355]

Periodontal Etkileri: RME sırasında ankraj dişler aracılığıyla maksillaya iletilen ağır kuvvetler, periodontal ligamentte hyalinizasyona yol açarak diş hareketini engeller ve ortopedik etki meydana getirir.[360] Ancak saf bir iskeletsel etki meydana gelmeyip, destek diş ve dokularda vestibüle devrilme, kök rezorpsiyonu, bukkal kemik kalınlığının azalması, marjinal kemik kaybı meydana gelmektedir.[121, 361] Dişeti çekilmeleri, fenestrasyon ve dehissensler de meydana gelebilen periodontal yan etkilerdir.[152, 315]

RME sonrası 3 aylık retansiyon sonucu, posterior ankraj dişlerin bukkal kemik kalınlığında 0.6-0.9 mm azalma, palatal kemik kalınlığında ise 0.8-1.3 mm artış olduğu ve bu artışın diş destekli aperey grubunda, diş-doku destekli gruba göre fazla olduğu bildirilmiştir.[121] RME ile bukkal kemik kalınlığında değişim olmadığını veya minimal olduğunu belirten araştırmacılar da vardır.[362, 363] Ankraj olarak alınmayan 2.premolar dişlerin bukkal ve palatal kemik kalınlıklarında önemli bir değişim olmadığı çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir.[121, 147, 364]

RME'nin, özellikle başlangıçta daha ince bukkal kemik kalınlığı olan kişilerde, ankraj dişlerin bukkal yüzeyinde dehissens oluşumunu indüklediği gösterilmiştir.[121] Rungcharassaeng ve ark.[266] da, ankraj dişlerde vertikal ve horizontal bukkal kemik kaybı tespit etmiş ve bukkal kemikteki değişimlerle vidanın aktivasyon miktarı, ilk bukkal kemik kalınlığı ve hastanın yaşı arasında önemli korelasyonlar bildirmişlerdir. RME sonrası sabit apareylerle dişlerin dikleştirilmesi alveolar kemik seviyelerinde kısmen iyileşmeye sebep olmaktadır.[362, 365] Bazı yazarlar, bukkal kemik kalınlığındaki azalmanın genişlemeyi takiben 3 ay,[363] 6 ay ve hatta 2 yıl[362] sonra düzeldiğini bulmuşlardır.

Literatür, RME'den hemen sonra dişeti çekilmesinin beklenmemesi gerektiğini öne sürmektedir, çünkü bağlantı epitelinin yer değiştirmesi ve bağlantı ataçmanının kaybı, özellikle inflamasyon yokluğunda bukkal alveolar kretin apikal yer değiştirmesini

takip etmez.[121, 366] Uzun bir bağlantı ataçmanı bile ankraj dişlerin yumuşak doku periodonsiyumunu etkilemez.[121] Ancak uzun vadede, lateral genişlemeden sonra doku incelirse; mekanik tahrişe daha düşük direnç (diş fırçalama), cepten ziyade çekilmeye neden olabilecek ince keratinize mukoza, azalmış kemik kalınlığı veya dehissens, bukkal olarak yer değiştirmiş dişler nedeniyle dişeti çekilmesi meydana gelebilir.[121, 183] Vanarsdall, ortodontik tedavi gören çocuklarda uzun dönem takipte, RME grubunun %20'sinde, geleneksel tedavi grubunun ise %6'sında dişeti çekilmesi görüldüğünü bildirmiştir.[367]

Pulpal Etkileri: RME sonrası pulpal kan akışının Laser Doppler Flowmeter kullanılarak değerlendirildiği araştırmaların birinde, diş destekli bir RME apareyi kullanılmış ve aktif faz sırasında ağır kuvvetlere bağlı olarak pulpal kan akımının hızla arttığı, retansiyon döneminde ise yani suturun açılmasına bağlı olarak sutur etrafında biriken yükler dağıldığında pulpal kan akımının başlangıç seviyesine döndüğü gösterilmiştir.[368] Bir diğer çalışmada ise araştırmacılar, yine diş destekli bir apareyle pulpal kan akımında hızla azalma olduğunu göstermiş, bunun alveolar kemiğin devrilmesi, periodontal ligamentin sıkışması ve mukogingivadaki gerilmeye bağlı oluşmuş olabileceğini söylemişlerdir.[369] Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, adölesan hastalarda diş destekli ve kemik destekli apareylerle kısa dönemde pulpadaki şekil ve hacim değişimleri karşılaştırılmış ve diş destekli apareylerde posterior dişlerde pulpal hacimde daha fazla azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Araştırmacılar bunu, kemik destekli apareylerde dişlerin apareye dahil edilmemesine dolayısıyla daha az strese uğramalarına bağlamıştır.[370]

İşitme Bozukluğuna Etkileri: Maksiller genişlemeyi ve işitmedeki gelişmeyi birbirine bağlayan mekanizma, yumuşak doku değişiklikleri ile ilişkilidir. Palatal anatominin düzeltilmesi, levatör ve tensör veli palatini kaslarının gerilmesiyle kas

fonksiyonunu etkileyebilir, böylece timpanik membranın ve işitme sisteminin doğru çalışmasına izin verir.[371, 372] Yumuşak damakta sonlanan bu kasların RME sonucu gerilmesi östaki borusunun farinkse açılan ağzının genişlemesini, orta kulağın havalanmasını sağlar, bu da iletim tipi işitme kaybında azalmaya sebep olmaktadır.[333, 373] Ceylan ve ark.[333] RME'nin iletim tipi işitme kaybı üzerine olumlu etkilerinin olduğunu fakat retansiyon sonrası bir kısmının geri döndüğünü belirtirken; 10 ay,[374] 1 yıl,[375, 376] 2 yıllık[373, 377, 378] takip süreleri içeren araştırmalarda işitme seviyelerindeki iyileşmenin stabil olduğu gösterilmiştir.

Nokturnal Enürezise Etkileri: RME'nin, 5 yaş üstü çocuklarda geceleri idrar kaçırma olarak bilinen nokturnal enürezis üzerinde terapötik bir etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiş, tedaviye yanıt oranının %35 olduğu bir çalışmada rapor edilmiştir. [379, 380] Bu etkinin nasıl oluştuğuyla ilgili çeşitli fikirler bulunmaktadır. Antienüretik etkinin, anterior nazal hava yolunun tıkanmasının neden olduğu solunum disfonksiyonunun ortadan kaldırılması yoluyla normal uyku düzeninin eski haline getirilmesine bağlı oluştuğu öne sürülmüştür.[329] Bu etki RME'ye bağlı anatomik değişikliklerle açıklanmaya çalışılmış, araştırmalarda nazal hacmin artmasıyla nazal hava akışının arttığı, nazal havayolu direncinin azaldığı gösterilmiştir.[379, 381, 382] Ancak, nazal hava akımı ile antienüretik etki arasında bir ilişki bulunamamıştır.[382] Önerilen diğer mekanizmalar arasında, solunum kapasitesinde ve oksijen satürasyonundaki iyileşmeler[379] veya irite edici bir ortodontik aparey uygulanmasının uyarılma mekanizmalarını etkileyebileceği yer almaktadır.[381]

Nokturnal enürezisteki azalmanın sadece plasebo etkisi olabileceği de düşünülmüş ve yapılan iki çalışmada RME apareyi 1 ay boyunca genişletme yapılmadan pasif bir şekilde takılmış ve enürezis sıklığı üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.[382, 383]

2.2.9. RME Sonrası Retansiyon ve Relaps

RME tedavisi ile midpalatal suturda ayrılma elde edildikten sonra, oluşan boşluğun kemik dokusu ile dolması için retansiyon dönemine ihtiyaç vardır. Hicks, retansiyon uygulanmadığında %45 oranında relaps oluşabileceğini belirtmiş. Bu oranın hareketli apareylerle retansiyon uygulandığında %22-25'e, sabit apareylerle %10-23'e düştüğünü söylemiştir.[72] Relaps oluşmasında ve miktarında şu faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir:

- Retansiyon döneminde oluşan kemik maturasyonunun yetersiz olması[384]
- Maksillanın çevresindeki suturlarda, dokularda birikmiş rezidüel kuvvetler[75]
- Maksillayı çevreleyen kuvvetli kas yapısı ve yumuşak doku gerginliği[5]
- Sirkummaksiller suturların rijiditesi, zigomatik kemiğin direnci[384]
- Transversal maloklüzyon şiddeti ve genişletme miktarı[12, 73]
- Hastanın yaşı[12, 385]
- Retansiyonun süresi ve kullanılan aparey çeşidi.[11]

Ekström ve ark.,[293] ekspansiyon sonrası midpalatal sutur mineralizasyonunu radyoizotop iodine içeren bir aparat ve oklüzal radyografiler ile araştırdıkları çalışmada, suturun mineral içeriğinin açılmanın tamamlanmasından sonraki ilk ay boyunca hızla artıp büyük oranda tamamlandığını, hemen yanındaki kemikte ise mineral içeriğinin keskin bir şekilde azaldığını; 3 ay sonunda ölçüm bölgelerinin hepsinin mineral içeriğinin aynı olduğunu bulmuştur. Arat ve ark.[386] da, tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT) kemik sintigrafisi kayıtlarına göre, 3 aylık retansiyonun kemik reorganizasyonu için yeterli olduğunu söylemiş; deneysel bir çalışmada ise, radyografik görüntüsü normal görünmesine rağmen, yeni oluşan kemik dokunun 3 aydan sonra histolojik olarak disorganize ve mineralizasyonunun yetersiz olduğu gösterilmiştir.[182] Bazı yazarlar mineralizasyon için en az 5 aylık bir süre gerektiğini bildirmiştir.[5, 73, 91, 387] Yapılan BT

çalışmalarında daha genç yaş grubunda (ort. 11.2 yaş) 6 ay retansiyondan sonra sutural yoğunlukta fark olmadığı;[388] postpubertal dönemde ise bu sürenin suturun yeterince reorganize olmasına izin vermediği ve nüksü önlemek için daha uzun süre retansiyon gerektiği gösterilmiştir.[389] Chang ve ark.,[390] anjiyojenik takviye ile kemik oluşum oranını, hızını ve kemiğin yoğunluğunu artırmanın stabiliteyi artırabileceğini belirtmiştir.

Retansiyonun, maksilla ve diğer fasiyal kemikler arasında stabil bir ilişki oluşturulmasına da bağlı olduğu belirtilmiş.[75] Maksillaya bitişik suturlarda kalan kuvvetlerin ve bu kemiklerdeki hızlı yer değiştirme ve deformasyonun, uzun vadede belirgin miktarda nükse neden olacağı, maksillanın nispeten daha yavaş genişletilmesinin, nazomaksiller yapılarda daha az doku direnci üretip adaptasyon sürecini uyararak postretansiyon döneminde nüksün azalmasına neden olacağı söylenmiştir.[76, 189, 387, 391]

Çiğneme kasları, yüz kasları nispeten esnektir ve genişleme kuvveti uygulandıkça gerilebilir, kısalabilirler.[5] Ayrıca RME tedavisi ile bukkal basınçta da artma meydana gelmektedir. Molar dişler bölgesinde bukkal basıncın ölçüldüğü çalışmalarda farklı bulgular tespit edilmiştir, kimi araştırmacılar aktivasyon ile basıncın arttığı ve 3-4 aylık retansiyon sonrası bile basıncın RME öncesi haline dönemediğini bunun relapsa sebep olabileceğini,[392] bu yüzden de molar dişler bölgesinde 3 mm'e kadar fazladan genişletme yapılması gerektiğini söylemiş.[72, 73, 293] Kimi araştırmacılar ise 3 aylık retansiyon sonrası basıncın azalarak başlangıç haline döndüğünü, yanak ve dudak kaslarının yeni arka adaptasyonlarının bu sürede tamamlanırken dilin adaptasyonunun ise daha uzun zaman aldığını bulmuştur.[75, 393] Ayrıca Cotton, maksiller birinci azı dişlerinin genişletme sonrası açısal değişikliklerinin, yapışık palatal mukozanın gerilmiş lifleri ile ilişkili olabileceğini öne sürmüştür.[391]

Araştırmacılar genişletme miktarı arttıkça retansiyon süresinin uzaması gerektiğini bildirmişlerdir.[5, 394] Tedaviye başlama yaşının artması da relaps riskini artırmaktadır. Bu hastalarda retansiyon süresinin uzatılması gerektiği pek çok yazar tarafından belirtilmiştir.[12, 385]

Retansiyon apareyi olarak, transpalatal ark veya quadheliks gibi sabit apareyler veya hareketli aparey tasarımları kullanılmaktadır.[58] Genişletme apareyinin kendisinin pasif halde 3-4 ay,[86, 120, 202, 395] 5 ay,[94] 6 ay[5] kadar kullanılmasını öneren araştırmacılar bulunmaktadır. Bazı yazarlar ise aktivasyon bittikten sonra apareyi çıkarıp, akrilik plak[396] veya transpalatal arkla[5] pekiştirmeye devam etmeyi önermişlerdir. Kullanılan pekiştirme apareyinin rijiditesi ve destek aldığı bölge de relapsı etkilemektedir. Kemik destekli, rijit aparey tasarımlarında stabilitenin daha iyi olduğu çalışmalarla gösterilmiştir.[14, 49, 116, 397]

Ultrasonografinin, midpalatal suturdaki kemik reorganizasyonu hakkında doğru bilgi sağlayabileceği, radyasyon içermediğinden non invaziv olduğu ve ultrasonografi skorlarının ekspansiyon periyodu ile korelasyon gösterdiği araştırmacılar tarafından bulunmuştur.[25] Çalışmamızda, retansiyon dönemi öncesinde kortikal kemik tabakası oluşmadan USG ışınının sutural açılma bölgesine penetre olabilmesinden yararlanılarak, midpalatal sutural ayrılma ölçümünün USG ile gerçekleştirilip, bu bulguların KIBT ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

Araştırmamıza başlamadan önce, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 11.04.2019/13 tarih sayılı kararı (EK 2) ile etik kurul onayı alınmıştır.

Prospektif randomize klinik çalışmamızın materyalini, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi görmek amacıyla başvuran 30 hastanın başlangıç, hızlı üst çene genişletmesi aktivasyon dönemi sonrası ve 3 aylık retansiyon dönemi sonrası alınan ultra düşük doz Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ve Ultrasonografi kayıtları oluşturmaktadır.

Araştırmamıza dahil edilen hastalara ve velilerine gerekli bilgilendirilmelerin yapılması için "Aydınlatılmış Gönüllü Onam Formu" hazırlanmış ve istemediklerinde tedaviden vazgeçebilecekleri söylenerek formu imzalamaları istenmiştir.

3.1. Çalışmaya Dahil Edilen Bireylerin Seçimi

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvurup maksiller darlık teşhisi konulan hastalardan şu koşullara uyanlar çalışmamıza dahil edilmiştir:

- Maksiller darlığa bağlı olarak tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanış bulunması,
- Kronolojik olarak 10-16 yaş aralığında olunması,
- Daha önce ortodontik bir tedavi görülmemiş olması, maksiller kortikotomi, ortognatik cerrahi gerektirmemesi,
- Ağız hijyeninin iyi olması, sistemik bir rahatsızlığın olmaması,

- Kraniyofasiyal anomali, dudak-damak yarığı bulunmaması, nazal operasyon geçirilmemiş olması.

Bu koşullara uygun hastalardan, sert ve yumuşak doku ayrımının tam olarak yapılamadığı, net olmayan ve ölçümlere izin vermeyen KIBT ve USG kayıtlarına sahip olanlar değerlendirmeye sokulmamıştır.

Çalışmamıza, yaşları 10.4 ve 15.8 arasında değişen 10 erkek ve 20 kız toplam 30 hasta dahil edilmiştir (Tablo 3.1.). Bu hastalardan, akrilik bonded RME apareyi ve hibrit RME apareyi uygulanmak üzere 2 grup oluşturulmuştur. Akrilik bonded RME grubundaki bireylerin yaş ortalamaları 12.6 ± 1.4, hibrit RME grubundaki bireylerin ise 13.1 ± 1.8'dir (Tablo 3.2.). Hastaların gruplara dağılımı randomize bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. Gruplara göre cinsiyetin karşılaştırılması

	Akrilik	Hibrit RME	Toplam
Cinsiyet			
Kız	10 (66.7)	10 (66.7)	20 (66.7)
Erkek	5 (33.3)	5 (33.3)	10 (33.3)

Tablo 3.2. Gruplara göre yaşın karşılaştırılması

	Ort. ± s. sapma	Test istatisitği	p
Akrilik RME	12.6 ± 1.4		
Hibrit RME	13.1 ± 1.8	t=-0.905	0.373
Toplam	12.9 ± 1.6		

3.2. Tedavi Yöntemi

3.2.1. Akrilik RME Apareyinin Uygulanması

Akrilik RME apareyi uygulanacak olan ilk gruptaki hastalardan, ortodontik aljinat ile ölçü alınıp sert alçıdan çalışma modelleri elde edilmiştir. Modeller üzerinde, 10 mm'lik Hyrax vidası (*Memory Palatal Split Screw Type N- Forestadent)* damağın en

derin yerine yerleştirilmiş, vidanın uzun kolları posterior dişlerin palatinallerinden geçecek şekilde adapte edilip bükülmüştür. Vidanın gövdesinin oklüzal düzleme, menteşe kısmının midpalatal sutura paralel olmasına ve palatinal bölgeyle arasında 1-2 mm mesafe bulunmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra, tüm premolar ve molar dişlerin oklüzal, palatinal yüzeyleri ve ekvator hattına kadar bukkal yüzeyleri akrilik ile kaplanmış basınçlı tencerede polimerizasyonu sağlanmıştır. Akriliğin oklüzal kalınlığı 2-3 mm olacak şekilde ayarlanmış ve alt dişlerle maksimum temasın sağlanması için gerekli aşındırmalar yapılarak siman için kaçış delikleri açılmıştır. Son olarak tesviye ve cila işlemleri ile aparey ağza uygulanabilir hale getirilmiştir. Aparey hasta ağzına uygulanıp uyumu kontrol edildikten sonra, izolasyon sağlanıp tüm dişler kurutulmuş, dual cure cam iyonomer siman ile akrilik RME apareyi simante edilmiştir. (Şekil 3.1., Şekil 3.2.)



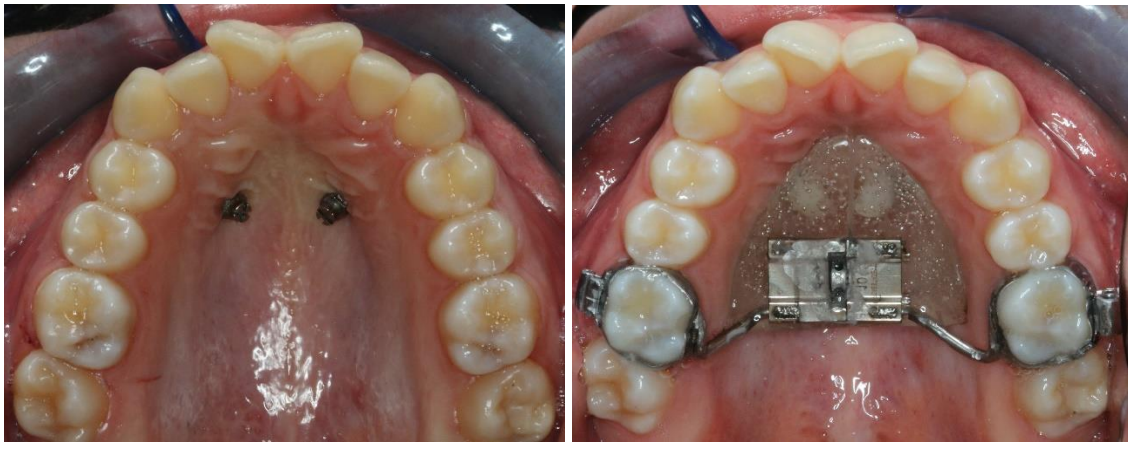
Şekil 3.1. Akrilik RME apareyinin simantasyonu



Şekil 3.2. Simantasyonda kullanılan cam iyonomer siman (3M-Unitek Multi-cure Glass Ionomer Orthodontic Band Cement)

3.2.2. Hibrit RME Apareyinin Uygulanması

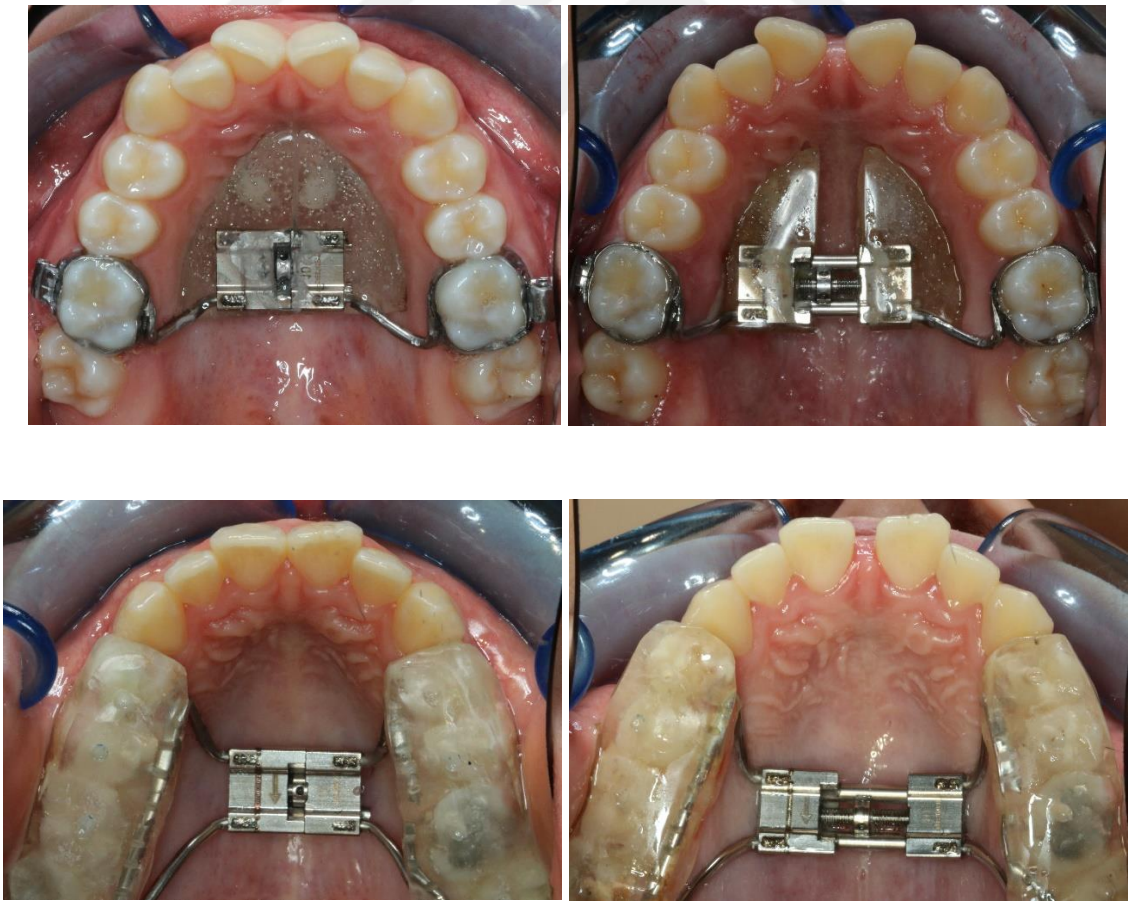
Hibrit RME apareyi uygulanacak diğer gruba, palatinal bölgede genellikle 3.ruga hizasına ve midpalatal suturun 3 mm lateraline lokal anestezi altında 2 adet 2x7 mm'lik mini vidalar (Lomas, Mondeal Medical Systems GMBH) mukoza üzerinden uygulanmış. Birinci molar dişlere uygun ortodontik molar bantları seçilerek aljinat ile ölçü alınmıştır. Dişler üzerinde bulunan bantlar, alınan ölçüdeki izlerine yerleştirilerek sert alçıdan çalışma modelleri elde edilmiştir. Hyrax vidası (*Memory Palatal Split Screw Type N-Forestadent)* modeller üzerinde palatal mini vidaların izin verdiği ölçüde damağın en derin yerine yerleştirilip, vidanın uzun kolları anteriorda kesilmiş, posteriorda ise lazer lehim cihazı ile molar bantlarına lehimlenmiştir. Palatal mini vidaların ve Hyrax vidasının üzeri akrilik ile kaplanarak vidaların molar bantlarla bağlantısı sağlanmış, basınç altında polimerizasyon gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, aparey hasta ağzına uygulanıp bantların ve akrilik plağın uyumu kontrol edilmiş. Simantasyona hazır olduğunda, izolasyon sağlanıp molar dişler ve mini vidalar hava-su spreyi ile kurutulmuştur. Akrilik plak içinde mini vidaların yerleşeceği boşluklar ışıkla sertleşen akışkan kompozit materyal ile, molar bantları ise dual cure cam iyonomer siman ile kaplanarak hibrit RME apareyi simante edilmiştir. (Şekil 3.3.)



Şekil 3.3. Palatal mini vidaların uygulanması ve Hibrit RME apareyinin simantasyonu

3.2.3. RME Aktivasyon Protokolü

Simantasyondan sonra, her iki grupta da aynı olacak şekilde aktivasyon protokolüne başlanmıştır. Hasta velilerinden, genişletme vidasını midpalatal sutur açılıncaya kadar sabah ve akşam birer çeyrek tur olmak üzere günde 2 çeyrek tur (0.44 mm/gün), sutur açıldıktan sonra ise günde 1 çeyrek tur çevirmeleri istenmiştir. Haftalık verilen randevularda diastema oluşumu takip edilmiş ve yeterli genişlik elde edilinceye kadar aktivasyona devam edilmiştir. (Şekil 3.4.) Genişletmenin yeterliliğine maksiller 1.molar dişin palatinal tüberkülü ile mandibular 1.molar dişin bukkal tüberkülü arasındaki ilişkiye bakılarak karar verilmiştir. Genişletme işlemi sona erince, retansiyon aşamasına geçilmiş. Midpalatal suturda yeni kemik yapımının sağlanması için apareyler pasif bir şekilde 3 ay boyunca ağızda tutulmuştur.



Şekil 3.4. Aktivasyon dönemi sonunda Hibrit ve Akrilik RME apareyleri

3.3. KIBT Verilerinden Elde Edilen Lateral ve Postero-Anterior Sefalometrik Görüntülerin Analizi

Çalışmamızda, hastalardan tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonunda (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda (T2) ultra düşük dozda KIBT'ler alınmış. Görüntüler, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi kliniğinde bulunan Planmeca Promax 3D serisinin Mid tipi ile (Planmeca Promax 3D Mid Proface, Helsinki, Finlandiya) elde edilmiştir. (Şekil 3.5.) Planmeca Ultra Düşük Doz protokolünün kullanılması (4-22 µSv veya 10-36 µSv), görüntü kalitesinde istatistiksel bir azalma olmadan efektif radyasyon dozunu ortalama % 77 oranında azaltmaktadır.[398] Cihazın detaylı özellikleri Tablo 3.3'te verilmiştir.



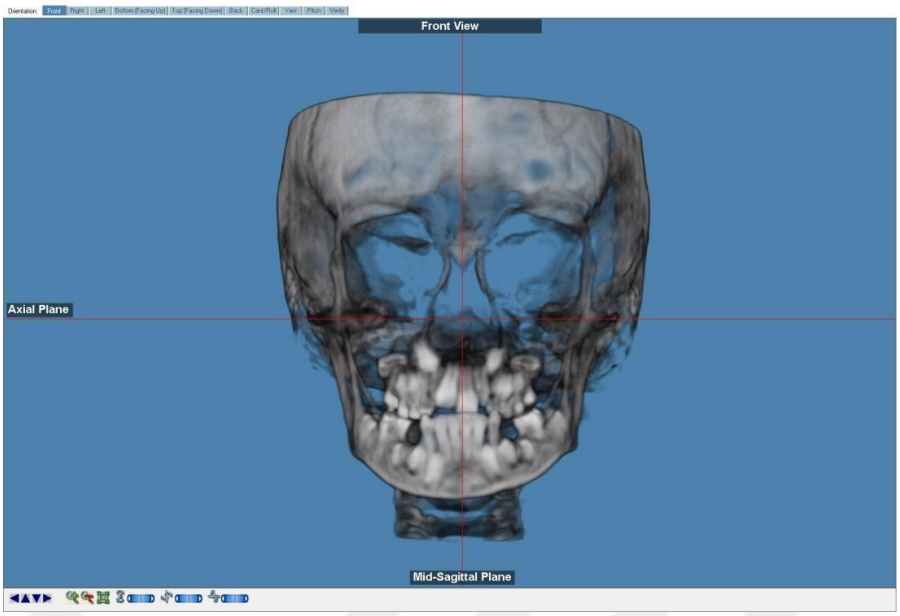
Şekil 3.5. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi cihazı (Planmeca Promax 3D Mid Proface)

Tablo 3.3. Cihaz özellikleri

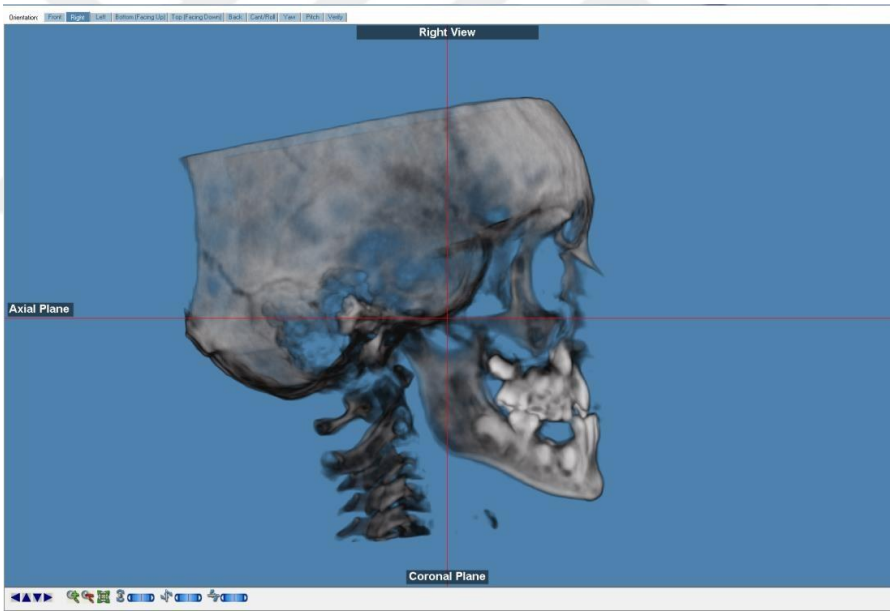
Planmeca Promax 3D Mid Teknik Özellikler	
Anot voltajı	60-90 kV
Anot akımı	1-14 mA
Fokal spot	0.5 mm, sabit anot
İmaj dedektörü	Düz panel
İmaj elde edilmesi	210/360 derece rotasyon
Tarama süresi	9-33 sn
Tipik rekonstrüksiyon süresi	2-55 sn
Voksel büyüklüğü	200 µm, 400 µm, 600 µm

Görüntülerin elde edilmesi sırasında hasta ayaktadır, çene ucu ve kafatası cihazda bulunan özel aparatlarla sabitlenir ve hastadan dişlerini kapatarak hareket etmeden durması istenir.

Elde edilen KIBT datası, DICOM formatında kaydedilmiş, daha sonra Dolphin Imaging Version 11.95 programı kullanılarak iki boyutlu lateral ve postero-anterior sefalometrik görüntüler oluşturulmuştur. Görüntüler elde edilirken, standardizasyonu sağlamak amacıyla baş oryantasyonu yapılarak lateral görüntüde Frankfort çizgisi, postero-anterior görüntüde ise orbita noktalarını birleştiren çizgi yere paralel hale getirilmiştir. Daha sonra da sefalometrik analizler için tanımlanan noktalar işaretlenerek ölçümler yapılmıştır. (Şekil 3.6., Şekil 3.7.)



Şekil 3.6. Frontal düzlemde oryantasyon



Şekil 3.7. Sagital düzlemde oryantasyon

3.3.1. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Noktalar

<u>Sert doku işaret noktaları</u>

Sella (S): Sella turcicanın geometrik merkezi

Nasion (N): Sutura frontonazalisin sagital düzlemde en ön noktası

Basion (Ba): Klivusun tabanında, foramen magnumun anterior kenarının en alt noktası, sagital düzlemde sfenoid kemiğin büyük kanadının en alt noktası

Anterior Nasal Spine (ANS): Anterior nazal spinanın midsagital düzlemde en ön ve uç noktası

Posterior Nasal Spine (PNS): Pterygopalatin fossanın ön duvarının, nazal tabanla kesiştiği yerde bulunan, sagital düzlemde maksillanın en arka noktası

A noktası (A, subspinale): Sagital düzlemde ANS ile prosthion noktaları arasındaki premaksilla kurvatürünün en derin noktası

B noktası (B, supramentale): Sagital düzlemde Pogonion noktası ile alt kesici diş arasında kalan mandibular konkavitenin en derin noktası

Pogonion (Pog): Alt çene ucu konturunun sagital düzlemde en ön noktası

Gnathion (Gn): Alt çene ucunun, sagital düzlemde ön ve alt kenar görüntü çizgisinin Pogonion ve Menton noktaları arasındaki parçanın orta noktası

Menton (Me): Mandibular simfizin vertikal planda en alt noktası

Gonion (Go): Mandibula corpusunun alt kenarına ve ramusunun arka kenarına çizilen teğetlerin kesişim noktasında oluşan açının açıortayının mandibula alt kenarını kestiği nokta

Articulare (Ar): Mandibulanın kondiler çıkıntısının arka kenarı ve posterior kraniyal kaidenin alt sınırının kesişme noktası

Porion (Po): Eksternal auditor kanalın üst konturunun orta noktası

Orbitale (Or): Orbitanın alt kenarınındaki kemik konkavitesinin en alt noktası

Condylon (Co): Mandibulanın kondil başının sagital düzlemde en üst ve arka noktası

Upper Molar Occlusal (U6): Maksillar birinci molar dişin mesio-bukkal kasp tepesi

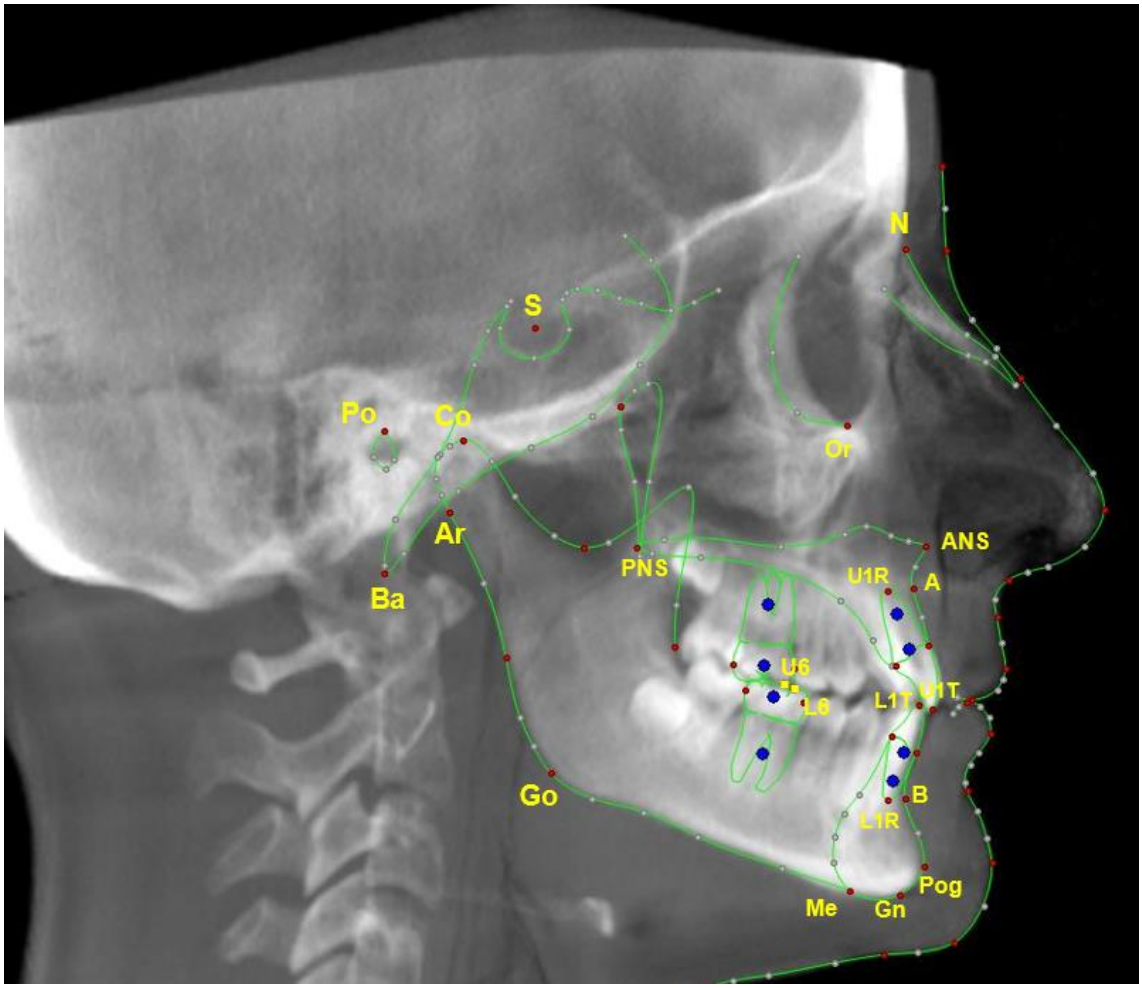
Lower Molar Occlusal (L6): Mandibular birinci molar dişin mesio-bukkal kasp tepesi

Upper Central Incisor Tip (U1T): Maksillar santral keser dişin insizal uç noktası

Upper Central Incisor Root (U1R): Maksillar santral keser dişin kök ucu noktası

Lower Central Incisor Tip (L1T): Mandibular santral keser dişin insizal uç noktası

Lower Central Incisor Root (L1R): Mandibular santral keser dişin kök ucu noktası



Şekil 3.8. Lateral sefalometrik analizde kullanılan sert doku işaret noktaları

<u>Yumuşak doku işaret noktaları</u>

Soft Tissue Glabella (G′): Midsagital düzlemde alnın en ön veya en belirgin noktası

Soft tissue Nasion (N′): Frontonazal sutur alanını örten yumuşak dokunun en derin noktası

Pronasale (Prn): Midsagital düzlemde burun ucunun en ön orta noktası

Subnasale (Sn): Kolumella ile üst dudak arasındaki nazolabial yumuşak doku konturunun orta noktası

Soft Tissue A point (A′): Philtrumun en arka orta noktasıdır/ subnazaleyi üst dudak vermilyon sınırıyla birleştiren çizgiye göre üst dudak üzerindeki en derin nokta

Labiale superius (Ls): Üst dudağın vermilyon çizgisinin orta noktası

Stomion superius (Ss): Üst dudağın alt sınırının orta noktası

Stomion inferius (Si): Alt dudağın üst sınırının orta noktası

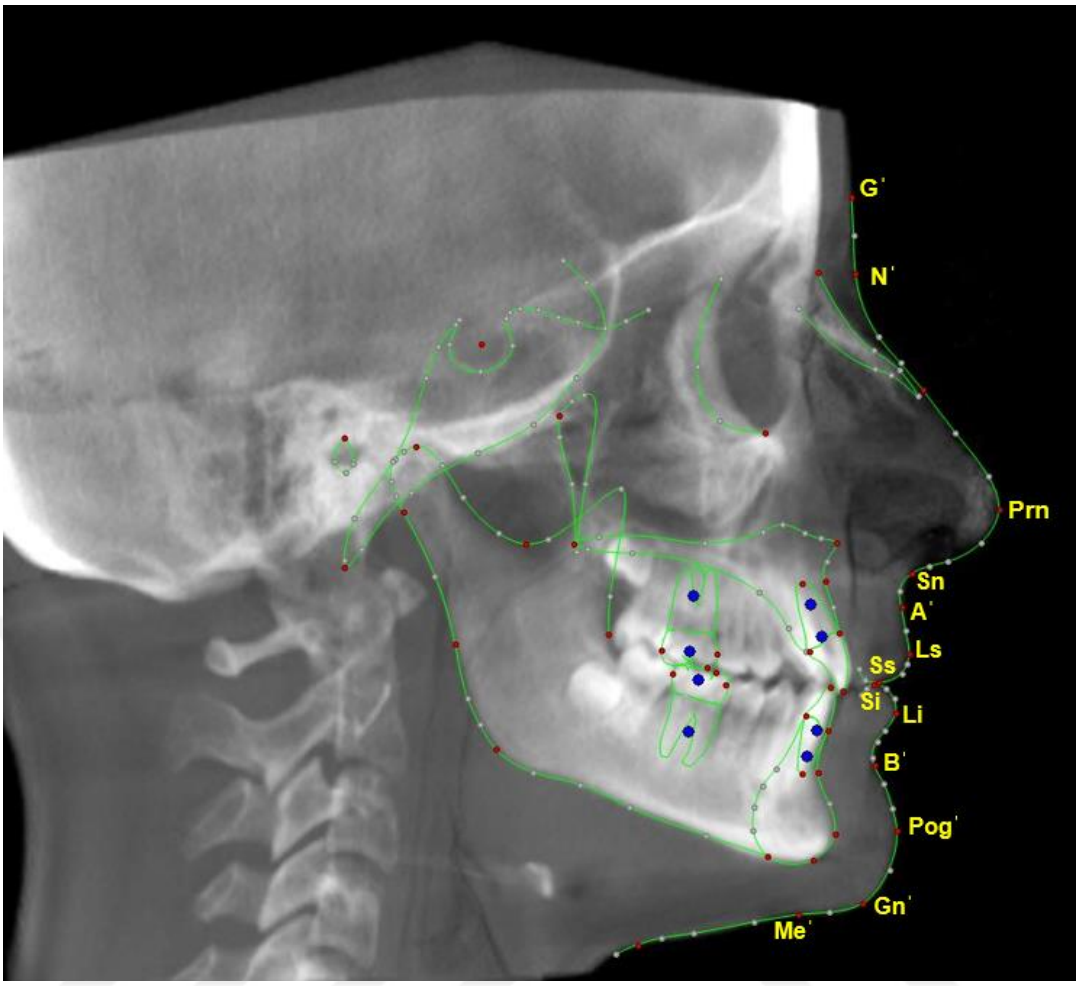
Labiale inferius (Li): Alt dudağın vermilyon çizgisinin orta noktası

Soft Tissue B point (B′): Alt dudak ile çene ucu arasındaki sınırı belirleyen labiomental yumuşak doku konturunun en arka orta noktası

Soft Tissue Pogonion (Pog′): Çene ucundaki yumuşak dokunun midsagital düzlemde en ön veya belirgin noktası

Soft Tissue Gnathion (Gn′): Çene ucundaki yumuşak dokunun midsagital düzlemde en en ön ve alt noktaları arasındaki orta nokta

Soft Tissue Menton (Me′): Çene ucundaki yumuşak dokunun midsagital düzlemde en alt noktası



Şekil 3.9. Lateral sefalometrik analizde kullanılan yumuşak doku işaret noktaları

3.3.2. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Doğrular

Yatay doğrular

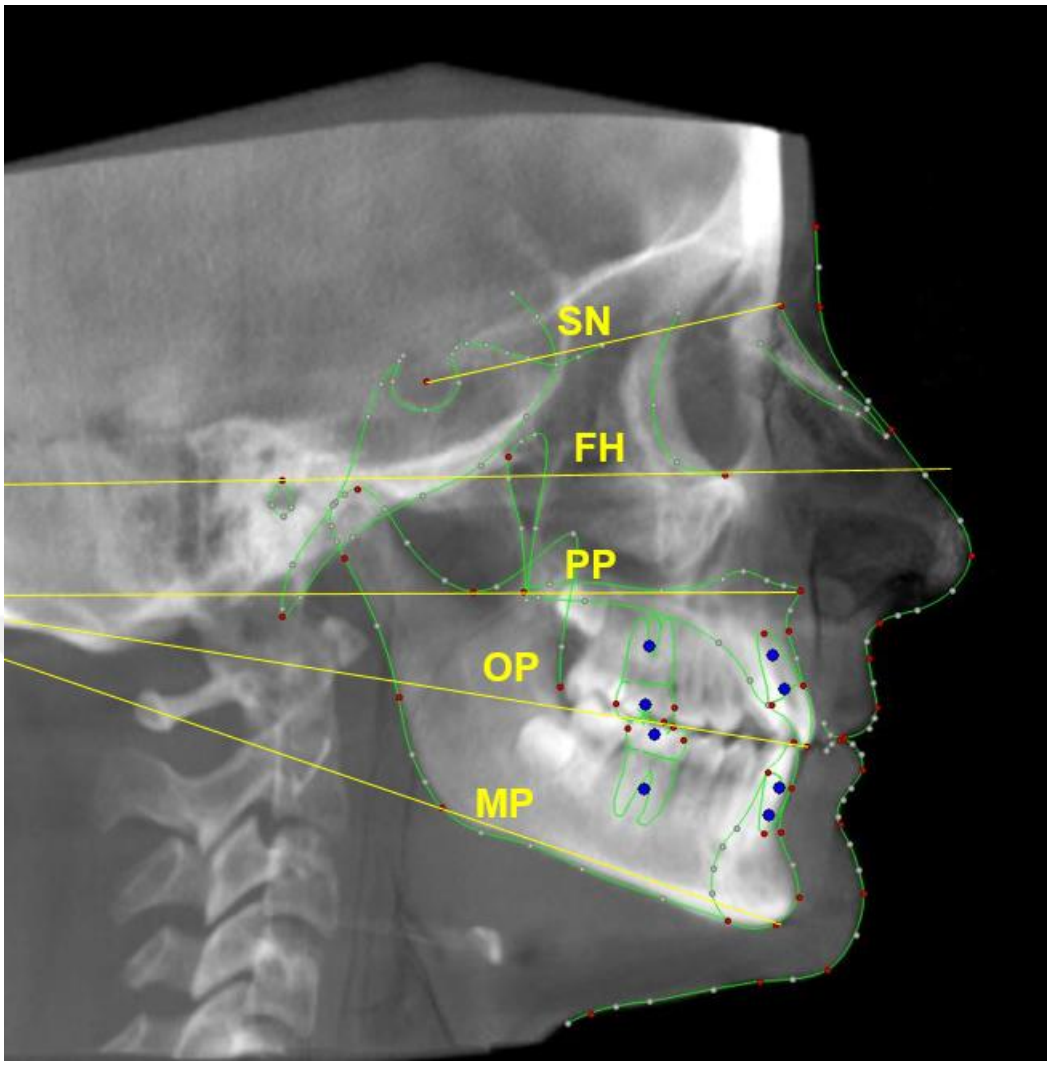
Sella-Nasion (SN): Sella ve Nasion noktaları arasında uzanır, ön kafa kaidesi

Frankfort Horizontal (FH): Porion ve Orbitale noktaları arasında uzanır

Palatal Plane (PP, ANS-PNS): ANS ve PNS noktaları arasında uzanır, spinalar doğrusu

Occlusal Plane (OP): Oklüzyon doğrusu

Mandibular Plane (MP): Gonion ve Gnathion noktaları arasında uzanır, alt çene doğrusu



Şekil 3.10. Lateral sefalometrik analizde kullanılan yatay doğrular

Dikey doğrular

Sella-Gonion (SGo): Sella ve Gonion noktaları arasında uzanır, posterior yüz yükseliğini belirtir

Nasion-Menton (NMe): Nasion ve Menton noktaları arasında uzanır, anterior yüz yüksekliğini belirtir

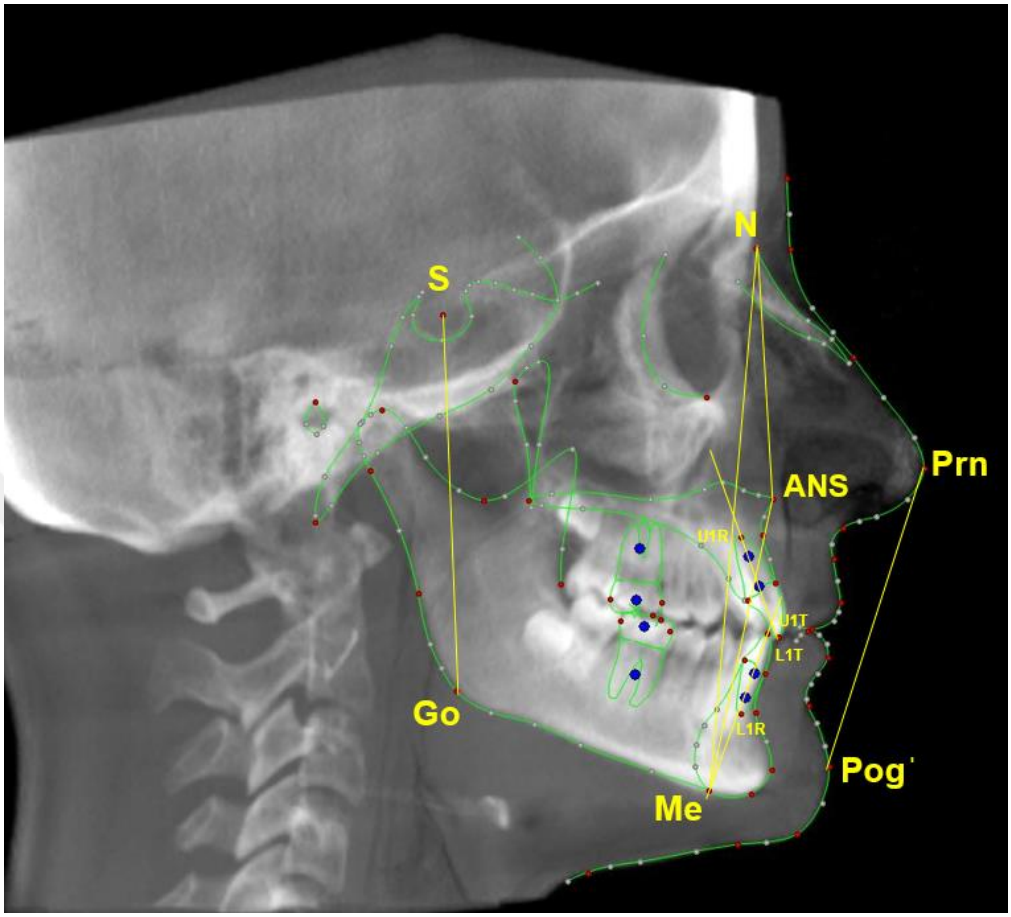
Nasion-Anterior Nasal Spine (N-ANS): Nasion ve ANS noktaları arasında uzanır, üst yüz yüksekliğini belirtir

Anterior Nasal Spine-Menton (ANS-Me): ANS ve Menton noktaları arasında uzanır, alt yüz yüksekliğini belirtir

Üst keser düzlemi: Üst kesici dişin kesici kenarı ile kök ucu arasında uzanır

Alt keser düzlemi: Alt kesici dişin kesici kenarı ile kök ucu arasında uzanır

E plane: E çizgisi, burun ucu ve yumuşak doku Pogonion noktaları arasında uzanır



Şekil 3.11. Lateral sefalometrik analizde kullanılan dikey doğrular

3.3.3. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Açılar

SNA açısı: Sella, Nasion ve A noktaları arasındaki açı

SNB açısı: Sella, Nasion ve B noktaları arasındaki açı

ANB açısı: A noktası, Nasion ve B noktası arasındaki açı

FMA açısı: Frankfort horizontal düzlemi ile Mandibular düzlem arasındaki açı

SN-GoGn açısı: Sella-Nasion (ön kafa kaidesi) düzlemi ile Mandibular düzlemi arasındaki açı

OP-FH açısı: Oklüzal düzlem ile Frankfort horizontal düzlemi arasındaki açı

MP-OP açısı: Mandibular düzlem ile Oklüzal düzlem arasındaki açı

SNAr açısı (Saddle açısı): Sella, Nasion ve Articulare noktaları arasındaki açı

SArGo açısı (Artiküler açı) : Sella, Articulare ve Gonion noktaları arasındaki açı

ArGoMe açısı (Gonial açı): Articulare, Gonion ve Menton noktaları arasındaki açı

Jarabak açısı (Açılar toplamı): Saddle açısı, Artiküler açı ve Gonial açının toplamı

Yumuşak Doku Konveksite açısı: Yumuşak doku Nasion (N'), Pronasale (Prn) ve Yumuşak doku Pogonion (Pog') noktaları arasındaki açı

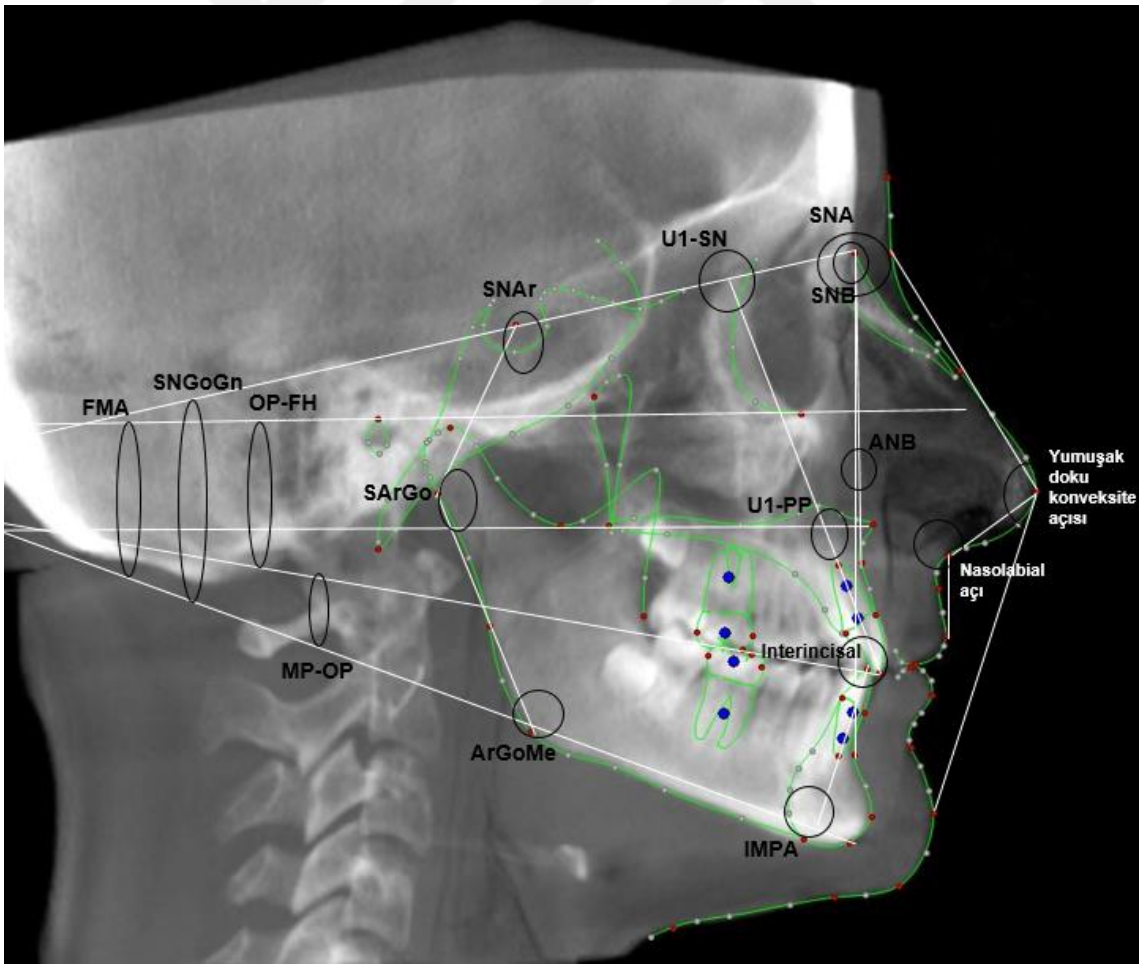
Nasolabial açı: Columellanın altına ve üst dudağa teğet geçen iki doğru arasındaki açı

U1-SN açısı: Maksiller santral keserin uzun ekseni ile Sella-Nasion düzlemi arasındaki açı

U1-PP açısı: Maksiller santral keserin uzun ekseni ile Palatal düzlem arasındaki açı

IMPA: Mandibular santral keserin uzun ekseni ile Mandibular düzlem arasındaki açı

Interincisal açı: Maksiller ve mandibular santral keserlerin uzun eksenleri arasındaki açı



Şekil 3.12. Lateral sefalometrik analizde kullanılan açılar

3.3.4. Lateral Sefalometri Analizinde Kullanılan Uzunluk ve Oranlar

Wits: A ve B noktalarından oklüzal düzleme indirilen dikmelerin, oklüzal düzlemi kestiği noktaların arasındaki yatay uzaklık

Maksiller Efektif Uzunluk (Co-A): Condylon ve A noktaları arasındaki uzunluk

Mandibular Efektif Uzunluk (Co-Gn): Condylon ve Gnathion noktaları arasındaki uzunluk

Mx/Md Diff: Maksiller ve Mandibular efektif uzunlukların birbirlerine oranı

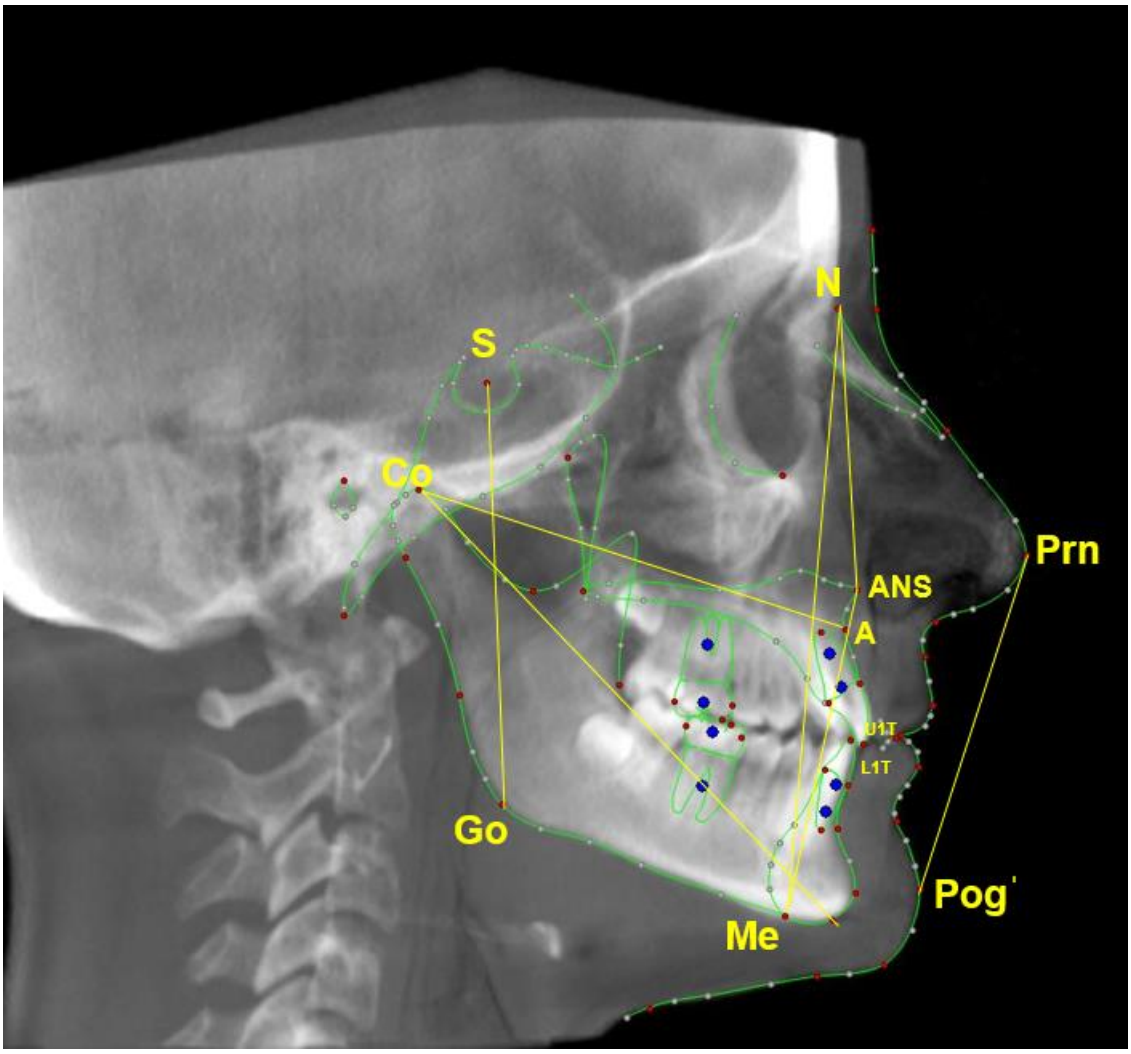
Overjet: Maksiller santral keserlerin insizal kenarı ile mandibular santral keserlerin labial yüzeyi arasındaki yatay mesafe

Overbite: Maksiller ve mandibular santral keserlerin insizal kenarları arasındaki dikey mesafe

SGo/NMe (Jarabak Oranı): Arka yüz yüksekliğinin, toplam ön yüz yüksekliğine oranı

UL-E Plane: Üst dudağın E çizgisi ile arasındaki yatay mesafe

LL-E Plane: Alt dudağın E çizgisi ile arasında yatay mesafe



Şekil 3.13. Lateral sefalometrik analizde kullanılan uzunluk ve oranlar

3.3.5. Postero-Anterior Sefalometri Analizinde Kullanılan Noktalar

Zygomatic Arch (ZAR-ZAL): Zigomatik ark merkezinin en dış yan noktası (sağ ve sol)

Z noktası (ZR-ZL): Fronto-zigomatik suturun iç yan noktası (sağ ve sol)

Crista Galli (CG): Crista Gallinin en üst noktası

Lateral wall of nasal cavity (NCR-NCL): Nazal kavitenin en dış yan noktası (sağ ve sol)

Jugular Process (JR-JL): Zigomatik buttres ve tuber dış konturunun kesişim noktası (sağ ve sol)

Antegonial Notch (ANR-ANL): Antegonial çıkıntının alt kenarının dış yan noktası (sağ ve sol)

Menton (ME): Koronal düzlemde simfizin en alt orta noktası

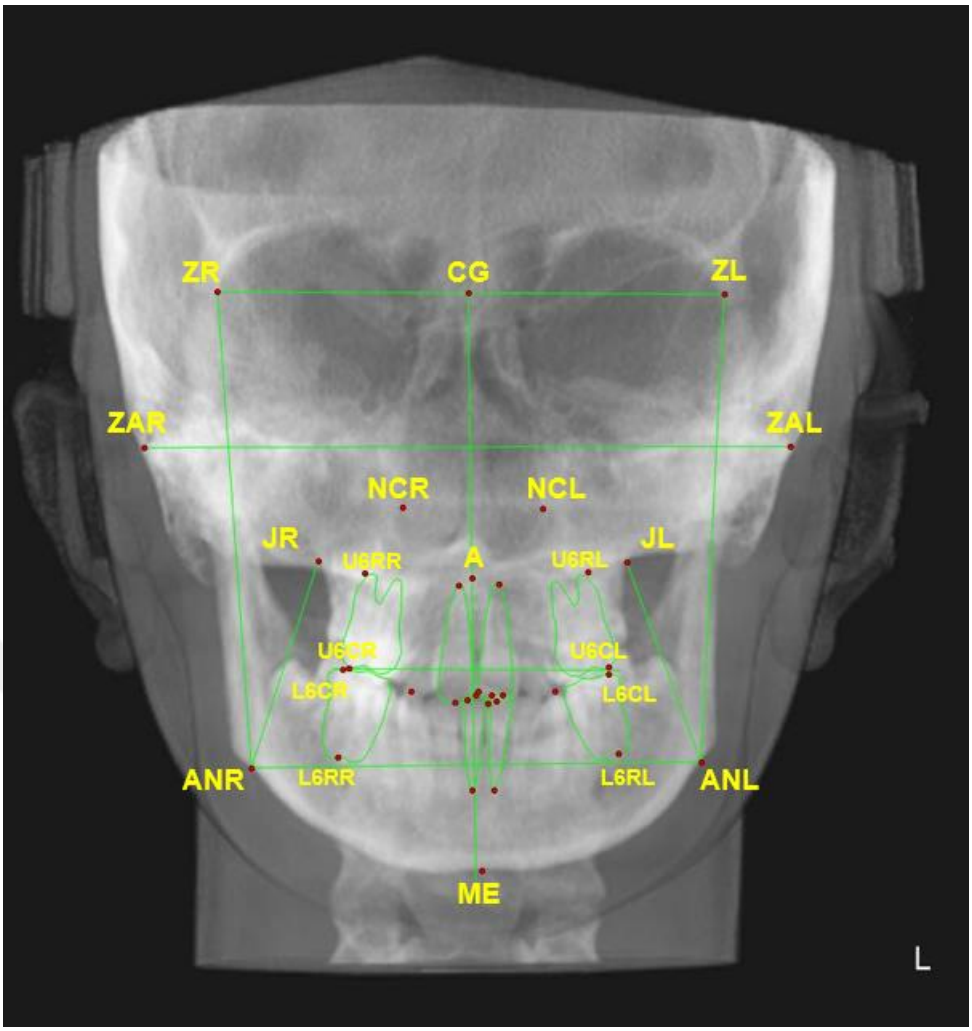
A noktası (A): Maksilla eğrisinin ANS ve dental alveol arasındaki en derin noktası

Upper Molar Buccal Cusp (U6CR-U6CL): Maksiller birinci moların bukkal kaspı (sağ ve sol)

Upper Molar Buccal Root (U6RR-U6RL): Maksiller birinci moların bukkal kökü (sağ ve sol)

Lower Molar Buccal Cusp (L6CR-L6CL): Mandibular birinci moların bukkal kaspı (sağ ve sol)

Lower Molar Buccal Root (L6RR-L6RL): Mandibular birinci moların bukkal kökü (sağ ve sol)



Şekil 3.14. Postero-anterior sefalometrik analizde kullanılan noktalar

3.3.6. Postero-Anterior Sefalometri Analizinde Kullanılan Uzunluklar

Molar Relation, Right: Sağ maksiller ve mandibular birinci molar bukkal kaspından oklüzal düzleme indrilen dikmeler arasındaki yatay mesafe

Molar Relation, Left: Sol maksiller ve mandibular birinci molar bukkal kaspından oklüzal düzleme indrilen dikmeler arasındaki yatay mesafe

Intermolar Width, Lower: Sağ ve sol Lower Molar Buccal Cusp noktaları (L6CR-L6CL) arasındaki yatay mesafe

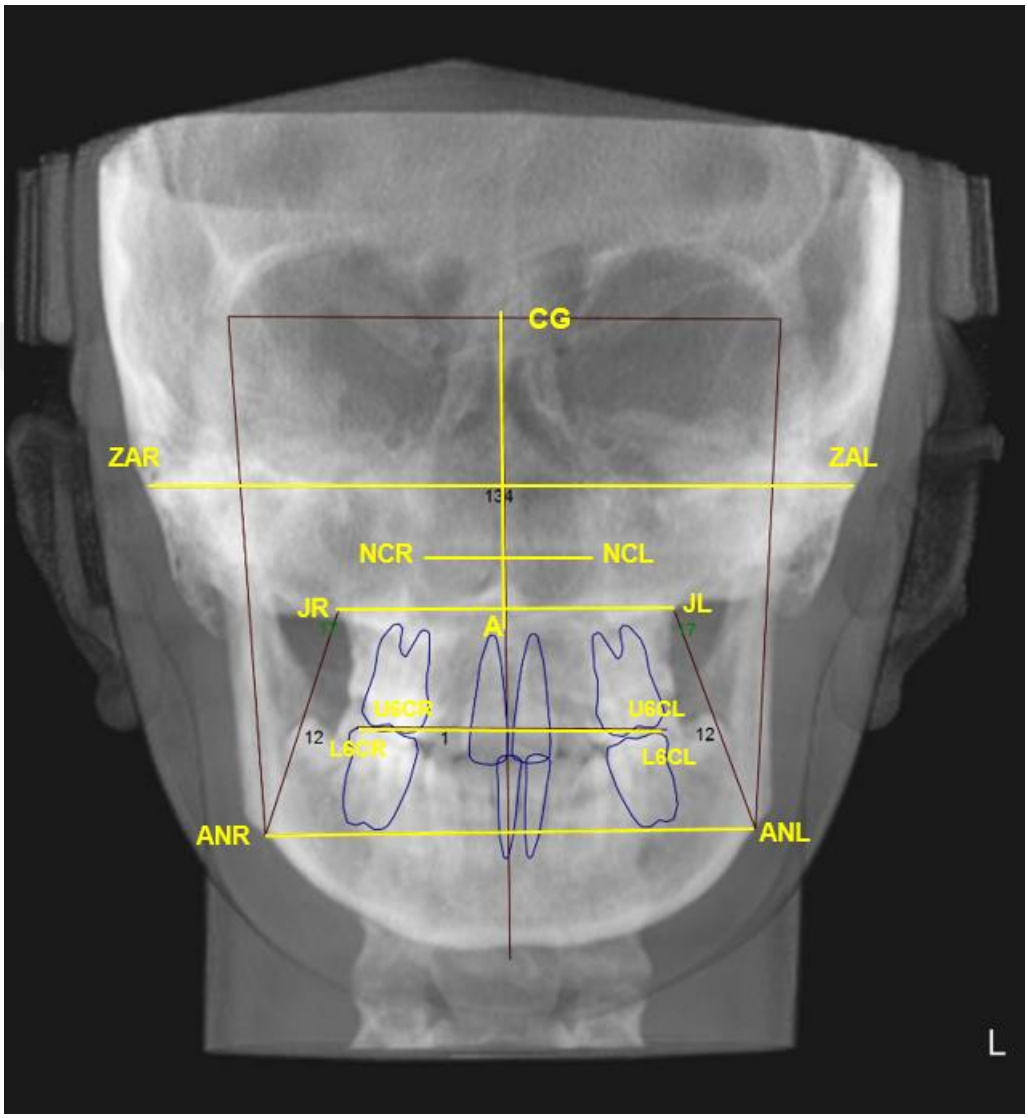
Nasal Width: Sağ ve sol Lateral wall of nasal cavity noktaları (NCR-NCL) arasındaki yatay mesafe

Nasal Height: Crista Galli (CG) ve A noktası (A) arasındaki dikey mesafe

Maxillary Width: Sağ ve sol Jugular Process noktaları (JR-JL) arasındaki yatay mesafe

Mandibular Width: Sağ ve sol Antegonial Notch noktaları (ANR-ANL) arasındaki yatay mesafe

Facial Width: Sağ ve sol Zygomatic arch noktaları (ZAR-ZAL) arasındaki yatay mesafe

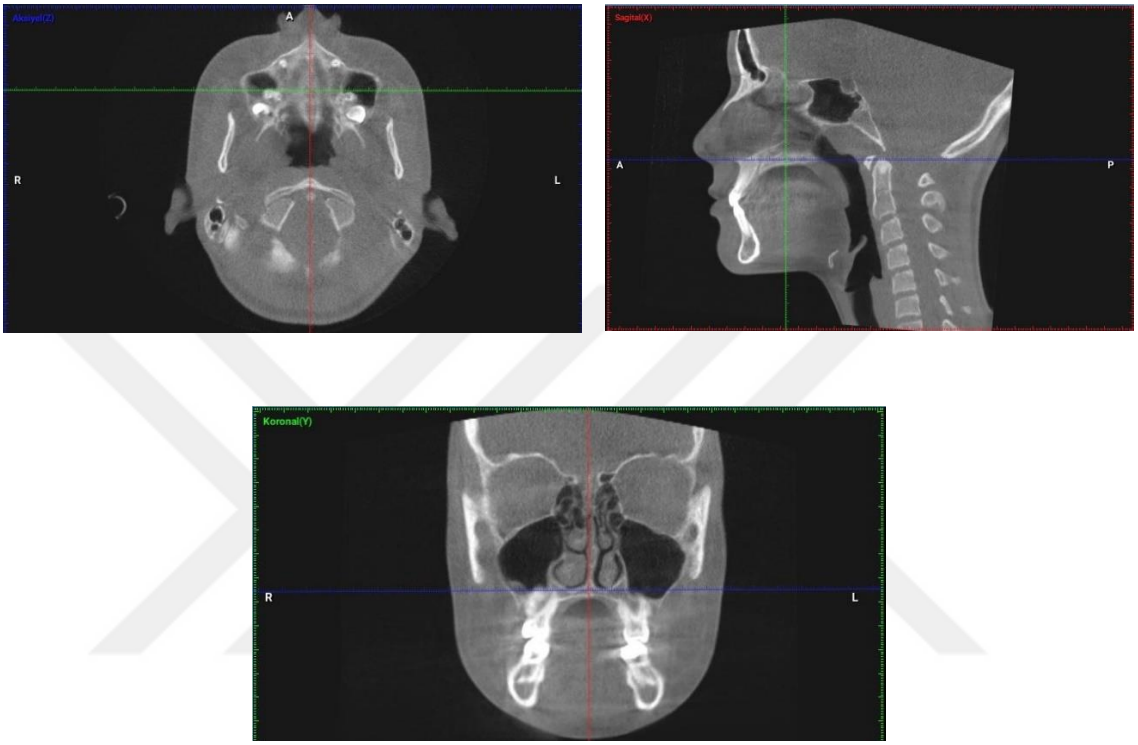


Şekil 3.15. Postero-anterior sefalometrik analizde kullanılan uzunluklar

3.4. KIBT Verileri Kullanılarak Koronal Kesitsel Ölçümlerin Yapılması

Çalışmamızda, hastalardan tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonunda (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda (T2) ultra düşük dozda elde edilen KIBT datası Planmeca Romexis 4.6.2. programında, maksiller 1. premolar ve 1. molar dişler

seviyesinde koronal kesitlerde ölçümler yapılarak analiz edilmiştir. KIBT taramaları, yer düzlemi midpalatal sutura dik (aksiyal kesit, x-düzlemi), palatal düzleme paralel (sagital kesit, y-düzlemi) ve en alt seviyesinde burun tabanına teğet (koronal kesit, z-düzlemi) olacak şekilde yeniden oryante edilmiştir. (Şekil 3.16.)



Şekil 3.16. Aksiyal, sagital ve koronal düzlemde oryantasyon

3'ü iskeletsel, 2'si dişsel olacak şekilde birinci premolar ve birinci molar dişler seviyesinde yapılan 5'er ölçümün tanımı şu şekildedir:

Nasal Floor (NFU6): Nazal tabanın en alt seviyesinde, nazal tabana teğet olan maksiller genişlik, sağ ve sol üst birinci molarlar arası

Nasal Floor (NFU4): Nazal tabanın en alt seviyesinde, nazal tabana teğet olan maksiller genişlik, sağ ve sol üst birinci premolarlar arası

Hard Palate (HPU6): Sert damağın en alt seviyesinde, sert damağa teğet olan maksiller genişlik, sağ ve sol üst birinci molarlar arası

Hard Palate (HPU4): Sert damağın en alt seviyesinde, sert damağa teğet olan maksiller genişlik, sağ ve sol üst birinci premolarlar arası

Hard Palate Below 4.8 mm (HP4.8U6): NF çizgisine paralel ve HP çizgisinin 4.8 mm altında ölçülen maksiller genişlik, sağ ve sol üst birinci molarlar arası

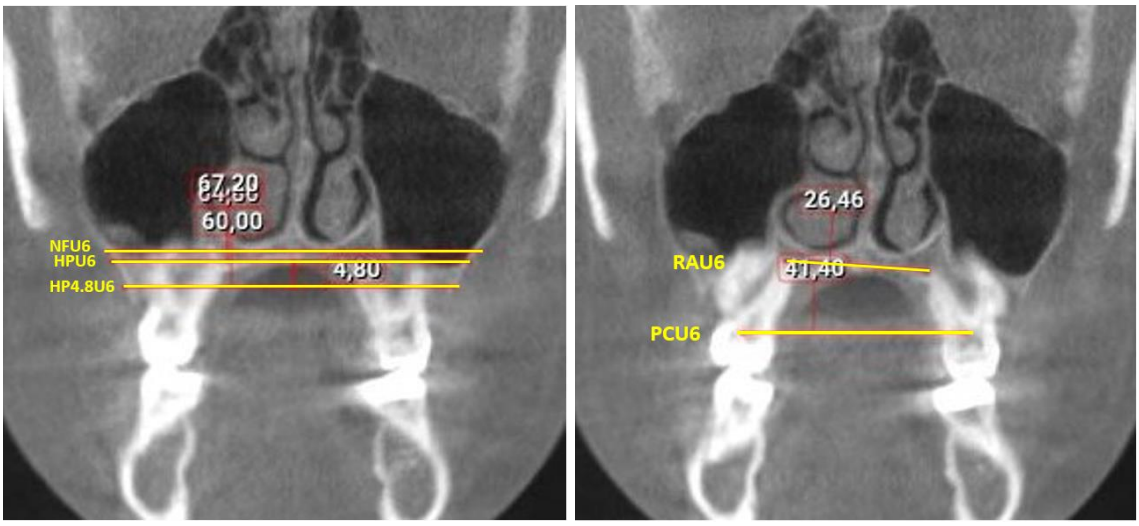
Hard Palate Below 4.8 mm (HP4.8U4): NF çizgisine paralel ve HP çizgisinin 4.8 mm altında ölçülen maksiller genişlik, sağ ve sol üst birinci premolarlar arası

Root Apices (RAU6): Palatal kök uçları arasındaki yatay mesafe, sağ ve sol üst birinci molarlar arası

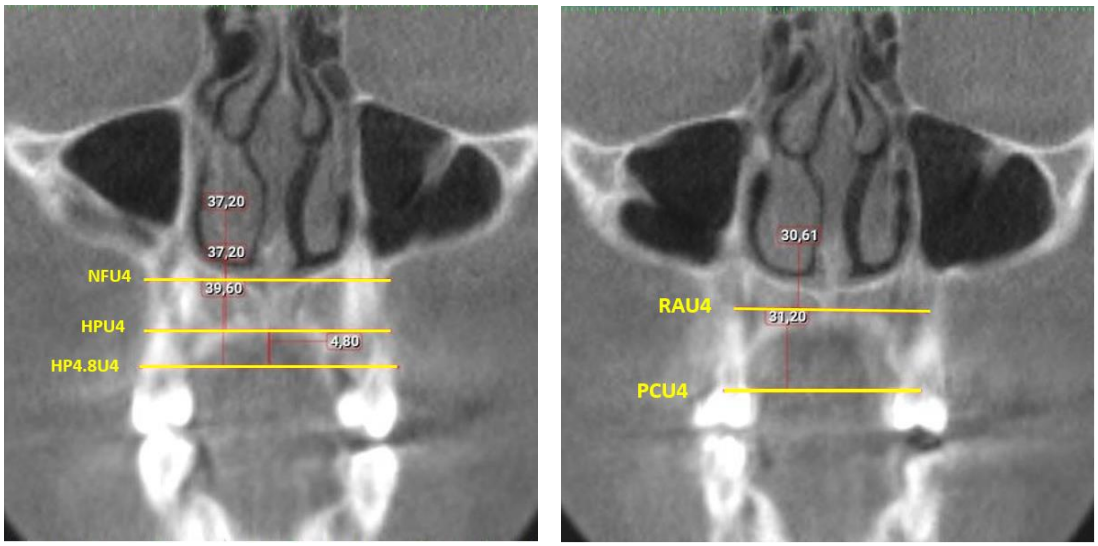
Root Apices (RAU4): Palatal kök uçları arasındaki yatay mesafe, sağ ve sol üst birinci premolarlar arası

Pulp Chambers (PCU6): Pulpa odaları arasındaki yatay mesafe, sağ ve sol üst birinci molarlar arası

Pulp Chambers (PCU4): Pulpa odaları arasındaki yatay mesafe, sağ ve sol üst birinci premolarlar arası (Şekil 3.17., Şekil 3.18.)



Şekil 3.17. Birinci molar diş iskeletsel ve dişsel koronal kesit ölçümleri



Şekil 3.18. Birinci premolar diş iskeletsel ve dişsel koronal kesit ölçümleri

3.5. KIBT ve USG Verileri Kullanılarak Aksiyal Kesitsel Ölçümlerin Yapılması

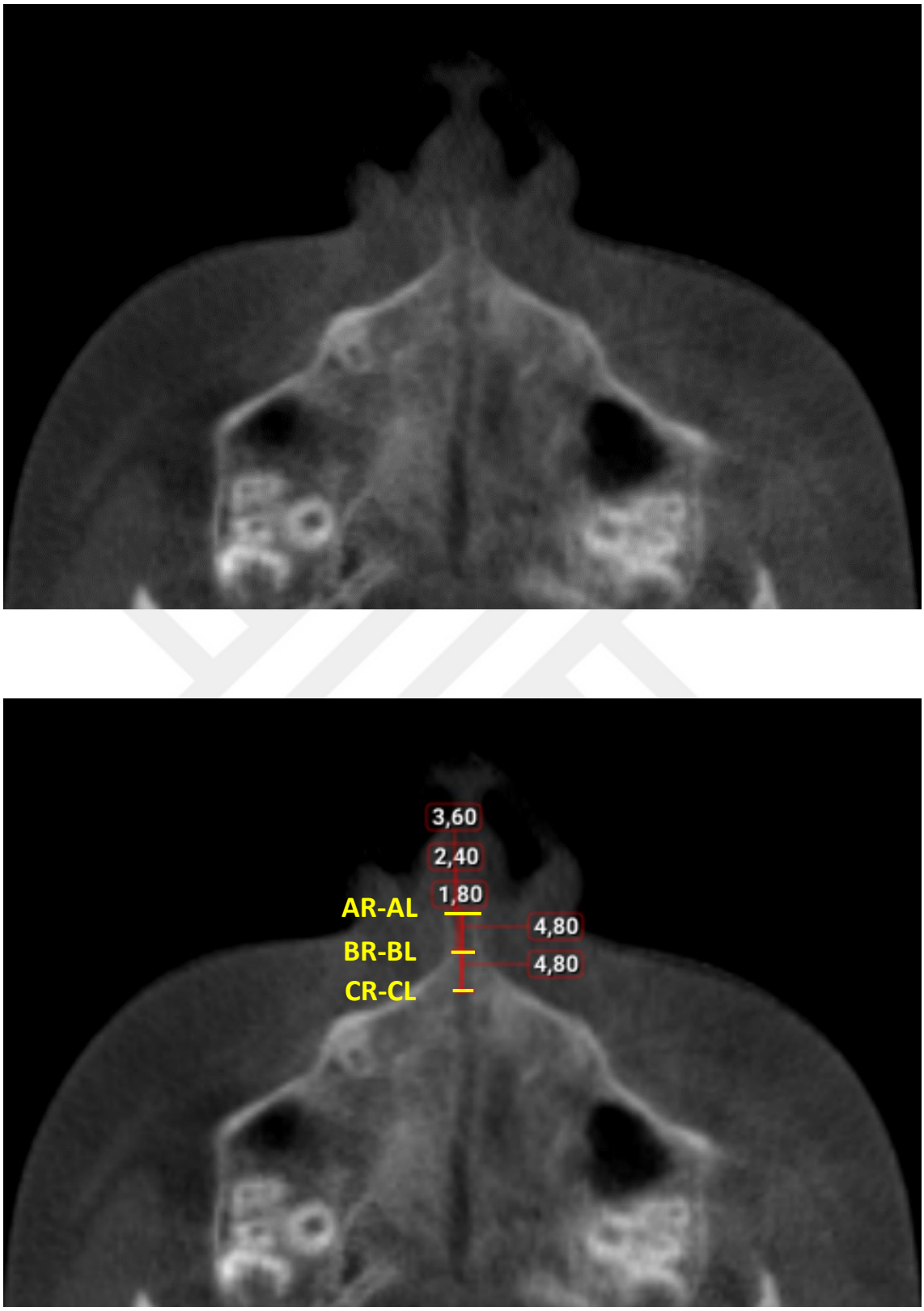
3.5.1. KIBT Aksiyal Kesit Ölçümleri

Planmeca Romexis 4.6.2. programında oryante edilen KIBT taramalarından aktif genişletme sonunda (T1) alınanlarda, sutural açılmanın en net göründüğü aksiyal kesitte ölçümler gerçekleştirlmiştir. Midpalatal sutural açılma miktarları 4.8 mm aralıklarla 3 seviyede ölçülmüştür. (Şekil 3.19.) KIBT voksel boyutu, çözünürlüğü ve incelenen alanın küçük bir bölge olması sebebiyle 4.8 mm ölçüm aralığı seçilmiştir.

AR-AL: Midpalatal suturun açılmasıyla ANS'de oluşan translusentliğin sağ ve sol en dış sınırları arasındaki mesafe

BR-BL: Midpalatal suturun açılmasıyla ANS'nin 4.8 mm posteriorunda oluşan translusentliğin sağ ve sol en dış sınırları arasındaki mesafe

CR-CL: Midpalatal suturun açılmasıyla ANS'nin 9.6 mm posteriorunda oluşan translusentliğin sağ ve sol en dış sınırları arasındaki mesafe



Şekil 3.19. KIBT aksiyal kesitinde midpalatal sutural açılma ve yapılan ölçümler

3.5.2. USG Aksiyal Kesit Ölçümleri

Ultrasonografi değerlendirilmesi, standardizasyonu sağlamak maksadıyla okluzal düzlem yere paralel, sagital düzlem yere dik olacak şekilde hastalar dik pozisyonda otururken aynı cihaz (Mindray DC N3, Shenzhen, China), 4-10 MHz Linear prob (Mindray 7L4A Linear probe, Shenzhen, China) kullanılarak alınmıştır. (Şekil 3.20.) Ultrason probu, ağız dışından, cilt üzerinde üst dudak ve nazal kolumella-labial bağlantı bölgesi arasındaki bir bölgede midpalatal sutur bölgesinde kemik yüzeyine dik olacak şekilde konumlandırılmış ve ultrasonografi görüntüleri hastalardan tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonunda (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda (T2) alınarak karşılaştırılmış ve (T1) döneminde transversal düzlem üzerinde ölçümler yapılmıştır.



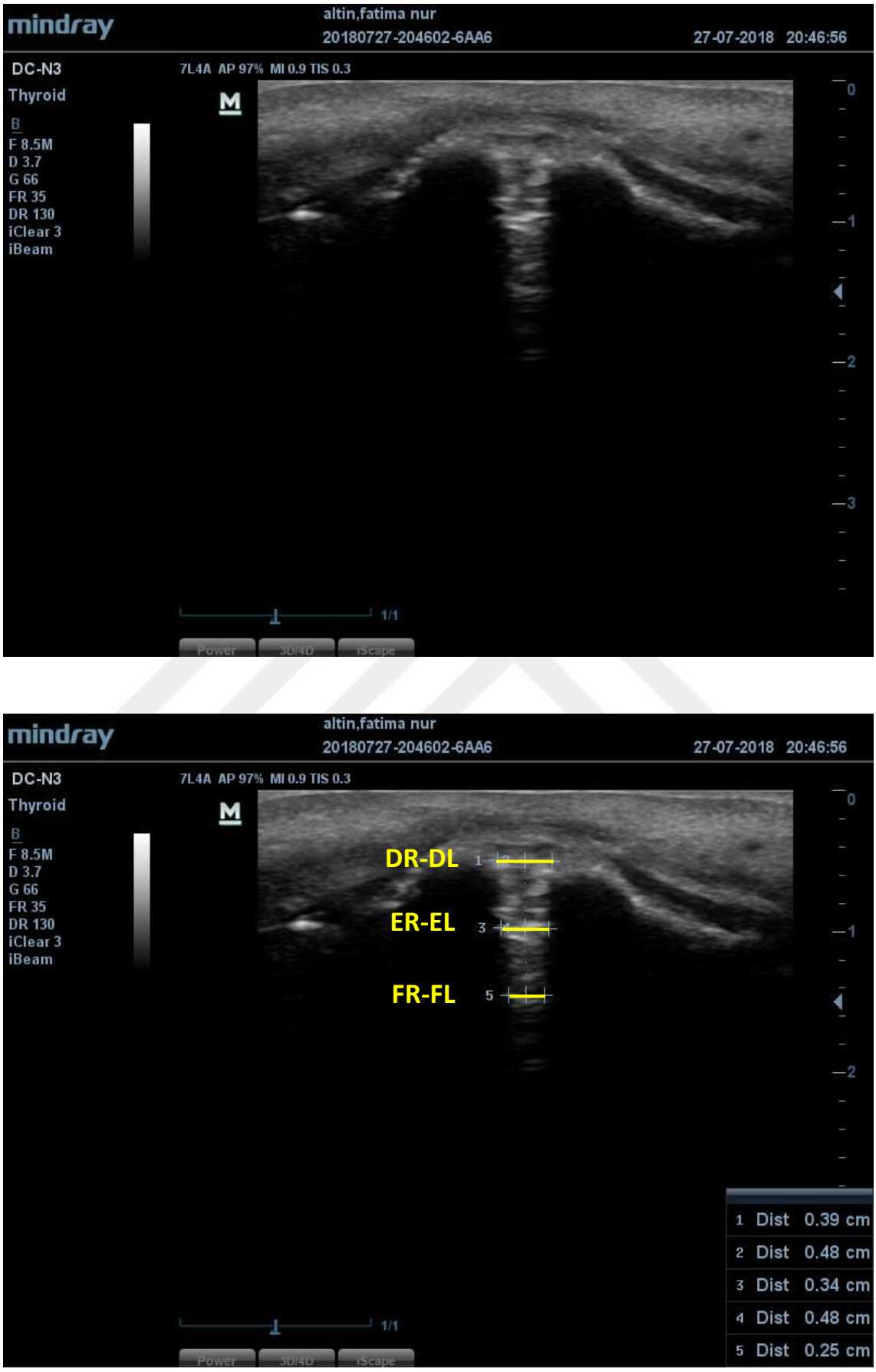
Şekil 3.20. Ultrasonografi cihazı (Mindray DC N3)

USG görüntülerinde, normal anatomik yapılar, genişletmeden önce tedavi başlangıcında değerlendirilmiş ve maksiller kortikal kemik sınırının hiperekoik (açık gri-beyaz renkte) çizgi olarak süreklilik gösterdiği tespit edilmiş. T1 zamanında ise, hiperekoik çizgi olarak maksiller kortikal kemik sınırı kesikli olarak görülmüş ve sutural açılma midpalatal sutur bölgesinde iğne benzeri hiperekoik, homojen olmayan bölge olarak tespit edilmiştir. Yatay düzlemde iğne benzeri hiperekoik, homojen olmayan bölgenin başlangıç noktasından itibaren sutural genişleme miktarı meziyodistal uzunluk olarak 3 bölgeden ölçülmüştür. (Şekil 3.21.)

DR-DL: Maksiller kortikal kemik sınırını gösteren hiperekoik çizginin, midpalatal suturun açılmasıyla sağ ve solda kesintiye uğradığı noktalar arasındaki mesafe

ER-EL: DR-DL çizgisinin 0.48 mm posteriorunda, sutural açılmayı gösteren iğne benzeri hiperekoik, homojen olmayan bölgenin sağ ve sol en dış sınırları arasındaki mesafe

FR-FL: DR-DL çizgisinin 0.96 mm posteriorunda, sutural açılmayı gösteren iğne benzeri hiperekoik, homojen olmayan bölgnin sağ ve sol en dış sınırları arasındaki mesafe.



Şekil 3.21. USG aksiyal kesitinde midpalatal sutural açılma ve yapılan ölçümler

3.6. İstatistiksel Yöntem

Elde edilen veriler, IBM SPSS V23 programı ile analiz edilmiştir. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-wilk testi ile incelenmiş. Gruplara göre kategorik verilerin karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanılmıştır. Gruplara göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Bağımsız iki örnek t testi ve normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Grup içi zamana göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Tekrarlı Varyans analizi ve normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Friedman testi kullanılmıştır. Parametrelerin 1. ve 2. ölçümleri arasındaki uyumun incelenmesinde Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır. Analiz sonuçları, nicel veriler için ortalama ± s. sapma ve ortanca (minimum–maksimum) şeklinde, kategorik veriler ise frekans (yüzde) olarak sunulmuştur. Önem düzeyi $p<0,050$'tir.

4. BULGULAR

4.1. Yöntem Hatası Değerlendirilmesi

Ölçüm hatalarını belirleyebilmek amacıyla, elde edilen KIBT verilerinden oluşturulan lateral sefalometrik görüntüler, posteroanterior sefalometrik görüntüler ve koronal kesitsel görüntülerde belirlenen ölçümler yapıldıktan 1 ay sonra, çalışmaya dahil edilen 30 hastadan rastgele seçilen 15 hastada bu ölçümler tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonu (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonu (T2) için aynı araştırmacı tarafından tekrarlanmıştır. Yine KIBT verilerinden elde edilen aksiyal kesitsel görüntülerde ve USG'den elde edilen aksiyal kesitsel görüntülerde, aktif genişletme sonunda (T1) gerçekleştirilen ölçümler, 1 ay sonra rastgele seçilen 15 hasta için aynı araştırmacı tarafından tekrar yapılmıştır.

Parametrelerin 1. ve 2. ölçümleri arasındaki uyumun incelenmesinde Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılmıştır. Ölçüm hatasına ilişkin sonuçlar ve %95'lik güven aralığının alt ve üst sınırları Tablo 4.1., Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'te gösterilmiştir.

Lateral ve posteroanterior sefalometri parametreleri için tedavi öncesindeki ölçümler arası uyum incelendiğinde; akrilik ve hibrit RME gruplarının her ikisinde de SNA°, Co-A, SNB°, Co-Gn, ANB°, Wits, FMA°, SNGoGn°, MP-OP°, SNAr°, SArGo°, ArGoMe°, Jarabak°, S-Go, N-Me, S-Go/N-Me, N-ANS, ANS-Me, UL-E, LL-E, Yumuşak Doku Konveksitesi°, Overbite, Overjet, U1-SN°, U1-PP°, IMPA°, Interinsizal˚, Nasal Width, Nasal Height, Maxillary Width, Mandibular Width, Facial Width, Molar Relation, Right; Molar Relation, Left; Intermolar Width, Lower parametrelerinin ve hibrit RME grubunun Mx/Mn diff, OP-FH°, Nasolabial° parametrelerinin 1. ve 2. ölçümleri arasında anlamlı iyi bir uyum vardır.

Lateral ve posteroanterior sefalometri parametreleri için aktif genişletme sonu ölçümler arası uyum incelendiğinde; akrilik ve hibrit RME gruplarının her ikisinde de

SNA°, Co-A, SNB°, Co-Gn, Wits, Mx/Mn diff, FMA°, SNGoGn°, OP-FH°, MP-OP°, SArGo°, ArGoMe°, Jarabak°, S-Go, N-Me, S-Go/N-Me, N-ANS, ANS-Me, UL-E, LL-E, Nasolabial°, Yumuşak Doku Konveksitesi°, Overbite, Overjet, U1-SN°, U1-PP°, IMPA°, Interinsizal˚, Nasal Width, Nasal Height, Maxillary Width, Mandibular Width, Facial Width, Molar Relation, Right; Molar Relation, Left; Intermolar Width, Lower parametrelerinin ve hibrit RME grubunun ANB°, SNAr° parametrelerinin 1. ve 2. ölçümleri arasında anlamlı iyi bir uyum vardır.

Lateral ve posteroanterior sefalometri parametreleri için 3 aylık retansiyon sonrası ölçümler arası uyum incelendiğinde; akrilik ve hibrit RME gruplarının her ikisinde de SNA°, Co-A, SNB°, Co-Gn, ANB°,Wits, Mx/Mn diff, FMA°, SNGoGn°, OP-FH°, MP-OP°, SNAr°, SArGo°, ArGoMe°, Jarabak°, S-Go, N-Me, S-Go/N-Me, ANS-Me, UL-E, LL-E, Nasolabial°, Yumuşak Doku Konveksitesi°, Overbite, Overjet, U1-SN°, Interinsizal˚, Nasal Width, Nasal Height, Maxillary Width, Mandibular Width, Facial Width, Molar Relation, Right; Intermolar Width, Lower parametrelerinin ve hibrit RME grubunun N-ANS, Molar Relation, Left parametrelerinin; akrilik RME grubunun ise IMPA° parametresinin 1. ve 2. ölçümleri arasında anlamlı iyi bir uyum vardır (Tablo 4.1.)

Tablo 4.1. Lateral ve posteroanterior sefalometri parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi

Parametre	Grup	Tedavi öncesi		Aktif Genişletme Sonu		Tedavi sonrası	
		ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P
SNA°	Akrilik	0,993 (0,891 - 1)	**0,001**	0,992 (0,878 - 0,999)	**0,001**	0,997 (0,961 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,999 (0,996 - 1)	**<0,001**	0,997 (0,988 - 0,999)	**<0,001**	0,997 (0,99 - 0,999)	**0,000**
Co-A	Akrilik	0,99 (0,848 - 0,999)	**0,002**	0,989 (0,83 - 0,999)	**0,002**	0,986 (0,785 - 0,999)	**0,003**
	Hibrit RME	0,997 (0,989 - 0,999)	**<0,001**	0,993 (0,974 - 0,998)	**<0,001**	0,994 (0,979 - 0,998)	**0,000**
SNB°	Akrilik	0,998 (0,962 - 1)	**<0,001**	0,998 (0,97 - 1)	**<0,001**	0,995 (0,924 - 1)	**0,001**
	Hibrit RME	0,998 (0,993 - 0,999)	**<0,001**	0,995 (0,983 - 0,999)	**<0,001**	0,997 (0,989 - 0,999)	**0,000**
Co-Gn	Akrilik	0,995 (0,923 - 1)	**0,001**	0,998 (0,966 - 1)	**<0,001**	0,994 (0,901 - 1)	**0,001**
	Hibrit RME	0,997 (0,987 - 0,999)	**<0,001**	0,992 (0,97 - 0,998)	**<0,001**	0,995 (0,98 - 0,999)	**0,000**
ANB°	Akrilik	0,984 (0,748 - 0,999)	**0,003**	0,86 (0,154 - 0,991)	0,070	0,984 (0,748 - 0,999)	**0,003**
	Hibrit RME	0,997 (0,989 - 0,999)	**<0,001**	0,994 (0,979 - 0,998)	**<0,001**	0,995 (0,98 - 0,999)	**0,000**
Wits	Akrilik	0,97 (0,533 - 0,998)	**0,008**	0,998 (0,967 - 1)	**<0,001**	0,966 (0,478 - 0,998)	**0,010**
	Hibrit RME	0,987 (0,951 - 0,996)	**<0,001**	0,991 (0,966 - 0,998)	**<0,001**	0,991 (0,966 - 0,998)	**0,000**
Mx/Mn diff	Akrilik	0,85 (0,319 - 0,99)	0,077	0,977 (0,646 - 0,999)	**0,006**	0,988 (0,816 - 0,999)	**0,002**
	Hibrit RME	0,999 (0,996 - 1)	**<0,001**	0,997 (0,987 - 0,999)	**<0,001**	0,998 (0,991 - 0,999)	**0,000**
FMA°	Akrilik	0,929 (0,09 - 0,995)	**0,028**	0,987 (0,802 - 0,999)	**0,002**	0,991 (0,867 - 0,999)	**0,001**
	Hibrit RME	0,992 (0,97 - 0,998)	**<0,001**	0,993 (0,974 - 0,998)	**<0,001**	0,994 (0,976 - 0,998)	**0,000**
SNGoGn°	Akrilik	0,992 (0,869 - 0,999)	**0,001**	0,994 (0,913 - 1)	**0,001**	0,997 (0,953 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,998 (0,991 - 0,999)	**<0,001**	0,995 (0,981 - 0,999)	**<0,001**	0,871 (0,522 - 0,965)	**0,002**
OP-FH°	Akrilik	0,947 (0,844 - 0,989)	0,164	0,986 (0,781 - 0,999)	**0,003**	0,956 (0,324 - 0,997)	**0,014**
	Hibrit RME	0,958 (0,844 - 0,989)	**<0,001**	0,974 (0,903 - 0,993)	**<0,001**	0,979 (0,922 - 0,994)	**0,000**
MP-OP°	Akrilik	0,978 (0,658 - 0,999)	**0,005**	0,989 (0,833 - 0,999)	**0,002**	0,954 (0,284 - 0,997)	**0,016**
	Hibrit RME	0,988 (0,954 - 0,997)	**<0,001**	0,976 (0,912 - 0,994)	**<0,001**	0,985 (0,943 - 0,996)	**0,000**

ICC: Intraclass correlation (Sınıflar içi korelasyon)

Tablo 4.1. Lateral ve posteroanterior sefalometri parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi (Devam)

Parametre	Grup	Tedavi öncesi		Aktif Genişletme Sonu		Tedavi sonrası	
		ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P
SNAr°	Akrilik	0,985 (0,767 - 0,999)	**0,003**	0,986 (0,948 - 0,995)	0,098	0,964 (0,445 - 0,998)	**0,011**
	Hibrit RME	0,994 (0,977 - 0,998)	**<0,001**	0,984 (0,941 - 0,996)	**<0,001**	0,995 (0,983 - 0,999)	**0,000**
SArGo°	Akrilik	0,978 (0,658 - 0,999)	**0,005**	0,994 (0,901 - 1)	**0,001**	0,998 (0,968 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,99 (0,963 - 0,997)	**<0,001**	0,94 (0,776 - 0,984)	**<0,001**	0,978 (0,919 - 0,994)	**0,000**
ArGoMe°	Akrilik	0,954 (0,292 - 0,997)	**0,015**	0,996 (0,944 - 1)	**<0,001**	0,978 (0,663 - 0,999)	**0,005**
	Hibrit RME	0,981 (0,928 - 0,995)	**<0,001**	0,986 (0,949 - 0,996)	**<0,001**	0,957 (0,841 - 0,988)	**0,000**
Jarabak°	Akrilik	0,989 (0,834 - 0,999)	**0,002**	0,989 (0,828 - 0,999)	**0,002**	0,992 (0,879 - 0,999)	**0,001**
	Hibrit RME	0,996 (0,984 - 0,999)	**<0,001**	0,993 (0,974 - 0,998)	**<0,001**	0,99 (0,961 - 0,997)	**0,000**
S-Go	Akrilik	0,997 (0,956 - 1)	**<0,001**	0,994 (0,91 - 1)	**0,001**	0,993 (0,887 - 1)	**0,001**
	Hibrit RME	0,995 (0,98 - 0,999)	**<0,001**	0,986 (0,947 - 0,996)	**<0,001**	0,996 (0,986 - 0,999)	**0,000**
N-Me	Akrilik	0,966 (0,472 - 0,998)	**0,010**	0,991 (0,856 - 0,999)	**0,002**	0,985 (0,763 - 0,999)	**0,003**
	Hibrit RME	0,995 (0,98 - 0,999)	**<0,001**	0,973 (0,901 - 0,993)	**<0,001**	0,995 (0,98 - 0,999)	**0,000**
S-Go/N-Me	Akrilik	0,994 (0,914 - 1)	**0,001**	0,992 (0,874 - 0,999)	**0,001**	0,987 (0,804 - 0,999)	**0,002**
	Hibrit RME	0,991 (0,967 - 0,998)	**<0,001**	0,994 (0,978 - 0,998)	**<0,001**	0,995 (0,982 - 0,999)	**0,000**
N-ANS	Akrilik	0,966 (0,481 - 0,998)	**0,010**	0,997 (0,948 - 1)	**<0,001**	0,148 (-12,156 - 0,945)	0,449
	Hibrit RME	0,998 (0,994 - 1)	**<0,001**	0,986 (0,946 - 0,996)	**<0,001**	0,996 (0,984 - 0,999)	**0,000**
ANS-Me	Akrilik	0,995 (0,917 - 1)	**0,001**	0,995 (0,929 - 1)	**0,001**	0,993 (0,89 - 1)	**0,001**
	Hibrit RME	0,991 (0,967 - 0,998)	**<0,001**	0,978 (0,919 - 0,994)	**<0,001**	0,99 (0,962 - 0,997)	**0,000**
UL-E	Akrilik	1 (0,994 - 1)	**<0,001**	0,999 (0,979 - 1)	**<0,001**	0,984 (0,749 - 0,999)	**0,003**
	Hibrit RME	0,994 (0,976 - 0,998)	**<0,001**	0,996 (0,984 - 0,999)	**<0,001**	0,98 (0,924 - 0,995)	**0,000**
LL-E	Akrilik	0,996 (0,932 - 1)	**<0,001**	0,998 (0,974 - 1)	**<0,001**	0,998 (0,967 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,994 (0,977 - 0,998)	**<0,001**	0,996 (0,985 - 0,999)	**<0,001**	0,991 (0,967 - 0,998)	**0,000**

ICC: Intraclass correlation (Sınıflar içi korelasyon)

Tablo 4.1. Lateral ve posteroanterior sefalometri parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi (Devam)

Parametre	Grup	Tedavi öncesi		Aktif Genişletme Sonu		Tedavi sonrası	
		ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P
Nasolabial°	Akrilik	0,982 (0,735 - 0,999)	**0,004**	0,993 (0,896 - 1)	**0,001**	1 (0,995 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,954 (0,83 - 0,988)	**<0,001**	0,991 (0,967 - 0,998)	**<0,001**	0,979 (0,922 - 0,994)	**0,000**
Yumuşak Doku Konveksitesi°	Akrilik	0,922 (0,209 - 0,995)	**0,032**	1 (0,994 - 1)	**<0,001**	0,973 (0,588 - 0,998)	**0,007**
	Hibrit RME	0,996 (0,985 - 0,999)	**<0,001**	0,988 (0,957 - 0,997)	**<0,001**	0,993 (0,973 - 0,998)	**0,000**
Overbite	Akrilik	0,95 (0,231 - 0,997)	**0,017**	0,986 (0,782 - 0,999)	**0,003**	0,983 (0,741 - 0,999)	**0,004**
	Hibrit RME	0,981 (0,931 - 0,995)	**<0,001**	0,95 (0,812 - 0,986)	**<0,001**	0,984 (0,941 - 0,996)	**0,000**
Overjet	Akrilik	0,993 (0,896 - 1)	**0,001**	0,997 (0,951 - 1)	**<0,001**	0,977 (0,651 - 0,999)	**0,006**
	Hibrit RME	0,996 (0,984 - 0,999)	**<0,001**	0,994 (0,978 - 0,998)	**<0,001**	0,997 (0,989 - 0,999)	**0,000**
U1-SN°	Akrilik	0,999 (0,98 - 1)	**<0,001**	1 (0,993 - 1)	**<0,001**	0,999 (0,98 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,998 (0,992 - 0,999)	**<0,001**	0,999 (0,996 - 1)	**<0,001**	0,994 (0,977 - 0,998)	**0,000**
U1-PP°	Akrilik	0,99 (0,84 - 0,999)	**0,002**	0,998 (0,967 - 1)	**<0,001**	0,996 (0,935 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,994 (0,976 - 0,998)	**<0,001**	0,995 (0,983 - 0,999)	**<0,001**	0,995 (0,916 - 1)	**0,001**
IMPA°	Akrilik	0,987 (0,797 - 0,999)	**0,002**	0,994 (0,905 - 1)	**0,001**	0,928 (-0,106 - 0,995)	**0,029**
	Hibrit RME	0,996 (0,983 - 0,999)	**<0,001**	0,996 (0,984 - 0,999)	**<0,001**	0,996 (0,985 - 0,999)	**0,000**
Interinsizal˚	Akrilik	0,998 (0,966 - 1)	**<0,001**	0,998 (0,962 - 1)	**<0,001**	0,984 (0,757 - 0,999)	**0,003**
	Hibrit RME	0,998 (0,994 - 1)	**<0,001**	0,995 (0,981 - 0,999)	**<0,001**	0,986 (0,949 - 0,996)	**0,000**
Nasal Width	Akrilik	0,972 (0,564 - 0,998)	**0,008**	0,969 (0,525 - 0,998)	**0,009**	0,996 (0,935 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,994 (0,979 - 0,998)	**<0,001**	0,985 (0,944 - 0,996)	**<0,001**	0,992 (0,972 - 0,998)	**0,000**
Nasal Height	Akrilik	0,991 (0,856 - 0,999)	**0,002**	0,996 (0,938 - 1)	**<0,001**	0,996 (0,933 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,988 (0,954 - 0,997)	**<0,001**	0,992 (0,971 - 0,998)	**<0,001**	0,987 (0,951 - 0,996)	**0,000**
Maxillary Width	Akrilik	0,985 (0,77 - 0,999)	**0,003**	0,997 (0,947 - 1)	**<0,001**	0,999 (0,986 - 1)	**0,000**
	Hibrit RME	0,999 (0,995 - 1)	**<0,001**	0,999 (0,996 - 1)	**<0,001**	0,999 (0,996 - 1)	**0,000**

ICC: Intraclass correlation (Sınıflar içi korelasyon)

Tablo 4.1. Lateral ve posteroanterior sefalometri parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi (Devam)

Parametre	Grup	Tedavi öncesi		Aktif Genişletme Sonu		Tedavi sonrası	
		ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P
Mandibular Width	Akrilik	0,993 (0,896 - 1)	**0,001**	0,986 (0,785 - 0,999)	**0,003**	0,995 (0,917 - 1)	**0,001**
	Hibrit RME	0,99 (0,964 - 0,997)	**<0,001**	0,995 (0,982 - 0,999)	**<0,001**	0,989 (0,958 - 0,997)	**0,000**
Facial Width	Akrilik	0,994 (0,906 - 1)	**0,001**	0,983 (0,737 - 0,999)	**0,004**	0,99 (0,845 - 0,999)	**0,002**
	Hibrit RME	0,984 (0,94 - 0,996)	**<0,001**	0,994 (0,977 - 0,998)	**<0,001**	0,992 (0,969 - 0,998)	**0,000**
Molar Relation, Right	Akrilik	0,986 (0,78 - 0,999)	**0,003**	0,989 (0,837 - 0,999)	**0,002**	0,962 (0,415 - 0,998)	**0,012**
	Hibrit RME	0,994 (0,979 - 0,998)	**<0,001**	0,988 (0,956 - 0,997)	**<0,001**	0,979 (0,921 - 0,994)	**0,000**
Molar Relation, Left	Akrilik	0,939 (0,051 - 0,996)	**0,023**	0,946 (0,172 - 0,997)	**0,019**	0,899 (0,105 - 0,987)	0,110
	Hibrit RME	0,977 (0,914 - 0,994)	**<0,001**	0,91 (0,666 - 0,976)	**<0,001**	0,954 (0,827 - 0,988)	**0,000**
Intermolar Width, Lower	Akrilik	0,994 (0,911 - 1)	**0,001**	0,997 (0,953 - 1)	**<0,001**	0,983 (0,742 - 0,999)	**0,004**
	Hibrit RME	0,991 (0,968 - 0,998)	**<0,001**	0,994 (0,979 - 0,998)	**<0,001**	0,992 (0,97 - 0,998)	**0,000**

ICC: Intraclass correlation (Sınıflar içi korelasyon)

KIBT koronal kesit parametreleri için ölçümler arası uyum incelendiğinde; akrilik ve hibrit RME gruplarında NFU4, HPU4, HP4.8U4, RAU4, PCU4, NFU6, HPU6, HP4.8U6, RAU6 ve PCU6 parametrelerinin tedavi öncesi, aktif genişletme sonu ve tedavi sonrası 1. ölçüm ve 2. ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum vardır ($p<0,050$). ICC katsayıları 0,900 – 1,000 arasında elde edilmiştir (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. KIBT koronal kesit parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi

Parametre	Grup	Tedavi öncesi		Aktif Genişletme Sonu		Tedavi sonrası	
		ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P	ICC (%95 CI)	P
NFU4	Akrilik	1 (0,994 - 1)	**<0,001**	0,999 (0,989 - 1)	**<0,001**	1 (0,995 - 1)	**<0,001**
	Hibrit RME	0,998 (0,994 - 1)	**<0,001**	0,997 (0,987 - 0,999)	**<0,001**	0,999 (0,996 - 1)	**<0,001**
HPU4	Akrilik	0,988 (0,818 - 0,999)	**0,002**	0,996 (0,936 - 1)	**<0,001**	0,99 (0,838 - 0,999)	**0,002**
	Hibrit RME	0,978 (0,917 - 0,994)	**<0,001**	0,984 (0,942 - 0,996)	**<0,001**	0,995 (0,983 - 0,999)	**<0,001**
HP4.8U4	Akrilik	0,97 (0,542 - 0,998)	**0,008**	0,998 (0,97 - 1)	**<0,001**	0,98 (0,687 - 0,999)	**0,005**
	Hibrit RME	0,944 (0,791 - 0,985)	**<0,001**	0,971 (0,891 - 0,992)	**<0,001**	0,958 (0,845 - 0,989)	**<0,001**
RAU4	Akrilik	0,938 (0,035 - 0,996)	**0,024**	0,995 (0,928 - 1)	**0,001**	0,998 (0,969 - 1)	**<0,001**
	Hibrit RME	0,984 (0,94 - 0,996)	**<0,001**	0,977 (0,913 - 0,994)	**<0,001**	0,992 (0,972 - 0,998)	**<0,001**
PCU4	Akrilik	0,987 (0,803 - 0,999)	**0,002**	0,992 (0,88 - 0,999)	**0,001**	0,993 (0,894 - 1)	**0,001**
	Hibrit RME	0,994 (0,977 - 0,998)	**<0,001**	0,996 (0,984 - 0,999)	**<0,001**	0,992 (0,97 - 0,998)	**<0,001**
NFU6	Akrilik	0,998 (0,974 - 1)	**<0,001**	0,996 (0,939 - 1)	**<0,001**	0,998 (0,968 - 1)	**<0,001**
	Hibrit RME	0,999 (0,997 - 1)	**<0,001**	0,997 (0,987 - 0,999)	**<0,001**	0,998 (0,994 - 1)	**<0,001**
HPU6	Akrilik	0,998 (0,965 - 1)	**<0,001**	0,986 (0,781 - 0,999)	**0,003**	0,998 (0,961 - 1)	**<0,001**
	Hibrit RME	0,997 (0,989 - 0,999)	**<0,001**	0,996 (0,986 - 0,999)	**<0,001**	0,996 (0,985 - 0,999)	**<0,001**
HP4.8U6	Akrilik	0,996 (0,931 - 1)	**<0,001**	0,996 (0,937 - 1)	**<0,001**	0,996 (0,939 - 1)	**<0,001**
	Hibrit RME	0,997 (0,987 - 0,999)	**<0,001**	0,998 (0,993 - 0,999)	**<0,001**	0,999 (0,995 - 1)	**<0,001**
RAU6	Akrilik	0,989 (0,836 - 0,999)	**0,002**	0,992 (0,882 - 1)	**0,001**	0,999 (0,977 - 1)	**<0,001**
	Hibrit RME	0,999 (0,995 - 1)	**<0,001**	0,996 (0,985 - 0,999)	**<0,001**	0,996 (0,987 - 0,999)	**<0,001**
PCU6	Akrilik	0,987 (0,802 - 0,999)	**0,002**	1 (1 - 1)	---	0,995 (0,918 - 1)	**0,001**
	Hibrit RME	0,991 (0,965 - 0,997)	**<0,001**	0,995 (0,983 - 0,999)	**<0,001**	0,997 (0,989 - 0,999)	**<0,001**

ICC: Intraclass correlation (Sınıflar içi korelasyon)

KIBT ve USG aksiyal kesit parametreleri için ölçümler arası uyum incelendiğinde; akrilik ve Hibrit RME gruplarında AR-AL Uzunluğu, BR-BL Uzunluğu, CR-CL Uzunluğu, ER-EL Uzunluğu, FR-FL Uzunluğu parametreleri ve akrilik grubunda DR-DL Uzunluğu parametresinin 1. ölçüm ve 2. ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı iyi bir uyum vardır (p<0,050). Hibrit RME grubunda DR-DL Uzunluğunun 1. ve 2. ölçümleri arasındaki uyum istatistiksel olarak anlamlıdır (ICC=0,898; p=0,001) (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3. KIBT ve USG aksiyal kesit parametreleri için ölçümler arası uyumun incelenmesi

Parametre	Grup	ICC (%95 CI)	P
AR-AL Uzunluğu (mm)	Akrilik	0,981 (0,701 - 0,999)	**0,004**
	Hibrit RME	0,911 (0,668 - 0,976)	**<0,001**
BR-BL Uzunluğu (mm)	Akrilik	0,981 (0,701 - 0,999)	**0,004**
	Hibrit RME	0,919 (0,7 - 0,978)	**<0,001**
CR-CL Uzunluğu (mm)	Akrilik	0,964 (0,442 - 0,998)	**0,011**
	Hibrit RME	0,933 (0,752 - 0,982)	**<0,001**
DR-DL Uzunluğu (mm)	Akrilik	0,961 (0,402 - 0,997)	**0,012**
	Hibrit RME	0,898 (0,622 - 0,973)	**0,001**
ER-EL Uzunluğu (mm)	Akrilik	0,95 (0,226 - 0,997)	**0,017**
	Hibrit RME	0,958 (0,843 - 0,989)	**<0,001**
FR-FL Uzunluğu (mm)	Akrilik	0,941 (0,083 - 0,996)	**0,022**
	Hibrit RME	0,933 (0,752 - 0,982)	**<0,001**

ICC: Intraclass correlation (Sınıflar içi korelasyon)

4.2. Gruplara Göre Kronolojik Yaş Dağılımları

Çalışmamıza katılan 30 bireyin 15'i akrilik RME, diğer 15'i ise hibrit RME grubunda yer almakta olup, akrilik RME grubundaki bireylerin yaş ortalaması 12.6 ± 1.4, hibrit RME grubundaki bireylerin yaş ortalaması 13.1 ± 1.8'dir. Gruplara göre yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,050).

4.3. Lateral Sefalometrik Analiz Bulguları

Çalışmamızda, 30 hastadan tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonunda (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda (T2) alınan ultra düşük doz KIBT verilerinden elde edilen lateral sefalometrik görüntülerin analizi yapılarak şu bulgulara ulaşılmıştır: (Tablo 4.4.).

4.3.1. Sagital İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

RME'nin, maksillada sagital olarak meydana getirdiği değişimi incelemek için SNA açısına ve Co-A mesafesine bakılmıştır. Akrilik RME grubunda SNA açısının ortalama değeri, tedavi öncesi 81,41 ± 4,27, aktif genişletme sonrası 82,22 ± 4,39 ve tedavi sonrası 82,44 ± 4,68 olarak elde edilmiş. Aktif genişletme sonunda elde edilen artış retansiyon döneminde korunmuş ve zamana bağlı olarak SNA° değeri ortalaması istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir (p=0,003). Yine bu grupta, ortalama Co-A (mm) değeri, tedavi öncesi 85,39 ± 3,87, aktif genişletme sonrası 85,62 ± 4,17 ve tedavi sonrası 86,65 ± 3,82 olarak elde edilmiştir ve zamana bağlı oluşan artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,029). Hibrit RME grubunda SNA açısındaki artış anlamlı bulunmazken (p=0,240), Co-A (mm) değeri ortalaması farklılık göstermiş (p=0,001), tedavi öncesi 86,06 ± 5,52, aktif genişletme sonrası 85,80 ± 5,82 ve tedavi sonrası 87,47

± 4,97 olarak elde edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada ise her iki parametrede de, T0, T1, T2 zamanları içerisinde iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.4.).

RME'nin, mandibulada sagital olarak meydana getirdiği değişimi incelemek için SNB açısına ve Co-Gn mesafesine bakılmıştır. Akrilik RME grubunda zamana göre ortalama SNB° değeri farklılık göstermekte olup (p=0,004), tedavi öncesi 79,35 ± 5,49, aktif genişletme sonrası 77,59 ± 4,07 ve tedavi sonrası 78,17 ± 4,41 olarak elde edilmiştir. SNB açısı aktif genişletme sonunda, yani T1-T0 zaman aralığında 1.76˚ azalmıştır. Hibrit RME grubunda zamana göre SNB° değeri ortalaması farklılık göstermektedir (p=0,028). Tedavi öncesi 77,80 ± 3,84, aktif genişletme sonrası 78,01 ± 4,47 ve tedavi sonrası 77,10 ± 4,12 olarak elde edilmiştir. SNB açısı T1-T0 aralığında artmış, fakat retansiyon sonrası tedavi öncesi değerlerine dönmüştür. Co-Gn mesafesinde, her iki grup içinde de zamana bağlı oluşan artışlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). Gruplar arası karşılaştırmada SNB ve Co-Gn parametrelerinde, T0, T1, T2 zamanları içerisinde iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.4.).

Maksilomandibular ilişkiyi incelemek için bakılan parametrelerden ANB açısı, akrilik RME grubunda T1-T0 ve T2-T0 zamanlarında anlamlı bir artış göstermiştir (p<0,001). ANB açısının ortalama değeri, tedavi öncesi 2,05 ± 2,56, aktif genişletme sonrası 4,63 ± 2,10 ve tedavi sonrası 4,28 ± 2,04 olarak bulunmuştur. Wits (mm) değerinin ortalaması zamana göre farklılık göstermiştir (p=0,001). Tedavi öncesi -1,79 ± 4,19 iken, aktif genişletme sonrası anlamlı bir artış meydana gelerek 1,44 ± 3,93 olan değer, tedavi sonrası 0,62 ± 2,38 olarak bulunmuştur. Mx/Mn diff değerindeki azalma ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). Hibrit RME grubuna bakıldığında, ANB açısı T2-T0 zamanında istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir (p=0,004). Ortalama değerler; tedavi öncesi 3,36 ± 2,99, aktif genişletme sonrası 3,96 ± 3,02 ve

tedavi sonrası 4,53 ± 2,62 olarak tespit edilmiştir. Wits (mm) değerinin ortalaması tedavi öncesi 0,68 ± 3,59, aktif genişletme sonrası 0,97 ± 4,09 ve tedavi sonrası 2,78 ± 3,22 olarak elde edilmiş, zamana bağlı oluşan farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Bu grupta, Mx/Mn diff değerindeki azalma zamana göre anlamlı bulunmuştur ($p=0,002$). Mx/Mn diff tedavi öncesi ortalaması 26,83 ± iken , aktif genişletme sonrası 27,83 ± 5,51 ve tedavi sonrası ise 25,87 ± 6,43 olarak elde edilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmada ANB, Mx/Mn diff parametrelerinin T0, T1, T2 zamanları içerisinde ve Wits parametresinin T0, T1 zamanları içerisinde iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmazken ($p>0,05$); Wits ortalama değerleri T2 zamanında iki grup arasında anlamlı farklılık göstermiş, akrilik grubunun ortalaması 0,62 ± 2,38 iken hibrit RME grubunun ortalaması 2,78 ± 3,22 olarak bulunmuştur ($p=0,046$) (Tablo 4.4.).

4.3.2. Vertikal İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Vertikal yönde meydana gelen değişimleri değerlendirmede kullanılan açılardan FMA açısında, her iki grupta da T1-T0 zaman aralığında anlamlı bir artış meydana gelirken, T2-T1 aralığında ise anlamlı olmayan bir azalma söz konusudur. Akrilik grubunda ortalama FMA değeri, tedavi öncesi 25,09 ± 4,16, aktif genişletme sonrası 27,89 ± 3,88 ve tedavi sonrası 26,61 ± 4,40 iken; hibrit RME grubunda bu değerler tedavi öncesi 25,16 ± 4,27, aktif genişletme sonrası 26,51 ± 4,99 ve tedavi sonrası 26,15 ± 4,59 olarak elde edilmiştir. Her iki grupta da zamana bağlı oluşan farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (akrilik RME grubu için $p=0,004$; hibrit RME grubu için $p= 0,026$) (Tablo 4.4.).

SNGoGn açısının ortalama değeri ise, akrilik RME grubunda tedavi öncesi 33,79 ± 5,60, aktif genişletme sonrası 36,49 ± 4,90 ve tedavi sonrası 35,01 ± 5,11 olarak

bulunmuş; FMA açısında olduğu gibi T1-T0 zaman aralığında anlamlı bir artış, T2-T1 aralığında ise anlamlı olmayan bir azalma meydana geldiği görülmüştür. Akrilik grubunda, SNGoGn açısındaki zamana bağlı değişim istatistiksel olarak anlamlı iken (p=0,005), hibrit RME grubunda bu açıda zamana bağlı anlamlı bir fark oluşmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.4.).

Oklüzal düzlemin Frankfort horizontal düzlemi ile yaptığı OP-FH açısında, her iki grup içinde de zamana bağlı olarak anlamlı bir değişim gözlenmezken (p>0,05); oklüzal düzlemin mandibular düzlem ile yaptığı MP-OP açısındaki zamana bağlı değişim akrilik RME grubunda anlamlı bulunmuştur (p=0,006). Akrilik grupta MP-OP˚ tedavi öncesi ortalaması 19,14 ± 3,23, aktif genişletme sonrası ortalaması 21,57 ± 3,94 ve tedavi sonrası ortalaması 19,77 ± 4,54 olarak elde edilmiştir. Hibrit RME grubunda ise, MP-OP açısındaki zamana bağlı değişim anlamlı değildir (p>0,05) (Tablo 4.4.).

SNAr ve SArGo açılarında zamana bağlı meydana gelen artış, ArGoMe açısında ise zamana bağlı meydana gelen azalma akrilik RME grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken; bu açıların toplanması ile elde edilen Jarabak açısının ortalama değeri farklılık göstermiştir (p=0,005). Akrilik grupta, Jarabak açısının tedavi öncesi ortalama değeri 395,33 ± 5,52 iken, aktif genişletme sonrası 398,25 ± 4,67 ve tedavi sonrası 396,75 ± 5,22 olarak ölçülmüştür. Hibrit RME grubunda ise, Jarabak açısındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmazken (p>0,05), bu açıyı oluşturan açılardan sadece SNAr açısındaki değişim anlamlı bulunmuştur (p=0,001). Hibrit grupta, ortalama SNAr değeri tedavi öncesinde 122,73 ± 6,04 iken, aktif genişletme sonrası 120,23 ± 6,67'ye düşmüş ve tedavi sonrası 122,4 5± 7,71 olarak bulunmuştur (Tablo 4.4.).

Arka yüz yüksekliğini gösteren S-Go (mm), akrilik RME grubunda T0, T1, T2 zamanlarında anlamlı bir değişim göstermezken (p=0,897); hibrit RME grubunda T1-T0 aralığında anlamlı bir artış meydana gelmiştir. Hibrit RME grubunda ortalama S-Go

(mm) değerleri; tedavi öncesi 76,49 ± 5,28, aktif genişletme sonrası 78,51 ± 5,64 ve tedavi sonrası 77,19 ± 5,33 olarak elde edilmiş olup zamana göre değişim anlamlı bulunmuştur (p=0,007) (Tablo 4.4.).

Ön yüz yüksekliğini gösteren N-Me (mm) değerinin ortalamaları akrilik RME grubunda zaman göre farklılık göstermektedir (p=0,014). T0 zamanında 118,40 iken, T1 zamanında 121,40 ve T2 zamanında 120,40 olarak elde edilmiştir. Bu farklılık, T1 ortalamasının T0 ortalamasından yüksek olarak elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Hibrit RME grubunda zamana bağlı anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir (Tablo 4.4.).

Arka yüz yüksekliğinin, ön yüz yüksekliğine oranını gösteren S-Go/N-Me oranı ise, akrilik grubunda zamana göre farklılık göstermektedir (p=0,025). S-Go/N-Me tedavi öncesi ortalama değeri 65,83 ± 4,54, aktif genişletme sonrası 63,79 ± 4,04 ve tedavi sonrası 64,65 ± 4,64 olarak elde edilmiştir. Hibrit RME grubunda bu orandaki değişim anlamlı bulunmamıştır (p=0,508) (Tablo 4.4.).

Ön yüz yüksekliği, üst yüz yüksekliği (N-ANS) ve alt yüz yüksekliğinin (ANS-Me) toplamından oluşmaktadır. Akrilik RME grubunda, üst yüz yüksekliğinde (N-ANS) oluşan zamana bağlı değişim anlamlı bulunmazken (p=0,537), alt yüz yüksekliğinde anlamlı bir değişim tespit edilmiştir (p<0,001). Tedavi öncesi ortalaması 65,66 ± 3,85 olan N-ANS değeri, aktif genişletme sonrası 69,72 ± 4,23 ve tedavi sonrası 67,68 ± 3,97 olarak bulunmuştur. Hibrit RME grubunda ise üst yüz yüksekliği ortalama değerleri (N-ANS); tedavi öncesi 50,82 ± 4,21, aktif genişletme sonrası 51,85 ± 4,11 ve tedavi sonrası 51,70 ± 4,32 olarak elde edilmiş, zamana bağlı anlamlı bir artış tespit edilmiştir (p=0,026). Yine bu grupta, alt yüz yüksekliği (ANS-Me) değerleri ise; tedavi öncesi 67,26 ± 5,89, aktif genişletme sonrası 69,46 ± 5,64 ve tedavi sonrası 68,43 ± 5,66 olarak elde edilmiş, değişim anlamlı bulunmuştur (p=0,005). Gruplar arası karşılaştırmada ise akrilik

ve hibrit RME grupları arasında T0, T1, T2 zamanları içerisinde vertikal iskeletsel ölçüm parametrelerinde anlamlı bir fark oluşmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4.).

4.3.3. Yumuşak Doku Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Profilden bakıldığında yumuşak dokuda meydana gelen değişimleri değerlendirmek için yapılan ölçümlerde, üst dudağın E çizgisiyle arasındaki mesafe (UL-E), alt dudağın E çizgisiyle arasındaki mesafe (LL-E) ve Nasolabial açıda, hem akrilik hem de hibrit RME grubunda zamana bağlı olarak istatistiksel anlamlı bir farklılık oluşmadığı görülmüştür ($p>0,05$) (Tablo 4.4.).

Yumuşak Doku Konveksitesi açısında ise akrilik RME grubunda zamana bağlı olarak meydana gelen değişim anlamlı bulunmuştur ($p=0,022$). Yumuşak Doku Konveksitesi açısının tedavi öncesi ortalaması 133,52 ± 5,49 iken, aktif genişletme sonrası 131,62 ± 4,84'ye düşmüş ve tedavi sonrası 130,81 ± 3,77 olarak bulunmuştur. Hibrit RME grubunda ise bu açıda meydana gelen değişim anlamlı bulunmamıştır ($p=0,624$). Gruplar arası karşılaştırmada ise, sadece Nasolabial açının ortalamaları arasında T0 zamanında bir farklılık tespit edilmiş ($p=0,024$); akrilik grubunun ortalaması 110,90 iken hibrit RME grubunun 118,60 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.4.).

4.3.4. Dentoalveolar Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Dentoalveolar ölçümlerde, zaman bağlı anlamlı bir değişiklik meydana gelen parametrelerden biri Overbite (mm) olmuştur. Akrilik RME grubunda ortalama Overbite değeri, tedavi öncesi 2,14 ± 2,45 iken, aktif genişletme sonrası -1,03 ± 1,49 ve tedavi sonrası 0,99 ± 1,39 olarak ölçülmüştür. T1-T0 zaman aralığında azalma, retansiyon

döneminde yani T2-T1 aralığında ise artış meydana gelmiş; zamana bağlı değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,001). Hibrit RME grubunda da ortalama Overbite değeri zamana bağlı farklılık göstermiş (p=0,002) ve değişim önce azalma daha sonra artma şeklinde gerçekleşmiştir. Tedavi öncesi 1,27 ± 1,86 olan değer, aktif genişletme sonrası -0,04 ± 2,00 ve tedavi sonrası 0,95 ± 1,59 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.4.).

Overjet (mm) parametresinde grup içi zamana bağlı olarak meydana artışlar ise her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.4.).

Üst keser dişlerin SN düzlemiyle (U1-SN) ve Palatal düzlem (U1-PP) ile yaptığı açılara bakıldığında; akrilik RME grubunda, U1-SN˚ değerinin ortalamaları (p=0,006) ve U1-PP˚ değerinin ortalamalarında (p=0,005) anlamlı azalmalar olduğu saptanmıştır. Tedavi öncesi U1-SN˚ değeri 104,30 iken, aktif genişletme sonrası 102,50 ve tedavi sonrası 101,00 olarak elde edilmiştir. U1-PP° değerleri ortalamaları ise tedavi öncesi 112,13 ± 7,07, aktif genişletme sonrası 109,99 ± 6,40 ve tedavi sonrası 109,94 ± 7,31 olarak ölçülmüştür. Hibrit RME grubunda ise U1-SN, U1-PP açıları zamana bağlı olarak azalmış fakat bu değişimler önemsiz bulunmuştur (p>0,05) (Tablo 4.4.).

IMPA açısının ortalama değerindeki azalma ve Interinsizal açının ortalama değerindeki artış şeklinde gerçekleşen değişimler ise her iki grup içinde de anlamlı olmamıştır (p>0,05) (Tablo 4.4.).

Dentoalveolar ölçüm parametreleri gruplar arasında karşılaştırıldığında, herhangi bir parametrede T0, T1, T2 zamanları içerisinde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p>0,05) (Tablo 4.4.).

4.4. Postero-Anterior Sefalometrik Analiz Bulguları

Çalışmamızda, 30 hastadan tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonunda (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda (T2) alınan ultra düşük doz KIBT verilerinden elde edilen postero-anterior sefalometrik görüntülerin analizi yapılarak şu bulgulara ulaşılmıştır (Tablo 4.4.).

4.4.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Akrilik ve hibrit RME gruplarının her iksinde de zamana göre Nazal Genişlik (mm) değeri ortalamaları farklılık göstermektedir (akrilik RME grubu için $p<0,001$, hibrit RME grubu için $p=0,007$). Akrilik grupta, tedavi öncesi Nazal Genişlik değeri ortalaması 27,80, aktif genişletme sonrası 30,10 ve tedavi sonrası 29,30 olarak elde edilmişken; hibrit grupta değerler tedavi öncesi 27,20, aktif genişletme sonrası 29,20 ve tedavi sonrası 29,00 olarak bulunmuştur (Tablo 4.4.).

Her iki grupta da zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı artışlar meydana gelen diğer bir parametre Maksillar Genişlik (mm) olmuştur. Akrilik RME grubunda ortalama değerler, tedavi öncesi 64,55 ± 3,24, aktif genişletme sonrası 66,85 ± 2,99 ve tedavi sonrası 67,38 ± 2,89 olarak elde edilirken; hibrit RME grubunda tedavi öncesi 66,64 ± 4,30, aktif genişletme sonrası 68,89 ± 4,16 ve tedavi sonrası 69,61 ± 4,36 olarak elde edilmiştir. T1-T0, T2-T0 zaman aralıklarında oluşan artışlar anlamlıdır ($p<0,001$) (Tablo 4.4.).

Nazal yükseklik (mm) değeri ortalamaları sadece hibrit RME grubunda zamana göre farklılık göstermiştir ($p=0,023$). Tedavi öncesi 54,20, aktif genişletme sonrası 52,40 ve tedavi sonrası ise 53,60 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.4.).

Mandibular Genişlik (mm) parametresi ise sadece akrilik RME grubunda zaman göre anlamlı bir artış göstermiştir (p=0,016). Tedavi öncesi ortalaması 86,51 ± 5,12 iken, aktif genişletme sonrası ortalaması 87,64 ± 4,74 ve tedavi sonrası ortalaması 87,99 ± 4,80 olarak bulunmuştur (Tablo 4.4.).

Fasiyal Genişlik (mm) ortalama değerlerindeki zamana göre değişim ise her iki grup içinde de önemsiz bulunmuştur (p>0,05) (Tablo 4.5.).

Gruplar arası karşılaştırmada, postero-anterior sefalometrik analizin iskeletsel ölçümlerinde iki grup arasında anlamlı bir fark oluşmadığı görülmüştür (p>0,05) (Tablo 4.4.).

4.4.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Akrilik RME grubunda Molar Relation, Right; Molar Relation, Left; Intermolar Width, Lower ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimler meydana gelmiştir. Molar Relation, Right değeri tedavi öncesi 2,30 iken, aktif genişletme sonrası 3,20 ve tedavi sonrası 2,90 olarak elde edilmiştir (p=0,002). Molar Relation, Left değeri tedavi öncesi 1,60, aktif genişletme sonrası 2,60 ve tedavi sonrası 3,30 olarak elde edilmiştir (p=0,001). Intermolar Width, Lower değeri tedavi öncesi 53,30, aktif genişletme sonrası 54,40 ve tedavi sonrası 55,00 olarak bulunmuştur (p=0,003). Hibrit RME grubunda ise Molar Relation, Right; Molar Relation, Left ölçümlerindeki zamana göre değişimler önemli bulunmuş. Intermolar Width, Lower

değerinde artış meydana gelmiş fakat istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır (p=0,108). Bu grupta; Molar Relation, Right değeri tedavi öncesi 2,40, aktif genişletme sonrası 4,40 ve tedavi sonrası 3,50 olarak ölçülmüş (p<0,001). Molar Relation, Left değeri ise tedavi öncesi 1,10, aktif genişletme sonrası 3,40 ve tedavi sonrası 3,00 olarak bulunmuştur (p<0,001) (Tablo 4.4.).

Gruplar arası karşılaştırmada yalnızca Molar Relation, Right değeri T1 zamanında iki grup arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir (p=0,034). Akrilik grubunun ortalaması 3,20 iken hibrit RME grubunun ortalaması 4,40 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
SNA°	T0	81,41 ± 4,27a	81,40 (72,40 - 88,90)	81,17 ± 3,51	82,90 (74,70 - 85,80)	0,868 (t=0,168)
	T1	82,22 ± 4,39b	82,20 (72,80 - 90,30)	81,97 ± 4,81	83,50 (73,60 - 88,20)	0,881 (t=0,151)
	T2	82,44 ± 4,68b	82,80 (72,10 - 90,40)	81,63 ± 4,12	83,40 (74,00 - 87,40)	0,620 (t=0,501)
	p	**0,003** (F=7,344)		0,240 (F=1,504)		
Co-A	T0	85,39 ± 3,87a	85,60 (78,70 - 93,80)	86,06 ± 5,52a	85,20 (77,00 - 97,60)	0,702 (t=-0,387)
	T1	85,62 ± 4,17ab	87,10 (78,60 - 92,40)	85,80 ± 5,82a	85,10 (74,80 - 97,10)	0,923 (t=-0,097)
	T2	86,65 ± 3,82b	87,60 (79,70 - 93,50)	87,47 ± 4,97b	87,30 (80,30 - 98,20)	0,617 (t=-0,506)
	p	**0,029** (F=4,026)		**0,001** (F=8,662)		
SNB°	T0	79,35 ± 5,49a	78,90 (67,50 - 90,60)	77,80 ± 3,84a	76,70 (72,20 - 84,80)	0,379 (t=0,895)
	T1	77,59 ± 4,07b	77,70 (69,30 - 85,10)	78,01 ± 4,47b	77,60 (72,00 - 86,10)	0,786 (t=-0,274)
	T2	78,17 ± 4,41ab	79,40 (68,20 - 83,90)	77,10 ± 4,12a	76,40 (70,20 - 84,30)	0,499 (t=0,684)
	p	**0,004** (F=6,725)		**0,028** (F=4,078)		
Co-Gn	T0	118,89 ± 5,67	119,20 (105,20 - 127,40)	117,89 ± 8,20	120,40 (104,00 - 133,10)	0,699 (t=0,391)
	T1	119,23 ± 5,80	118,20 (105,70 - 128,80)	119,10 ± 7,57	120,60 (104,60 - 131,50)	0,957 (t=0,054)
	T2	119,52 ± 4,89	120,50 (108,40 - 125,50)	118,95 ± 8,25	119,10 (103,90 - 131,60)	0,821 (t=0,229)
	p	0,599 (F=0,522)		0,197 (F=1,721)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
ANB°	T0	2,05 ± 2,56a	1,60 (-2,90 - 5,40)	3,36 ± 2,99a	3,50 (-1,60 - 8,00)	0,207 (t=-1,292)
	T1	4,63 ± 2,10b	4,60 (0,40 - 8,70)	3,96 ± 3,02ab	3,90 (-1,30 - 9,10)	0,489 (t=0,701)
	T2	4,28 ± 2,04b	4,50 (1,20 - 7,60)	4,53 ± 2,62b	4,50 (0,90 - 8,30)	0,776 (t=-0,288)
	p	**<0,001** (F=17,562)		**0,004** (F=6,785)		
Wits	T0	-1,79 ± 4,19a	-1,10 (-10,40 - 4,70)	0,68 ± 3,59a	0,80 (-5,40 - 8,40)	0,094 (t=-1,731)
	T1	1,44 ± 3,93b	1,20 (-5,20 - 8,00)	0,97 ± 4,09a	0,10 (-7,00 - 7,10)	0,752 (t=0,319)
	T2	0,62 ± 2,38ab	1,30 (-4,50 - 3,90)	2,78 ± 3,22b	2,00 (-2,50 - 8,10)	**0,046** (t=-2,089)
	p	**0,001** (F=9,559)		**<0,001** (F=14,984)		
Mx/Mn diff	T0	28,75 ± 4,79	29,70 (20,00 - 38,60)	26,83 ± 5,21ab	25,90 (18,80 - 34,60)	0,304 (t=1,046)
	T1	28,01 ± 3,32	28,60 (22,00 - 32,90)	27,83 ± 5,51a	26,20 (19,00 - 36,80)	0,915 (t=0,108)
	T2	27,21 ± 3,31	28,40 (21,50 - 32,10)	25,87 ± 6,43b	25,00 (12,90 - 37,10)	0,481 (t=0,714)
	p	0,111 (F=2,380)		**0,002** (F=7,982)		
FMA°	T0	25,09 ± 4,16a	24,20 (18,30 - 34,40)	25,16 ± 4,27a	25,10 (18,80 - 33,40)	0,962 (t=-0,048)
	T1	27,89 ± 3,88b	27,30 (22,90 - 35,80)	26,51 ± 4,99b	26,70 (16,10 - 35,10)	0,405 (t=0,846)
	T2	26,61 ± 4,40ab	26,30 (19,50 - 33,90)	26,15 ± 4,59ab	25,20 (18,60 - 34,30)	0,781 (t=0,28)
	p	**0,004** (F=6,935)		**0,026** (F=4,145)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
SNGoGn°	T0	33,79 ± 5,60a	32,90 (22,30 - 44,40)	33,83 ± 5,08	34,40 (25,50 - 41,80)	0,981 (t=-0,024)
	T1	36,49 ± 4,90b	35,60 (26,90 - 46,60)	34,71 ± 6,08	34,70 (26,90 - 45,30)	0,385 (t=0,883)
	T2	35,01 ± 5,11ab	34,10 (26,20 - 43,30)	34,03 ± 4,83	34,90 (26,80 - 42,00)	0,591 (t=0,543)
	p	**0,005** (F=6,398)		0,365 (F=0,977)		
OP-FH°	T0	5,95 ± 3,57	6,10 (-3,60 - 11,50)	5,71 ± 3,42	7,10 (-1,30 - 8,90)	0,884 (U=109)
	T1	6,34 ± 3,19	7,40 (0,20 - 10,40)	5,87 ± 3,59	6,40 (-1,10 - 12,40)	0,455 (U=94,5)
	T2	6,84 ± 2,90	6,20 (3,40 - 13,60)	5,37 ± 3,18	5,20 (-1,20 - 10,20)	0,351 (U=90)
	p	0,691 (F=67,000)		0,691 (F=67,000)		
MP-OP°	T0	19,14 ± 3,23a	20,10 (13,20 - 24,60)	19,43 ± 3,60	19,40 (13,40 - 27,00)	0,816 (t=-0,235)
	T1	21,57 ± 3,94b	20,90 (12,80 - 27,80)	20,64 ± 3,78	21,70 (13,10 - 27,10)	0,516 (t=0,658)
	T2	19,77 ± 4,54ab	19,50 (12,70 - 28,20)	20,76 ± 4,21	20,10 (12,70 - 28,20)	0,542 (t=-0,617)
	p	**0,006** (F=6,074)		0,069 (F=2,942)		
SNAr°	T0	120,67 ± 6,21	121,00 (111,40 - 131,10)	122,73 ± 6,04b	123,60 (110,40 - 131,50)	0,366 (t=-0,918)
	T1	120,61 ± 4,94	120,40 (112,90 - 128,50)	120,23 ± 6,67a	119,20 (108,50 - 130,50)	0,858 (t=0,18)
	T2	121,69 ± 5,70	121,70 (112,20 - 131,00)	122,45 ± 7,71b	121,20 (109,50 - 134,80)	0,763 (t=-0,304)
	p	0,277 (F=1,343)		**0,001** (F=9,906)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
SArGo°	T0	142,01 ± 5,09	141,70 (133,10 - 148,40)	141,81 ± 8,10	142,60 (128,90 - 154,20)	0,936 (t=0,081)
	T1	146,07 ± 6,63	146,10 (136,30 - 158,90)	145,17 ± 4,29	144,90 (139,10 - 153,60)	0,662 (t=0,442)
	T2	143,66 ± 9,64	147,30 (129,20 - 163,70)	143,63 ± 6,82	142,50 (130,70 - 157,30)	0,991 (t=0,011)
	p	0,057 (F=3,693)		0,050 (F=3,355)		
ArGoMe°	T0	132,68 ± 6,64	132,20 (120,10 - 145,80)	130,69 ± 6,89	130,00 (118,90 - 145,60)	0,426 (t=0,807)
	T1	131,59 ± 5,94	131,90 (121,60 - 139,40)	131,20 ± 6,02	131,80 (122,80 - 141,50)	0,858 (t=0,18)
	T2	131,40 ± 7,48	131,90 (121,70 - 145,80)	130,15 ± 5,49	129,70 (123,50 - 141,10)	0,607 (t=0,521)
	p	0,703 (F=0,357)		0,727 (F=0,323)		
Jarabak°	T0	395,33 ± 5,52a	394,60 (384,10 - 405,70)	395,23 ± 4,97	395,90 (387,10 - 403,30)	0,959 (t=0,052)
	T1	398,25 ± 4,67b	397,30 (390,00 - 407,80)	396,62 ± 6,28	396,60 (387,80 - 407,80)	0,426 (t=0,809)
	T2	396,75 ± 5,22ab	396,60 (387,80 - 404,10)	396,25 ± 5,13	396,60 (388,40 - 404,40)	0,793 (t=0,265)
	p	**0,005** (F=6,451)		0,050 (F=4,328)		
S-Go	T0	77,33 ± 6,24	79,30 (66,90 - 91,20)	76,49 ± 5,28a	74,70 (68,10 - 87,70)	0,694 (t=0,398)
	T1	77,65 ± 6,58	78,40 (67,40 - 92,80)	78,51 ± 5,64b	78,10 (67,60 - 87,90)	0,704 (t=-0,384)
	T2	77,21 ± 5,98	79,40 (68,40 - 88,30)	77,19 ± 5,33ab	76,10 (69,10 - 86,10)	0,992 (t=0,01)
	p	0,897 (F=0,109)		**0,007** (F=5,918)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
N-Me	T0	117,43 ± 4,02	118,90 (109,50 - 122,80)a	117,17 ± 7,93	115,90 (103,20 - 133,80)	0,633 (U=101)
	T1	121,58 ± 4,27	121,40 (113,60 - 128,50)b	120,20 ± 7,87	121,00 (106,90 - 135,70)	0,756 (U=105)
	T2	119,46 ± 4,26	120,40 (110,20 - 127,00)ab	118,94 ± 7,85	118,30 (107,60 - 136,20)	0,575 (U=99)
	p	**0,014** (F=8,533)		0,173 (F=36,000)		
S-Go/N-Me	T0	65,83 ± 4,54a	65,20 (59,00 - 75,70)	65,35 ± 3,35	64,50 (60,80 - 72,30)	0,748 (t=0,325)
	T1	63,79 ± 4,04b	64,60 (56,10 - 72,20)	65,41 ± 3,99	65,70 (57,40 - 72,60)	0,279 (t=-1,105)
	T2	64,65 ± 4,64ab	65,00 (57,20 - 72,60)	64,97 ± 3,33	64,70 (58,90 - 71,90)	0,833 (t=-0,212)
	p	**0,025** (F=4,207)		0,508 (F=0,694)		
N-ANS	T0	52,48 ± 3,17	52,60 (48,20 - 58,30)	50,82 ± 4,21a	51,70 (43,70 - 57,80)	0,233 (t=1,219)
	T1	52,98 ± 2,41	52,70 (49,60 - 57,60)	51,85 ± 4,11ab	51,10 (45,00 - 58,30)	0,368 (t=0,915)
	T2	52,91 ± 3,10	52,30 (46,60 - 57,80)	51,70 ± 4,32b	52,00 (44,30 - 58,70)	0,387 (t=0,879)
	p	0,537 (F=0,635)		**0,026** (F=4,180)		
ANS-Me	T0	65,66 ± 3,85a	64,90 (58,40 - 72,50)	67,26 ± 5,89a	67,40 (57,50 - 79,10)	0,386 (t=-0,881)
	T1	69,72 ± 4,23b	69,00 (63,80 - 79,70)	69,46 ± 5,64b	69,30 (57,80 - 80,30)	0,888 (t=0,143)
	T2	67,68 ± 3,97ab	67,50 (59,70 - 75,20)	68,43 ± 5,66ab	67,90 (60,70 - 79,30)	0,679 (t=-0,418)
	p	**<0,001** (F=11,586)		**0,005** (F=6,520)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
UL-E	T0	-4,00 ± 2,21	-4,00 (-8,60 - -0,60)	-3,43 ± 2,42	-3,00 (-8,20 - 0,20)	0,503 (t=-0,678)
	T1	-3,61 ± 2,67	-4,60 (-8,60 - 1,10)	-3,89 ± 2,47	-3,70 (-8,10 - 0,80)	0,768 (t=0,298)
	T2	-3,71 ± 2,60	-4,00 (-8,30 - 0,70)	-3,89 ± 1,60	-3,90 (-6,00 - -0,30)	0,821 (t=0,228)
	p	0,523 (F=0,663)		0,386 (F=0,986)		
LL-E	T0	-1,63 ± 2,78	-1,10 (-7,70 - 4,40)	-1,81 ± 2,58	-1,00 (-6,50 - 3,00)	0,861 (t=0,177)
	T1	-1,62 ± 3,01	-2,00 (-7,70 - 4,00)	-2,22 ± 2,08	-1,50 (-5,50 - 1,40)	0,531 (t=0,635)
	T2	-2,14 ± 2,55	-1,40 (-7,20 - 0,60)	-2,41 ± 1,57	-2,90 (-4,30 - 0,70)	0,733 (t=0,345)
	p	0,308 (F=1,226)		0,316 (F=1,162)		
Nasolabial°	T0	109,81 ± 9,96	110,90 (84,20 - 121,00)	118,21 ± 9,59	118,60 (100,40 - 135,90)	**0,024** (U=58)
	T1	113,07 ± 9,73	114,10 (88,60 - 128,40)	117,79 ± 10,38	115,20 (101,80 - 134,80)	0,309 (U=88)
	T2	110,03 ± 8,95	106,60 (97,10 - 126,80)	116,90 ± 8,96	119,50 (98,30 - 129,60)	0,051 (U=65,5)
	p	0,189 (F=3,333)		0,819 (F=0,400)		
Yumuşak Doku Konveksitesi°	T0	133,52 ± 5,49a	132,30 (125,20 - 147,60)	130,73 ± 4,50	129,50 (121,50 - 138,50)	0,139 (t=1,524)
	T1	131,62 ± 4,84b	132,00 (122,00 - 141,00)	130,63 ± 4,53	131,00 (119,80 - 137,40)	0,569 (t=0,577)
	T2	130,81 ± 3,77ab	131,00 (123,20 - 136,40)	130,21 ± 5,19	130,60 (120,50 - 139,20)	0,723 (t=0,358)
	p	**0,022** (F=4,387)		0,624 (F=0,479)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
Overbite	T0	2,14 ± 2,45b	2,80 (-1,50 - 7,70)	1,27 ± 1,86b	1,10 (-2,10 - 5,20)	0,284 (t=1,092)
	T1	-1,03 ± 1,49a	-1,20 (-3,10 - 3,10)	-0,04 ± 2,00a	-0,20 (-3,30 - 3,60)	0,137 (t=-1,529)
	T2	0,99 ± 1,39b	0,80 (-1,70 - 3,40)	0,95 ± 1,59b	1,00 (-1,80 - 3,20)	0,932 (t=0,086)
	p	**0,001** (F=12,641)		**0,002** (F=8,040)		
Overjet	T0	2,02 ± 3,38	2,80 (-4,90 - 5,90)	3,71 ± 4,33	4,80 (-4,80 - 11,60)	0,290 (U=87)
	T1	4,48 ± 2,54	4,00 (0,10 - 8,90)	3,83 ± 3,64	4,40 (-3,00 - 10,50)	0,678 (U=102,5)
	T2	4,40 ± 1,25	4,30 (2,30 - 6,10)	4,51 ± 2,82	4,10 (1,10 - 11,30)	0,756 (U=105)
	p	0,085 (F=4,933)		0,880 (F=0,255)		
U1-SN°	T0	102,50 ± 7,34	104,30 (81,60 - 112,70)a	102,81 ± 8,46	101,00 (87,90 - 122,30)	0,548 (U=98)
	T1	100,42 ± 6,76	102,50 (80,80 - 109,10)b	101,53 ± 7,50	100,70 (91,70 - 117,00)	0,771 (U=105,5)
	T2	99,87 ± 7,81	101,00 (77,50 - 108,40)b	101,54 ± 7,92	101,50 (87,30 - 117,00)	0,836 (U=107,5)
	p	**0,006** (F=10,133)		0,214 (F=3,085)		
U1-PP°	T0	112,13 ± 7,07a	113,30 (95,10 - 122,40)	111,73 ± 7,85	111,10 (95,70 - 130,50)	0,885 (t=0,147)
	T1	109,99 ± 6,40b	110,20 (95,20 - 118,00)	110,00 ± 6,04	109,50 (100,70 - 124,40)	0,995 (t=-0,006)
	T2	109,94 ± 7,31b	110,80 (93,90 - 120,10)	110,33 ± 7,01	111,50 (95,00 - 124,70)	0,882 (t=-0,15)
	p	**0,005** (F=6,421)		0,072 (F=2,899)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
IMPA°	T0	89,80 ± 5,83	90,30 (79,60 - 97,40)	90,29 ± 5,39	91,40 (75,20 - 97,10)	0,852 (U=108)
	T1	87,58 ± 6,15	87,40 (78,90 - 96,90)	89,88 ± 5,35	89,20 (77,90 - 98,00)	0,254 (U=85)
	T2	88,11 ± 5,89	87,30 (78,60 - 101,50)	89,24 ± 5,81	89,20 (74,60 - 100,90)	0,319 (U=88,5)
	p	0,420 (F=1,733)		0,214 (F=3,085)		
Interincisal˚	T0	132,35 ± 10,27	130,20 (119,10 - 148,60)	131,67 ± 9,70	131,70 (106,60 - 149,80)	0,803 (U=106,5)
	T1	133,75 ± 10,40	131,80 (119,10 - 158,60)	131,97 ± 8,21	132,50 (108,40 - 144,90)	0,983 (U=112)
	T2	135,25 ± 10,82	134,60 (120,30 - 156,20)	132,97 ± 8,58	131,20 (113,40 - 151,30)	0,590 (U=99,5)
	p	0,158 (F=3,695)		0,627 (F=0,933)		
Nasal Width	T0	28,11 ± 2,37	27,80 (24,70 - 33,50)a	27,97 ± 2,30	27,20 (25,40 - 32,60)a	0,740 (U=104,5)
	T1	29,65 ± 1,99	30,10 (26,30 - 33,90)b	29,37 ± 1,49	29,20 (26,90 - 32,80)b	0,633 (U=101)
	T2	29,59 ± 2,03	29,30 (27,00 - 34,30)b	29,53 ± 1,51	29,00 (27,40 - 32,00)b	0,983 (U=112)
	p	**<0,001** (F=19,897)		**0,007** (F=1<0,001)		
Nasal Height	T0	54,92 ± 5,03	57,00 (46,70 - 60,60)	55,09 ± 3,69	54,20 (50,20 - 64,20)a	0,868 (U=108,5)
	T1	54,18 ± 5,34	54,30 (43,00 - 63,20)	53,93 ± 3,34	52,40 (51,00 - 63,40)b	0,678 (U=102,5)
	T2	54,24 ± 5,38	54,40 (46,90 - 63,60)	54,65 ± 4,20	53,60 (49,20 - 63,60)ab	0,771 (U=105,5)
	p	0,250 (F=2,772)		**0,023** (F=7,559)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-c: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.4. Gruplar arası ve gruplar içi Lateral ve Posteroanterior Sefalometri sonuçlarının karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
Maxillary Width	T0	64,55 ± 3,24a	64,50 (57,40 - 69,20)	66,64 ± 4,30a	66,50 (59,10 - 74,50)	0,144 (t=-1,505)
	T1	66,85 ± 2,99b	66,70 (61,10 - 72,80)	68,89 ± 4,16b	69,60 (62,20 - 77,10)	0,134 (t=-1,543)
	T2	67,38 ± 2,89b	67,40 (62,30 - 73,90)	69,61 ± 4,36b	70,60 (62,60 - 78,20)	0,109 (t=-1,654)
	p	**<0,001** (F=24,405)		**<0,001** (F=41,714)		
Mandibular Width	T0	86,51 ± 5,12a	84,70 (78,60 - 93,50)	87,69 ± 5,80	89,50 (75,20 - 96,30)	0,562 (t=-0,587)
	T1	87,64 ± 4,74ab	88,30 (79,40 - 94,80)	87,81 ± 5,22	89,70 (75,90 - 95,80)	0,925 (t=-0,095)
	T2	87,99 ± 4,80b	88,60 (80,90 - 95,00)	88,01 ± 4,94	88,70 (78,30 - 94,70)	0,991 (t=-0,011)
	p	**0,016** (F=6,448)		0,792 (F=0,235)		
Facial Width	T0	125,97 ± 7,59	128,20 (114,00 - 136,60)	130,03 ± 5,49	130,50 (118,00 - 140,00)	0,237 (U=84)
	T1	127,09 ± 7,72	129,10 (115,00 - 136,70)	130,65 ± 6,04	131,80 (117,20 - 140,00)	0,254 (U=85)
	T2	127,28 ± 7,50	129,70 (115,60 - 136,00)	130,57 ± 5,78	131,80 (118,60 - 138,50)	0,319 (U=88,5)
	p	0,321 (F=2,271)		0,655 (F=0,847)		
Molar Relation, Right	T0	1,51 ± 2,21	2,30 (-2,20 - 4,20)a	1,38 ± 2,49	2,40 (-2,80 - 4,70)a	0,819 (U=107)
	T1	3,07 ± 1,54	3,20 (0,50 - 6,00)b	4,17 ± 1,80	4,40 (-0,50 - 7,10)b	**0,034** (U=61,5)
	T2	2,91 ± 2,12	2,90 (-0,40 - 7,10)b	3,85 ± 1,46	3,50 (1,30 - 6,80)b	0,140 (U=77)
	p	**0,002** (F=12,133)		**<0,001** (F=18,533)		
Molar Relation, Left	T0	1,15 ± 1,62	1,60 (-3,50 - 3,20)a	0,97 ± 1,69	1,10 (-2,00 - 3,20)a	0,547 (U=98)
	T1	2,36 ± 2,37	2,60 (-2,40 - 6,20)ab	3,17 ± 1,50	3,40 (-1,20 - 5,10)b	0,191 (U=81)
	T2	2,96 ± 2,06	3,30 (-2,00 - 6,20)b	3,45 ± 1,28	3,00 (0,70 - 5,70)b	0,561 (U=98,5)
	p	**0,001** (F=13,815)		**<0,001** (F=22,533)		
Intermolar Width, Lower	T0	52,14 ± 3,05	53,30 (46,20 - 56,20)a	53,95 ± 4,47	53,90 (45,20 - 63,80)	0,272 (U=86)
	T1	54,10 ± 3,35	54,40 (48,70 - 59,50)b	54,07 ± 4,23	54,10 (45,50 - 62,70)	0,917 (U=110)
	T2	54,33 ± 1,94	55,00 (51,10 - 57,40)b	55,46 ± 3,98	54,20 (51,60 - 64,80)	0,787 (U=106)
	p	**0,003** (F=11,627)		0,108 (F=4,448)		

4.5. KIBT Koronal Kesit Bulguları

Çalışmamızda, hastalardan tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonunda (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda (T2) ultra düşük dozda alınan KIBT datasından elde edilen koronal kesitlerde, maksiller 1. premolar ve 1. molar dişler seviyesinde ölçümler yapılmış ve şu bulgulara ulaşılmıştır: (Tablo 4.5.)

4.5.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Nazal tabanın en alt seviyesinde, nazal tabana teğet olan maksiller genişliği 1.premolar dişler seviyesinde gösteren NFU4 (mm) değeri ortalaması, akrilik ve hibrit RME gruplarında T1-T0 ve T2-T0 zaman aralıklarında artmıştır. Akrilik RME grubunda tedavi öncesi ortalaması 38,6 ± 4,4 iken, aktif genişletme sonrası 40,8 ± 4,6 ve tedavi sonrası 41,4 ± 4,7 olarak elde edilmiştir (p=0,003). Hibrit RME grubunda NFU4 (mm) değeri ortalaması ise, tedavi öncesi 40,8 ± 4,7 iken, aktif genişletme sonrası 43,1 ± 4,9 ve tedavi sonrası 43,4 ± 5,2 olarak bulunmuştur (p<0,001) (Tablo 4.5.).

Bu parametrenin 1.molar dişler bölgesinde ölçülmesiyle elde edilen NFU6 (mm) ortalama değerleri de her iki grup içinde zamana bağlı olarak anlamlı artışlar göstermiştir. Akrilik grubunda ortalama NFU6 (mm) değeri, tedavi öncesi 64,7 ± 3,6 iken, aktif genişletme 66,0 ± 3,5 ve tedavi sonrası 65,7 ± 3,0 olarak elde edilmiş (p<0,001). Hibrit RME grubunda ise, tedavi öncesi ortalaması 63,9 ± 5,6, aktif genişletme sonrası ortalaması 65,3 ± 5,3 ve tedavi sonrası ortalaması 65,7 ± 4,9 olarak bulunmuştur (p<0,001) (Tablo 4.5.).

Sert damağın en alt seviyesinde, sert damağa teğet olan maksiller genişliği 1.premolar dişler seviyesinde gösteren HPU4 (mm) değeri ortalaması da, akrilik ve hibrit RME gruplarında T1-T0 ve T2-T0 zaman aralıklarında artış göstermiştir. Akrilik RME

grubunda tedavi öncesi ortalaması 41,2 ± 2,9, aktif genişletme sonrası ortalaması 44,0 ± 3,3 ve tedavi sonrası ortalaması 44,5 ± 3,8 olarak elde edilirken ($p<0,001$); hibrit RME grubunda ise bu değerler, tedavi öncesi 41,2 ± 2,9, aktif genişletme sonrası 43,9 ± 2,6 ve tedavi sonrası 44,4 ± 3,7 olarak bulunmuştur ($p<0,001$) (Tablo 4.5.).

Bu parametrenin 1.molar dişler bölgesinde ölçülmesiyle elde edilen HPU6 (mm) ortalama değerleri de her iki grup içinde zamana göre anlamlı farklılıklar göstermiştir. Akrilik grubunda değerler tedavi öncesi ortalama 62,0 ± 2,4, aktif genişletme sonrası 63,1 ± 2,5 ve tedavi sonrası 63,0 ± 2,8 ($p=0,025$) iken; hibrit RME grubunda tedavi öncesi 61,1 ± 4,9, aktif genişletme sonrası 62,3 ± 4,4 ve tedavi sonrası 63,0 ± 4,2 olarak elde edilmiştir ($p=0,001$) (Tablo 4.5.).

NF çizgisine paralel ve HP çizgisinin 4.8 mm altında ölçülen maksiller genişliği, 1.premolar dişler seviyesinde gösteren HP4.8U4 (mm)'ün ortalama değeri, akrilik ve hibrit RME gruplarında zamana bağlı olarak anlamlı değişiklik göstermiştir ($p<0,001$). Akrilik grubunun tedavi öncesi 43,2, aktif genişletme sonrası 46,8 ve tedavi sonrası 48,0 olarak elde edilmiştir. Hibrit RME grubunun tedavi öncesi 43,2, aktif genişletme sonrası 46,2 ve tedavi sonrası 46,8 olarak ölçülmüştür (Tablo 4.5.).

Bu parametrenin 1.molar dişler bölgesinde ölçülmesiyle elde edilen HP4.8U6 (mm) ortalama değerleri de her iki grup içinde zamana göre artışlar göstermiştir ($p<0,001$). Akrilik RME grubunda, tedavi öncesi ortalaması 58,5 ± 2,3, aktif genişletme sonrası 60,0 ± 2,3 ve tedavi sonrası 60,4 ± 2,5 olarak; hibrit RME grubunda tedavi öncesi 57,4 ± 3,9, aktif genişletme sonrası 59,3 ± 3,6 ve tedavi sonrası 60,2 ± 3,9 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.5.).

Gruplar arası karşılaştırmada, koronal kesit iskeletsel ölçümlerinde herhangi bir zaman içinde iki grup arasında anlamlı bir fark oluşmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.5.).

4.5.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Grup içi ve Gruplar Arası Karşılaştırılması

Akrilik RME grubunda, 1.premolar dişler seviyesinde palatal kök uçları arasındaki yatay mesafeyi gösteren RAU4 (mm) parametresinde T1-T0, T2-T1 ve T2-T0 zaman aralıklarında meydana gelen artışlar anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Tedavi öncesi ortalama RAU4 değeri 29,9 ± 3,6, aktif genişletme sonrası 32,4 ± 3,9 ve tedavi sonrası 33,8 ± 4,1 olarak elde edilmiştir. Hibrit RME grubunda ise, T1-T0 ve T2-T0 zaman aralıklarında gerçekleşen artışlar anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Tedavi öncesi ortalaması 30,2 ± 2,3 aktif genişletme sonrası 32,6 ± 2,6 ve tedavi sonrası 33,3 ± 2,5 olarak ölçülmüştür (Tablo 4.5.).

Bu parametrenin 1.molar dişler bölgesinde ölçülmesiyle elde edilen RAU6 (mm) ortalama değerleri de her iki grup içinde T1-T0, T2-T1 ve T2-T0 zaman aralıklarında artışlar göstermiştir ($p<0,001$). Akrilik grubunda ortalama RAU6 (mm) değeri, tedavi öncesi 31,3 ± 3,6, aktif genişletme sonrası 33,4 ± 3,7 ve tedavi sonrası 35,1 ± 4,2; hibrit RME grubunda tedavi öncesi 30,5 ± 3,5, aktif genişletme sonrası 32,7 ± 4,3 ve tedavi sonrası 34,7 ± 4,1 olarak elde edilmiştir (Tablo 4.5.).

Birinci premolar dişlerin pulpa odaları arasındaki yatay mesafeyi gösteren PCU4 (mm) parametresinde, akrilik RME grubunda T1-T0, T2-T1 ve T2-T0 zaman aralıklarında meydana gelen anlamlı artışlar, hibrit RME grubunda T1-T0 ve T2-T0 zaman aralıklarında anlamlı bulunmuştur ($p<0,001$). Akrilik grubunda PCU4 (mm) ortalaması tedavi öncesi 35,2 ± 3,2, aktif genişletme sonrası 38,7 ± 3,4 ve tedavi sonrası 39,7 ± 3,3 olarak elde edilmiştir. Hibrit RME grubunda ise tedavi öncesi ortalaması 33,6 ± 2,2 , aktif genişletme sonrası 36,4 ± 2,8 ve tedavi sonrası 37,1 ± 2,7 olarak bulunmuştur (Tablo 4.5.).

Bu parametrenin 1.molar dişler bölgesinde ölçülmesiyle elde edilen PCU6 (mm) değerinin ortalamaları T1-T0 ve T2-T0 zaman aralıklarında anlamlı artışlar göstermiştir

(p<0,001). Akrilik RME grubunun tedavi öncesi ortalama PCU6 (mm) değeri 43,2 iken, aktif genişletme sonrası 46,8 ve tedavi sonrası 47,4 olarak elde edilmiştir. Hibrit RME grubunda ise bu değerler tedavi öncesi 42,6, aktif genişletme sonrası 46,2 ve tedavi sonrası 48,0 olarak saptanmıştır (Tablo 4.5.).

Gruplara göre, Tedavi Sonrası PCU4 (mm) değerlerinin ortalamaları farklılık göstermektedir (p=0,024). Akrilik grubunun ortalaması 39,7 ± 3,3 iken, hibrit RME grubunun ortalaması 37,1 ± 2,7 olarak elde edilmiştir. Gruplara göre farklı zamanlardaki diğer parametrelerin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (p>0,050) (Tablo 4.5.).

Tablo 4.5. Gruplar arası ve gruplar içi KIBT koronal kesit parametrelerinin karşılaştırılması

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
NFU4	T0	38,6 ± 4,4a	38,4 (32,4 - 50,4)	40,8 ± 4,7a	40,8 (32,4 - 49,2)	0,207 (t=-1,292)
	T1	40,8 ± 4,6b	40,8 (34,2 - 53,4)	43,1 ± 4,9b	42,6 (34,8 - 51,6)	0,196 (t=-1,325)
	T2	41,4 ± 4,7b	41,4 (33,0 - 51,0)	43,4 ± 5,2b	43,2 (33,0 - 52,8)	0,274 (t=-1,115)
	p	**0,003** (F=9,349)		**<0,001** (F=18,801)		
HPU4	T0	41,2 ± 2,9a	40,8 (36,6 - 46,2)	41,2 ± 2,9a	40,8 (36,0 - 45,6)	0,940 (t=-0,076)
	T1	44,0 ± 3,3b	43,2 (39,6 - 49,8)	43,9 ± 2,6b	43,8 (40,8 - 48,6)	0,971 (t=0,036)
	T2	44,5 ± 3,8b	45,0 (39,6 - 51,0)	44,4 ± 3,7b	44,4 (39,0 - 50,4)	0,908 (t=0,117)
	p	**<0,001** (F=20,114)		**<0,001** (F=41,063)		
HP4.8U4	T0	44,4 ± 2,4	43,2 (42,0 - 49,8)a	43,0 ± 2,5	43,2 (39,6 - 46,8)a	0,242 (U=84,59
	T1	46,9 ± 3,7	46,8 (42,0 - 54,0)ab	45,9 ± 2,7	46,2 (41,4 - 50,4)b	0,662 (U=102)
	T2	48,0 ± 3,6	48,0 (42,6 - 54,6)b	46,6 ± 3,1	46,8 (42,0 - 52,8)b	0,328 (U=89)
	p	**<0,001** (F=16,246)		**<0,001** (F=23,31)		
RAU4	T0	29,9 ± 3,6a	30,0 (23,4 - 36,6)	30,2 ± 2,3a	30,0 (26,4 - 34,6)	0,728 (t=-0,351)
	T1	32,4 ± 3,9b	32,4 (27,0 - 37,9)	32,6 ± 2,6b	32,0 (28,2 - 37,0)	0,902 (t=-0,124)
	T2	33,8 ± 4,1c	34,2 (27,1 - 40,8)	33,3 ± 2,5b	33,0 (29,5 - 38,4)	0,719 (t=0,365)
	p	**<0,001** (F=67,678)		**<0,001** (F=18,291)		
PCU4	T0	35,2 ± 3,2a	34,2 (31,2 - 40,8)	33,6 ± 2,2a	34,2 (28,8 - 36,4)	0,124 (t=1,586)
	T1	38,7 ± 3,4b	38,4 (33,6 - 45,6)	36,4 ± 2,8b	37,2 (31,8 - 41,2)	0,052 (t=2,025)
	T2	39,7 ± 3,3c	39,0 (34,8 - 45,6)	37,1 ± 2,7b	36,6 (31,8 - 41,4)	**0,024** (t=2,385)
	p	**<0,001** (F=73,642)		**<0,001** (F=60,532)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-b: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

Tablo 4.5. Gruplar arası ve gruplar içi KIBT koronal kesit parametrelerinin karşılaştırılması (devam)

	Zaman	Akrilik		Hibrit RME		p
		Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
NFU6	T0	64,7 ± 3,6a	64,2 (57,6 - 73,2)	63,9 ± 5,6a	63,6 (54,0 - 75,0)	0,663 (t=0,441)
	T1	66,0 ± 3,5b	66,0 (58,8 - 73,8)	65,3 ± 5,3b	66,0 (55,2 - 75,0)	0,680 (t=0,417)
	T2	65,7 ± 3,0b	66,0 (58,8 - 70,8)	65,7 ± 4,9b	66,6 (56,4 - 73,2)	1,000 (t=0)
	p	**<0,001** (F=11,358)		**<0,001** (F=14,842)		
HPU6	T0	62,0 ± 2,4a	61,8 (56,4 - 66,6)	61,1 ± 4,9a	61,2 (52,8 - 70,8)	0,559 (t=0,592)
	T1	63,1 ± 2,5b	63,0 (57,6 - 67,8)	62,3 ± 4,4b	63,0 (54,0 - 70,8)	0,541 (t=0,619)
	T2	63,0 ± 2,8ab	63,0 (56,4 - 67,2)	63,0 ± 4,2c	63,6 (55,2 - 69,0)	0,976 (t=-0,031)
	p	**0,025** (F=4,222)		**0,001** (F=13,283)		
HP4.8U6	T0	58,5 ± 2,3a	58,2 (54,0 - 63,0)	57,4 ± 3,9a	57,6 (51,0 - 65,4)	0,366 (t=0,919)
	T1	60,0 ± 2,3b	60,6 (55,8 - 63,6)	59,3 ± 3,6b	58,2 (52,8 - 66,0)	0,498 (t=0,686)
	T2	60,4 ± 2,5b	60,0 (55,2 - 64,2)	60,2 ± 3,9c	60,0 (54,0 - 66,6)	0,895 (t=0,133)
	p	**<0,001** (F=22,262)		**<0,001** (F=26,720)		
RAU6	T0	31,3 ± 3,6a	30,6 (25,8 - 39,0)	30,5 ± 3,5a	30,6 (25,2 - 37,2)	0,527 (t=0,641)
	T1	33,4 ± 3,7b	33,1 (25,9 - 40,2)	32,7 ± 4,3b	32,4 (27,0 - 43,2)	0,606 (t=0,522)
	T2	35,1 ± 4,2c	36,1 (26,4 - 40,8)	34,7 ± 4,1c	34,9 (28,8 - 45,0)	0,778 (t=0,285)
	p	**<0,001** (F=35,613)		**<0,001** (F=46,560)		
PCU6	T0	42,8 ± 2,5	43,2 (39,6 - 46,2)a	42,4 ± 3,2	42,6 (36,6 - 48,6)a	0,693 (U=103)
	T1	46,6 ± 2,6	46,8 (42,0 - 51,6)b	46,6 ± 3,7	46,2 (40,8 - 53,4)b	0,901 (U=109,5)
	T2	47,7 ± 2,9	47,4 (42,6 - 52,2)b	47,7 ± 3,4	48,0 (43,2 - 54,6)b	0,901 (U=109,5)
	p	**<0,001** (F=27,763)		**<0,001** (F=26,271)		

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, F: Tekrarlı varyans analizi test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği, χ^2: Friedman test istatistiği, a-b: Grup içi aynı harfe sahip zamanlar arasında fark yoktur

4.6. KIBT ve USG Aksiyal Kesit Bulguları

Çalışmamızda, hastalardan aktif genişletme sonunda (T1) alınan KIBT ve USG görüntülerinde aksiyal kesitte midpalatal sutural açılma miktarları 4.8 mm aralıklarla 3 seviyede ölçülmüş, KIBT ve USG'de aynı seviyede yapılan ölçümler akrilik ve hibrit RME için birbirleriyle karşılaştırılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır: (Tablo 4.6., Tablo 4.7.).

Akrilik RME grubunda AR-AL Uzunluğu ile; BR-BL Uzunluğu ($p<0,001$; $r=0,942$) ve CR-CL Uzunluğu ($p<0,001$; $r=0,82$) değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü çok yüksek bir ilişki vardır. AR-AL Uzunluğu ile ER-EL Uzunluğu değerleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki vardır ($p=0,011$; $r=0,633$) (Tablo 4.6.).

BR-BL Uzunluğu ile; CR-CL Uzunluğu değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü çok yüksek bir ilişki ($p<0,001$; $r=0,919$), BR-BL Uzunluğu ile ER-EL Uzunluğu değerleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki vardır ($p=0,012$; $r=0,631$) (Tablo 4.6.).

CR-CL Uzunluğu ile; ER-EL Uzunluğu değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü orta şiddette bir ilişki vardır ($p=0,026$; $r=0,573$) (Tablo 4.6.).

DR-DL Uzunluğu ile; ER-EL Uzunluğu ($p<0,001$; $r=0,799$) ve FR-FL Uzunluğu ($p=0,003$; $r=0,709$) değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki vardır ile vardır (Tablo 4.6.).

ER-EL Uzunluğu ile; FR-FL Uzunluğu değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü çok yüksek bir ilişki vardır ($p<0,001$; $r=0,866$) (Tablo 4.6.).

Hibrit RME grubunda ise AR-AL Uzunluğu ile; BR-BL Uzunluğu değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü çok yüksek bir ilişki vardır ($p<0,001$; $r=0,828$) (Tablo 4.6.).

BR-BL Uzunluğu ile; CR-CL Uzunluğu (p=0,001; r=0,764) ve DR-DL Uzunluğu (p=0,016; r=0,607) değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki vardır (Tablo 4.6.).

CR-CL Uzunluğu ile; DR-DL Uzunluğu (p=0,015; r=0,614) ve ER-EL Uzunluğu (p=0,016; r=0,61) değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki vardır (Tablo 4.6.).

DR-DL Uzunluğu ile; ER-EL Uzunluğu değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki vardır (p=0,002; r=0,74) (Tablo 4.6.).

ER-EL Uzunluğu ile; FR-FL Uzunluğu değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki vardır (p=0,004; r=0,694) (Tablo 4.6.).

Gruplar arası karşılaştırmada ise; akrilik ve hibrit RME gruplarında, USG aksiyal kesitinde ölçülen DR-DL Uzunluğu (mm) değerlerinin ortalamaları farklılık göstermektedir (p=0,022). Akrilik grubunun 2,90 iken, hibrit RME grubunun 3,30 olarak elde edilmiştir. Ayrıca, gruplar arası ER-EL Uzunluğu (mm) değerlerinin ortalamaları farklılık göstermektedir (p=0,018). Akrilik grubunun ortalaması 1,82 iken, hibrit RME grubunun ortalaması 2,71 olarak elde edilmiştir. Gruplara göre diğer parametrelerin dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (p>0,050) (Tablo 4.7.).

Tablo 4.6. Aktif genişletme sonu (T1) gruplar içi KIBT aksiyal kesit ölçümleri ve USG aksiyal kesit ölçümlerinin karşılaştırılması

Grup			AR-AL Uzunluğu	BR-BL Uzunluğu	CR-CL Uzunluğu	DR-DL Uzunluğu	ER-EL Uzunluğu
AKRİLİK	BR-BL Uzunluğu	r	**0,942**				
		p	**<0,001**				
	CR-CL Uzunluğu	r	**0,820**	**0,919**			
		p	**<0,001**	**<0,001**			
	DR-DL Uzunluğu	r	0,504	0,441	0,328		
		p	0,055	0,100	0,233		
	ER-EL Uzunluğu	r	**0,633**	**0,631**	**0,573**	**0,799**	
		p	**0,011**	**0,012**	**0,026**	**<0,001**	
	FR-FL Uzunluğu	r	0,441	0,440	0,356	**0,709**	**0,866**
		p	0,100	0,101	0,192	**0,003**	**<0,001**
HİBRİT	BR-BL Uzunluğu	r	**0,828**				
		p	**<0,001**				
	CR-CL Uzunluğu	r	0,513	**0,764**			
		p	0,051	**0,001**			
	DR-DL Uzunluğu	r	0,447	**0,607**	**0,614**		
		p	0,095	**0,016**	**0,015**		
	ER-EL Uzunluğu	r	0,447	0,352	**0,610**	**0,740**	
		p	0,095	0,198	**0,016**	**0,002**	
	FR-FL Uzunluğu	r	0,001	-0,039	0,283	0,440	**0,694**
		p	0,997	0,891	0,306	0,101	**0,004**

r: Spearman’s rho korelasyon katsayısı

Tablo 4.7. Aktif genişletme sonu (T1) gruplar arası KIBT ve USG aksiyal kesit ölçümlerinin karşılaştırılması

	Akrilik		Hibrit RME		p
	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	Ort. ± s. sapma	Ort. (min. - maks.)	
AR-AL Uzunluğu (mm)	3,48 ± 1,16	3,60 (1,80 - 6,00)	4,20 ± 0,94	3,60 (3,00 - 6,60)	0,087 (U=72)
BR-BL Uzunluğu (mm)	3,08 ± 1,01	3,00 (1,80 - 5,40)	3,44 ± 0,95	3,60 (2,40 - 6,00)	0,297 (U=88)
CR-CL Uzunluğu (mm)	2,72 ± 0,75	2,40 (1,80 - 4,20)	3,12 ± 0,94	3,00 (2,40 - 6,00)	0,182 (U=82)
DR-DL Uzunluğu (mm)	2,59 ± 1,30	2,90 (0,00 - 5,40)	3,47 ± 0,74	3,30 (2,50 - 4,80)	**0,022** (U=57,5)
ER-EL Uzunluğu (mm)	1,82 ± 1,08	1,80 (0,00 - 4,20)	2,71 ± 0,83	2,90 (1,40 - 4,10)	**0,018** (t=-2,520)
FR-FL Uzunluğu (mm)	0,97 ± 1,18	0,00 (0,00 - 3,00)	1,43 ± 1,00	1,60 (0,00 - 2,90)	0,230 (U=84,5)

t: Bağımsız iki örnek t test istatistiği, U: Mann-Whitney U test istatistiği

5. TARTIŞMA

5.1. Amaç, Bireyler ve Yöntemin Tartışılması

Maksillanın transversal yetersizliği, kraniyofasiyal bölgede en sık karşılaşılan iskeletsel maloklüzyonlardan biridir ve sıklıkla klinikte posterior çapraz kapanış olarak kendini göstermektedir.[1]

RME tedavisi, dar bir maksillar arka, posterior çapraz kapanışa sahip olan hastalarda diş ve iskelet uyumsuzluklarını düzeltmek için 1900'lerin başından beri uygulanmaktadır.[310] RME'nin dentofasiyal yapılar üzerine etkileri, üst çene genişletmesinde kullanılan aparey çeşitleri pek çok araştırmanın konusu olmuştur. Çoğu araştırmacı, lateral sefalogramları ve posteroanterior sefalogramları içeren iki boyutlu radyografik inceleme teknikleriyle RME'nin dentoskeletal etkilerini analiz etmiştir.[71, 104, 300] Bunlar, üç boyutlu nesnenin iki boyutlu bir temsilidir. Anatomik yapılar üst üste binmekte, magnifikasyon ve distorsiyon nedeniyle ölçümler gerçeği yansıtmamaktadır.[312] Son yıllarda, KIBT hem geleneksel iki boyutlu radyografi hem de geleneksel BT taramasının eksikliklerine birçok çözüm sunmuştur. Koni şeklindeki ışın, çok daha kısa görüntüleme sürelerine ve daha düşük radyasyona maruz kalmaya izin verir. Çalışmamızda, Planmeca Promax 3D Mid Cihazının *ultra-low dose* modunun kullanılması görüntü kalitesinde istatistiksel bir azalma olmadan efektif radyasyon dozunda ortalama %77 oranında azalma sağlayabilmektedir.[398] 20.2 cm x 17.4 cm alanı tarama süresi 4.5 saniye olup, radyasyon dozu 18 µSv'tür ve radyasyon dozu 7.5 ile 25 µSv arasında değişen panoramik ve sefalometrik filmlere göre daha makul seviyededir.[399]

KIBT, 3 boyutlu görüntülemenin yanı sıra, orijinal görüntülerden koronal, sagital ve aksiyal kesitlerin oluşturulmasına izin veren çok düzlemli yeniden biçimlendirme işlevine sahiptir. Bu, RME'nin maksillada meydana getirdiği değişikliklerin kesici dişler bölgesinden başlayarak molar bölgeye kadar kesit kesit kaydedilmesini sağlar.[312]

Çalışmamızda, RME tedavisi sonucu oluşan dentofasiyal değişikliklerin bir kısmı, KIBT verilerinden elde edilen koronal ve aksiyal kesitlerde ölçümler yapılarak değerlendirilmiş. Bir kısmı da, yine KIBT verilerinden elde edilen lateral ve posteroanterior sefalogramlar analiz edilerek gözlenmiştir. KIBT datasından elde edilen sefalometrik sonuçların gerçeğe yakınlığı çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmış; Kumar ve ark.[258] geleneksel sefalometrik radyograflar ve KIBT verisinden oluşturulan sefalometrik radyograflarda yapılan ölçümlerde anlamlı istatistiksel bir farklılık bulamamış, Timock ve ark.,[400] KIBT ölçümü ile gerçek ölçümler arasındaki genel uyumun güçlü olduğunu gözlemlemiştir.

RME'nin etkilerini değerlendirmede oral radyografiler, BT, KIBT sıklıkla başvurulan görüntüleme yöntemleridir ancak belli oranda radyasyon içermektedirler. USG ise, iyonize radyasyon kullanmayan gerçek zamanlı bir görüntüleme aracıdır, non-invaziv ve düşük maliyetlidir ve ortopedi literatüründe uzun kemiklerdeki distraksiyon osteogenezisi yaralarının değerlendirilmesinde başarıyla kullanılmıştır.[401] Hirai ve ark.[402] nazal, orbital, maksiller ve mandibular kırıklarda yaptıkları çalışmada, ilk haftalarda kallus mineralize olmadığından, yüksek çözünürlüklü USG'nin kemik yüzeyindeki 0,1 mm genişliğindeki bozulmaları bile teşhis etmek için kullanılabileceğini bildirmiştir. Sümer ve ark.[25] 2012 yılında gerçekleştirdikleri çalışmada, SARME uygulanan 3 hastada USG'nin midpalatal suturdaki kemik oluşumuyla ilgili doğru bir bilgi sağladığını, USG skorlarının ekspansiyon periyoduyla korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir. 2014 yılında ise, Gümüşsoy ve ark.[280] RME uygulanan 29 hastada midplatal sutur açılmasını USG ve oklüzal radyografilerle değerlendirmişlerdir. Tedavi öncesi ve aktivasyonun belirli aşamalarında USG'de sutural açılmanın meziodistal genişliğini ölçmüş, oklüzal radyografilerde ise magnifikasyondan dolayı sadece skorlamalar yaparak USG ölçümlerinin ve oklüzal skorlamaların istatistiksel olarak anlamlı korelasyon gösterdiğini

bulmuşlardır. Biz de bu bilgiler ışığında çalışmamızda, RME tedavisi uygulanan hastalarda midpalatal suturdaki açılmayı USG ve KIBT görüntülerinden elde edilen aksiyal kesitlerde değerlendirerek karşılaştırdık.

Çalışmamız prospektif klinik bir çalışma olup amacı, hibrit hızlı üst çene genişletme apareyi ve akrilik bonded hızlı üst çene genişletme apareyinin dentofasiyal yapılar üzerine etkilerini, genişletme öncesinde (T0), aktif genişletmenin tamamlanmasının ardından (T1) ve 3 aylık pekiştirme dönemi sonunda (T2) alınan KIBT ve USG'ler ile değerlendirip elde edilen sonuçları literatür ile karşılaştırmaktır.

Hızlı üst çene genişletmesi tedavisinde destek alınan bölgeye göre sınıflandırılan pek çok aparey tasarımı kullanılabilmektedir. En sık kullanılan geleneksel RME apareylerinden Hyrax apareyi yalnızca diş destekli olup hijyeniktir, fakat genişletme kuvvetlerinin doğrudan dişler üzerine iletilmesine sebep olur.[94, 99] Haas apareyi ise diş ve doku desteklidir ve bulundurduğu akrilik plak yumuşak dokuda iritasyonlara sebep olabilir.[9] Bu aparey tasarımlarında rijiditenin yeterli olmaması ve kuvvetin dişlere iletilmesi sebebiyle posterior dişlerde bukkale devrilme, ekstrüzyon, mandibulada posterior rotasyon, kök rezorpsiyonu gibi istenmeyen etkiler meydana gelmektedir.[5, 10, 91] Çalışmamızda 2 aparey çeşidi kullanılmış olup, birinci gruptaki bireylere posterior dişlerin üzerini kaplayan akrilik bonded RME apareyi uygulanmıştır. Bu apareyi kullanmamızın sebebi, yapılan araştırmalarda posteriordaki akrilik cap sayesinde molar dişlerde devrilme ve ekstrüzyonun Hyrax ve Haas apareylerine göre daha az görülmesi, dikey yön kontrolünün daha iyi olması, yararlanılan diş sayısına bağlı artan ankraj sebebiyle iskeletsel etkilerinin daha fazla olup dişsel etkilerinin azaltılmasıdır.[76, 314, 348, 395]

Geleneksel RME apareylerinin sınırları ve istenmeyen etkiler göz önüne alındığında, iskeletsel ankrajın maksiller genişletme tekniklerinde kullanılması gündeme

gelmeye başlamıştır. Bu yaklaşım ilk olarak Belçika'da transpalatal distraktör ile ortaya çıkmıştır. Plak ve vidaların invaziv yerleştirilmesini gerektiren bu yöntemin morbiditesi ve maliyeti fazladır.[14] Daha sonra kullanılan implant ve onplantların da dişsiz bölgeler gibi sınırlı alanlara yerleştirilebilmesi, osseointegrasyon zamanına ihtiyaç duyması, çıkarılmaları için cerrahi işlem gerektirmeleri dezavantajlarıdır.[124, 125]

Mini vidalar ise tüm bunlara daha basit alternatifler olarak tanıtılmış; boyutlarının küçük olması, daha fazla sayıda bölgeye yerleştirilebilmesi ve endikasyonu, basit yerleştirme prosedürü ve ortodontik bağlantı, kuvvet uygulamak için bekleme süresinin olmaması, laboratuvar çalışmasına gerek olmaması, tedaviden sonra daha kolay çıkarılabilmesi ve düşük maliyetli olmaları avantajları arasında gösterilmiştir.[131, 132] Yapılan araştırmalara göre mini vida destekli üst çene genişletme apareyleri ile geleneksel apareylere göre bazal iskeletsel kaidede daha fazla genişlik elde edilebilmekte, bukkal kemik kaybı ve dentoalveolar kompleksteki bukkale devrilme daha az miktarda meydana gelmektedir.[135, 136, 295]

Çalışmamızda, ikinci gruptaki bireylere hibrit RME apareyi uygulanmıştır. Bu aparey hibrit Hyrax apareyine benzemekte olup, birinci molar dişlerden, midpalatal suturun her iki tarafında 3. ruga hizasına uygulanan 2 adet mini vidadan ve mini vida ile palatal yumuşak dokunun üzerini kaplayan akrilik plaktan destek almaktadır. İskeletsel ankraj sayesinde, yalnızca diş destekli RME apareylerine göre dişsel yan etkiler azalmakta, iskeletsel etkiler artmakta ve bu apareylere göre daha stabil oldukları bildirilmektedir.[134, 146, 264, 403, 404]

İskeletsel ankrajın sağlanmasında mini vidaların primer stabilitesi önemlidir. Primer stabilite şu etkenlere bağlıdır: mini vidanın yerleştirildiği bölge, buradaki kortikal kemik kalınlığı, kemiğin kalitesi, yumuşak doku kalınlığı, vidanın yerleştirilme açısı,

vidanın şekli ve boyutları, üzerine uygulanan kuvvetin miktarı ve uygulama zamanı, vida çevresinde oluşan inflamasyon.[128, 324, 405]

Mini vida yerleştirilmesinde palatinal bölgenin seçiminin, üstün kemik kalitesi ve yapışık mukozası nedeniyle kök hasarı riskini ve mini vida başarısızlık oranlarını azalttığı bildirilmiştir.[131, 132, 228] Vidanın stabilitesi için 1 mm veya daha fazla kalınlıkta kortikal kemik gerektiği,[406] palatal bölgede en kalın kortikal kemiğin midpalatal suturun 1 mm yakınındaki alanlarda bulunduğu ve posteriora doğru kalınlığın azaldığı çeşitli araştırmalarda tespit edilmiştir.[407] Bazı araştırmacılar, anterior paramedian bölge ve midpalatal suturdan oluşan 'T zone' olarak geçen alanın vida yerleşimi için uygun olduğunu, lateral ve posterior bölgelerde ise kemiğin çok ince olduğunu ifade etmiştir.[408] Hourfar ve ark.[409] anterior palatal bölgede 3. ruga hizasına uyguladıkları mini vidalarda başarı oranını %98.4 olarak tespit etmişlerdir. Adölesan dönemde midpalatal bölgedeki kemikleşme yetersiz olduğundan sutur bölgesi yerine paramedian bölgenin seçilmesi gerektiği söylenmiştir.[410, 411] Ayrıca, birinci premolar ve birinci molar diş kökleri arasındaki bölgenin de kemik açısından uygun, güvenli bir bölge olduğu belirtilmiştir.[412] Yumuşak dokunun karakteri açısından ise keratinize mukozada stabilitenin keratinize olmayan dokuya göre daha iyi olduğu bildirilmiştir. Palatal bölgede yumuşak doku kalınlığını Costa ve ark.,[413] ortalama 3 mm olarak bulmuş, Lyu ve ark.[414] anteriordan posteriora ve median bölgeden laterale doğru kalınlığın azaldığını söylemiştir. Özellikle posterior bölgeye mini vida uygulanacaksa, yumuşak dokunun kalınlığının ölçülmesi gerektiği belirtilmektedir. Çalışmamızda, kortikal kemik kalınlığı fazla, anatomik yapılara uzak, yumuşak doku kalınlığı uygun, başarı oranı yüksek, güvenli bir bölge olduğundan mini vidalar 3. ruga hizasında midpalatal suturun 3 mm lateraline lokal anestezi altında uygulanmıştır.

Mini vidaların kemiğe yerleştirilme açısı, köklere zarar verilmemesi ve primer stabilizasyon açısından önemlidir ve pek çok araştırmacı bu konuda farklı görüşler bildirmiştir. Lee ve ark.,[415] palatal kemiğin eğiminden dolayı kortikal kemikle 90˚ lik açıyı önerirken, Wilmes ve ark.[416] en iyi stabilitenin 60-70˚ lik açıyla sağlanabileceğini belirtmiştir. Becker ve ark.[417] gerçekleştirdikleri KIBT çalışması sonucu, anterior medyan ve paramedian bölgeye uygulanacak mini vidalarda posteriora doğru 20-30˚ açılandırmanın; tersine, posterior medyan ve paramedian bölgede ise 30˚ anteriora açılandırmanın en iyi kemik desteğini sağladığını bulmuşlardır. Bu verilere göre, çalışmamızda kortikal kemik temasının ve stabilitenin artırılması amacıyla kortikal kemikle 90˚ açı yapacak şekilde mini vidalar uygulanmıştır.

Primer stabilitede diğer bir etken olan mini vida boyutlarına gelince; çaplarının 1.5 mm veya daha fazla olması gerektiği[418] ve çaptaki 0.2 mm'lik bir azalmanın vidadaki direnci yarıya düşürdüğü,[419] uzunluktaki azalmanın ise başarısızlığa istatistiksel olarak etkisinin olmadığı, fakat vidanın kemik içinde kalan kısmının en az 6 mm olması gerektiği öne sürülmüştür.[420] Diğer bir çalışmada ise kemik içi uzunluğun 4.5 mm'den fazla olması gerektiği bildirilmiştir.[421] Uygulanacak mini vidanın uzunluğunun belirlenmesinde o bölgedeki kemiğin kalitesi, yerleştirme açısı, anatomik yapılar, yumuşak dokunun kalınlığı da etkilidir. Mini vida şekillerinden ise, konik şekilli vidaların primer stabilitesinin daha fazla olduğu ve silindirik vidaların çıkartılmaları esnasında fraktür oluşma olasılığının daha fazla olduğu belirtilmektedir.[419] Bu sebeplerle biz de, 2 mm çap ve 7 mm uzunlukta, konik şekilli mini vidalardan yararlandık.

Mini vida çevresindeki inflamasyonun stabilite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, yumuşak dokudaki uzun süreli inflamasyonun peri-implantite yol açarak mini vida çevresindeki kemiğin parçalanmasına neden olduğu ve vida kayıplarında en önemli etkenlerden olduğu gösterilmiştir.[128, 422] Baumgaertel,[423] ince yumuşak dokunun

mini vida etrafındaki iltihaplanma sıklığını etkili bir şekilde azaltabileceğini bulmuştur. Çalışmamız sırasında hastalar oral hijyenleri konusunda uyarılmış, mini vidalar uygulanıp aparey simante edilene kadar hastalardan mini vida çevresini de fırçalamaları ve bu bölgenin hijyenine önem göstermeleri istenmiştir.

Geçmiş yıllarda yapılan, RME tedavisinin etkilerinin araştırıldığı çalışmaların birçoğunda cinsiyetlerdeki farklılık değerlendirilmemiş olup,[5, 116, 316] bazı çalışmalarda ise cinsiyete bağlı anlamlı bir fark bulunamamıştır.[12] Bu sebeple, biz de çalışmamızda cinsiyet dağılımını dikkate almadık.

Maksiller transversal yetersizliğin ortopedik bir apareyle tedavi edilmesi için ideal zamana ilişkin mevcut bilgiler, esas olarak, intermaksiller sutural sistemin büyümesi ve olgunlaşmasıyla ilgili çalışmalardan oluşur. Melsen, midpalatal sutural büyümenin kızlarda 16 yaşında, erkeklerde 18 yaşında tamamlandığını belirtmiştir.[164] Alpern ve Yurosko[112] RME tedavisinde sınırın kızlarda 18 yaş, erkeklerde 21 yaş olması gerektiğini söylemiştir. Midpalatal suturda ileri bir iskeletsel maturasyon evresi gösteren hastalarda genişletmeye karşı artan dirençten dolayı zorluk çekilebileceği, iskeletselden çok dentoalveoler etkiler meydana geleceği ve ağrının daha fazla hissedileceği belirtilmiş,[120] Glassmann ve ark.[168] 15-18 yaş sonrası maksilladaki suturlar ve sinkondrozisler kapandıktan sonra yardımcı osteotomiler ile birlikte RME tedavisini önermiştir. Bishara ve Staley,[5] Wertz,[12] McNamara[424] gibi araştırmacılar ise, tedavi için ideal yaşın 8 ila 15 aralığında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Haas,[95] Da Silva Filho ve ark.,[71] McNamara ve Brudon[94] gibi araştırmacılar maksiller genişletmenin erken dönemde yapılmasının daha etkili olduğunu, relapsın az, sonuçların tahmin edilebilir olacağını söylerken; süt ve erken karışık dişlenme döneminde uygulandığında, bireylerde kooperasyon sorunlarına, dentofasiyal deformasyonlara neden olabileceğini ve ortopedik etkilerin beklendiği kadar büyük olmadığını, tedavinin erken kalıcı dişlenmeye kadar ertelenebileceğini söyleyen

araştırmacılar da bulunmaktadır.[155] Bu veriler ışığında çalışmamıza 10 yaş altındaki bireyler dahil edilmemiş, 16 yaş üstünde ise cerrahi destek gerekebileceğinden, gruplarımız 10-16 yaş aralığındaki bireylerden oluşturulmuştur. Akrilik RME apareyi uygulanan bireylerin yaş ortalaması 12.6, hibrit RME apareyi uygulanan bireylerin ise yaş ortalaması 13.1 yıl olup gruplara göre yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,050$).

RME tedavisinin dentofasiyal yapılar üzerinde meydana getirdiği değişiklikleri etkileyebileceğinden çalışmamıza, geçmişinde ortodontik tedavi, nazal operasyon hikayesi bulunmayan bireyler dahil edilmiştir. Ayrıca, gerekli dişsel ve iskeletsel desteğin sağlanamayıp komplikasyon oluşabileceği, oral hijyenin yeterli düzeyde sağlanamayabileceği ve apareylerin tedavi etkinliğini değiştirebileceği düşünüldüğünden kraniyofasiyal anomalisi veya sistemik rahatsızlığı bulunan hastalar da çalışmamıza dahil edilmemiştir.

Hızlı üst çene genişletmesinde, araştırmacılar vidanın aktivasyon protokolleriyle ilgili pek çok farklı görüş sunmuştur. Wertz,[12] Bishara ve Staley,[5] Da Silva Filho,[71] Başçiftçi ve Karaman[202] literatürde en yaygın olarak önerilen aktivasyon programında olduğu gibi vidanın sabah ve akşam 1'er çeyrek tur çevrilmesini önerirken; Zimring ve Isaacson[75] bu programın tedavinin erken dönemlerinde rezidüel yüke sebep olacağını ve bu yüzden daha genç hastalarda vidanın ilk 4-5 gün boyunca, günde iki kez, ardından ise günde bir kez çevrilmesini önermişlerdir. Çalışmamızda, daha sık uygulanan protokole uyulmuş ve her iki grupta da aynı genişletme vidası kullanılarak, aparey aktivasyonunun nasıl yapılacağı hasta velilerine gösterilmiş, sutur açılana kadar sabah ve akşam 1'er çeyrek tur olmak üzere günde toplam 2 çeyrek tur çevirerek apareyi aktive etmeleri istenmiş, böylece günlük 0.44 mm genişlik elde edilmiştir. Hastalar haftalık olarak kontrole çağırılarak diastema oluşumu takip edilmiş ve sutural açılma oklüzal

radyografide tespit edilmiştir. Sutur açıldıktan sonra ise günde 1 çeyrek tur olacak şekilde, maksiller 1.molar dişin palatinal tüberkülü ile mandibular 1.molar dişin bukkal tüberkülü temasa gelinceye kadar ortalama 3 hafta kadar bir süre boyunca aktivasyona devam edilmesi istenmiştir.

RME tedavisi ile elde edilen sutural açılma bölgesinde kemiğin reorganize olması için hareketli veya sabit apareyler ile retansiyon uygulanmasına ihtiyaç vardır. Hicks, retansiyon uygulanmaması durumunda elde edilen genişliğin neredeyse yarısının kaybedildiğini, sabit apareylerle retansiyon uygulanması sonucu ise relaps oranının %10'lara kadar gerilediğini bildirmiştir.[72] Ekström ve ark.,[293] RME sonrası sutur mineralizasyonunu değerlendirdikleri çalışmada, en az 3 ayda mineralizasyonun tamamlandığı tespit etmiştir. Bazı araştırmacılar retansiyon süresinin, yapılan genişletme miktarına bağlı olduğunun ve 3 ile 6 ay arasında bu sürenin değişebileeğini belirtmiştir.[5, 73, 94] Relaps oluşumuna sebep olabilen dil, yanak ve dudak kaslarının oluşturduğu basınçtaki değişimin değerlendirildiği bir çalışmada ise 3 aylık retansiyon dönemi sonunda bu dokulardaki basıncın başlangıçtaki değerlerine döndüğü görülmüştür.[393] Elde edilen bu veriler doğrultusunda, çalışmamızda her iki grupta da sabit apareyler pasif bir şekilde ağızda tutularak 3 aylık retansiyon uygulanmış ve aylık kontroller yapılmıştır. Ayrıca çalışmamızda, bu 3 aylık kısa sürede oluşabilecek büyüme ve gelişimdeki değişikliklerin göz ardı edilebilecek düzeyde olacağı düşünülerek kontrol grubu oluşturulmamıştır.

5.2. Bulguların Tartışılması

5.2.1. Lateral Sefalometrik Analiz Bulgularının Tartışılması

5.2.1.1. Sagital İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızda, KIBT verilerinden elde edilen lateral radyografilerde çeşitli noktaların işaretlenmesi ve de belirlenen açısal, çizgisel ölçümlerin yapılmasıyla sagital ve vertikal yönde iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku değişimleri analiz edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, RME tedavisi sonucu maksilla ve mandibulada sagital yönde meydana gelen değişimleri değerlendirmek için en sık kullanılan ölçümler şunlar olmuştur: SNA, ANB, SNB, FH-NA, N-A-Pog açıları, A-Nperp (A noktası-Nasion dikmesi arası uzaklık), Pog-Nperp (Pogonion noktası-Nasion dikmesi arası uzaklık) mesafeleri, SV⊥A (Sella-nasion düzlemine sella noktasından indirilen dikmenin, A noktası ile arasındaki dikey uzaklık), SV⊥B mesafeleri. Çalışmamızda ise, maksillada sagital yönde meydana gelen değişim için SNA açısı ve Co-A mesafesi; mandibuladaki değişim için SNB açısı ve Co-Gn mesafesi; maksilla ile mandibula arasındaki ilişki için ise ANB açısı, Wits ve Mx/Mn diff parametreleri değerlendirilmiştir.

Literatüre bakıldığında, genel bulgu maksillanın aşağı ve ileri hareket ettiği yönündeyken;[12, 116, 189, 292, 391] Da Silva Filho ve ark.[71] maksillanın sagital olarak hareket etmediğini ancak palatal düzlemin aşağı ve geri hareket ettiğini, Wertz ve Dreskin,[11] Sarver ve Johnston[302] gibi araştırmacılar ise bazı hastalarda geriye doğru maksillar yer değiştirme oluştuğunu bildirmiştir.

Chung ve ark.[300] 2004 yılında yaptıkları çalışmada, Haas apareyi ile aktif genişletme sonunda sagital düzlemde maksillada istatistiksel olarak anlamlı bir ileri hareket olduğunu göstermiştir (SNA 0.35°, FH-NA 0.60°, A-Nperp 0.58 mm artmıştır). SNB açısı ve Pog-Nperp mesafesi azalmış fakat bu azalma istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır, maksillanın aşağı hareketi ve posterior dişlerdeki devrilme sebebiyle alt

dişlerle oluşan kasp teması mandibulanın aşağı ve geri rotasyonuna sebep olmuştur. Tüm oklüzal ve palatinal yüzeyi akrilik kaplı Haas apareyi ile gerçekleştirilen bir KIBT çalışmasında ise SNA 1.04˚, FH-NA 0.92˚ ve A-Nperp 0.87 mm artmış ($p < 0.05$) ve maksillada ileri hareket tespit edilmiştir.[267] Bir diğer çalışmada RME ve SARME grupları karşılaştırılmış, oklüzal yüzeyi akrilik kaplı Hyrax apareyi ile aktif genişletme sonunda, RME grubunda SNA ve ANB açıları anlamlı şekilde artarken, SNB açısında anlamlı olmayan bir artış gerçekleşmiştir. Araştırmacı, SARME grubuyla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı bulunan maksilladaki ileri yönde yer değiştirmeyi, başlangıçta negatif ANB açısına sahip RME grubunda, akriliğin oklüzyonu açarak maksillayı serbestleştirmesinden kaynaklandığını söylemiştir.[18] Modifiye akrilik bonded RME apareyinin etkilerinin T1, T2, T3 zamanlarında değerlendirildiği iki çalışmada ise; T1-T2 zamanında SNA, ANB, SV⊥A değerlerinde artış, SNB ve SV⊥B'de azalma; T2-T3 döneminde ANB açısında azalma SV⊥B'de artma meydana gelmiş. T1-T3 döneminde ise SNA, ANB, SV⊥A değerlerinde artış, SNB'de azalma olduğu görülmüştür.[155, 299]

Kemik destekli ve hibrit RME aparey tasarımlarının etkilerinin KIBT verileri üzerinden karşılaştırıldığı Çeken'in tez çalışmasında,[425] her iki grupta da SNA açısı aktif genişletme sonrası artmış, retansiyon döneminde bir miktar relaps görülmesine karşın tedavi başlangıcına göre anlamlı bir artış gerçekleşmiştir. Her iki grupta da maksilla öne ve aşağı hareket etmiş ve gruplar arası belirgin bir fark saptanmamıştır. SNB açısındaki azalma tüm tedavi süreci sonunda her iki grupta da anlamlı bulunmuştur. Canan ise 2015 yılında gerçekleştirdiği tez çalışmasında,[426] diş destekli, kemik destekli ve hibrit RME apareylerini karşılaştırarak SNA açısında benzer ölçümler tespit etmiş ve maksillanın genişletme ile öne geldiğini ve retansiyon döneminde bir miktar nüks oluştuğunu bildirmiştir. SNB açısı, hibrit ve hyrax gruplarında tüm dönemlerde anlamlı olmayan bir

azalma gösterirken, kemik destekli grupta pekiştirme sonunda oluşan azalma anlamlı bulunmuştur.

2019 yılında yapılan tez çalışmasında Eker;[427] full cap splint, McNamara ve fan type RME apareylerinin etkilerini karşılaştırarak SNA açısında anlamlı olmayan artışlar tespit etmiş ve gruplar arası maksillanın hareketi açısıdan fark olmadığını bulmuştur. SV⊥A mesafesinde ise sadece McNamara grubunda artış gözlemlemiştir.

Genel olarak RME tedavileri sonucu SNA, ANB, Wits değerlerinde artış SNB değerinde azalma gözlenmektedir. Bizim çalışmamızda da akrilik RME grubunda SNA açısı aktif genişletme sonunda 0.81˚ artmış ve retansiyon döneminde artış korunmuştur. ($p < 0.05$) Hibrit RME grubunda ise aktif genişletme sonunda anlamlı olmayan bir artış gerçekleşmiş, retansiyon döneminde bir miktar nüks meydana gelse de tedavi öncesine göre SNA açısı 0.46˚ artmış olup bu değer anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Bu yönden çalışmamız, SNA'daki 0.35˚ lik artışı istatistiksel olarak anlamlı bulan Chung ve Font'un çalışmasına[300] değil, 0.5˚ istatistiksel olarak anlamsız artış bulan Da Silva Filho ve ark'nın[71] çalışmasıyla uyumlu bulunmuştur. Co-A mesafelerinde de her iki grupta anlamlı artış meydana gelmiştir ($p < 0.05$). Dönem içi gruplar arası karşılaştırmada, iki grup arasında fark bulunmadığından maksillanın hareketi açısından iki farklı apareyin benzer etkiler oluşturduğu söylenebilir. SNB açısına bakıldığında, akrilik grupta aktif genişletme ile 1.76˚ azalma gerçekleşmiş, retansiyon döneminde relaps oluşarak SNB açısında başlangıç değerine göre anlamlı olmayan bir azalma oluştuğu görülmüştür. T0-T1 zamanında meydana gelen azalmanın maksillanın aşağı hareketinden, posterior dentoalveolar bölgede gerçekleşen bukkal devrilmeden kaynaklandığı düşünülmüştür. Hibrit grupta ise SNB˚ aktif genişletme sonunda artmış, retansiyon döneminde ise azalarak tüm tedavi sürecinde anlamlı olmayan bir azalma oluştuğu tespit edilmiştir. T0-T1 dönemindeki artışın, üst çene darlığının etkisinden kurtulan mandibulanın sagital

yönde normal pozisyonuna dönebilmesinden kaynaklandığı düşünülmüştür.[324] Her iki grupta da ANB açısı; SNA açısındaki artış ve SNB'deki azalmadan dolayı önemli artış göstermiştir. Bu bulgu pek çok çalışma ile benzerdir.[300, 301] Wits değeri de akrilik grupta maksillanın öne, mandibulanın ise geri hareketi sebebiyle aktif genişletme ile artarken, retansiyon döneminde ise nüks gözlenmiş, başlangıca göre artış anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Hibrit grupta, yalnızca T2-T0'da Wits değerinde anlamlı bir artış gerçekleşmiş, bunun U1-SN açısındaki azalmaya bağlı olarak, kemik apozisyonu sonucu A noktasındaki ileri hareketten kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

5.2.1.2. Vertikal İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızda, vertikal yöndeki değişimleri değerlendirmek için kullandığımız parametrelerden ilk ikisi FMA ve SnGoGn açılarıdır. Akrilik RME grubunda, aktif genişletme sonunda FMA ve SnGoGn açılarında istatistiksel olarak anlamlı artış meydana gelmiş. Retansiyon sonunda ise tedavi başlangıcına göre oluşan artış anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgu, bonded RME apareyi ile FMA değerinin biraz artığını ancak standart aralıkta kaldığını belirten Conroy-Piskai ve ark.'nın[428] verileriyle uyumludur. Eker de tez çalışmasında,[427] full cap splint, McNamara ve fan type RME apareylerini karşılaştırmış ve bulgularımıza benzer şekilde, SnGoGn açısının full cap splint, McNamara gruplarında anlamlı şekilde arttığını tespit etmiştir. Ayrıca çalışmamız, araştırmalarında bonded veya modifiye bonded RME apareyi kullanarak aktif genişletme sonunda SN-MP açısında anlamlı artışlar bulan Akkaya ve ark.,[301] Doruk ve ark.,[299] Sarı ve ark.,[155] Ramoğlu ve ark.'nın[151] çalışmalarıyla da uyum göstermektedir. Yılmaz ve ark.[137] da dört minividalı, bonded ve banded RME apareylerini karşılaştırarak, banded ve bonded grupta FMA ve SnGoGn açılarında anlamlı artışlar bulmuştur. Oklüzal düzlemin horizontal düzlemlerle yaptığı açılara bakıldığında, akrilik RME grubunda OP-FH

açısında anlamlı bir fark oluşmadığı, MP-OP açısında ise aktif genişletme sonunda artış olduğu görülmüştür. FMA, SnGoGn, MP-OP açılarındaki artış ve SNB açısındaki azalma göz önünde bulundurularak mandibulanın aşağı ve geri rotasyon yaptığını düşünmekteyiz. Bunun sebebi olarak ise; posterior dişlerdeki bukkale devrilme, ekstrüzyon, maksillanın posteriorunun aşağı hareketi gösterilebilir.[202] Çünkü, yapılan çalışmalarda oklüzal yüzeyi akrilikle kaplı bonded RME apareylerinin vertikal boyutu kontrol etmede avantajları olduğu ancak yine de önemli bir 'oklüzyonu açma' etkisine sahip oldukları bildirilmiştir.[116, 296, 301]

Posterior açılara bakıldığında, SArGo açısında aktif genişletme sonunda artış meydana gelmiştir. Bu parametre Eker'in tez çalışmasında[427] da McNamara grubunda artış göstermektedir. Çalışmamızda posterior açılar toplamını belirten Jarabak açısı, akrilik RME grubunda aktif genişletme sonunda SArGo açısındaki artışa bağlı olarak artış göstermiş daha sonra relapsa uğramıştır. Bu grupta diğer anlamlı değişim gösteren parametreler; N-Me, ANS-Me mesafesi ve S-Go/N-Me oranıdır. N-Me, ANS-Me mesafeleri total ön yüz yüksekliğini ve alt ön yüz yüksekliğini belirtmekte olup mandibulanın aşağı ve geri rotasyonu sebebiyle aktif genişletme ile arttığı düşünülmektedir. Retansiyon döneminde ise SNB'deki artışa bağlı olarak mandibulada oluşan ileri hareket, bu değerlerde azalmaya sebep vermiştir. Bulgularımız, McNamara grubunda N-Me değerinde istatistiksel olarak önemli artış saptaya Eker'in tez çalışması[427] ve De Rossi ve ark.'nın[429] çalışmasıyla uyumludur. Doruk ve ark.,[299] Sarı ve ark.[155] da modifiye akrilik RME apareyi uyguladıkları hastalarda aktif genişletme sonunda ANS-Me mesafesinde artış tespit etmişlerdir, fakat bu anlamlı fark çalışmamızdan farklı olarak retansiyon dönemi sonunda da korunmuştur. Bunun, kullanılan apareyin artan rijiditesinin nükse daha geç izin vermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Akrilik grupta, N-ANS mesafesinde meydana gelen artış ise anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgu,

bonded RME uygulayarak maksillada aşağı yönde anlamlı bir hareket tespit edemeyen Sarver ve Johnston'ın[302] bulgularıyla uyumludur. Arka yüz yüksekliğinin ön yüz yüksekliğine oranı yani S-Go/N-Me ise aktif genişletme sonunda N-Me mesafesindeki artışa bağlı olarak anlamlı bir azalma göstermiştir.

Çalışmamızda, Hibrit RME grubunda da FMA açısı sadece aktif genişletme sonunda 1.35˚ istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir. SnGoGn açısında da artış ve azalma şeklinde gerçekleşen değişim ise anlamlı bulunmamıştır. Bu grupta SnGoGn açısındaki artışın akrilik gruba göre daha az oluşu, apareyin yalnızca diş desteği değil kemik desteğinin de bulunması ve posterior dişlerde devrilme, ekstrüzyonun daha az gerçekleşmesi ile açıklanabilir. Çalışmamızda tedavi başlangıcına göre elde edilen 0.2˚ SnGoGn artışı, Canan'ın tez çalışmasında[426] hibrit grupta elde edilen 0.17 derece ile Lee ve ark.'nın çalışmasında elde ettiği 1 derece değerlerinin arasındadır. Oklüzal düzlemin Frankfort horizontal düzlemi ve mandibular düzlemle yaptığı açılarda OP-FH˚, MP-OP˚ meydana gelen değişimler anlamlı bulunmamıştır. Canan'ın tez çalışmasında[426] da OD/SN açısında hibrit RME grubunda fark saptanmamıştır. Yılmaz ve ark. da mini vida destekli genişletme apareyini banded ve bonded konvansiyonel genişletme apareyleri ile kıyasladıkları çalışmalarında her üç grupta da SN-OP açısında bulgularımızla benzer şekilde anlamlı bir farka rastlamamışlardır. Çeken[425] ise çalışmamızdan farklı olarak oklüzal düzlem-FH arasındaki açıda artış saptamış ve bunun anterior dişlerdeki ekstrüzyon ve palatal düzlem eğimindeki artıştan kaynaklandığını belirtmiştir. Posteriror açılara bakıldığında, hibrit RME grubunda aktif genişletmeyi takiben SNAr açısında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Ayrıca S-Go mesafesi yani arka yüz yüksekliği de yalnızca bu dönemde artmıştır, yine aktif genişletme döneminde SNB açısındaki artış da göz önüne alındığında mandibulanın ileri hareket ettiği düşünülebilir. Eker'in tez çalışmasında[427] SNAr açısında çalışmamızla uyumlu şekilde azalma olduğu

görülmüş fakat anlamlı bulunmamıştır. N-ANS mesafesinde aktif genişletme sonunda oluşan artış önemli bulunmazken, tüm tedavi süreci değerlendirildiğinde (T0-T2) 0.88 mm anlamlı bir artış meydana gelmiştir, bu artışın maksillanın aşağı hareketi sebebiyle oluştuğu düşünülmektedir. Retansiyon sonunda görülen bu anlamlı artış, Canan'ın çalışmasında[426] da bulunmuş ve sebebinin büyüme gelişim olabileceği söylenmiştir. ANS-Me mesafesi ise aktif genişletme dönemi sonunda artış gösterip retansiyon döneminde bir miktar nüks gözlenmiştir. Maksillanın aşağı yöndeki hareketi, posterior maksillar dişlerdeki devrilmenin mandibulada da aşağı yönde hareket meydana getirip bu artışa sebep olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda, dönem içi gruplar arası karşılaştırmada vertikal iskeletsel ölçüm bulgularında herhangi bir zamanda akrilik ve hibrit RME gruplarında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır, aygıtların apareylerin vertikal yönde meydana getirdiği etkiler benzer bulunmuştur.

5.2.1.3. Yumuşak Doku Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızda, yumuşak dokuda meydana gelen değişimleri değerlendirmek için UL-E, LL-E mesafelerine, Nasolabial ve Yumuşak Doku Konveksitesi açılarına bakılmıştır.

Akrilik RME grubunda, genişletme dönemi sonunda üst dudak E çizgisine yaklaşmış ve UL-E mesafesi azalmıştır. Retansiyon döneminde ise mesafe tekrar artmıştır. Fakat oluşan değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Aktivasyon sonucunda, SNA açısında anlamlı artışa bağlı maksillada ileri hareket söz konusuyken üst dudaktaki ilerlemenin anlamlı bulunmaması, U1-SN açısındaki azalma ve RME sonucu üst dudak kalınlığında azalma meydana gelmesinden kaynaklanıyor olabilir. Alt dudak ise genişletme sonunda 0.01 mm E çizgisine yaklaşmış, retansiyon

döneminde ise mesafe artarak alt dudak tedavi öncesi döneme göre daha geride konumlanmıştır. LL-E mesafesinde meydana gelen değişimler de istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). LL-E mesafesinde oluşan değişim, Akkaya ve ark.'nın[301] bonded RME apareyi ile gerçekleştirdikleri çalışmayla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada T1-T2, T3-T2 zamanlarında anlamlı değişimler olsa da T3-T1 aralığındaki değişim çalışmamızda olduğu gibi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca Doruk ve ark.,[299] Dos Santos ve ark.[356] modifiye akrilik bonded RME apareyi ile retansiyon sonunda oluşan değişimde UL-E, LL-E mesafelerinde fark bulamazken; Ramoğlu ve ark.,[151] Başçiftçi ve ark.[202] genişletme sonu döneme kadar değerlendirme yaptıkları çalışmalarında istatistiksel olarak bir fark oluşmadığını bildirmişlerdir. Huang ve ark.'nın[430] 2018 yılında yaptıkları meta analize göre, çalışmamızdan farklı olarak alt dudakta ekspansiyon sonrası önemli bir değişim gözlenmiş fakat bu değişim 1 mm'yi geçmemiş ve retansiyon döneminde önemli miktarda nüks gözlenmiştir. Maksilla ve mandibuladaki hareket ve rotasyonların bu değişime sebep olduğu söylenmiştir.

Hibrit RME grubunda da UL-E, LL-E mesafelerinde oluşan değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış, fakat genişletme sonunda üst dudak E çizgisi arası mesafede hafif bir artış gerçekleşmiştir. Bu da maksilladaki ileri hareketin minimum gerçekleşmesi, dudak kalınlığında RME sonrası azalma meydana gelmesi veya bireysel varyasyonlar bulunması sebebiyle olabilir. Kim ve ark.[431] çalışmalarında, RME sonucu üst dudak kalınlığında ortalama -0.92 mm alt dudakta ise -1.04 mm önemli bir azalma meydana geldiğini bulmuşlar, bunun büyük olasılıkla ağzın yumuşak dokusunun transversal genişlemesinin ve gerilmesinin etkisiyle oluştuğunu söylemişlerdir. Gruplar arası UL-E, LL-E parametreleri karşılaştırıldığında herhangi bir zaman içinde istatistiksel fark olmadığı görülmüştür.

Nasolabial açıdaki değişimler her iki grup içinde de anlamlı bir fark oluşturmamıştır. Fakat akrilik grupta genişletme sonunda nasolabial açıda anlamlı olmasa da artış bulunmaktadır. Bu yönüyle çalışmamız, Altındiş ve ark.'nın[432] yaptığı çalışmada akrilik cap splint apareyi uygulanan grupla uyumludur. Nasolabial açıdaki artışın, üst keserlerde oluşan retrüzyon sebebiyle oluştuğu düşünülmektedir. Hibrit grupta da açıda meydana gelen 0.42˚ değişim önemsiz bulunmuştur. Cerrahi olmayan hızlı üst çene genişletmesinin fasiyal yumuşak dokuya etkilerinin araştırıldığı meta analiz çalışmasında da, Nasolabial açıdaki değişimin hem aktif genişletme sonunda hem de retansiyon dönemleri sonunda anlamlı bir değişime uğramadığı bildirilmiştir.[430]

Diğer bir yumuşak doku parametresi olan Yumuşak Doku Konveksite açısı, yalnızca akrilik RME grubunda aktif genişletme sonunda anlamlı bir azalma göstermiş, T2-T0 döneminde ise fark önemsiz bulunmuştur. Maksilladaki öne hareketin, mandibulanın geri hareketinin ve RME etkisiyle burun ucunda oluşan öne hareketin aktif genişletme sonunda bu açıda azalmaya sebep olduğu düşünülmektedir. Kim ve ark.[431] yaptıkları KIBT çalışmasında burun ucunda 1.58 mm öne hareket oluştuğunu tespit etmiştir. Altındiş ve ark.[432] akrilik cap splint apareyi uyguladıkları grupta 3 ay retansiyonun ardından çalışmamızla uyumlu olarak total konveksite açısındaki azalmanın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu söylemişlerdir. Gruplar arası karşılaştırmada herhangi bir zaman içinde, bu açıda istatistiksel fark olmadığı görülmüştür.

5.2.1.4. Dentoalveolar Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızda dentoalveolar parametrelerden Overbite, Overjet mesafelerine; U1-SN, U1-PP, IMPA, Interinsizal açılara bakılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Akrilik RME grubunda Overbite değeri aktif genişletmenin sonunda anlamlı bir şekilde azalmış, retansiyon döneminde ise anlamlı bir artış meydana gelmiştir. T2-T0 zamanında oluşan

azalma ise önemsiz bulunmuştur. Posterior dişlerdeki bukkale devrilme, mandibulanın posterior rotasyonu sonucu overbite'ın azaldığı düşünülmektedir. Azalma ve artma şeklinde gerçekleşen değişim bonded veya modifiye bonded RME apareyi uygulayan Başçiftçi ve ark.,[202] Gürel ve ark.,[433] Akkaya ve ark.'nın[301] çalışmalarıyla uyumludur. Overjet değeri ise çalışmamızda aktif genişletme sonunda artmış, yine retansiyon döneminde bir miktar nüks gerçekleşmiştir. Fakat overjetteki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildir. Maksilladaki ileri yönde hareket ve madibulanın geri hareketi overjetin artmasına sebep olurken, U1-SN değerindeki azalma bu artışın anlamlı bulunmamasına sebep vermiş olabilir. RME tedavisi ile overjetin arttığını bildiren araştırmacıların yanında,[87, 227, 292] değişim tespit etmeyenler de bulunmaktadır.[48] 2006 yılında yapılan bir meta analiz çalışmasında da bulgularımıza benzer şekilde overjette 1.29 mm artış olduğu fakat bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir.[340] Yılmaz ve ark.[137] da yalnızca iskeletsel destekli, bonded ve banded aparey çeşitlerini karşılaştırarak, sadece banded RME grubunda overjette anlamlı bir artış elde etmiştir.

Hibrit grubumuzda ise, aktif genişletme sonunda overbite akrilik RME grubuna göre daha az azalmış, retansiyon döneminde yine bir miktar nüks gözlenmiştir. Oklüzyondaki daha az açılma, hibrit grupta minivida desteği de bulunması ve dişlerdeki devrilmenin daha az gerçekleşmesinden kaynaklanıyor olabilir. Aparey grupları arasında overbite açısından herhangi bir zaman içinde istatistiksel fark oluşmamıştır. Canan'ın tez çalışmasında[426] da hibrit grupta overbite değeri genişletme ile önemli şekilde azalmış, pekiştirme yani T1-T2 arasında ise istatistiksel olarak önemli şekilde artış meydana gelmiştir. Çalışmamızda, hibrit grupta da overjetteki değişim anlamlı bulunmamıştır. Fakat genişletme ile oluşan overjet artışı akrilik gruba göre daha az olmuş, bunun sebeplerinin de maksillanın minimal sagital hareketi, mandibulanın posterior rotasyonunun daha az gerçekleşmesi hatta bir miktar anterior hareketi olduğu

düşünülmüştür. Mandibuladaki bu ileri hareketin retansiyon döneminde relapsa uğrayarak overjette bu dönemde de artış meydana getirdiği tahmin edilmiştir. Bu artış da anlamlı bulunmamıştır. Gruplar arası overjet parametresinde de önemli bir fark saptanmamıştır.

RME tedavisiyle U1-SN ve U1-PP açılarında akrilik grupta azalma gerçekleştiği görülmüştür. Bu azalma T1-T0 ve T2-T0 dönemlerinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar Wertz,[12] Chung ve Font,[300] Habeeb ve ark.,[267] Sarver ve Johnston'ın[302] sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Aksine, Sandıkçıoğlu ve Hazar[37] ile Başçiftçi ve Karaman[202] maksiller kesici dişlerin RME'den sonra daha belirgin hale geldiğini (U1-SN'de artış) ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığını bulmuştur. Aktif genişletme ile oluşan üst keser dişlerdeki palatal eğimlenmelerin; maksillanın öne hareketi ve oklüzyondaki açılmalar sonucu perioral kaslardaki basıncın artışı, aparey hacmi sebebiyle dilin aşağıda konumlanmasına bağlı olarak vestibülden keser dişlere baskı uygulamasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Küçükkeleş ve ark.[393] da üst birinci molar ve kesici dişin bukkal tarafındaki basınç değerlerinin, genişlemeden hemen sonra önemli ölçüde arttığını, ancak retansiyon sırasında düşmeye başlağını çalışmalarında göstermiştir. Yapılan tez çalışmalarında ise çalışmamızdaki akrilik RME grubuna benzeyen gruplarda; Eker[427] ve Türkyılmaz[434] tez çalışmalarında, U1-SN açısında azalma tespit etmiş fakat anlamlı bir azalma olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda, hibrit grupta ise U1-SN ve U1-PP açılarındaki azalmaların anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu bulgu, Canan'ın tez çalışmasında[426] hibrit grupta tespit edilen bulgu ile uyumludur. Gruplar arası üst keser açılarında dönem içi önemli bir farklılık bulunmamaktadır.

Çalışmamızda her iki grupta da IMPA açısındaki aktif genişletme sonrası görülen azalma anlamlı bulunmamıştır. Eker[427] ise çalışmasında, McNamara apareyi uyguladığı

grupta bulgularımıza benzer şekilde azalma tespit etmiş fakat bu değişim önemli olmuştur. Canan[426] da hibrit RME grubunda bulgularımızla uyumlu olarak dönemler arası fark saptayamamıştır. IMPA değerinde değişim olmadığını bildiren pek çok sayıda çalışma[12, 155, 300, 395] olmakla birlikte azalma[91, 202] veya artış[435] saptananlar da bulunmaktadır.

Interinsizal açıda her iki grupta da aktif genişletme sonu ve retansiyonun sonunda artış bulunmaktadır. Fakat dönemler arası değişimler fark yaratmayacak düzeydedir. Aktif genişletme sonundaki interinsizal açı artışı; U1-SN'deki azalma ve IMPA'daki azalma sebebiyle oluşmuş olabilir. Verilerimiz Eker[427] ve Canan'ın[426] tez çalışmalarıyla uyumluluk göstermektedir. Gruplar arasında dönem içi fark bulunmamaktadır.

5.2.2. Postero-Anterior Sefalometrik Analiz Bulgularının Tartışılması

5.2.2.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızda, KIBT verilerinden oluşturulan sentetik postero-anterior radyografilerde çeşitli noktaların işaretlenmesi ve de belirlenen çizgisel ölçümlerin yapılmasıyla transversal yönde iskeletsel, dişsel ölçümlerdeki değişimler analiz edilmiştir.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, çok sayıda araştırmacının RME tedavisi ile nazal ve maksillar genişlikte artış tespit ettiğini görebiliriz. Postero-anterior sefalometri bulguları değerlendirildiğinde, çalışmamızda akrilik RME apareyi uygulanan grupta Nazal Genişlik parametresinde T1-T0 zamanında 1.54 mm, T2-T0 zamanında 1.48 mm önemli artışlar meydana geldiği görülmektedir. Maksillar Genişlik'teki artış da aynı şekilde gerçekleşmiş; T1-T0 zamanında 2.3 mm, T2-T0 zamanında 2.83 mm anlamlı artışlar görülmüştür. Bu yönden çalımamız akrilik bir aparey uygulayarak nazal kavite ve maksillar genişlikte artış tespit eden Akkaya ve ark.,[301] Doruk ve ark.,[299] Başçiftçi ve

ark.,[202] Chung ve ark.,[300] Dogra ve ark.,[312] Sarı ve ark.'nın[155] çalışmalarıyla uyumluluk göstermektedir. Nazal kavite genişliğindeki artış miktarı, diş destekli aparey grubunda genişletme sonunda 1,86 mm, tüm tedavi sürecinde ise 1,3 mm artış bulan Canan'ın tez çalışmasıyla[426] benzerdir. 2006 yılında yapılan, diş destekli apareylerin kullanıldığı bir meta analiz çalışmasında elde edilen 2.14 mm artıştan ise düşük bulunmuştur. Bu meta analiz çalışmasında elde edilen 2.73 mm'lik maksillar genişlik artışı ve Canan'ın tez çalışmasında[426] Hyrax grubunda elde edilen 2.8 mm net artış da çalışmamızdaki maksillar genişlik artışı ile benzer değerler göstermektedir. Hibrit grup ise, hibrit Hyrax apareyi ile maksillar genişlikte 2.62 mm artış bulan Toklu ve ark.,[147] MARPE apareyi ile nazal kavitede 1.61 mm artış bulan Lim ve ark.'nın[143] çalışmalarıyla benzerdir.

Çalışmamızda elde edilen değerler kimi araştımalarla benzer,[143, 152, 436] kimi araştırmalara göre daha düşük,[120, 137, 147] kimilerine göre ise daha yüksek bulunmuştur.[348] Bunun sebebinin hasta populasyonlarının yaşı, genişletme ihtiyacındaki fark olduğu düşünülmüştür.

Retansiyon döneminde nazal kavite ve maksillar genişlikte oluşan değişimler her iki grupta da anlamlı bir fark yaratmamamıştır. Fakat tüm tedavi süresine bakıldığında anlamlı olmasa da hibrit RME apareyi ile her iki parametrede de daha fazla artış oluştuğu görülmüştür, iskeletsel ankrajın bunda etkisi olabileceği düşünülmüştür. Çalışmamızda, gruplar arası dönem içi fark saptanmayan Canan'ın tez çalışmasıyla[426] uyumluluk vardır.

Mandibular genişlikteki değişimlere bakıldığında ise, akrilik RME grubunda tüm tedavi zamanının sonunda anlamlı bir artış gerçekleşmiş, retansiyon döneminde oluşan fark ise anlamlı bulunmamıştır. Canan tez çalışmasında[426] hyrax apareyi ile T2-T0 zamanında, Çeken[425] ise hibrit ve kemik destekli her iki apareyle de tüm tedavi dönemlerinde anlamlı artış tespit etmişlerdir. Chung ve ark.,[300] ise haas apareyi ile aktif genişletme sonunda buldukları istatistiksel olarak önemli artışın alt çenenin genişleyen

üst çeneye adaptasyonuna ve büyümeye bağlı geliştiğini söylemişlerdir. Çalışmamızda, hibrit grupta ise çok az miktarda tespit edilen artış herhangi bir dönemde anlamlı bulunmamıştır. Park ve ark.[144] MARPE apareyi kullandığı KIBT çalışmasında mandibular genişlikte anlamlı bir değişim bulamazken, Canan'ın tez çalışmasındaki[426] hibrit grupta ise sadece retansiyon döneminde bir artış olduğu görülmüştür. Bir meta analiz çalışmasında 1.06 mm lik antegonial genişlik artışı anlamlı bulunmamıştır.[340] Gruplar arası karşılaştırmada ise, akrilik ve hibrit RME gruplarında herhangi bir zaman içinde istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık yoktur. İki aparey çeşidi de Fasiyal Genişlik'te grup içi ve gruplar arası önemli miktarda artış meydana getirmemiştir. Bu bakımdan Ghoneima ve ark.'nın[290] bulgularıyla benzer; Park ve ark.,[144] Bacetti ve ark.'nın[120] bulgularıyla farklı özellikler taşımaktadır. Mosleh ve ark.[437] 4 vidalı hibrit RME apareyi ve diş destekli hyrax apareyinin transversal etkilerini karşılaştırdığı KIBT çalışmasında, fasiyal genişlikteki artışın sadece hibrit 4 vidalı apareyde anlamlı düzeyde olduğunu bulmuştur. Bizim çalışmamızda, aparey tasarımlarının ortopedik etkileri superior suturlarda etikili olmayıp fasiyal genişliği değiştirmemiş olabilir.

5.2.2.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Postero-anterior sefalometrideki dişsel ölçümlerde Sağ ve Sol Molar İlişki (mm) ve Alt İntermolar Genişlik parametreleri değerlendirilmiştir. Akrilik grupta Alt İntermolar Genişlik'in hem aktivasyon sonunda hem de T2-T0 döneminde anlamlı şekilde arttığı görülmektedir. Hibrit RME grubunda ise İntermolar Genişlik artışı az miktarda gerçekleşmiş ve önemli bulunmamıştır. Akrilik RME grubunda alt molarların dikleşmesine bağlı olarak mandibular molarlar arası genişliğin arttığı, üst ve alt molarlar arası mesafenin de hem sağ hem de solda hibrit gruba göre daha az arttığı düşünülmektedir. Hibrit grupta ise üst dişler ve alveolar devrilmeye bağlı olarak, üst ve

alt dişler arası mesafe artışı aktivasyon sonunda ve T2-T0 zamanında önemli düzeydedir. Sağ ve sol molar ilişkinin iskeletsel ankraj, hyrax ve hibrit gruplarda karşılaştırıldığı Canan'ın tez çalışmasında,[426] bulgularımıza benzer şekilde tüm gruplarda aktif genişletme ile sağ ve sol molar ilişki ölçümünde artış bulunurken; gruplar arası karşılaştırmada T1 zamanında yani aktif genişletme sonunda, hyrax ve hibrit gruplarda sağ molar bölgedeki genişlemenin iskeletsel ankraj grubuna göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Bunun, diş destekli apareylerin etkilerinin dişler bölgesinde daha fazla olması ve iskeletsel ankraj ile daha ortopedik genişletme elde edilmesi olduğu söylenmiştir. Aksine bizim çalışmamızda, aktif genişletme sonunda sağ molar ilişkide hibrit grupta daha fazla mesafe artışı oluşmuştur. Fakat intermolar genişlikteki artış da göz önüne alındığında, bunun maksiller dişlerdeki devrilmenin fazla olmasından değil mandibular dişlerdeki dikleşmenin daha az olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Ayrıca, midpalatal suturdaki açılma sırasında alveol kemikte laterale devrilme, periodontal ligamentte sıkışma meydana gelerek posterior dişlerin uzun aksları değiştiğinden, sağ ve sol maksillar molar dişlerin açısal değişimlerinde asimetri meydana gelebileceği çalışmalarda bildirilmiştir.[311]

Akrilik apareyin genişletmenin etkisiyle bukkal bölge kaslarını uzaklaştırmasının yanında; akrilik parçanın oklüzyonu açarak mandibulanın posteriora rotasyonuna sebep olması, dili aşağıda konumlandırması ve alt molarların dikleşmesini kolaylaştırması intermolar genişlik artışının akrilik RME grubunda anlamlı bulunmasına sebep olmuş olabilir. Gruplar arası dönem içi karşılaştırmada ise önemli bir fark tespit edilmemiştir. Bulgularımız, RME tedavisinin indirekt etkisiyle 1.7 ± 1.8 mm intermolar genişleme olduğunu belirten yakın tarihli kapsamlı bir çalışmadaki gibi,[438] bu parametrede artış bulan diğer çalışmalarla uyumludur.[11, 325]

5.2.3. KIBT Koronal Kesit Ölçüm Bulgularının Tartışılması

5.2.3.1. İskeletsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Çalışmamızda, tedavi öncesi (T0), aktif genişletme sonunda (T1) ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda (T2) ultra düşük dozda alınan KIBT datasından elde edilen koronal kesitlerdeki iskeletsel ölçümlerde; maksiller 1. premolar dişler için nazal tabanın en alt seviyesinde (NFU4), sert damağın en alt seviyesinde (HPU4), HP çizgisinin 4.8 mm altında (HP4.8U4); maksiller 1.molar dişler için nazal tabanın en alt seviyesinde (NFU6), sert damağın en alt seviyesinde (HPU6), HP çizgisinin 4.8 mm altında (HP4.8U6) maksiller genişlik değerleri ölçülmüştür.

Akrilik RME grubunda 1.premolar dişler için; nazal taban seviyesindeki nazal tabana teğet maksiller genişlik (NFU4) aktif genişletme sonunda 2.2 mm, T2-T0 zamanında ise 2.8 mm; sert damak seviyesindeki sert damağa teğet maksiller genişlik (HPU4) aktif genişletme sonunda 2.8 mm, T2-T0 zamanında ise 3.3 mm; HPU4 çizgisinin 4.8 mm alt seviyesindeki maksiller genişlik (HP4.8U4) ise T2-T0 zamanında 3.6 mm istatistiksel olarak anlamlı artış göstermiştir. Aynı grupta 1.molar dişler için bakıldığında; NFU6 aktif genişletme sonunda 1.3 mm, T2-T0 zamanında 1 mm; HPU6 aktif genişletme sonunda 1.1 mm; HP4.8U6 ise aktif genişletme sonunda 1.5 mm, T2-T0 zamanında 1.9 mm istatistiksel olarak önemli düzeyde daha fazla bulunmuştur. Üçdemir tez çalışmasında,[439] ortalama 14.8 yaşındaki bireylerde akrilik cap splint apareyi kullanarak çalışmamızla benzer sonuçlar elde etmiş; 3 ay retansiyon süresinin sonunda maksiller birinci molar dişler seviyesinde burun tabanı hizasındaki maksiller genişliğin (BTMG) 1.39 ± 1.44; sert damak hizasındaki genişliğin ise 1.48 ± 1.43 mm arttığını bulmuştur. Baysal ve ark.'nın,[326] Hyrax apareyi ile 6 ay retansiyon sonrası 1.molar dişler bölgesinde buldukları NF ve HP değerleri sırasıyla: 2.93 mm, 2.96 mm ve Kartalian ve ark.'nın[313] 12.8 yaş ortalamasında 4 bantlı Hyrax apareyi kullanarak buldukları 2.08 mm,

2.25 mm artışlar ise çalışmamızdakinden yüksektir. Bu, hastalardaki maksiller genişletme ihtiyacına bağlı olarak aktivasyon süresindeki farklılıktan kaynaklanıyor olabilir. Bantlı aparey çeşitlerinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada Garib ve ark.[320] 3 aylık retansiyon sonunda NF ve HP genişliklerinde çalışmamızdakinden daha yüksek artışlar tespit etmelerine rağmen gruplar arası fark oluşmadığını söylemişlerdir. Ölçümlerde elde edilen farklılığa rağmen araştırmacılar çalışmamızla uyumlu şekilde, anteriordan posteriora doğru gidildikçe anatomik yapılardaki artan direnç sebebiyle daha az iskeletsel ekspansiyon oluştuğunu belirtmişlerdir.[264, 265]

Hibrit RME grubuna bakıldığında 1.premolar seviyesinde; NFU4 aktif genişletme sonunda 2.3 mm, T2-T0 zamanında ise 2.6 mm; HPU4 aktif genişletme sonunda 2.7 mm, T2-T0 zamanında 3.2 mm; HP4.8U4 aktif genişletme sonunda 2.9 mm, T2-T0 zamanında 3.6 mm istatistiksel olarak önemli miktarda artış göstermiştir. Retansiyon döneminde oluşan değişimler anlamlı olmayıp genişlikler korunmuştur. Aynı grupta 1.molar dişler için bakıldığında; NFU6 aktif genişletme sonunda 1.4 mm, T2-T0 zamanında 1.8 mm; HPU6 aktif genişletme sonunda 1.2 mm; T2-T1 zamanında 0.7 mm, T2-T0 zamanında ise 1.9 mm; HP4.8U6 ise aktif genişletme sonunda 1.9 mm, T2-T1 zamanında 0.9 mm, T2-T0 zamanında 2.8 mm istatistiksel olarak önemli artışlar göstermiştir. 2008 yılında gerçekleştirilen bir BT çalışmasında Garib ve ark.,[440] 2 molar bantlı ve premolar dişler arasına yerleştirdikleri 2 palatal mini vidalı aparey ile çalışmamızdaki NF ve HP parametrelerini ölçmüş ve 4 aylık retansiyon sonrası 1.premolar dişler için sırasıyla 1.7 mm, 3.8 mm; 1.molar dişler için sırasıyla 0.8 mm, 2.0 mm artışla bulgularımıza uyumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Bir diğer KIBT çalışmasında, yaş ortalaması daha fazla olmasına rağmen, 1.molar dişler seviyesinde 3 aylık retansiyon süresi sonrası ölçülen NF, HP, HP5 genişliklerindeki artışlar çalışmamızdan yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada, 2 molar bantlı 4 palatal mini vidalı MARME apareyi kullanılmış ve aygıt daha posteriora

konumlandırılmıştır.[441] Direncin daha çok olduğu bu bölgeye uygulanan aparey, ortopedik etkinin daha fazla gerçekleşmesine sebep olmuş olabilir. Toklu ve ark. da,[147] çalışmamıza benzer yaş grubu ve aktivasyon protokolüyle yaptığı KIBT çalışmasında nazal taban hizasından ölçtüğü maksillar genişlikteki artışın, diş ve kemik destekli Hyrax apareyinde, diş destekli Hyrax'a göre daha fazla olduğunu bildirmiştir. Lin ve ark.[138] ise, yaş ortalaması 18 olan bir grup hastada diş destekli ve yalnızca kemik destekli (C-expander) iki aparey çeşidini karşılaştırmış. Çalışmamızdaki hibrit gruptan farklı olarak yalnızca 4 adet palatal mini vida uygulanan bu grupta, NF, HP ve HP5 ölçümlerindeki artışlar bulgularımıza uyum göstermiştir. Fakat diş destekli hyrax grubunda, artışların çalışmamızdan çok düşük olduğu görülmüştür. Bunun, artan yaş ortalaması nedeniyle iskeletsel direncin artması ve diş destekli apareyin ortopedik etkisinin azalmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızdaki gruplar dönem içi karşılaştırıldığında, akrilik ve hibrit RME apareylerinin maksilladaki iskeletsel genişletme etkilerinin benzer olduğu ve Toklu ve ark.[147] ile Lagravere ve ark.'nın[264] araştırma sonuçlarına uygun olarak gruplar arası istatistiksel fark oluşmadığı görülmüştür. Araştırmacılar bunu, her iki apareyin de birinci molar dişlerden destek almasıyla ve kaçınılmaz olarak posterior bölgede benzer ortodontik ve ortopedik etkilere neden olmasıyla açıklamışlardır. Her iki çalışmada da iskeletsel ankraj grubunda 2 adet palatal mini vida uygulanmıştır, Jia ve ark.[442] ile Koca ve ark.[135] ise araştırmalarında benzer yaş grubunda 4 adet mini vida uygulayıp diş destekli aparey grubuna göre önemli farklar oluştuğunu belirtmişlerdir. Oluşan bu farkın, aparey tasarımlarına, aktif genişletme protokollerine, genişletme miktarlarına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

5.2.3.2. Dişsel Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Dişsel ölçümlerde ise; maksiller 1. premolar ve 1. molar dişler için, sağ ve sol palatal kök uçları arasındaki yatay mesafe (RAU4, RAU6) ve pulpa odaları arasındaki yatay mesafe (PCU4, PCU6) parametrelerine bakılmıştır.

Akrilik RME grubunda, RAU4 aktif genişletme sonunda 2.5 mm, retansiyon döneminde 1.4 mm ve tüm tedavi zamanı olan T2-T0 döneminde 3.9 mm artış göstermiştir. RAU6 ise; aktif genişletme sonunda 2.1 mm, retansiyon döneminde 1.7 mm ve tüm tedavi zamanı olan T2-T0 döneminde 3.8 mm artış göstermiştir. 1.premolar ve molar dişler karşılaştırıldığında, aktif genişletme sonunda premolar dişlerin palatal kök uçlarında daha fazla genişlik artışı olması, anterior bölgede iskeletsel etkinin daha fazla olmasından, molarlarda ise bukkale devrilmeden dolayı kök uçlarının birbirine yaklaşmasından; retansiyon döneminde molar kök uçlarındaki daha fazla artış ise bu bölgede daha çok gerçekleşen dişlerdeki bukkal devrilmenin relapsa uğramasından kaynaklanıyor olabilir. Jia ve ark.,[442] Baysal ve ark.,[326] Koca ve ark.'nın[135] çalışmalarında da bulgularımızla uyumlu olarak konvansiyonel diş destekli aparey gruplarında, 1. premolar dişlerdeki apikal genişlik artışı, molar dişlere göre daha fazla bulunmuştur.

Hibrit RME grubunda RAU4 aktif genişletme sonunda 2.4 mm, tüm tedavi zamanı olan T2-T0 döneminde 3.1 mm artış göstermiştir. Hibrit RME grubunda oluşan artış akrilik gruba göre daha az olmasına rağmen gruplar arası istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Hibrit apareylerde benzer parametreleri kullanarak, bu artışı Toklu ve ark.[147] 3.77 mm, Mosleh ve ark.[437] 2.8 mm olarak elde etmiş, çalışmamıza benzer şekilde gruplar arası farkın önemsiz olduğunu söylemişlerdir. Yalnızca iskeletsel destekli MRPE apareyi ile yapılan tez çalışmasında ise palatal kök uçları arası daha yüksek bulunan artış 4.83 mm olmuştur.[443] Çalışmamızda, RAU6'daki anlamlı bulunan artışlar ise şu şekilde gerçekleşmiştir: aktif genişletmeyi takiben 2.2 mm, retansiyon döneminde 2 mm, T2-T0

döneminde ise 4.2 mm. Molar dişlerde, akrilik RME grubuna göre kök uçları arasındaki genişlik artışı hibrit RME grubunda daha fazla elde edilmiş, bunun iskeletsel ankraj desteğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Fakat, gruplar arası dönem içi fark RAU6 ölçümü için de anlamlı değildir. Bu yönüyle çalışmamız Mosleh ve ark.,[437] Lin ve ark.[138] çalışmalarına benzemekte; konvansiyonel apareylerle karşılaştırıldığında, 4 mini vida ile iskeletsel ankraj sağlanan grupta oluşan artışın anlamlı bulunduğu Jia ve ark.'nın çalışmasından,[442] ve Koca'nın[443] tez çalışmasından ayrılmaktadır.

Akrilik RME grubunda PCU4 ölçümlerine bakarsak; 1.premolar dişlerde aktif genişletme sonunda 3.5 mm, retansiyon döneminde 1 mm, T2-T0 döneminde ise 4.5 mm anlamlı artış tespit edildiği görülmektedir. Bu artışlar 1.molar dişlerde (PCU6); aktif genişletme sonunda 3.8 mm, T2-T0 aralığında 4.9 mm olmuştur. Pulpa odaları arası genişlik artışında; midpalatal suturun açılması ve dentoalveolar yapıların bukkale devrilmesi etkili olmaktadır. Tüm bunların birleşimiyle, çalışmamızda akrilik RME grubunda molar bölgede pulpa odaları arası genişlik artışı premolar bölgeye göre daha fazla gerçekleşmiştir. Literatüre bakıldığında, yapılan çalışmalarda referans noktası olarak 1. molar veya premolar dişin bukkaldeki tüberkülünün,[320] lingual alveoler kret başlangıcının,[310] santral fossasının[266] veya çalışmamızdaki gibi pulpa odası merkezinin[264] kullanıldığı görülmüştür. Lagravere ve ark.[264] da çalışmalarında, Hyrax aparey grubunda pulpa odasını referans alarak bulgularımıza yakın değerler tespit etmiş ve 1. molar dişlerde hem aktif genişletme sonunda hem de tüm tedavi süresinin sonunda premolar dişlere göre daha fazla genişlik artışı oluştuğunu bulmuşlardır.

Hibrit RME grubunda ise PCU4 için anlamlı bulunan artış değerleri şu şekildedir: aktif genişletme sonunda 2.8 mm, T2-T0 zamanında ise 3.5 mm. Birinci premolar dişlerde pulpa odaları arası genişlik artışı akrilik RME grubuna göre bu grupta daha az bulunmuştur. PCU4 ölçümü gruplar arası karşılaştırmada T2 zamanında anlamlı bir

farklılık göstermektedir. Akrilik grupta 39.7 mm olan pulpa odaları arası genişlik, hibrit grupta 37.1 mm olarak tespit edilmiştir. Bunun sebebinin, hibrit grupta premolar dişlerden destek alınmaması olduğu düşünülmüştür. Bu yönüyle Lagravere ve ark.,[264] Lin ve ark.,[138] Jia ve ark. ve Koca'nın[443] çalışmalarıyla uyum göstermiştir.

Birinci molar dişlerde pulpa odaları arası mesafe ise (PCU6); aktif genişletme ile 4.2 mm, T2-T0 döneminde 5.3 mm istatistiksel anlamlı artışlar göstermiştir. Akrilik grup ile kıyaslandığında meydana gelen artışlar daha fazla olmuş, bunun apareyin iskeletsel etkisinin bir miktar daha fazla olmasına ve dişsel olarak yalnızca 1.molar dişlerden ankraj alınmasına bağlı olduğu düşünülmüştür. Fakat, gruplar arası bakıldığında dönem içi anlamlı bir fark oluşmayacak düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca kök uçları arası genişlik artışı ve pulpa odaları arası genişlik artışları birbirlerine göre kıyaslandıklarında; hem premolar dişlerde hem de molar dişlerde, pulpa odaları arası artışın kök uçları arası artışa göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu çalışmada maksiller tabandan diş kronlarına doğru artan genişlikteki artış, literatürde açıklanan koronal düzlemde meydana gelen piramidal genişleme paterni ile uyumludur.[147, 264, 313, 320]

5.2.4. KIBT ve USG Aksiyal Kesit Ölçüm Bulgularının Tartışılması

Literatüre bakıldığında midpalatal sutural genişlemenin ölçümünde, sağ ve sol maksillar yarıdaki ANS, PNS noktaları, nasopalatin kanal, santral kesici, kanin, birinci premolar, molar dişler seviyesi gibi farklı çok sayıda referans noktasının kullanılığı görülmektedir.

Çalışmamızda midpalatal sutural açıklığın ölçümleri, aktif genişletme sonunda (T1) sutural açılmanın en net göründüğü aksiyal kesitte, KIBT verisinde sutur açıklığını gösteren radyolusent bölgenin lateral kenarlarından ve USG verisinde ise iğne benzeri hiperekoik, homojen olmayan bölgenin lateral kenarlarından meziyodistal uzunluk olarak

4.8 mm aralıklarla üç bölgeden gerçekleştirilmiştir. KIBT parametreleri anteriordan posteriora doğru; AR-AL, BR-BL, CR-CL (mm) olarak ; USG parametreleri anteriordan posteriora doğru DR-DL, ER-EL, FR-FL (mm) olarak tanımlanmıştır.

KIBT verilerine bakıldığında; Akrilik RME grubunda aktif genişletme sonunda sağ ve sol ANS noktaları arasında sutural açılma mesio-distal olarak (AR-AL) 3.48 ± 1.16; BR-BL arasında 3.08 ± 1.01, CR-CL arasında 2.72 ± 0.75 mm olmuştur. Lione ve ark.'nın[295] yaptıkları çalışmada diş destekli bir genişletme apareyi kullanılarak 11.2 yaş ortalamasına sahip bireylerde ASW, PSW (sağ ve sol maksillar yarıdaki anterior ve posterior nazal spinalar arası transversal genişlik), MSW (nazopalatin kanalın arkasında bulunan noktalar arası transversal genişlik) genişliklerini ölçmüş, çalışmamızdaki anatomik bölgeye uyan ASW genişliğini 3.01 mm bulmuştur. Diş destekli benzer aparey çeşitleriyle yapılan KIBT çalışmalarında; Oh ve ark.[444] ortalama 14.01 yaş grubunda bu değeri 3.6 mm, Jia ve ark.[442] 14.8 yaş grubunda 3.12 mm bulmuştur. Podesser ve ark.[445] ise çalışmamızdan farklı olarak, daha küçük yaş grubunda ANS'de 1.52 mm genişleme tespit etmiştir. Bu fark, farklı araştırma yöntemlerinden kaynaklanıyor olabilir, çünkü araştırmacılar genişletme sonrası BT incelemelerini aparey çıkarıldıktan sonra yapmıştır; bu da relapsa yol açmış olabilir. Çalışmamızda bu grupta AR-AL ile; hem BR-BL, hem de CR-CL arasında, BR-BL ile de CR-CL arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü çok yüksek bir ilişki bulunmuştur.

Hibrit grupta ise değerler akrilik gruba göre daha yüksek olup şu şekildedir: AR-AL 4.20 ± 0.94, BR-BL 3.44 ± 0.95, CR-CL 3.12 ± 0.94 mm. Çalışmamızda bu grupta AR-AL ile BR-BL; BR-BL ile CR-CL Uzunluğu arasında anlamlı pozitif yönlü çok yüksek bir ilişki vardır. AR-AL ile CR-CL arasında ise orta düzeyde ilişki bulunmaktadır.

Gruplar arası karşılaştırmada AR-AL, BR-BL, CR-CL (mm) ölçümlerinde istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır, her iki aparey çeşidinin de midpalatal sutur

üzerine etkilerinin benzer olduğu söylenebilir. Çalışmamız, diş ve kemik destekli MARPE veya MSE apareyi kullanarak ANS'de 4.5 mm sutural genişlik tespit eden Oh ve ark.[444] ve bu ölçümü 4.39 mm bulan Jia ve ark. nın[442] KIBT çalışmalarıyla uyumludur. Koca ve ark.[135] ise yaş ortalaması 13.8 olup, diş destekli konvansiyonel ve kemik destekli apareyler uyguladığı iki gruptan oluşan KIBT çalışmasında, kemik destekli grupta diğer gruba göre midpalatal suturda neredeyse 3 kat fazla genişleme elde edildiğini bildirmiştir. Kemik destekli grupta dişlerden destek alınmamış ve 4 adet palatal mini vida kullanılmış olup, farkın bu yüzden oluştuğunu düşünmekteyiz.

Elde edilen KIBT verileri değerlendirildiğinde, literatürün geneliyle uyumlu olarak her iki aparey grubunda da RME tedavisi sonrası, anteriordan posterior yöne gidildikçe midpalatal sutural açılmanın azaldığı, 'v' şekilli bir ayrılmanın meydana geldiği görülmektedir.[12, 104, 290, 295, 446] Çalışmamızın aksine, Christie var ark.[296] midpalatal suturdaki açıklığı kaninden 1.molara kadar dişler seviyesinde ölçtükleri KIBT çalışmasında, açılmanın paralel bir paternde oluştuğunu söylemişlerdir. Bunun sebebinin de rijit akrilik bonded RME apareyi kullanmaları ve Habersack ve ark.'nın[297] BT çalışmasında olduğu gibi iskelet yaşı küçük (ortalama 10.3 yıl) hastalara çalışmada yer vermeleri olabileceğini söylemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, MARPE veya MSE apareylerinin kullanıldığı çalışmalarda apareyin farklı biyomekaniği sebebiyle daha paralel bir sutural ayrılma oluştuğundan bahsetmişlerdir. Çünkü MSE'de, aralarında önemli bir antero-posterior mesafe bulunan ve zigomatik butress kemiklerine medial olarak, palatinal bölgenin posterior kısmında konumlandırılan dört mini vida kullanılmakta, bu da kuvvetinin tüm sutur uzunluğu boyunca dağıtılmasına izin vermektedir. Böylece, midpalatal sutur antero-posterior yönde daha paralel bölünebilmektedir.[294, 442] Bizim çalışmamızda da, posteriorda oluşan sutural genişliği anteriodaki genişliğe oranladığımızda; akrilik grupta %78.16, hibrit grupta ise %74.28'lik

bir oran çıktığını görüyoruz. Hibrit RME apareyinde anteriorda 3. ruga bölgesine yerleştirilen palatal mini vidalar sebebiyle, bu aparey anterior bölgede daha fazla iskeletsel etkiye sebep olmuş ve posterior sutur açıklığının anteriora oranının akrilik gruba göre daha düşük çıkmasına sebep olmuş olabilir.

USG verilerine bakıldığında; akrilik grupta anteriordaki sutural açılmayı belirten DR-DL mesafesinin ortalama 2.59 ± 1.30, bunun 4.8 mm gerisinde yer alan ER-EL mesafesinin 1.82 ± 1.08, en posteriorda yer alan FR-FL mesafesinin ise 0.97 ± 1.18 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu grupta, DR-DL ile; ER-EL ve FR-FL arasında, ; ER-EL ve FR-FL arasında pozitif yönlü yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Hibrit RME grubunda bulunan ortalama değerler, KIBT verilerinde de olduğu gibi akrilik gruba göre daha yüksek olup şu şekildedir: DR-DL 3.47 ± 0.74, ER-EL 2.71 ± 0.83, FR-FL 1.43 ± 1.00 mm. DR-DL ile ER-EL arasında ve ER-EL ile FR-FL arasında pozitif yönlü yüksek bir ilişki bulunmaktadır. KIBT verisinde elde edildiği gibi; DR-DL ile FR-FL arasında korelasyon ilişkisi zayıftır.

Gruplar arası karşılaştırmada ise, DR-DL ve ER-EL mesafeleri hibrit RME grubunda, anlamlı fark yaratacak kadar yüksek bulunmuştur. Posteriorda yer alan FR-FL uzunluğunun, iki grupta da USG ölçümleri benzerdir.

KIBT ve USG verileri grup içi karşılaştırıldığında; akrilik RME grubunda AR-AL ile DR-DL mesafelerinin arasında orta düzeyde bir ilişki olduğu görülmektedir. BR-BL ile ER-EL uzunluğu değerleri arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönlü yüksek bir ilişki olup, en posteriorda bulunan CR-CL ile FR-FL mesafeleri arasındaki ilişki zayıf bulunmuştur. Hibrit RME grubunda ise; AR-AL ile DR-DL, BR-BL ile ER-EL, CR-CL ile FR-FL arasında korelasyonun zayıf olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda, aktif genişletmenin sonunda midpalatal sutur açılıp vestibuler kortikal kemikte devamlılık bozulduğundan, USG ışını yansıtılmadan sutur boşluğuna penetre

olabilmiş ve açılmayı gösterebilmiştir. Fakat KIBT verileriyle karşılaştırıldığında USG'nin sutural açılmayı tamamiyle görüntüleyemediği, KIBT'a göre daha yetersiz olduğu ve KIBT görüntüleriyle arasında zayıf bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Literatüre bakıldığında USG'nin mandibular distraksiyon, SARME, RME tedavisinde osteotomik boşluğun ve kallus oluşumunun değerlendirilmesinde, kullanıldığı görülmektedir. Issar ve ark.[447] mandibular distraksiyon uyguladıkları çalışmalarında, USG ve panoramik radyografide kemik oluşumunu skorlamalar ile değerlendirip, aralarındaki korelasyonun yüksek olduğunu belirtmiştir. Bruno ve ark.[285] ise benzer bir çalışma gerçekleştirip, kallus maturasyonunu skorlamalar ile değerlendirmiş ve USG ve panoramik radyografide osteotomik boşluğu ölçüp, iki görüntüleme yönteminde elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak fark olmadığını tespit etmişlerdir. Gümüşsoy ve ark.[280] da RME uyguladıkları hastalarda, apareyin uygulanmasının hemen ardından, aktivasyonun 10. ve 20. turlarında USG'de ölçümler yaparak ve oklüzal radyografilerde ise magnifikasyondan dolayı sadece skorlamalar yaparak iki görüntüleme metodunu karşılaştırmışlar, istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek bir korelasyon tespit etmişlerdir. Bu bulgular çalışmamızla çelişmektedir. Fakat bu çalışmaların yalnızca birinde mandibular distraksiyon bölgesinde, ortalama 18.2 mm'lik uzun bir osteotomik boşluk her iki görüntüleme metodunda da lineer olarak tek bir bölgeden ölçülmüştür.[285] RME sonrası midpalatal suturu, KIBT ve USG'de ölçüm yaparak karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Maksiller darlığa sahip bireylerde uygulanan, RME apareylerinden Akrilik bonded RME apareyi ve Hibrit RME apareyinin, dentofasiyal yapılar üzerine etkilerinin USG ve ultra düşük doz KIBT ile değerlendirdiğimiz bu çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir:

1. Çalışmamız, iki farklı RME apareyi ile uygulanan tedavinin meydana getirdiği etkileri KIBT ve USG ile değerlendirip bunları karşılaştıran ilk çalışmadır ve iki aparey grubunda da, midpalatal sutural ayrılma gerçekleşmiş ve RME başarılı bir şekilde tamamlanmıştır.

2. Lateral sefalometrik analize göre sagital yönde; Akrilik grubunda, üst çenede öne hareket gerçekleşmiş ve retansiyon döneminde bu konum korunurken, alt çenede aşağı ve geri hareket oluşmuş, retansiyon döneminde relaps meydana gelmiştir. Hibrit grupta ise üst çenede öne hareket belirgin olmayıp, alt çene aktivasyon sonunda bir miktar öne gelmiş, retansiyon sonrası başlangıç konumuna dönmüştür. Fakat iki grubun sagital yön etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

3. İki apareyin de vertikal yöndeki etkileri benzer olup aralarında istatistiksel fark bulunmamaktadır. Fakat akrilik RME grubunda dentoalveolar bukkale devrilme, akrilik kalınlığı sebebiyle alt çenenin posterior rotasyonuna bağlı olarak, aktif genişletme sonunda ön yüz yüksekliği, üst ön yüz yüksekliğindeki artışlar daha belirgindir. Yumuşak dokuda önemli bir değişim gözlenmemiş, yalnızca akrilik grupta aktivasyon sonunda yumuşak dokunun konveksitesi artmıştır.

4. Her iki grupta da overbite T0-T1 döneminde azalırken, retansiyon döneminde artmış ve tedavi öncesi değerlerine yakın seviyeye ulaşmıştır. Overjet anlamlı bir değişim göstermemiştir. Akrilik RME apareyinin, üst keserlerde tedavinin etkisiyle oluşturduğu retrüzyon daha belirgin olmakla birlikte iki grup arasında önemli bir fark yaratacak düzeyde değildir.

5. PA sefalometrik analizdeki iskeletsel ölçümlere göre; nazal genişlik ve maksillar genişlikte, iki grupta da hem aktivasyon hem tüm tedavi süresinin sonunda önemli artışlar meydana gelmiştir. Dişsel ölçümlerden, alt çenede intermolar genişlik akrilik grupta önemli düzeyde artmıştır.

6. Koronal kesitte, her iki grupta da maksillar ve alveolar düzeyde elde edilen iskeletsel transversal artışlar 1.premolar dişler seviyesinde benzerdir. 1. molar seviyesinde ise, anlamlı fark yaratmasa da hibrit RME apareyinde daha yüksektir. Koronal kesitte, palatal kök uçları arası ve pulpa odaları arası genişlik artışı 1.premolar dişlerde akrilik grupta daha fazla bulunmuş ve T2 zamanında pulpa odaları arası genişlik gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmıştır. 1.molar dişlerde ise hibrit grupta meydana gelen artışlar, iki grup arasında fark oluşturmayacak düzeyde de olsa daha fazla bulunmuştur. Dişsel ölçümlerdeki artışlar, iki grupta da iskeletsel ölçümlerde meydana gelen artışlardan yüksek bulunmuş, bu düzlemde piramit şekilli bir genişleme gerçekleşmiştir.

7. Aksiyal kesitte, midpalatal sutural açılma özellikle anterior bölgede hibrit grupta daha fazladır, USG'de DR-DL, ER-EL mesafelerinde iki grup arasındaki fark anlamlıdır. Akrilik grupta, midpalatal suturun en anterior ve en posteriorda ölçülen açılma miktarları arasında KIBT ve USG'de korelasyon yüksek, hibrit grupta ise zayıftır.

8. Akrilik grupta KIBT ve USG karşılaştırıldığında, anterior ve orta seviyedeki sutural açılma sırasıyla orta ve yüksek korelasyon gösterirken; hibrit grupta, USG'de eş seviyelerdeki ölçümler arasında korelasyon zayıftır. Genel olarak USG ve KIBT arasında korelasyon zayıftır. RME tedavisinde USG, sutural açılmanın tespitinde radyasyon içeren görüntüleme yöntemleri yerine kullanılabilir. Fakat açılma miktarının ölçümünde güvenilirliği sınırlıdır.

KAYNAKLAR

1. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;117(5):567-70.
2. Ülgen M. Anomaliler, sefalometri, etioloji, büyüme ve gelişim, tanı. 1.Baskı. İstanbul: Yeditepe Üniversitesi Yayınları; 2000. p.33-8.
3. Wood AW. Anterior and posterior crossbite. J Dent Child 1962;29:280-5.
4. Chaconas SJ, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. Am J Orthod 1982;82(6):492-501.
5. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987;91(1):3-14.
6. Kutin G, Hawes RR. Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. Am J Orthod 1969;56(5):491-504.
7. Nerder PH, Bekke M, Solow B. The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study. Eur J Orthod 1999;21(2):155-66.
8. Ferrario VF, Garattini G, Colombo A, Filippi V, Pozzoli S, Sforza C. Quantitative effects of a nickel-titanium palatal expander on skeletal and dental structures in the primary and mixed dentition: a preliminary study. Eur J Orthod 2003;25(4):401-10.
9. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. Angle Orthod 1961;31(2):73-90.
10. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. Angle Orthod 1965;35(3):200-17.
11. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. Am J Orthod 1977;71(4):367-81.

12. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. Am J Orthod 1970;58(1):41-66.

13. Ozbek MM, Memikoglu TU, Gogen H, Lowe AA, Baspinar E. Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. Angle Orthod 1998;68(4):327-36.

14. Mommaerts M. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. Br J Oral Maxillofac Surg 1999;37(4):268-72.

15. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term dental arch changes after rapid maxillary expansion treatment: a systematic review. Angle Orthod 2005;75(2):155-61.

16. Basdra EK, Zoller JE, Komposch G. Surgically assisted rapid palatal expansion. J Clin Orthod 1995;29(12):762-6.

17. Anttila A, Finne K, Keski-Nisula K, Somppi M, Panula K, Peltomäki T. Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. Eur J Orthod 2004;26(4):391-5.

18. Altug Atac A, Karasu H, Aytac D. Surgically assisted rapid maxillary expansion compared with orthopedic rapid maxillary expansion. Angle Orthod 2006;76(3):353-9.

19. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty Sr H. Two-and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam–computed tomography. Angle Orthod 2005;75(6):895-903.

20. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography–generated cephalograms. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134(6):798-802.

21. Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD. Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar:“low-dose cone-beam” CT analysis of the pathway and its anatomic variations. J Endod 2003;29(11):773-5.

22. Maffulli N, Hughes T, Fixsen JA. Ultrasonographic monitoring of limb lengthening. J Bone Joint Surg Br 1992;74(1):130-2.

23. Derbyshire ND, Simpson AH. A role for ultrasound in limb lengthening. Br J Radiol 1992;65(775):576-80.

24. Troulis MJ, Coppe C, O'Neill MJ, Kaban LB. Ultrasound: assessment of the distraction osteogenesis wound in patients undergoing mandibular lengthening. J Oral Maxillofac Surg 2003;61(10):1144-9.

25. Sumer AP, Ozer M, Sumer M, Danaci M, Tokalak F, Telcioglu NT. Ultrasonography in the evaluation of midpalatal suture in surgically assisted rapid maxillary expansion. J Craniofac Surg 2012;23(5):1375-7.

26. Björk A, Krebs A, Solow B. A method for epidemiological registration of malocculusion. Acta Odontol Scand 1964;22(1):27-41.

27. Moyers R. Handbook of orthodontics. 4th ed. Chicago: Year Book Medical Pub; 1980. p.526-529.

28. Ülgen M. Ortodontik tedavi prensipleri. 5.Baskı. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi; 1993. p.104-114.

29. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;120(5):513-20.

30. Kurol J, Berglund L. Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary dentition. Eur J Orthod 1992;14(3):173-9.

31. Ciuffolo F, Manzoli L, D'Attilio M, Tecco S, Muratore F, Festa F, et al. Prevalence and distribution by gender of occlusal characteristics in a sample of Italian secondary school students: a cross-sectional study. Eur J Orthod 2005;27(6):601-6.

32. Perrotta S, Bucci R, Simeon V, Martina S, Michelotti A, Valletta R. Prevalence of malocclusion, oral parafunctions and temporomandibular disorder-pain in Italian schoolchildren: An epidemiological study. J Oral Rehabil 2019;46(7):611-6.

33. Souames M, Bassigny F, Zenati N, Riordan PJ, Boy-Lefevre ML. Orthodontic treatment need in French schoolchildren: an epidemiological study using the Index of Orthodontic Treatment Need. Eur J Orthod 2006;28(6):605-9.

34. Alhaija E, Al-Khateeb SN, Al-Nimri KS. Prevalence of malocclusion in 13-15 year-old North Jordanian school children. Community Dent Health 2005;22(4):266.

35. Kerosuo H, Laine T, Kerosuo E, Ngassapa D, Honkala E. Occlusion among a group of Tanzanian urban schoolchildren. Community Dent Oral Epidemiol 1988;16(5):306-9.

36. Mtaya M, Brudvik P, Åstrøm AN. Prevalence of malocclusion and its relationship with socio-demographic factors, dental caries, and oral hygiene in 12-to 14-year-old Tanzanian schoolchildren. Eur J Orthod 2009;31(5):467-76.

37. Sandikçiolu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997;111(3):321-7.

38. Basciftci F, Demir A, Uysal T, Sari Z. Prevalence of orthodontic malocclusions in Konya region school children. Turk J Orthod 2002;15(2):92-8.

39. Gelgör IE, Karaman AI, Ercan E. Prevalence of malocclusion among adolescents in central anatolia. Eur J Dent 2007;1(3):125-31.

40. Celikoglu M, Akpinar S, Yavuz I. The pattern of malocclusion in a sample of orthodontic patients from Turkey. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2010;15(5):e791-6.

41. Nur B, Ilhan D, Fisçekcioglu E, Oktay I. Prevalence of orthodontic malocclusion and evaluation criteria in 7 geographic regions of Turkey. Turkish J Orthod Vol 2014;26(4):154-61.

42. Gungor K, Taner L, Kaygisiz E. Prevalence of posterior crossbite for orthodontic treatment timing. Int J Clin Pediatr Dent 2016;40(5):422-4.

43. Helm S. Malocclusion in Danish children with adolescent dentition: an epidemiologic study. Am J Orthod 1968;54(5):352-66.

44. Thilander B, Pena L, Infante C, Parada SS, de Mayorga C. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. Eur J Orthod 2001;23(2):153-68.

45. Marshall SD, Southard KA, Southard TE, editors. Early transverse treatment. Semin Orthod 2005;11(3):130-9.

46. Moss J. Rapid expansion of the maxillary arch. II. Indications for rapid expansion. J Pract Orthod 1968;2(5):215-23

47. Suda N, Takada J, Ohyama K. Orthodontic treatment in a patient with Van der Woude's syndrome. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(5):696-705.

48. Linder-Aronson S, Lindgren J. The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. Br J Orthod 1979;6(1):25-9.

49. Brogan W. The stability of maxillary expansion. Aust Dent J 1977;22(2):92-9.

50. Harvold EP, Chierici G, Vargervik K. Experiments on the development of dental malocclusions. American journal of orthodontics. 1972;61(1):38-44.

51. Behlfelt K, Linder-Aronson S, McWilliam J, Neander P, Laage-Hellman J. Dentition in children with enlarged tonsils compared to control children. Eur J Orthod 1989;11(4):416-29.

52. Mitchell L. An introduction to orthodontics. 2nd ed. United States: Oxford University Pres; 1998. p.234-37.

53. Larsson E. The effect of finger-sucking on the occlusion: a review. Eur J Orthod 1987;9(1):279-82.

54. Bengi AO, Karacay S, Güven G. A unique treatment of finger-sucking habit in children with mental retardation: report of 2 cases. Quintessence Int. 2007;38(3):158-63.

55. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133(2):290-302.

56. Bishara SE, Burkey PS, Kharouf JG. Dental and facial asymmetries: a review. Angle Orthod 1994;64(2):89.

57. Staley RN, Stuntz WR, Peterson LC. A comparison of arch widths in adults with normal occlusion and adults with class II, Division 1 malocclusion. Am J Orthod 1985;88(2):163-9.

58. Graber LW, Vig KWL, Vanarsdall RL. Orthodontics. Current Principles and Techniques. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2012. p.132-40.

59. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1995;10(2):75-96.

60. Ricketts RM. The wisdom of the bioprogressive philosophy. Semin Orthod 1998;4(4):201-9.

61. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. Angle Orthod 1981;51(2):115-50.

62. Vanarsdall RL, Jr. Transverse dimension and long-term stability. Semin Orthod 1999;5(3):171-80.

63. Grummons DC, Kappeyne van de Coppello MA. A frontal asymmetry analysis. J Clin Orthod 1987;21(7):448-65.

64. Janson GR, Metaxas A, Woodside DG, de Freitas MR, Pinzan A. Three-dimensional evaluation of skeletal and dental asymmetries in Class II subdivision malocclusions. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119(4):406-18.

65. Lehman JJ, Haas AJ, Haas DG. Surgical orthodontic correction of transverse maxillary deficiency: a simplified approach. Plast Reconstr Surg 1984;73(1):62-8.

66. Macchi A, Carrafiello G, Cacciafesta V, Norcini A. Three-dimensional digital modeling and setup. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(5):605-10.

67. Nur M, Kayipmaz S, Bayram M, Celikoglu M, Kilkis D, Sezgin OS. Conventional frontal radiographs compared with frontal radiographs obtained from cone beam computed tomography. Angle Orthod 2012;82(4):579-84.

68. Sawchuk D, Currie K, Vich ML, Palomo JM, Flores-Mir C. Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: a systematic review. Korean J Orthod 2016;46(5):331-42.

69. Andrucioli MCD, Matsumoto MAN. Transverse maxillary deficiency: treatment alternatives in face of early skeletal maturation. Dental Press J Orthod 2020;25(1):70-9.

70. Thilander B, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. Eur J Orthod 1984;6(1):25-34.

71. da Silva Filho OG, Boas CV, Capelozza LF. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1991;100(2):171-9.

72. Hicks EP. Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. Am J Orthod 1978;73(2):121-41.

73. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. Am J Orthod 1982;81(1):32-7.

74. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Skeletal and dental changes with fixed slow maxillary expansion treatment: a systematic review. J Am Dent Assoc 2005;136(2):194-9.

75. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion: III. Forces present during retention. Angle Orthod 1965;35(3):178-86.

76. İşeri H, Özsoy S. Semirapid maxillary expansion—a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. Angle Orthod 2004;74(1):71-8.

77. Mew JR. Semi-rapid maxillary expansion. Br Dent J 1977;143(9):301-6.

78. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion: II. Forces present during treatment. Angle Orthod 1964;34(4):261-70.

79. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. Dent Cosmos 1860;1:540-4.

80. Goddard C. Separation of the superior maxilla at the symphysis. Dent Cosmos 1893;35(9):880-2.

81. Brown G. The application of orthodontia principles to the prevention of nasal disease. Dent Cosmos 1903;45(10):765-75.

82. Dean LW. The influence on the nose of widening the palatal arch. J Am Med Assoc 1909;52(12):941-3.

83. Korkhaus G. Present orthodontic thought in Germany: jaw widening with active appliances in cases of mouth breathing. Am J Orthod 1960;46(3):187-206.

84. Starnbach HK, Cleall, JF. The effects of splitting the midpalatal suture on the surrounding structures. Am J Orthod Dentofac Orthop 1964;50(12):923-4.

85. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. Am J Orthod 1975;67(1):44-56.

86. Biederman W. A hygienic appliance for rapid expansion. JPO J Pract Orthod 1968;2(2):67-70.

87. Gardner GE, Kronman JH. Cranioskeletal displacements caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey. Am J Orthod 1971;59(2):146-55.

88. Vardimon AD, Graber T, Voss LR, Verrusio E. Magnetic versus mechanical expansion with different force thresholds and points of force application. Am J Orthod Dentofac Orthop 1987;92(6):455-66.

89. Darendeliler MA, Strahm C, Joho J-P. Light maxillary expansion forces with the magnetic expansion device. A preliminary investigation. Eur J Orthod 1994;16(6):479-90.

90. Wichelhaus A, Geserick M, Ball J. A new nickel titanium rapid maxillary expansion screw. J Clin Orthod 2004;38(12):677.

91. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. Am J Orthod 1970;57(3):219-55.

92. Dellinger EL. A preliminary study of anterior maxillary displacement. Am J Orthod Dentofac Orthop 1973;63(5):509-16.

93. Debbane EF. A cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat. Am J Orthod Dentofac Orthop 1958;44(3):187-219.

94. McNamara JA, Brudon WL, Kokich VG. Orthodontics and dentofacial orthopedics. USA: Needham Press; 2001. p.97-110.

95. Haas A. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. Angle Orthod 1980;50(3):189-217.

96. Hartgerink DV, Vig PS, Orth D, Abbott DW. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. Am J Orthod Dentofac Orthop 1987;92(5):381-9.

97. Gianelly AA. Rapid palatal expansion in the absence of crossbites: added value? Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;124(4):362-5.

98. Adkins M, Nanda R, Currier G. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990;97(3):194-9.

99. Biederman W. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. Am J Orthod 1973;63(1):47-55.

100. Alessandri GB, Marini I, Rizzi R. Disconnectable rapid palatal expander. J Clin Orthod 1996;30(6):334-6.

101. Schellino E. REM: la vite ragno secondo Schellino e Modica. Boll Interm Orthod Leone 1996;55:36-9.

102. Cozza P, Giancotti A, Petrosino A. Butterfly expander for use in the mixed dentition. J Clin Orthod 1999;33(10):583.

103. Lamparski Jr DG, Rinchuse DJ, Close JM, Sciote JJ. Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. Am J Orthod Dentofac Orthop 2003;123(3):321-8.

104. Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon AD. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2-versus 4-band appliances. Am J Orthod Dentofac Orthop 2005;127(4):483-92.

105. Farronato G, Maspero C, Farronato D, Giannini L. Modified Hyrax expander for correction of upper midline deviation. J Clin Orthod 2009;43(3):158.

106. Timms DJ. Rapid maxillary expansion. Chicago: Quintessence Publishing Co; 1981. p.15-121.

107. Howe RP. Palatal expansion using a bonded appliance: Report of a case. Am J Orthod 1982;82(6):464-8.

108. Cohen M, Silverman E. A new and simple palate splitting device. J Clin Orthod 1973;7(6):368-9.

109. Kanomi R, Deguchi T, Kakuno E, Takano-Yamamoto T, Roberts WE. CBCT of skeletal changes following rapid maxillary expansion to increase arch-length with a development-dependent bonded or banded appliance. Angle Orthod 2013;83(5):851-7.

110. Agarwal A, Mathur R. Maxillary expansion. Int J Clin Pediatr Dent 2010;3(3):139.

111. McNamara Jr JA. An orthopedic approach to the treatment of Class III malocclusion in young patients. J Clin Orthod 1987;21(9):598.

112. Alpern M, Yurosko J. Rapid palatal expansion in adults: with and without surgery. Angle Orthod 1987;57(3):245-63.

113. Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;116(1):31-40.

114. Memikoğlu T, Iseri H. Nonextraction treatment with a rigid acrylic, bonded rapid maxillary expander. J Clin Orthod 1997;31(2):113-8.

115. Orhan M, Üsümez S, Malkoc S. Modified bonded rapid maxillary expansion appliance. World J Orthod 2003;4(2):119-25.

116. Memikoglu T, Işeri H. Effects of a bonded rapid maxillary expansion appliance during orthodontic treatment. Angle Orthod 1999;69(3):251-6.

117. Lo Giudice A, Barbato E, Cosentino L, Ferraro CM, Leonardi R. Alveolar bone changes after rapid maxillary expansion with tooth-born appliances: a systematic review. Eur J Orthod. 2018;40(3):296-303.

118. Rinaldi MRL, Azeredo F, de Lima EM, Rizzatto SMD, Sameshima G, de Menezes LM. Cone-beam computed tomography evaluation of bone plate and root length after maxillary expansion using tooth-borne and tooth-tissue-borne banded expanders. Am J Orthod Dentofac Orthop 2018;154(4):504-16.

119. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. Am J Orthod 1982;82(4):329-42.

120. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara Jr JA. Treatment timing for rapid maxillary expansion. Angle Orthod 2001;71(5):343-50.

121. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. Am J Orthod Dentofac Orthop 2006;129(6):749-58.

122. Lagravere M, Major Pa, Flores-Mir C. Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary expansion. Int J Oral Maxillofac Surg 2006;35(6):481-7.

123. Verquin M, Daems L, Politis C. Short-term complications after surgically assisted rapid palatal expansion: a retrospective cohort study. Int J Oral Maxillofac Surg 2017;46(3):303-8.

124. Wehrbein H, Diedrich P. Endosseous titanium implants during and after orthodontic load-an experimental study in the dog. Clin Oral Implants Res 1993;4(2):76-82.

125. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? Am J Orthod Dentofac Orthop 2004;126(1):42-7.

126. Erverdi N, Acar A. Zygomatic anchorage for en masse retraction in the treatment of severe Class II division 1. Angle Orthod 2005;75(3):483-90.

127. Sugawara J, Nishimura M. Minibone plates: the skeletal anchorage system. Semin Orthod 2005;11(1):47-56.

128. 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. Clin Oral Implants Res 2008;19(11):1188-96.

129. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999;115(2):166-74.

130. De Clerck H, Geerinckx V, Siciliano S. The zygoma anchorage system. J Clin Orthod 2002;36(8):455-9.

131. Wilmes B, Ngan P, Liou E, Franchi L, Drescher D. Early class III facemask treatment with the hybrid hyrax and Alt-RAMEC protocol. J Clin Orthod 2014;48(2):84-93.

132. Ludwig B, Glas B, Bowman S, Drescher D, Wilmes B. Miniscrew-supported Class III treatment with the Hybrid RPE Advancer. J Clin Orthod 2010;44(9):533-9.

133. Kim KB. Bone-Anchored Rapid Palatal Expansion. Temporary Skeletal Anchorage Devices. 1st ed. Berlin, Heidelberg: Springer; 2014. p. 99-117.

134. Lee HK, Bayome M, Ahn CS, Kim SH, Kim KB, Mo SS, et al. Stress distribution and displacement by different bone-borne palatal expanders with micro-implants: a three-dimensional finite-element analysis. Eur J Orthod 2014;36(5):531-40.

135. Celenk-Koca T, Erdinc AE, Hazar S, Harris L, English JD, Akyalcin S. Evaluation of miniscrew-supported rapid maxillary expansion in adolescents: a prospective randomized clinical trial. Angle Orthod 2018;88(6):702-9.

136. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Mallya SM, Moschik C, Pan HC, Miller J. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. Prog Orthod 2017;18(1):34.

137. Yılmaz A, Arman-Özçırpıcı A, Erken S, Polat-Özsoy Ö. Comparison of short-term effects of mini-implant-supported maxillary expansion appliance with two conventional expansion protocols. Eur J Orthod 2015;37(5):556-64.

138. Lin L, Ahn H-W, Kim S-J, Moon S-C, Kim S-H, Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. Angle Orthod 2015;85(2):253-62.

139. Cousley R. The orthodontic mini-implant clinical handbook. Bone-anchored Maxillary Expansion. 2nd ed. Peterborough, UK: John Wiley & Sons; 2020. p. 259-85.

140. Lee K-J, Park Y-C, Park J-Y, Hwang W-S. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(6):830-9.

141. Seong E-H, Choi S-H, Kim H-J, Yu H-S, Park Y-C, Lee K-J. Evaluation of the effects of miniscrew incorporation in palatal expanders for young adults using finite element analysis. Korean J Orthod 2018;48(2):81-9.

142. Choi S-H, Shi K-K, Cha J-Y, Park Y-C, Lee K-J. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. Angle Orthod 2016;86(5):713-20.

143. Lim H-M, Park Y-C, Lee K-J, Kim K-H, Choi YJ. Stability of dental, alveolar, and skeletal changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion. Korean J Orthod 2017;47(5):313-22.

144. Park JJ, Park Y-C, Lee K-J, Cha J-Y, Tahk JH, Choi YJ. Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: a cone-beam computed tomography study. Korean J Orthod 2017;47(2):77-86.

145. Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2017;151(5):887-97.

146. Wilmes B, Nienkemper M, Drescher D. Application and effectiveness of a mini-implant-and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. World J Orthod 2010;11(4):323-30.

147. Toklu MG, Germec-Cakan D, Tozlu M. Periodontal, dentoalveolar, and skeletal effects of tooth-borne and tooth-bone-borne expansion appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;148(1):97-109.

148. Hoxha S, Sawafta A, Akçam MO. Mini İmplant ve Diş-İmplant Destekli Hızlı Maksiller Genişletme: Üç Boyutlu FEM Çalışması. AÜ Diş Hek Fak Derg 2018;45(14):33-40.

149. Canan S, Şenışık NE. Comparison of the treatment effects of different rapid maxillary expansion devices on the maxilla and the mandible. Part 1: Evaluation of dentoalveolar changes. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2017;151(6):1125-38.

150. Vanarsdall Jr RL, Blasi Jr I, Evans M, Kocian P. Rapid maxillary expansion with skeletal anchorage vs. bonded tooth/tissue born expanders: A case report comparison utilizing CBCT. RMO Clin Review 2012;1(1):18-22.

151. Ramoglu SI, Sari Z. Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid? Eur J Orthod 2010;32(1):11-8.

152. Ballanti F, Lione R, Fanucci E, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Immediate and post-retention effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients. Angle Orthod 2009;79(1):24-9.

153. Needleman HL, Hoang C, Allred E, Hertzberg J, Berde C. Reports of pain by children undergoing rapid palatal expansion. Pediatr Dent 2000;22(3):221-6.

154. Geran RG, McNamara JA, Jr., Baccetti T, Franchi L, Shapiro LM. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(5):631-40.

155. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid maxillary expansion. Is it better in the mixed or in the permanent dentition? Angle Orthod 2003;73(6):654-61.

156. Baldini A, Nota A, Santariello C, Assi V, Ballanti F, Cozza P. Influence of activation protocol on perceived pain during rapid maxillary expansion. Angle Orthod 2015;85(6):1015-20.

157. Baldini A, Nota A, Santariello C, Assi V, Ballanti F, Cozza P. A comparative assessment of changes in dental arches associated with different activation protocols of rapid maxillary expansion. Eur J Paediatr Dent 2018;19(1):35-9.

158. Baldini A, Nota A, Santariello C, Caruso S, Assi V, Ballanti F. Sagittal dentoskeletal modifications associated with different activation protocols of rapid maxillary expansion Eur J Paediatr Dent 2018;19(2):151-5.

159. Keith A, Campion GG. A contribution to the mechanism of growth in the human face. Int J Orthod 1922;8(10):607-33.

160. Krebs A. Midpalatal suture expansion studies by the implant method over a seven-year period. Rep Congr Eur Orthod Soc 1964;40:131-42.

161. Skieller V. Expansion of the midpalatal suture by removable palates, analysed by the implant method. Rep Congr Eur Orthod Soc 1964;40:143-58.

162. Bjork A. Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. Acta Odontol Scand 1955;13(1):9-34.

163. Persson M. Structure and growth of facial sutures. Odontol Revy 1973;26:101-13.

164. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study. Am J Orthod 1975;68(1):42-54.

165. Björk A, Skieller V. Growth in width of the maxilla studied by the implant method. Scand J Plast Reconstr Surg 1974;8(1-2):26-33.

166. Mohan CN, Araujo EA, Oliver DR, Kim KB. Long-term stability of rapid palatal expansion in the mixed dentition vs the permanent dentition. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2016;149(6):856-62.

167. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. Am J Orthod 1977;72(1):42-52.

168. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HI. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. Am J Orthod 1984;86(3):207-13.

169. Nanda RS. The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. Am J Orthod 1955;41(9):658-73.

170. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. Angle Orthod 1966;36(1):44-54.

171. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. California: Stanford university press; 1959.

172. Tanner JM. Growth of the human at the time of adolescence. Lect Sci Basis Med 1953;1:308-63.

173. Lamparski D. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Master of Science Thesis. University of Pittsburgh, 1972.

174. Revelo B, Fishman LS. Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994;105(3):288-92.

175. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. Eur J Orthod 2001;23(2):105-14.

176. Angelieri F, Cevidanes L, Franchi L, Gonçalves J, Benavides E, McNamara Jr J. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144(5):759-69.

177. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes L, McNamara Jr J. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;148(6):1010-6.

178. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LH, Bueno-Silva B, McNamara Jr JA. Prediction of rapid maxillary expansion by assessing the maturation of the midpalatal suture on cone beam CT. Dental Press J Orthod 2016;21(6):115-25.

179. Grünheid T, Larson CE, Larson BE. Midpalatal suture density ratio: a novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion Am J Orthod Dentofacial Orthop 2017;151(2):267-76.

180. 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. Clin Implant Dent Relat Res 2014;16(4):471-8.

181. Dewey M. Bone development as a result of mechanical force: report on further treatment in attempting the opening of the Intermaxillary suture in animals. Am J Orthod 1914;36:420-38.

182. Cleall JF, Bayne DI, Posen JM, Subtelny JD. Expansion of the midpalatal suture in the monkey. Angle Orthod 1965;35:23-35.

183. Langford S, Sims M. Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. Am J Orthod 1982;81(2):108-15.

184. Odenrick L, Karlander OD, Eva Lilja, Pierce OD, Angela, Fracds OD, Kretschmar U. Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. Eur J Orthod 1991;13(4):264-70.

185. Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. Trans Eur Orthod Soc 1971:263-71.

186. Kanekawa M, Shimizu N. Age-related changes on bone regeneration in midpalatal suture during maxillary expansion in the rat. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998;114(6):646-53.

187. Lima Jr SM, de Moraes M, Asprino L. Photoelastic analysis of stress distribution of surgically assisted rapid maxillary expansion with and without separation of the pterygomaxillary suture. J Oral Maxillofac Surg 2011;69(6):1771-5.

188. Pavlin D, Vukicevic D. Mechanical reactions of facial skeleton to maxillary expansion determined by laser holography. Am J Orthod 1984;85(6):498-507.

189. Iseri H, Tekkaya AE, Oztan O, Bilgic S. Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. Eur J Orthod1998;20(4):347-56.

190. Jafari A, Shetty KS, Kumar M. Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces--a three-dimensional FEM study. Angle Orthod 2003;73(1):12-20.

191. Yu HS, Baik HS, Sung SJ, Kim KD, Cho YS. Three-dimensional finite-element analysis of maxillary protraction with and without rapid palatal expansion. Eur J Orthod 2007;29(2):118-25.

192. Lee H, Ting K, Nelson M, Sun N, Sung SJ. Maxillary expansion in customized finite element method models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136(3):367-74.

193. Hartono N, Soegiharto BM, Widayati R. The difference of stress distribution of maxillary expansion using rapid maxillary expander (RME) and maxillary skeletal expander (MSE)-a finite element analysis. Prog Orthod 2018;19(1):33.

194. Holmgren EP, Seckinger RJ, Kilgren LM, Mante F. Evaluating Parameters of osseointegrated dental implants using finite element analysis a two-dimensional comparative study examining the effects of implant diameter, implant shape, and load direction. J Oral Implantol 1998;24(2):80-8.

195. Gautam P, Valiathan A, Adhikari R. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion: a finite element method study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132(1):5.e1-11.

196. Priyadarshini J, Mahesh C, Chandrashekar B, Sundara A, Arun A, Reddy VP. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion—a finite element method study. Prog Orthod 2017;18(1):17.

197. Araugio RM, Landre J, Jr., Silva Dde L, Pacheco W, Pithon MM, Oliveira DD. Influence of the expansion screw height on the dental effects of the hyrax expander: a study with finite elements. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;143(2):221-7.

198. Lee SC, Park JH, Bayome M, Kim KB, Araujo EA, Kook YA. Effect of bone-borne rapid maxillary expanders with and without surgical assistance on the craniofacial structures using finite element analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2014;145(5):638-48.

199. Hunter WS, Priest WR. Errors and discrepancies in measurement of tooth size. J Dent Res 1960;39(2):405-14.

200. Han UK, Vig KW, Weintraub JA, Vig PS, Kowalski CJ. Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1991;100(3):212-9.

201. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem T. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. Eur J Orthod 1998;20(3):255-61.

202. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. Angle Orthod 2002;72(1):61-71.

203. Hayashi K, Sachdeva AU, Saitoh S, Lee S-P, Kubota T, Mizoguchi I. Assessment of the accuracy and reliability of new 3-dimensional scanning devices. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144(4):619-25.

204. Asquith J, Gillgrass T, Mossey P. Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study. Eur J Orthod 2007;29(5):517-22.

205. Bell A, Ayoub AF, Siebert P. Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models. J Orthod 2014;30(3):219-23.

206. Horton HM, Miller JR, Gaillard PR, Larson BE. Technique comparison for efficient orthodontic tooth measurements using digital models. Angle Orthod 2010;80(2):254-61.

207. Kasparova M, Grafova L, Dvorak P, Dostalova T, Prochazka A, Eliasova H. Possibility of reconstruction of dental plaster cast from 3D digital study models. Biomed Eng Online 2013;12(1):1-11.

208. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. Eur J Orthod 2016;38(4):429-34.

209. Gracco A, Buranello M, Cozzani M, Siciliani G. Digital and plaster models: a comparison of measurements and times. Prog Orthod 2007;8(2):252-9.

210. Broadbent BH. A new x-ray technique and its aplication to orthodontia. Angle Orthod 1931;1(2):45-66.

211. Ioi H, Nakata S, Nakasima A, Counts AL. Comparison of cephalometric norms between Japanese and Caucasian adults in antero-posterior and vertical dimension. Eur J Orthod 2007;29(5):493-9.

212. Pittayapat P, Limchaichana-Bolstad N, Willems G, Jacobs R. Three-dimensional cephalometric analysis in orthodontics: a systematic review. Orthod Craniofac Res 2014;17(2):69-91.

213. Macri V, Athanasiou AE. Sources of error in lateral cephalometry. London: Mosby-Wolfe; 1995. p.125-40.

214. Quintero JC, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. Angle Orthod 1999;69(6):491-506.

215. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. J Orthod. 2002;29(1):66-9.

216. Melsen B, Baumrind S. Clinical research applications of cephalometry. St Louis: Mosby-Wolfe; 1995. p.181-202.

217. Celik E, Polat-Ozsoy O, Toygar Memikoglu TU. Comparison of cephalometric measurements with digital versus conventional cephalometric analysis. Eur J Orthod 2009;31(3):241-6.

218. Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. Am J Orthod 1976;70(5):517-28.

219. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. J Appl Physiol 1989;66(1):295-303.

220. Min YG, Jang YJ. Measurements of cross-sectional area of the nasal cavity by acoustic rhinometry and CT scanning. Laryngoscope 1995;105(7):757-9.

221. Çakmak Ö, Coşkun M, Çelik H, Büyüklü F, Özlüoğlu LN. Value of acoustic rhinometry for measuring nasal valve area. Laryngoscope 2003;113(2):295-302.

222. Sökücü O, Doruk C, Uysal Öİ. Comparison of the effects of RME and fan-type RME on nasal airway by using acoustic rhinometry. Angle Orthod 2010;80(5):870-5.

223. Coşkun İ, Kaya B. Cone beam computed tomography in orthodontics. Turk J Orthod 2018;31(2):55-61.

224. Scarfe WC, Farman AG, Levin MD, Gane D. Essentials of maxillofacial cone beam computed tomography. Alpha Omegan 2010;103(2):62-7.

225. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006;129(5):600.e23-34.

226. Nakasima A, Terajima M, Mori N, Hoshino Y, Tokumori K, Aoki Y. Three-dimensional computer-generated head model reconstructed from cephalograms, facial photographs, and dental cast models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2005;127(3):282-92.

227. Timms DJ, Preston CB, Daly PF. A computed tomographic assessment of maxillary movement induced by rapid expansion - a pilot study. Eur J Orthod 1982;4(2):123-7.

228. da Silva Filho OG, Lara TS, de Almeida AM, da Silav HC. Evaluation of the midpalatal suture during rapid palatal expansion in children: a CT study. J Clin Pediatr Dent 2005;29(3):231-8.

229. Loddi PP, Pereira MD, Wolosker AB, Hino CT, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. J Craniofac Surg 2008;19(2):433-8.

230. Palaisa J, Ngan P, Martin C, Razmus T. Use of conventional tomography to evaluate changes in the nasal cavity with rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132(4):458-66.

231. Haralambidis A, Ari-Demirkaya A, Acar A, Küçükkeleş N, Ateş M, Ozkaya S. Morphologic changes of the nasal cavity induced by rapid maxillary expansion: a

study on 3-dimensional computed tomography models. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136(6):815-21.

232. Görgülü S, Gokce SM, Olmez H, Sagdic D, Ors F. Nasal cavity volume changes after rapid maxillary expansion in adolescents evaluated with 3-dimensional simulation and modeling programs. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140(5):633-40.

233. Hatcher DC. Operational principles for cone-beam computed tomography. J Am Dent Assoc 2010;141:3S-6S.

234. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J Can Dent Assoc 2006;72(1):75-80.

235. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132(4):429-38.

236. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136(3):312. e1-. e10.

237. Ganz SD. Cone beam computed tomography–assisted treatment planning concepts. Dent Clin North Am 2011;55(3):515-36.

238. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Annals of the ICRP. 2007;37(2-4):1-332.

239. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006;35(4):219-26.

240. Okano T, Harata Y, Sugihara Y, Sakaino R, Tsuchida R, Iwai K. Absorbed and effective doses from cone beam volumetric imaging for implant planning. Dentomaxillofac Radiol 2009;38(2):79-85.

241. Silva MAG, Wolf U, Heinicke F, Gründler K, Visser H, Hirsch E. Effective dosages for recording Veraviewepocs dental panoramic images: analog film, digital, and panoramic scout for CBCT. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008;106(4):571-7.

242. Gijbels F, Jacobs R, Bogaerts R, Debaveye D, Verlinden S, Sanderink G. Dosimetry of digital panoramic imaging. Part I: Patient exposure. Dentomaxillofac Radiol 2005;34(3):145-9.

243. Lecomber A, Yoneyama Y, Lovelock D, Hosoi T, Adams A. Comparison of patient dose from imaging protocols for dental implant planning using conventional radiography and computed tomography. Dentomaxillofac Radiol 2001;30(5):255-9.

244. Theodorakou C, Walker A, Horner K, Pauwels R, Bogaerts R, Jacobs Dds R. Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. Br J Radiol 2012;85(1010):153-60.

245. Gavala S, Donta C, Tsiklakis K, Boziari A, Kamenopoulou V, Stamatakis HC. Radiation dose reduction in direct digital panoramic radiography. Eur J Radiol 2009;71(1):42-8.

246. Silva MAG, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133(5):640. e1-e5.

247. Gijbels F, Sanderink G, Wyatt J, Van Dam J, Nowak B, Jacobs R. Radiation doses of indirect and direct digital cephalometric radiography. Br Dent J 2004;197(3):149-52.

248. Roberts J, Drage N, Davies J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. Br J Radiol 2009;82(973):35-40.

249. Ludlow JB, Walker C. Assessment of phantom dosimetry and image quality of i-CAT FLX cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144(6):802-17.

250. Danforth RA, Dus I, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. J Calif Dent Assoc 2003;31(11):817-23.

251. Signorelli L, Patcas R, Peltomäki T, Schätzle M. Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. J Orofac Orthop 2016;77(1):9-15.

252. McCollough CH, Bushberg JT, Fletcher JG, Eckel LJ. Answers to Common Questions About the Use and Safety of CT Scans. Mayo Clin Proc 2015;90(10):1380-92.

253. Hans MG, Palomo JM, Valiathan M. History of imaging in orthodontics from Broadbent to cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;148(6):914-21.

254. De Vos W, Casselman J, Swennen G. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg 2009;38(6):609-25.

255. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ, Harrell Jr WE, Hatcher DC. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on

human dry skulls. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics. 2004;126(4):397-409.

256. Sun L, Hwang H-S, Lee K-M. Registration area and accuracy when integrating laser-scanned and maxillofacial cone-beam computed tomography images. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2018;153(3):355-61.

257. Caloss R, Atkins K, Stella JP. Three-dimensional imaging for virtual assessment and treatment simulation in orthognathic surgery. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 2007;19(3):287-309.

258. Kumar V, Ludlow J, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. Dentomaxillofac Radiol 2007;36(5):263-9.

259. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132(4):550-60.

260. Nervina J. Cone beam computed tomography use in orthodontics. Aust Dent J 2012;57(1):95-102.

261. Stratemann S, Huang J, Maki K, Miller A, Hatcher D. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. Dentomaxillofac Radiol 2008;37(2):80-93.

262. Tadinada A, Marczak A, Yadav S, Mukherjee PM. Applications of cone beam computed tomography in orthodontics: a review. Turk J Orthod 2016;29(3):73-9.

263. Yadav S, Palo L, Mahdian M, Upadhyay M, Tadinada A. Diagnostic accuracy of 2 cone-beam computed tomography protocols for detecting arthritic changes in temporomandibular joints. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;147(3):339-44.

264. Lagravere MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(3):304.e1-12.

265. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134(1):8. e1-8. e11.

266. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132(4):428. e1-. e8.

267. Habeeb M, Boucher N, Chung C-H. Effects of rapid palatal expansion on the sagittal and vertical dimensions of the maxilla: a study on cephalograms derived from cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;144(3):398-403.

268. Woller JL, Kim KB, Behrents RG, Buschang PH. An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. Dental Press J Orthod 2014;19(1):26-35.

269. Zandi M, Miresmaeili A, Heidari A. Short-term skeletal and dental changes following bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial study. J Craniomaxillofac Surg 2014;42(7):1190-5.

270. Goldstein A. Overview of the physics of US. Radiographics 1993;13(3):701-4.

271. Cotti E, Campisi G, Garau V, Puddu G. A new technique for the study of periapical bone lesions: ultrasound real time imaging. Int Endod J 2002;35(2):148-52.

272. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. N Engl J Med 2011;364(8):749-57.

273. Sumer A, Danaci M, Ozen Sandikçi E, Sumer M, Celenk P. Ultrasonography and Doppler ultrasonography in the evaluation of intraosseous lesions of the jaws. Dentomaxillofac Radiol 2009;38(1):23-7.

274. Dib LL, Curi MM, Chammas MC, Pinto DS, Torloni H. Ultrasonography evaluation of bone lesions of the jaw. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996;82(3):351-7.

275. Shahidi S, Shakibafard A, Zamiri B, Mokhtare MR, Houshyar M, Mahdian S. The feasibility of ultrasonography in defining the size of jaw osseous lesions. Int J Dent 2015;16(4):335-40.

276. Cotti E, Campisi G, Ambu R, Dettori C. Ultrasound real-time imaging in the differential diagnosis of periapical lesions. Int Endod J 2003;36(8):556-63.

277. Bakke M, Tuxetv A, Vilmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M. Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force, electromyography, facial morphology, and occlusal factors. Eur J Oral Sci 1992;100(3):164-71.

278. Close PJ, Stokes MJ, L'estrange PR, Rowell J. Ultrasonography of masseter muscle size in normal young adults. J Oral Rehabil 1995;22(2):129-34.

279. Kubo K, Kawata T, Ogawa T, Watanabe M, Sasaki K. Outer shape changes of human masseter with contraction by ultrasound morphometry. Arch Oral Biol 2006;51(2):146-53.

280. Gumussoy I, Miloglu O, Bayrakdar IS, Dagistan S, Caglayan F. Ultrasonography in the evaluation of the mid-palatal suture in rapid palatal expansion. Dentomaxillofac Radiol 2014;43(8):20140167.

281. Thurmüller P, Troulis M, O'Neill MJ, Kaban LB. Use of ultrasound to assess healing of a mandibular distraction wound. J Oral Maxillofac Surg 2002;60(9):1038-44.

282. Hughes C, Williams R, Bradley M, Irvine G. Ultrasound monitoring of distraction osteogenesis. Br J Oral Maxillofac Surg 2003;41(4):256-8.

283. Young J, Kostrubiak I, Resnik CS, Paley D. Sonographic evaluation of bone production at the distraction site in Ilizarov limb-lengthening procedures. AJR Am J Roentgenol 1990;154(1):125-8.

284. Moed BR, Kim EC, van Holsbeeck M, Schaffler MB, Subramanian S, Bouffard JA. Ultrasound for the early diagnosis of tibial fracture healing after static interlocked nailing without reaming: histologic correlation using a canine model. J Orthop Trauma. 1998;12(3):200-5.

285. Bruno C, Minniti S, Buttura-da-Prato E, Albanese M, Nocini PF, Pozzi-Mucelli R. Gray-scale ultrasonography in the evaluation of bone callus in distraction osteogenesis of the mandible: initial findings. Eur Radiol 2008;18(5):1012-7.

286. Blane C, Herzenberg J, DiPietro M. Radiographic imaging for Ilizarov limb lengthening in children. Pediatr Radiol 1991;21(2):117-20.

287. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. Am J Orthod 1980;77(5):500-7.

288. Baydas B, Yavuz İ, Uslu H, Dagsuyu İM, Ceylan İ. Nonsurgical rapid maxillary expansion effects on craniofacial structures in young adult females: a bone scintigraphy study. Angle Orthod 2006;76(5):759-67.

289. Kudlick EM. A study utilizing dry human skulls as models to determine how bones of the craniofacial complex are displaced under the influence of midpalatal expansion. Am J Orthod 1974;66(1):103.

290. Ghoneima A, Abdel-Fattah E, Hartsfield J, El-Bedwehi A, Kamel A, Kula K. Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140(4):510-9.

291. Bazargani F, Feldmann I, Bondemark L. Three-dimensional analysis of effects of rapid maxillary expansion on facial sutures and bones: a systematic review. Angle Orthod 2013;83(6):1074-82.

292. Davis WM, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. Angle Orthod 1969;39(2):126-32.

293. Ekstrom C, Henrikson CO, Jensen R. Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. Am J Orthod 1977;71(4):449-55.

294. Braun S, Bottrel JA, Lee KG, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000;118(3):257-61.

295. Lione R, Ballanti F, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134(3):389-92.

296. Christie KF, Boucher N, Chung C-H. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: a cone-beam computed tomography study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(4):79-85.

297. Habersack K, Karoglan A, Sommer B, Benner KU. High-resolution multislice computerized tomography with multiplanar and 3-dimensional reformation

imaging in rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131(6):776-81.

298. Storey E. Tissue response to the movement of bones. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1973;64(3):229-47.

299. Doruk C, Bicakci AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. Angle Orthod 2004;74(2):184-94.

300. Chung CH, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126(5):569-75.

301. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem T. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. Eur J Orthod 1999;21(2):175-80.

302. Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;95(6):462-6.

303. Chang JY, McNamara JA, Jr., Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997;112(3):330-7.

304. Ten Cate AR, Freeman E, Dickinson JB. Sutural development: structure and its response to rapid expansion. Am J Orthod 1977;71(6):622-36.

305. Fried KH. Palate-tongue relativity. Angle Orthod 1971;41(4):308-23.

306. Spillane LM, McNamara Jr JA. Maxillary adaptation to expansion in the mixed dentition. Semin Orthod 1995;1(3):176-87.

307. Lebret LM. Changes in the palatal vault resulting from expansion. Angle Orthod 1965;35(2):97-105.

308. Bruder C, Ortolani CLF, de Lima TA, Artese F, Faltin Junior K. Evaluation of palate area before and after rapid maxillary expansion, using cone-beam computed tomography. Dental Press J Orthod 2019;24(5):40-5.

309. Oliveira NL, Da Silveira AC, Kusnoto B, Viana G. Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: a comparison of 2 kinds of palatal expanders. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126(3):354-62.

310. Gohl E, Nguyen M, Enciso R. Three-dimensional computed tomography comparison of the maxillary palatal vault between patients with rapid palatal expansion and orthodontically treated controls. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;138(4):477-85.

311. Krebs A. Expansion of the midpalatal suture, studied by means of metallic implants. Acta Odontol Scand 1959;17(4):491-501.

312. Dogra N, Sidhu M, Dabas A, Grover S, Gupta M. Cone-beam computed tomography evaluation of dental, skeletal, and alveolar bone changes associated with bonded rapid maxillary expansion. J Indian Orthod Society 2016;50(1):19-25.

313. Kartalian A, Gohl E, Adamian M, Enciso R. Cone-beam computerized tomography evaluation of the maxillary dentoskeletal complex after rapid palatal expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;138(4):486-92.

314. Kılıç N, Kiki A, Oktay H. A comparison of dentoalveolar inclination treated by two palatal expanders. Eur J Orthod 2008;30(1):67-72.

315. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. Angle Orthod 2000;70(2):129-44.

316. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996;109(4):361-7.

317. Spolyar JL. The design, fabrication, and use of a full-coverage bonded rapid maxillary expansion appliance. Am J Orthod 1984;86(2):136-45.

318. Wendling LK, McNamara Jr JA, Franchi L, Baccetti T. A prospective study of the short-term treatment effects of the acrylic-splint rapid maxillary expander combined with the lower Schwarz appliance. Angle Orthod 2005;75(1):7-14.

319. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994;106(3):322-8.

320. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion—tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. Angle Orthod 2005;75(4):548-57.

321. Erverdi N, Okar I, Kücükkeles N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994;106(1):47-51.

322. O'Higgins EA, Lee RT. How much space is created from expansion or premolar extraction? J Orthod 2000;27(1):11-3.

323. Gryson JA. Changes in mandibular interdental distance concurrent with rapid maxillary expansion. Angle Orthod 1977;47(3):186-92.

324. Lima AC, Lima AL, Filho RM, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: a long-term study on Class I malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;126(5):576-82.

325. Sandstrom RA, Klapper L, Papaconstantinou S. Expansion of the lower arch concurrent with rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988;94(4):296-302.

326. Baysal A, Veli I, Ucar FI, Eruz M, Ozer T, Uysal T. Changes in mandibular transversal arch dimensions after rapid maxillary expansion procedure assessed through cone-beam computed tomography. Korean J Orthod 2011;41(3):200-10.

327. Gray LP. Results of 310 cases of rapid maxillary expansion selected for medical reasons. J Laryngol Otol 1975;89(6):601-14.

328. Bicakci AA, Agar U, Sökücü O, Babacan H, Doruk C. Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing. Angle Orthod 2005;75(1):1-6.

329. Timms DJ. Rapid maxillary expansion in the treatment of nocturnal enuresis. Angle Orthod 1990;60(3):229-33.

330. Basciftci F, Mutlu N, Karaman A, Malkoc S, Küçükkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? Angle orthod 2002;72(2):118-23.

331. Derichsweiler H. Die Umstellung der Mundatmung zur Nasenatmung durch die Gaumennahterweiterung. Fortschr Kieferorthop 1954;15(3):234-43.

332. Piccini A, Biagini C, Sensini I, Giorgetti R, Fiorelli G, Picchi F. Morphofunctional correlations in children with upper maxillary endognathia. Rev Laryngol Otol Rhinol 1992;113(1):33-7.

333. Ceylan Í, Oktay H, Demirci M. The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. Angle Orthod 1996;66(4):301-8.

334. Stockfisch H. Possibilities and limitation of expanding the palatal suture. Dtsch Stomatol 1971;21(7):530.

335. De Felippe NLO, Da Silveira AC, Viana G, Kusnoto B, Smith B, Evans CA. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short-and long-term effects. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;134(3):370-82.

336. Villa MP, Rizzoli A, Rabasco J, Vitelli O, Pietropaoli N, Cecili M, et al. Rapid maxillary expansion outcomes in treatment of obstructive sleep apnea in children. Sleep Med 2015;16(6):709-16.

337. Ballanti F, Lione R, Baccetti T, Franchi L, Cozza P. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion investigated with low-dose computed tomography in growing subjects. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;138(3):311-7.

338. Ribeiro ANC, De Paiva JB, Rino-Neto J, Illipronti-Filho E, Trivino T, Fantini SM. Upper airway expansion after rapid maxillary expansion evaluated with cone beam computed tomography. Angle Orthod 2012;82(3):458-63.

339. Tausche E, Deeb W, Hansen L, Hietschold V, Harzer W, Schneider M. CT analysis of nasal volume changes after surgically-assisted rapid maxillary expansion. J Orofac Orthop 2009;70(4):306-17.

340. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. J Am Dent Assoc 2006;137(1):44-53.

341. Ramires T, Maia RA, Barone JR. Nasal cavity changes and the respiratory standard after maxillary expansion. Braz J Otorhinolaryngol 2008;74(5):763-9.

342. Gordon JM, Rosenblatt M, Witmans M, Carey JP, Heo G, Major PW. Rapid palatal expansion effects on nasal airway dimensions as measured by acoustic rhinometry: a systematic review. Angle Orthod 2009;79(5):1000-7.

343. Baratieri C, Alves Jr M, de Souza MMG, de Souza Araujo MoT, Maia LC. Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140(2):146-56.

344. Buck LM, Dalci O, Darendeliler MA, Papageorgiou SN, Papadopoulou AK. Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod 2017;39(5):463-73.

345. Niu X, Di Carlo G, Cornelis MA, Cattaneo PM. Three-dimensional analyses of short-and long-term effects of rapid maxillary expansion on nasal cavity and upper airway: A systematic review and meta-analysis. Orthod Craniofac Res 2020;23(3):250-76.

346. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(4):S71-S8.

347. Smith T, Ghoneima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2012;141(5):618-26.

348. Pangrazio-Kulbersh V, Wine P, Haughey M, Pajtas B, Kaczynski R. Cone beam computed tomography evaluation of changes in the naso-maxillary complex associated with two types of maxillary expanders. Angle Orthod 2012;82(3):448-57.

349. Kavand G, Lagravère M, Kula K, Stewart K, Ghoneima A. Retrospective CBCT analysis of airway volume changes after bone-borne vs tooth-borne rapid maxillary expansion. Angle Orthod 2019;89(4):566-74.

350. Aras A, Akay MC, Çukurova I, Günbay T, Işıksal E, Aras I. Dimensional changes of the nasal cavity after transpalatal distraction using bone-borne distractor: an acoustic rhinometry and computed tomography evaluation. J Oral Maxillofac Surg 2010;68(7):1487-97.

351. Lotfi V, Ghoneima A, Lagravere M, Kula K, Stewart K. Three-dimensional evaluation of airway volume changes in two expansion activation protocols. Int Orthod 2018;16(1):144-57.

352. Torun GS. Soft tissue changes in the orofacial region after rapid maxillary expansion. J Orofac Orthop 2017;78(3):193-200.

353. Altorkat Y, Khambay B, McDonald J, Cross D, Brocklebank L, Ju X. Immediate effects of rapid maxillary expansion on the naso-maxillary facial soft tissue using 3D stereophotogrammetry. Surgeon 2016;14(2):63-8.

354. Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Thomas BW, Kaczynski R. Photographic analysis of facial changes associated with maxillary expansion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;116(5):563-71.

355. Johnson BM, McNamara JA, Bandeen RL, Baccetti T. Changes in soft tissue nasal widths associated with rapid maxillary expansion in prepubertal and postpubertal subjects. Angle Orthod 2010;80(6):995-1001.

356. dos Santos BM, Stuani AS, Stuani AS, Faria G, Quintão CC, Stuani MB. Soft tissue profile changes after rapid maxillary expansion with a bonded expander. Eur J Orthod 2012;34(3):367-73.

357. Kiliç N, Kiki A, Oktay H, Erdem A. Effects of rapid maxillary expansion on Holdaway soft tissue measurements. Eur J Orthod 2008;30(3):239-43.

358. Nada RM, van Loon B, Maal TJ, Bergé SJ, Mostafa YA, Kuijpers-Jagtman AM, et al. Three-dimensional evaluation of soft tissue changes in the orofacial region after tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion. Clin Oral Investig 2013;17(9):2017-24.

359. Ramieri GA, Nasi A, Dell'acqua A, Verzé L. Facial soft tissue changes after transverse palatal distraction in adult patients. Int J Oral Maxillofac Surg 2008;37(9):810-8.

360. Zhou Y, Long H, Ye N, Xue J, Yang X, Liao L. The effectiveness of non-surgical maxillary expansion: a meta-analysis. Eur J Orthod 2014;36(2):233-42.

361. Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli İ. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. Angle Orthod 2012;82(3):488-94.

362. Akyalcin S, Schaefer JS, English JD, Stephens CR, Winkelmann S. A cone-beam computed tomography evaluation of buccal bone thickness following maxillary expansion. Imaging Sci Dent 2013;43(2):85-90.

363. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. Angle Orthod 1966;36(2):152-64.

364. Baysal A, Uysal T, Veli I, Ozer T, Karadede I, Hekimoglu S. Evaluation of alveolar bone loss following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. Korean J Orthod 2013;43(2):83-95.

365. Nguyen B, Kadioglu O, Currier GF, Olsen J. Cone beam computed tomography evaluation after palatal expansion and orthodontics. J World Fed Orthod 2013;2(1):e9-e13.

366. Wennström JL, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. J Clin periodontol 1987;14(3):121-9.

367. Vanarsdall RL. Orthodontics and periodontal therapy. Periodontol 2000 1995;9(1):132-49.

368. Babacan H, Doruk C, Bicakci AA. Pulpal blood flow changes due to rapid maxillary expansion. Angle Orthod 2010;80(6):1136-40.

369. Naoum S, Goonewardene M, Abbott PV, Karunanayake K, Budgeon C. Changes in pulp blood flow and pulp sensibility resulting from surgically assisted rapid maxillary expansion: A clinical study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2019;155(5):632-41.

370. Giudice AL, Leonardi R, Ronsivalle V, Allegrini S, Lagravère M, Marzo G. Evaluation of pulp cavity/chamber changes after tooth-borne and bone-borne rapid maxillary expansions: a CBCT study using surface-based superimposition and deviation analysis. Clin Oral Investig 2020;25(4):2237-47.

371. Kemaloğlu YK, Kobayashi T, Nakajima T. Associations between the eustachian tube and craniofacial skeleton. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2000;53(3):195-205.

372. Mew JR, Meredith GW. Middle ear effusion: an orthodontic perspective. J Laryngol Otol 1992;106(1):7-13.

373. Kilic N, Oktay H, Selimoğlu E, Erdem A. Effects of semirapid maxillary expansion on conductive hearing loss. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133(6):846-51.

374. Kılıç N, Yörük Ö, Kılıç SC, Çatal G, Kurt S. Rapid maxillary expansion versus middle ear tube placement: Comparison of hearing improvements in children with resistance otitis media with effusion. Angle Orthod 2016;86(5):761-7.

375. De Stefano A, Baffa C, Cerrone D, Mathur N, Cascini V, Petrucci AG. Management of recurrent otitis media with rapid maxillary expansion: our experience. B-ENT 2009;5(1):13-7.

376. Micheletti KR, de Mello JA, de Almeida Barreto Ramos SR, Scheibel PC, Scheibel GG, Ramos AL. Effects of rapid maxillary expansion on middle ear function: one-year follow-up. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2012;76(8):1184-7.

377. Taşpinar F, Uçüncü H, Bishara SE. Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss. Angle Orthod 2003;73(6):669-73.

378. Kilic N, Kiki A, Oktay H, Selimoglu E. Effects of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. Angle Orthod 2008;78(3):409-14.

379. Kurol J, Modin H, Bjerkhoel A. Orthodontic maxillary expansion and its effect on nocturnal enuresis. Angle Orthod 1998;68(3):225-32.

380. Usumez S, Işeri H, Orhan M, Basciftci FA. Effect of rapid maxillary expansion on nocturnal enuresis. Angle Orthod 2003;73(5):532-8.

381. Schütz-Fransson U, Kurol J. Rapid maxillary expansion effects on nocturnal enuresis in children: a follow-up study. Angle Orthod 2008;78(2):201-8.

382. Bazargani F, Jönson-Ring I, Nevéus T. Rapid maxillary expansion in therapy-resistant enuretic children: An orthodontic perspective. Angle Orthod 2016;86(3):481-6.

383. Al-Taai N, Alfatlawi F, Ransjö M, Fakhry S. Effect of rapid maxillary expansion on monosymptomatic primary nocturnal enuresis. Angle Orthod 2015;85(1):102-8.

384. Sarnäs KV, Björk A, Rune B. Long-term effect of rapid maxillary expansion studied in one patient with the aid of metallic implants and roentgen stereometry. Eur J Orthod 1992;14(6):427-32.

385. Bartzela T, Jonas I. Long-term stability of unilateral posterior crossbite correction. Angle Orthod 2007;77(2):237-43.

386. Arat ZM, Gökalp H, Atasever T, Türkkahraman H. 99mTechnetium-labeled methylene diphosphonate uptake in maxillary bone during and after rapid maxillary expansion. Angle Orthod 2003;73(5):545-9.

387. Mew J. Relapse following maxillary expansion: a study of twenty-five consecutive cases. Am J Orthod 1983;83(1):56-61.

388. Franchi L, Baccetti T, Lione R, Fanucci E, Cozza P. Modifications of midpalatal sutural density induced by rapid maxillary expansion: A low-dose computed-tomography evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010;137(4):486-8.

389. Schauseil M, Ludwig B, Zorkun B, Hellak A, Korbmacher-Steiner H. Density of the midpalatal suture after RME treatment - a retrospective comparative low-dose CT-study. Head Face Med 2014;10:18.

390. Chang H-N, Garetto LP, Potter RH, Katona TR, Lee C-H, Roberts WE. Angiogenesis and osteogenesis in an orthopedically expanded suture. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997;111(4):382-90.

391. Cotton LA. Slow maxillary expansion: skeletal versus dental response to low magnitude force in Macaca mulatta. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1978;73(1):1-23.

392. Halazonetis DJ, Katsavrias E, Spyropoulos MN. Changes in cheek pressure following rapid maxillary expansion. Eur J Orthod 1994;16(4):295-300.

393. Küçükkeleş N, Ceylanoğlu C. Changes in lip, cheek, and tongue pressures after rapid maxillary expansion using a diaphragm pressure transducer. Angle Orthod 2003;73(6):662-8.

394. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 5th ed. St. Louis, Missouri: Mosby; 2007. p.115-7.

395. Asanza S, Cisneros GJ, Nieberg LG. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. Angle Orthod 1997;67(1):15-22.

396. Christie T, Ruedemann P. Rapid separation of the mid-palatal suture. JPO J Pract Orthod 1967;1(1):19-21.

397. Matteini C, Mommaerts MY. Posterior transpalatal distraction with pterygoid disjunction: a short-term model study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;120(5):498-502.

398. Ludlow J, Koivisto J. Dosimetry of orthodontic diagnostic FOVs using low dose CBCT protocol. J Dent Res 2015;94(Spec Iss A).

399. Brooks SL. CBCT dosimetry: orthodontic considerations. Semin Orthod 2009;15(1):14-8.

400. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140(5):734-44.

401. Dabas J, Mohanty S, Chaudhary Z, Rani A. Assessment of Mandibular Distraction Regenerate Using Ultrasonography and Cone Beam Computed Tomography: A Clinical Study. Craniomaxillofac Trauma Reconstr 2016;9(1):69-75.

402. Hirai T, Manders EK, Nagamoto K, Saggers GC. Ultrasonic observation of facial bone fractures: report of cases. J Oral Maxillofac Surg 1996;54(6):776-9.

403. Tausche E, Hansen L, Hietschold V, Lagravère MO, Harzer W. Three-dimensional evaluation of surgically assisted implant bone-borne rapid maxillary expansion: a pilot study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131(4):S92-S9.

404. Ludwig B, Baumgaertel S, Zorkun B, Bonitz L, Glasl B, Wilmes B. Application of a new viscoelastic finite element method model and analysis of miniscrew-supported hybrid hyrax treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2013;143(3):426-35.

405. Lee J-S, Hyung Kim D, Park Y-C, Kyung S-H, Kim T-K. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. Angle Orthod 2004;74(5):711-4.

406. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2007;22(5):779-84.

407. Kang S, Lee S-J, Ahn S-J, Heo M-S, Kim T-W. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131(4):S74-S81.

408. Wilmes B, Ludwig B, Vasudavan S, Nienkemper M, Drescher D. The T-zone: median vs. paramedian insertion of palatal mini-implants. J Clin Orthod 2016;50(9):543-51.

409. Hourfar J, Bister D, Kanavakis G, Lisson JA, Ludwig B. Influence of interradicular and palatal placement of orthodontic mini-implants on the success (survival) rate. Head Face Med 2017;13(1):1-6.

410. Henriksen B, Bavitz B, Kelly B, Harn SD. Evaluation of bone thickness in the anterior hard palate relative to midsagittal orthodontic implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18(4):578-81.

411. Kinner F, Schlegel KD. The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 2002;17(2):133-9.

412. Baumgaertel S. Quantitative investigation of palatal bone depth and cortical bone thickness for mini-implant placement in adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136(1):104-8.

413. Costa A, Pasta G, Bergamaschi G. Intraoral hard and soft tissue depths for temporary anchorage devices. Semin Orthod 2005;11(1):10-5.

414. Lyu X, Guo J, Chen L, Gao Y, Liu L, Pu L, et al. Assessment of available sites for palatal orthodontic mini-implants through cone-beam computed tomography. Angle Orthod 2020;90(4):516-23.

415. Lee JS, Kim JK, Park Y-C, Vanarsdall RL. Applications of orthodontic mini-implants. 3rd ed. Chicago: Quintessence Publishing Company; 2007. p.205-6.

416. Wilmes B, Su Y-Y, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. Angle Orthod 2008;78(6):1065-70.

417. Becker K, Unland J, Wilmes B, Tarraf NE, Drescher D. Is there an ideal insertion angle and position for orthodontic mini-implants in the anterior palate? A CBCT study in humans. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2019;156(3):345-54.

418. 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. Korean J Orthod 2003;33(1):11-20.

419. Carano A, Lonardo P, Velo S, Incorvati C. Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. Prog Orthod 2005;6(1):82-97.

420. 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. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131(1):9-15.

421. Ichinohe M, Motoyoshi M, Inaba M, Uchida Y, Kaneko M, Matsuike R. Risk factors for failure of orthodontic mini-screws placed in the median palate. J Oral Sci 2019;61(1):13-8.

422. Yao C-CJ, Chang H-H, Chang JZ-C, Lai H-H, Lu S-C, Chen Y-J. Revisiting the stability of mini-implants used for orthodontic anchorage. J Formos Med Assoc 2015;114(11):1122-8.

423. Baumgaertel S. Hard and soft tissue considerations at mini-implant insertion sites. J Orthod 2014;41(1):s3-s7.

424. McNamara Jr JA. Early intervention in the transverse dimension: is it worth the effort? Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;121(6):572-4.

425. Çeken G. Kemik Destekli ve Hibrit Apareylerle Yapılan Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Karşılaştırılması. Diş hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi, Erzurum: Atatürk Üniversitesi, 2013.

426. Canan S. Farklı Üst Çene Genişletme Aygıtlarının Tedavi Etkinliklerinin ve Maksilla ve Mandibula Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, 2015.

427. Eker E. Farklı Tipteki Hızlı Üst Çene Genişletme Apareylerinin İskeletsel ve Dentoalveolar Yapılara Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi. Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi, Antalya: Akdeniz Üniversitesi, 2019.

428. Conroy-Piskai C, Galang-Boquiren MTS, Obrez A, Viana MGC, Oppermann N, Sanchez F, et al. Assessment of vertical changes during maxillary expansion using quad helix or bonded rapid maxillary expander. Angle Orthod 2016;86(6):925-33.

429. De Rossi M, Stuani MBS, Da Silva LAB. Cephalometric evaluation of vertical and anteroposterior changes associated with the use of bonded rapid maxillary expansion appliance. Dent Press J Orthod 2010;15(3):62-70.

430. Huang J, Li C-Y, Jiang J-H. Facial soft tissue changes after nonsurgical rapid maxillary expansion: a systematic review and meta-analysis. Head Face Med 2018;14(1):1-10.

431. Kim KB, Adams D, Araújo EA, Behrents RG. Evaluation of immediate soft tissue changes after rapid maxillary expansion. Dent Press J Orthod 2012;17(5):157-64.

432. Altındiş S, Toy E, Başçiftçi FA. Effects of different rapid maxillary expansion appliances on facial soft tissues using three-dimensional imaging. Angle Orthod 2016;86(4):590-8.

433. Gurel HG, Memili B, Erkan M, Sukurica Y. Long-term effects of rapid maxillary expansion followed by fixed appliances. Angle Orthod 2010;80(1):5-9.

434. Türkyılmaz GA. Minivida Destekli ve Konvansiyonel Maksiller Ekspansiyon Uygulamalarının Nazomaksiller Etkilerinin Karşılaştırmalı Olarak Bilgisayarlı Tomografi İle İncelenmesi. Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, Ankara: Başkent Üniversitesi, 2012.

435. Erverdi N, Sabri A, Küçükkeleş N. Cephalometric evaluation of Haas and hyrax rapid maxillary appliances in the treatment of the skeletal maxillary transverse deficiency. J Marmara Univ Dent Fac 1993;1(4):361-6.

436. Cross D, McDonald J. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. Eur J Orthod 2000;22(5):519-28.

437. Mosleh MI, Kaddah MA, Abd ElSayed FA, ElSayed HS. Comparison of transverse changes during maxillary expansion with 4-point bone-borne and tooth-borne maxillary expanders. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2015;148(4):599-607.

438. Roy S, Walia C. Evaluation of treatment changes with rapid maxillary expansion using computed tomography scan: A comprehensive review. Int J Dent Sci 2021;7(1):36-43.

439. Üçdemir E. Hızlı Üst Çene Genişletmesi Öncesi Maksiller Molar Dekompansasyonunun Dentoalveolar Yapılar Üzerindeki Etkilerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) Kullanılarak İncelenmesi. Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi, Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi, 2017.

440. Garib DG, Navarro R, Francischone CE, Oltramari P. Rapid maxillary expansion using palatal implants. J Clin Orthod 2008;42(11):665-71.

441. Tang H, Liu P, Liu X, Hou Y, Chen W, Zhang L. Skeletal width changes after mini-implant-assisted rapid maxillary expansion (MARME) in young adults. Angle Orthod 2021.

442. Jia H, Zhuang L, Zhang N, Bian Y, Li S. Comparison of skeletal maxillary transverse deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion and tooth-borne expansion during the post-pubertal growth spurt stage. Angle Orthod 2021;91(1):36-45.

443. Çelenk-Koca T. Mini-Vida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi ile Konvansiyonel Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Etkilerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (CBCT) Kullanılarak Karşılaştırılması. Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı. Doktora Tezi, İzmir: Ege Üniversitesi, 2013.

444. Oh H, Park J, Lagravere-Vich MO. Comparison of traditional RPE with two types of micro-implant assisted RPE: CBCT study. Semin Orthod 2019;25(1):60-8.

445. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon HP. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. Eur J Orthod 2007;29(1):37-44.

446. Weissheimer A, de Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, de Lima EMS, Rizzatto SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: a randomized clinical trial. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;140(3):366-76.

447. Issar Y, Sahoo NK, Sinha R, Satija L, Chattopadhyay PK. Comparative evaluation of the mandibular distraction zone using ultrasonography and conventional radiography. Int J Oral Maxillofac Surg 2014;43(5):587-94.

EKLER

EK-1 ETİK KURUL ONAYI

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

Sayı : 80558721-050.99-E.49544
Konu : 2018 - 89 Karar

25/04/2019

Sayın Doç.Dr.Rıdvan OKŞAYAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı

Tarafınızdan yürütülmekte olan ***"Maksiller Darlığa Sahip Bireylerde Uygulanan Farklı Üst Çene Genişletme Apareylerinin Dentofasiyal Yapılar Üzerine Etkilerinin Ultrasonografi ve Ultra Düşük Doz Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"*** başlıklı proje hakkında alınan karar ilişikte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini saygı ile rica ederim.

Prof. Dr. Nihal DOĞAN
Kurul Başkanı

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. Evrak doğrulama adresi:
https://ebysnetm.ogu.edu.tr/Home/Dogrulama/2475321f-8493-4b96-a307-171e1057fd44

Adres : Meselik Kampüsü PK:26480 Odunpazari
Telefon : 0222 2392979-4690
E-Posta : aserttas@ogu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi : Aysun SERTTAŞ - Bilgisayar İşletmeni
Faks : 222 239 37 72
Elektronik Ağ : http://klinikarastirmalaretikkurul.ogu.edu.tr/
KEP Adresi : esk.osmangaziunirek@hs01.kep.tr

Scanned with CamScanner

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BAŞKANLIĞI

KARAR FORMU

Karar Tarihi: 11 Nisan 2019

Karar Sayısı: 13

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Doç.Dr.Rıdvan OKŞAYAN (Tez Danışmanı) sorumluluğunda yürütülen ***"Maksiller Darlığa Sahip Bireylerde Uygulanan Farklı Üst Çene Genişletme Apareylerinin Dentofasiyal Yapılar Üzerine Etkilerinin Ultrasonografi ve Ultra Düşük Doz Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"*** başlıklı çalışmanın yapılmasının uygun olduğuna oy birliğiyle karar verilmiştir.
Çalışmanızda başarılar dileriz.

Scanned with CamScanner

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	***"Maksiller Darlığa Sahip Bireylerde Uygulanan Farklı Üst Çene Genişletme Apareylerinin Dentofasiyal Yapılar Üzerine Etkilerinin Ultrasonografi ve Ultra Düşük Doz Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"***
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	**Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu**
	AÇIK ADRESİ:	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu - Eskişehir
	TELEFON	0 222 239 29 79 – Dahili: 4690
	FAKS	0 222 239 37 72
	E-POSTA	etikkurul@ogu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç.Dr.Rıdvan OKŞAYAN			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
		İlaç dışı klinik araştırma	☒		
		Diğer ise belirtiniz: Yöntem Karşılaştırma, Uzmanlık Tezi			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.D. Nihal DOĞAN
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Scanned with CamScanner

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	***"Maksiller Darlığa Sahip Bireylerde Uygulanan Farklı Üst Çene Genişletme Apareylerinin Dentofasiyal Yapılar Üzerine Etkilerinin Ultrasonografi ve Ultra Düşük Doz Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"***
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	-	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	-	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	-	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐

	Belge Adı		Açıklama
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	SİGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐	
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☒	1. İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi ve Pediatrik Popülasyonda Yürütülen Klinik Araştırmalarda Etik Yaklaşımlara İlişkin Kılavuzdaki tüm hususlara uyulacağına dair Taahhütname 2. Araştırma sırasında gönüllüye veya SGK'ya ek yük getirecek hiçbir işlem uygulanmayacağına dair Taahhütname 3. Araştırmanın daha önce başka bir Etik Kurulda değerlendirmeye sunulup sunulmadığı ve Etik Kurul onayı almaksızın çalışmaya başlanmayacağı ile ilgili Taahhütname 4. Literatürler 5. Araştırmaya dahil edilen araştırma merkezleri ve araştırma ekibinde yer alacak araştırmacılar: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı – Doç.Dr.Rıdvan OKŞAYAN (Tez Danışmanı), Arş.Gör.Dt.Simge SOYDAN (Tez Sahibi) 6. Özgeçmiş Formları
KARAR BİLGİLERİ	**Karar No: 13**	**Tarih: 11.04.2019**	
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.		

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	**Prof.Dr.Nihal DOĞAN**

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Katılım *		İmza
Prof.Dr.Nihal DOĞAN	Mikrobiyoloji	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Nihal DOĞAN
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Scanned with CamScanner

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	***"Maksiller Darlığa Sahip Bireylerde Uygulanan Farklı Üst Çene Genişletme Apareylerinin Dentofasiyal Yapılar Üzerine Etkilerinin Ultrasonografi ve Ultra Düşük Doz Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi"***
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	-

Doç.Dr.Ertuğrul ÇOLAK	Biyoistatistik	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐
Dr.Öğr.Üy.Nilüfer DEMİRSOY	Tıp Tarihi ve Etik	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik Anabilim Dalı	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Prof.Dr. Hamdi ÇAKLI	Kulak Burun Boğaz	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı	E☒	K☐	E☐	H☒	E☐	H☒
Prof.Dr.Fezan MUTLU	Biyoistatistik	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Doç.Dr.Coşkun YARAR	Çocuk Sağ. ve Hast.	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐
Doç.Dr.Nurdan ACAR	Acil Tıp	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Acil Tıp Anabilim Dalı	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Doç.Dr.Orhan Tansel KORKMAZ	Fizyoloji	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐
Doç.Dr.Semra YİĞİTASLAN	Farmakoloji	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Dr.Ecz.Gökçen YAZ GÜZEY	Eczacı	Eskişehir Osmangazi Üniv. Tıp Fakültesi Sağlık, Uyg. ve Arş Hst. Eczanesi	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Doç.Dr.Emre MUMCU	Diş Hekimliği	Eskişehir Osmangazi Üniv. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik DişTed.AnabilimDalı	E☒	K☐	E☐	H☒	E☐	H☒
Dr.Öğr.Üy.Nazmiye ÖZENBAŞ BOYDAĞ	Hukuk	Anadolu Üniversitesi Hukuk Fakültesi	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐
Ahmet AKÇAY	Fizik Mühendisi	-Atabey Beton Ve Zemin Laboratuvarı Ltd. Şti. -Akçay Ltd. Şti.	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐
Ayşe FERT DÖKMECİ	Avukat	Serbest Avukat	E☐	K☒	E☐	H☒	E☐	H☒

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Nimet DOĞAN
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Scanned with CamScanner

EK-2. ONAM FORMU

ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

1. "Maksiller darlığa sahip bireylerde uygulanan farklı üst çene genişletme apareylerinin dentofasiyal yapılar üzerine etkilerinin ultrasonografi ve ultra düşük doz konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilmesi " isimli çalışma fakültemiz öğretim üyelerinden Doç. Dr. Rıdvan Okşayan'ın sorumlusu olduğu bir araştırmadır.

2. **Araştırmanın amacı**: Bu çalışmada, hızlı üst çene genişletmesi uygulanan bir grup hastada dentofasiyal yapıların rutin olarak alınan ultra düşük doz konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) ve ultrasonografi (USG) ile değerlendirilerek karşılaştırılması ve hızlı üst çene genişletmesi tedavisi gereken hastalarda ultra düşük doz iyonize radyasyon içeren konik ışınlı bilgisayarlı tomografi yerine radyasyon içermeyen ultrasonografinin mid palatal sutural ekspansiyonu değerlendirmede kullanılması için literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

3. **Araştırmada uygulanacak tedaviler**: Hastalara hızlı üst çene genişletme apareyleri uygulanacak, tedavi öncesi, aktivasyon dönemi sonunda ve 3 aylık retansiyon dönemi sonunda hastalardan rutin olarak alınan ultra düşük doz konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ve radyasyon içermeyen ultrasonografiler alınacaktır.

4. Araştırma sırasında gönüllülere ultra düşük doz konik ışınlı bilgisayarlı tomografi dışında girişimsel başka bir işlem uygulanmayacaktır.

5. **Gönüllünün sorumlulukları**: Gönüllüler teşhis için kayıtların toplanması, aparey uygulanması, aktivasyon ve retansiyon protokolü boyunca hekimleri tarafından belirlenen tarih ve saatte Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda bulunmakla yükümlüdür.

6. Araştırma sırasında gönüllülerin maruz kalacağı öngörülen herhangi bir risk veya rahatsızlık söz konusu değildir.

7. Araştırma sonunda, hızlı üst çene genişletmesi tedavisi gereken hastalarda ultra düşük doz iyonize radyasyon içeren konik ışınlı bilgisayarlı tomografi yerine radyasyon içermeyen ultrasonografi kullanılarak tedavinin takibi mümkün olup olmadığının belirlenmesi sağlanacaktır.

8. Gönüllülerin araştırmaya katılmaları isteğe bağlıdır. Gönüllüler istediği zaman herhangi bir cezaya veya yaptırıma maruz kalmadan, hiçbir hakkını kaybetmeden araştırmaya katılmayı reddedebilir veya araştırmadan çekilebilir.

9. İzleyiciler, yoklama yapan kişiler, etik kurul, kurum ve diğer ilgili sağlık otoriteleri gönüllülerin orijinal tıbbi kayıtlarına doğrudan erişebilecek, ancak bu bilgiler gizli tutulacak ve yazılı bilgilendirilmiş gönüllü olur formunun imzalanmasıyla gönüllü veya yasal temsilcisi söz konusu erişime izin vermiş olacaktır.

10. İlgili mevzuat gereğince gönüllülerin kimliğini ortaya çıkaracak kayıtlar gizli tutulacak, kamuoyuna açıklanmayacak, araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde dahi gönüllülerin kimlikleri gizli kalacaktır.

11. Araştırma konusuyla ilgili ve gönüllülerin araştırmaya katılmaya devam etme isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde gönüllüler veya yasal temsilcileri zamanında bilgilendirilecektir.

12. Gönüllülerin araştırma, kendi hakları veya araştırmayla ilgili herhangi bir advers olay hakkında daha fazla bilgi temin edebilmesi için temasa geçebileceği kişiler ve telefon numaraları gönüllülere veya yasal temsilcilerine verilecektir.

13. Gönüllülerin araştırmaya katılımının sona erdirilmesini gerektirecek durumlar veya nedenler: Araştırmaya dahil edilen hastalara ait sert ve yumuşak doku ayrımının tam olarak yapılamadığı, net olmayan ve ölçümlere izin vermeyen ultra düşük doz konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri, ultrasonografiler ve randevularına düzenli gelmeyen, hijyen eksikliği bulunan hastalar araştırma kapsamından çıkarılacaktır.

14. Gönüllülerin araştırmaya devam etmesi için gereken süre: Gönüllülerin teşhis için kayıtların toplanması, aparey uygulanması, aktivasyon ve retansiyon protokolünü içeren tarihlerin bulunduğu 3 ay boyunca araştırmaya devam etmesi gerekmektedir.

15. Araştırmaya katılması beklenen tahmini gönüllü sayısı 30'dur.

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Tarih:

Gönüllünün Adı-Soyadı: .....
İmza:

Gönüllünün Yasal Temsilcisinin Adı-Soyadı: .....
İmza:

Araştırmanın Sorumlu Hekiminin Adı-Soyadı: .....
İmza: