

2024

UZMANLIK TEZİ

Fırat VURAL



T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MAKSİLLER İSKELETSEL EKSPANDER
UYGULAMASI SONRASI ORTA YÜZ BÖLGESİNDE
GÖZLENEN DEĞİŞİMLERİN ÜÇ BOYUTLU
DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR RETROSPEKTİF ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

Fırat VURAL

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

Ankara, 2024

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**MAKSİLLER İSKELETSEL EKSPANDER
UYGULAMASI SONRASI ORTA YÜZ BÖLGESİNDE
GÖZLENEN DEĞİŞİMLERİN ÜÇ BOYUTLU
DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR RETROSPEKTİF
ÇALIŞMA**

UZMANLIK TEZİ

Fırat VURAL

Doç. Dr. Yeşim KAYA

Doç. Dr. Özer ALKAN

ORTODONTİ ANABİLİM DALI

Ankara, 2024

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Maksiller İskeletsel Ekspander Uygulaması Sonrası Orta Yüz Bölgesinde
Gözlenen Değişimlerin Üç Boyutlu Değerlendirilmesi: Bir Retrospektif Çalışma

Fırat VURAL

Uzmanlık Tezi

Doç. Dr. Yeşim KAYA

Doç. Dr. Özer ALKAN

Jüri Üyeleri

Ünvanı Adı Soyadı.....

Ünvanı Adı Soyadı.....

Ünvanı Adı Soyadı.....

Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Uzmanlık derecesi için
gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Ünvanı Adı Soyadı

Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı

Bu tezin Doktora derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik
ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.
.../.../2024

Fırat VURAL



TEŐEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca yanımda ve arkamda duran, desteğini her zaman her durumda hissettiğim, bilgi ve deneyimiyle yoluma ışık tutan çok değerli hocalarım Doç.Dr. Yeşim Kaya'ya ve Doç. Dr. Özer Alkan'a

Uzmanlık sürecimde emeiği geçen değerli hocalarım Doç. Dr. Özge Uslu Akam, Doç. Dr. Ebru Küçükkaraca'ya,

Uzmanlık sürecimin bana en büyük hediyesi, yol arkadaőım, canım eőim Sümeyra Vural'a,

Her zaman yanımda olan, her konuda desteklerini hissettiğim asistan arkadaşlarım Metin Koca, Gizem Köse, Günnur Altunsayar, Sedanur Altuntaő, Ayőe Azra Özdemir'e,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve beni bugünlere getiren aileme sonsuz teőekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	v
SUMMARY	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Tarihçe.....	3
2.2. Posterior Çapraz Kapanış	4
2.2.1. Dişsel Posterior Çapraz Kapanış	5
2.2.2. Fonksiyonel Posterior Çapraz Kapanış	6
2.2.3. İskeletsel Posterior Çapraz Kapanış	6
2.3. Etiyoloji	7
2.4. Maksiller Transversal Yetersizliğin Teşhisi ve Tedavi Yöntemlerinin Belirlenmesi	9
2.5. Maksiller Transversal Yetersizlikte Tedavi Yaşı	11
2.5.1. Yavaş Üst Çene Genişletmesi	13
2.6. Hızlı Üst Çene Genişletmesi	15
2.6.1. Hyrax Apareyi	19
2.6.2. Bonded Hızlı Genişletme Apareyi	20
2.6.3. Haas Apareyi	20
2.7. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Aktivasyon	21
2.8. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Nüks	21
2.9. Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi	23
2.10. Minivida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi	23
2.11. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Tomografi Kullanımı	28
2.12. Literatür Derlemesi	30
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	32
3.1. Hasta Seçimi.....	32
3.1.1. Dahil Edilme Kriterleri	32
3.1.2. Dahil Edilememe Kriterleri	33
3.2. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması.....	33
3.3. Maksiler İskeletsel Darlığın Belirlenmesi.....	33
3.4. MSE 2 Apareyi Uygulama Prosedürleri.....	34
3.5. KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi	35
3.6. KIBT Görüntülerinin Çakıştırılması	36
3.7. 3-B İskeletsel Açısal ve Boyutsal Ölçümler	36
4. BULGULAR.....	46
5. TARTIŞMA	49
5.1. Bulguların Tartışılması.....	54
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	66
7. KAYNAKLAR	67
8. EKLER.....	89
EK-1. Etik Kurul Onayı	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
EK-2. Özgeçmiş.....	90

ÖZET

Maksiller İskeletsel Ekspander Uygulaması Sonrası Orta Yüz Bölgesinde Gözlenen Değişimlerin Üç Boyutlu Değerlendirilmesi: Bir Retrospektif Çalışma

Bu tez çalışmasında, Maksiller Skeletal Expander 2 (MSE 2) aparatının iskeletsel ve dental etkilerininin 12-18 yaş arası bireylerde araştırılması amaçlandı. 2022-2023 yılları arasında Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi olmuş, tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanışı bulunan 18 hasta çalışmaya dahil edildi. Maksiller iskeletsel ekspansiyon öncesi ve sonrası KIBT görüntüleri kullanılarak MSE 2 aparatının etkileri değerlendirildi. KIBT görüntüleri tıpta dijital görüntüleme ve iletişim dosyaları (DICOM) formatında dışa aktarılarak kaydedildi. Akabinde, bu KIBT görüntüleri OnDemand 3D yazılımı (Cybermed Inc., Seul, Kore) kullanılarak voksel gri tonlama desenlerinin eşleştirilmesinde otomatik işleme tabi tutularak tüm ön kafa kaidesinin anatomik yapıları üzerinde karşılaştırıldı. MSE 2 aparatı uygulaması sonrası orta yüz bölgesindeki maksiller süturlarda ayrılma ile midpalatal suture, maksilla ve orta yüz bölgesinde genişlik artışı gözlemlendi. Midpalatal sutureda paralel şekilde bir ayrılma gözlemlendi. Maksillanın öne ve aşağı hareket ettiği, maksillada rotasyonel hareketler meydana geldiği ve rotasyon merkezinin frontozigomatik suturen çok az yukarısında olduğu belirlendi. Genişlik artışı sırasında dental hareketler de gözlemlenmiş olup destek alınan birinci molar dişlerde bukkal devrilme tespit edildi. Yapılan genişletme sırasında direnç merkezinin lateral-medial pterygoid proses bölgesinde olduğu belirlendi. Çalışmamız sonucunda, MSE 2 aparatının aparat dizaynı ve farklı kuvvet iletimiyle orta yüz bölgesinde belirgin değişimler yarattığı görüldü. Konvansiyonel hızlı üst çene genişletme aparatlarına kıyasla belirli avantajları olmasına rağmen, konvansiyonel hızlı üst çene genişletme aparatlarında görülen yan etkilerin görülebildiği tespit edildi.

Anahtar kelimeler: MARPE, Ekspansiyon, KIBT, MSE 2

SUMMARY

Three-dimensional Evaluation of Changes Observed in the Midface Region After Maxillary Skeletal Expander Application: A Retrospective Study

The aim of this thesis study was to investigate the skeletal and dental effects of the Maxillary Skeletal Expander 2 (MSE 2) appliance in individuals between the ages of 12-18 years. 18 patients with unilateral or bilateral posterior crossbite who were treated at Ankara Yıldırım Beyazıt University Faculty of Dentistry Department of Orthodontics between 2022 and 2023 were included in the study. Pre- and post expansion CBCT images were used to investigate the effects of the MSE 2 appliance. The CBCT images were exported and saved in medical digital imaging and communication files (DICOM) format. Subsequently, these CBCT images were superimposed on the anatomical structures of the entire anterior skull base by automatic processing in matching voxel grayscale patterns using OnDemand 3D software (Cybermed Inc., Seoul, Korea). After the MSE 2 application, separation of the maxillary sutures in the midfacial region and an increase in width in the midpalatal suture, maxilla and midfacial region were observed. A parallel shaped separation was observed in the midpalatal suture. It was identified that the maxilla moved forward and downward, rotational movements occurred in the maxilla and the center of rotation was slightly above the frontozygomatic suture. During the width increase, dental movements also occurred and buccal tipping was detected in the supported first molar teeth. During the expansion, it was determined that the center of resistance was the lateral-medial pterygoid process region. As a result of our study, it can be said that the MSE 2 appliance creates significant changes in the midface region with its appliance design and different force transmission. Although it has certain advantages over conventional rapid maxillary expansion appliances, it has been determined that side effects seen in conventional rapid maxillary expansion appliances can be observed.

Keywords: MARPE, Expansion, CBCT, MSE 2

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°	: Derece
2B	: 2 Boyutlu
3B	: 3 Boyutlu
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
cm	: Santimetre
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
FOV	: Field of View
Kg	: Kilogram
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
MARPE	: Minivida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi
mm	: Milimetre
MSE	: Maksiller Skeletal Expander
Ort	: Ortalama
Ss	: Standart Sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1	<i>MSE 2 Apareyinin Ağız İçi Görüntüsü</i>	36
Şekil 3.2	<i>Ekspansiyon Öncesi ve Sonrası KIBT Görüntülerinin OnDemand 3D Yazılımında Çakıştırılması</i>	37
Şekil 3.3	<i>FZA: Frontozigomatik Açı, FEA: Frontoetmoidal Açı, ZMA: Zigomatikomaksiller Açısı, Mxink: Maksiller İnklinasyon Açısı</i>	40
Şekil 3.4	<i>MBKA: Maksiller Molar Bazal Kemik Açısı</i>	41
Şekil 3.5	<i>Sağ-ÜİZM: Sağ Üst İnterzigomatik Mesafe, Sol-ÜİZM: Sol Üst İnterzigomatik Mesafe, Sağ-AİZM: Sağ Alt İnterzigomatik Mesafe, Sol-AİZM: Sol Alt İnterzigomatik Mesafe, Sağ-AKM: Sağ Alveoler Kemik Mesafesi, Sol-AKM: Sol Alveoler Kemik Mesafesi, Sağ-DM: Sağ Dental Mesafe, Sol-DM: Sol Dental Mesafe</i>	43
Şekil 3.6	<i>İMM: İntermolar Mesafe</i>	44
Şekil 3.7	<i>Sağ-ANS: Sağ Anterior Nasal Spine, Sol-ANS: Sol Anterior Nasal Spine, Sağ-PNS: Sağ Posterior Nasal Spine, Sol-PNS: Sol Posterior Nasal Spine</i>	44
Şekil 5.1	<i>MSE2 Apareyi Uygulaması Öncesi ve Sonrası</i>	58

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1 <i>Rocky Mountain Analiz Yöntemi'nde Kullanılan Noktalar ve Tanımlamaları</i>	34
Tablo 3.2 <i>Tez Çalışmamızda Kullanılan Üç Boyutlu İskeletsel Ölçüm Noktaları ve Tanımları</i>	38
Tablo 3.3 <i>Koronal Zigomatik Kesitte İncelenen İskeletsel ve Dental Açısal Ölçümler</i>	39
Tablo 3.4 <i>Koronal Zigomatik ve Aksiyal Palatal Kesitlerde İncelenen İskeletsel Boyutsal Ölçümler</i>	42
Tablo 4.1 <i>Demografik Veriler</i>	46
Tablo 4.2 <i>Yaş Gruplarına Göre Belirlenen Ortalama Ekspansiyon Turları ve Pekiştirme Süreleri</i>	46
Tablo 4.3 <i>Koronal Zigomatik Kesitlerde İncelenen İskeletsel ve Dental Açısal Ölçümler</i>	47
Tablo 4.4 <i>Koronal Zigomatik ve Aksiyal Palatal Kesitlerde İncelenen İskeletsel Boyutsal Ölçümler</i>	48

1. GİRİŞ

Toplumda yaygın görülen maloklüzyonlardan biri olan maksiller transversal yetersizliğin sıklıkla tek ve/veya çift taraflı çapraz kapanış, çapraşıklık, gömülü diş ve geniş bukkal koridorlar gibi fonksiyonel ve estetik sorunlara neden olduğu bildirilmektedir (Adkins vd., 1990; Kutin ve Hawes, 1969; Sarı vd., 2007). Görülme oranının %8-23 olduğu belirtilen bu maloklüzyonlarda çiğneme fonksiyonu ve kondil-fossa ilişkisini olumsuz etkileyen mandibular fonksiyonel kaymanın sıklıkla gözlemlendiği; hastaların kas ve baş ağrısı ile temporomandibular eklem sorunları yaşadıkları görülmektedir (Almedia vd., 2012; Iodice vd., 2016; Lee vd., 2020; Sonnesen vd. 2001).

Maksillanın transversal büyüme bölgelerinin midpalatal ve transpalatal süturlar olmasından dolayı, üst çene genişletme apareyleriyle bu süturların ortopedik seperasyonu tedavi yöntemini oluşturmaktadır (Carlson ve Buschang, 2011; Proffit vd., 2018). Bu ortopedik seperasyon, preadölesan, adölesan ve yetişkinlerde farklı teknikler kullanılarak yaşamın her döneminde uygulanabilmektedir (Proffit vd., 2018).

Üst çene genişletmesinin başlıca amacı dentofasiyal ortopedik etkiyi maksimize edip dentoalveolar yan etkileri minimumda tutmaktır (Hartono vd., 2018). Preadölesanlarda hafif kuvvetler uygulayan üst çene genişletme apareyleri bu amacı yerine getirmektedir (Akyalcin ve Alev, 2023). Adölesan ve erişkinlerde ise maksillanın bağlantılı olduğu sirkummaksiller ve midpalatal süturların interdijitasyon ve kalsifikasyonundan kaynaklı olarak ağır kuvvetler uygulayan hızlı üst çene genişletme apareyleri gerekmektedir (Akyalcin ve Alev, 2023; Hartono vd., 2018). Buna rağmen, özellikle midpalatal, zigomatikomaksiller ve pterigopalatin süturların zamanla artan dirençleri konvansiyonel diş destekli genişletme apareyelerinin ortopedik etkisini azalmaktadır (Akyalcin ve Alev, 2023; Cantarella vd., 2018a). Bu amaçla, mini-vidaların kullanıldığı farklı dizaynlarda hibrid (diş-kemik) ve kemik destekli hızlı üst çene genişletme apareyleri tasarlanmıştır (Akyalcin ve Alev, 2023).

Minividaların lokalizasyonu ve apareyelerin dizaynı elde edilen dentoalveolar ve dentofasiyal sonuçları değiştirebilmektedir (Paredes vd., 2020; Proffit vd. 2018).

Mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareleriyle maksilla ve zygomatik kemiklerin lateral hareketleri ve midpalatal süturun paralel şekilde ayrılmasıyla birlikte dişsel olarak minimal veya anlamsız seviyede bukkal tipping gibi yan etkiler izlenebilmektedir (Cantarella vd., 2018a; Cantarella vd., 2018b; Paredes vd., 2020; Park vd., 2017).

Bir MARPE sistemi olan maksiller iskeletsel ekspander (MSE) diş kemik destekli bir apareydir. MSE damağın arka tarafında dört adet mini vida aracılığıyla bikortikal ankrajın alındığı molar dişlere bandlar aracılığı ile sabitlenen bir sistemdir (Cantarella vd., 2018a; McMullen vd., 2022).

Geniş çaplı bir literatür taraması MSE 2 uygulaması sonrası orta yüz bölgesindeki iskeletsel ve dental değişimlerin konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) ile değerlendirildiği önemli çalışmalar olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalarda iskeletsel ve dental sonuçların değişiklik gösterdiği ve çalışma popülasyonlarının yaş aralıklarının oldukça geniş olduğu tespit edilmiştir (Cantarella vd., 2017; Cantarella vd., 2018a; Lee vd., 2021; McMullen vd., 2022; Moon vd., 2020; Paredes vd., 2020; Song vd., 2019; Tang vd., 2021). McMullen vd. (2022), yapmış oldukları çalışmada MSE 2 uygulaması sonrası büyümesi devam eden bireylerde büyümesi tamamlanmış bireylere kıyasla daha büyük iskeletsel ve dental değişimler meydana geldiğini belirlemişlerdir. Bu bilgiler ışığında, bu tez çalışmasında 12-16 yaş aralığındaki bireylerde MSE 2 uygulaması sonrası orta yüz bölgesinde gözlenen iskeletsel ve dental değişimlerinin KIBT kullanılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Transversal maksiller yetersizlik ortodontik tedavi esnasında baş boyun bölgesinde sıklıkla karşılaşılan iskeletsel anomaliler arasında yer almaktadır (Mcnamara, 2000). Bu anomalilerin tedavisinde bir asrı aşkın süredir hızlı üst çene genişletme apareyleri kullanılmaktadır (Haas, 1970; Cross ve McDonald 2000).

Üst çene genişletmesi ilk olarak 1861 yılında Angell tarafından tanımlanmış olup; kulak burun boğaz doktorlarının çekincelerinden dolayı ortodonti pratiğine dahil edilmemiştir (Angell, 1860). O zamandan itibaren bu tedavi prosedürü popülerlik ve düşüş dönemlerinden geçerek 1940'lı yılların sonlarında Graber'in dudak damak yarığı hastalarının tedavisi için hızlı üst çene genişletmesini önermesiyle tekrar gündeme gelmiştir. Daha sonraki süreçlerde birçok araştırmacı hızlı üst çene genişletmesini araştırarak tedavi protokolünün geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Bishara ve Staley, 1987).

Thorne (1958) yapmış olduğu çalışmada hızlı üst çene genişletilmesi sonucu üst birinci molar dişlerin palatinal kökleri arasındaki mesafe olarak tanımladığı apikal kemik kaidesinin 1,3 ila 6,5 mm arttığı sonucuna varmıştır. Ricketts (1960), birinci molar dişlere uygulanan bantlara lehimli 1mm çapında çelik telden bükülen quadhelix apareyini geliştirmiştir. Haas (1961), diş-doku destekli kendi apareyini domuzlarda uygulayarak üst çene genişletmesine ilginin tekrar artmasını sağlamıştır. Akabinde, 1965 yılında insanlara üst çene genişletmesi uygulayarak maksillanın öne ve aşağı, mandibulanın ise aşağı ve geriye doğru hareket ettiğini belirtmiştir (Haas, 1965). Kendi tanıttığı bu ekspansiyon apareyiyle dışselden ziyade daha çok iskeletsel genişleme sağlanacağını ifade etmiştir (Haas,1961; Haas,1965). Biederman (1968), çelik kollar aracılığıyla üst birinci büyük azı ve küçük azı dişlerine yerleştirilen bantlara lehimlenen Hyrax apareyini tanıtmıştır. Bu apareyin Haas apareyine kıyasla daha hijyenik olduğunu ve daha az irritasyona sebep olduğunu belirtmiştir.

Wertz (1970), hızlı maksiller genişletmenin maksillanın iki parçasının lateral hareketiyle maksiller genişlikte bir artışa yol açtığını bildirmiştir. Cotton (1978), Minne apareyi ile maymunlarda yaptığı yavaş maksiller genişletme sonucu %45 ila

%65 oranında stural açılma gözlendiğini ve hafif kuvvetlerle yapılan az aktivasyonların maksiller genişletme için yeterli olduğunu ifade etmiştir. Subtenly (1980), dik yn boyutları artmış bireylerde hızlı maksiller genişletme apareyine ilave ettikleri akrilik bloklarla dişlerde daha az tipping gözlendiğini ve kuvvetlerin maksiller komplekse daha iyi aktarıldığını savunmuştur. Timms (1981), st santral dişler hariç tüm dişlerin oklüzal yüzeylerini örten, krom kobalt döküm plak ile bu plağın ortasına yerleştirilen vidadan oluşan bir aparey tanıtılmıştır. Apareyin zamanla daha çok akrilden yapılan modifikasyonu geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Vardimon vd. (1987), mıknaşlar aracılığıyla maymunlara maksiller iskeletsel ekspansiyon uygulamışlardır. Arndt (1993), distalizasyon yapabilen ve molar rotasyonunu düzeltebilen vücut ısısı ile aktive olan “heat activated” yaylar kullanarak üst çenede genişletme sağlamıştır. Darendeliler vd. (1994), 6 hastaya iki yüz elli beş gramlık manyetik kuvvetler ile üst çene genişletmesi yapmışlardır. Mommaerts (1999), palatal distraktrler ile distraksiyon osteogenezisi yöntemini uygulamış ve günlük 0,33 mm genişletme yaparak üst çene darlığının giderilebileceğinden ilk kez bahsetmiştir. İşeri vd. (2004), genişletme vidasını çok daha yavaş ve kademeli olarak çevirdiği ve “Yarı Hızlı st ene Genişletmesi” olarak adlandırdıkları bir yöntemi tanıtılmışlardır. Araştırıcılar, adolesan ve erişkin dönemdeki bireylerde önemli dental ve iskeletsel değişimler grldğn ve bu değişimlerin uzun dönemde nüks olmadan devam ettiğini söylemişlerdir.

2.2. Posterior apraz Kapanış

Maksiller iskeletsel anomaliler sagittal, vertikal ve transversal olmak üzere üç farklı yönde sınıflandırılabilir. Bunlar arasında en yaygın olanı, genellikle tek başına veya diğer anomalilerle birlikte görülebilen transversal anomalilerdir (Betts vd., 1995). Ancak, posterior maksillanın görünürlüğünün az olması nedeniyle, sagittal ve/veya vertikal yöndeki anomalilere kıyasla sadece transversal yetersizliğe sahip hastalarda tedavi talebinin daha az olduğu bildirilmektedir (Dakhil ve Salamah, 2021). Buna rağmen, birçok maloklüzyon tipinde olduğu gibi maksiller transversal yetersizlik vakalarında da çene fonksiyonlarıyla birlikte fasiyal görünümün değiştiği ifade edilmektedir (Reyneke ve Conley, 2020).

Posterior çapraz kapanış alt ve üst büyük azı dişleri, küçük azı dişleri veya hem büyük azı hem de küçük azı dişleri arasındaki anormal bukko-lingual ilişki veya üst çene posterior dişlerin bukkal tüberküllerinin karşıt alt çene dişlerinin lingual tüberkülleriyle teması olarak tanımlanmaktadır (Marshall vd., 2005; Moyers, 1980). Transversal olarak üst çene alt çeneden daha dar olduğunda posterior bölgede tek ya da çift taraflı çapraz kapanış oluşabilmektedir (Lagravère vd., 2006).

Hass (1980), posterior çapraz kapanışı gerçek ve göreceli darlık olmak üzere iki başlık altında tanımlanmıştır. Gerçek darlık iskeletsel olarak dar maksillayı tarif ederken; göreceli darlık ise anormal derecede geniş mandibula kaynaklı darlığı tarif etmektedir. Posterior çapraz kapanışın daha çok maksillanın iskeletsel olarak dar olmasından kaynaklandığı ancak bazı durumlarda mandibulanın geniş olmasından da kaynaklanabildiği belirtilmektedir (Avery ve McDonald, 2010).

Moyers (1980), posterior çapraz kapanışı dişsel, kassal ve iskeletsel olmak üzere üç ayrı başlık altında incelemiştir. Dişsel çapraz kapanışın dişlerin eksen eğimlerinin değişmesinden kaynaklandığını ve sadece alveoler bölgenin probleme dahil olduğunu savunmuştur. Kassal çapraz kapanışta dişlerin eksen eğimlerinin değişmemiş olduğu ancak diğer yönleriyle dişsel çapraz kapanışa benzer bir uyumsuzluk olduğunu ifade etmiştir. İskeletsel çapraz kapanışın ise kraniofasiyal yapılar arasındaki uyumsuzluktan kaynaklandığını belirtmiştir. Avery ve McDonald (2010), kassal yerine fonksiyonel ifadesini tercih ederek posterior çapraz kapanışı iskeletsel, dişsel ve fonksiyonel başlıkları altında sınıflandırmıştır.

2.2.1. Dişsel Posterior Çapraz Kapanış

Bazal kemik kaideleri arasında transversal uyumsuzluğun bulunmadığı dişsel posterior çapraz kapanış, maksiller posterior dişlerin uzun akslarının palatinal, mandibular posterior dişlerin uzun akslarının bukkale veya hem maksiller posterior dişlerin uzun akslarının palatinal hem de mandibular posterior dişlerin uzun akslarının bukkale eğimli olmasında kaynaklanabilen bir durum olduğu bildirilmiştir (Moyers, 1988; Proffit ve Fields ,1993; Wood, 1962).

2.2.2. Fonksiyonel Posterior Çapraz Kapanış

Fonksiyonel posterior çapraz kapanış istirahat halinde alt çenenin normal konumda olduğu ancak oklüzyon sırasında alt çenenin çapraz kapanış tarafına kaydığı durum olarak tanımlanmaktadır (Moyers, 1988; Ülgen, 1993). Fonksiyonel posterior çapraz kapanışın tipik olarak maksiller arkın hafif bilateral daralmasıyla meydana geldiği, bunun da mandibulayı daha rahat bir pozisyona yana veya öne yer değiştirmeye zorladığı gösterilmiştir (Ngan ve Wei, 1990; Ninou ve Stephens, 1994). Mandibulanın bu şekilde kaymasının posterior dişlerin tüberkül tüberküle oklüzyona gelmesini önlediği, bu durumun prematüre temaslar sonucu meydana geldiği ve prematür temasların %90 oranında süt dişlerinin tüberküllerinde görüldüğü belirtilmiştir (Buck, 1970; Myers, 1974; Ngan ve Wei, 1990). Bu kaymış pozisyonun genellikle hasta için daha rahat olduğu ve bu sapmanın alt çenenin nöromusküler rehberliğiyle oluştuğu gösterilmiştir (Avery ve McDonald, 2010; Nerder vd., 1999). Fonksiyonel kayma görülen bireylerde nöromusküler adaptasyonla birlikte asimetric mandibular büyüme, fasiyal uyumsuzluk, çiğneme kaslarında ve temporomandibular eklemden (TME) çeşitli fonksiyonel değişiklikler görülebildiği belirtilmiştir. TME’de iskeletsel olarak zamanla yeniden şekillenme meydana gelebildiği ve eklem kondilinin eklem fossasında simetric olarak konumlandığı halde fasiyal asimetri ve çapraz kapanış tarafına doğru mandibular orta hat sapması gelişebildiği gösterilmiştir (Bishara vd., 1994; Sonnesen vd., 1998). Ayrıca, fonksiyonel kaymanın spontan olarak kendiliğinden düzelme oranının %0-9 arasında değiştiği belirtilmiştir (Kutin ve Hawes 1969, Thilander vd., 1984).

2.2.3. İskeletsel Posterior Çapraz Kapanış

Bazal kemik kaideleri arasında transversal uyumsuzluk bulunduğunda iskeletsel posterior çapraz kapanış meydana geldiği ve iskeletsel uyumsuzluğun sıklıkla mandibula genişliğinden ziyade maksiller darlık nedeniyle geliştiği belirtilmektedir. Fonksiyon ve istirahat sırasında sürekli bir uyumsuzluk olduğu ve bunun hiçbir şekilde artıp azalmadığı ifade edilmektedir (Avery ve McDonald, 2010; Ülgen, 1993).

İskeletsel posterior çapraz kapanış çift veya tek taraflı olarak görülebilmektedir. Çift taraflı iskeletsel posterior çapraz kapanışta asimetri olmadığı,

istirahat ve fonksiyon sırasında mandibulada kayma gözlenmediği ve bu durumun genelde İskeletsel Sınıf 3 anomalilerde görüldüğü bildirilmiştir (Foster, 1975). Tek taraflı iskeletsel posterior çapraz kapanış çift taraflıya göre daha sık görülmekle birlikte nedeninin genelde çift taraflı iskeletsel darlık olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, tedavi edilmeyen fonksiyonel çapraz kapanışların iskeletsel hale gelmesiyle de oluşabildiği gösterilmiştir (Lam vd., 1999).

2.3. Etiyoloji

Posterior çapraz kapanış dişsel, çevresel ve genetik kökenli olabilmektedir. Tek dişi içeren basit çapraz kapanışların genelde dişsel nedenli olduğu belirtilmiştir. Süt dişlerinin düşme zamanı gelmesine rağmen düşmemesi, yetersiz ark uzunluğu veya anormal erüpsiyon paterninin bir sonucu olarak da meydana geldiği ifade edilmiştir (Kutin ve Hawes, 1969). Bazı dişlerin erken çekimiyle de çapraz kapanış görülebilmektedir. Örneğin, maksiller süt ikinci molar dişlerin erken çekildiği vakalarda daimî birinci molar dişlerin mezializasyonundan dolayı daimî ikinci premolar dişlerin çapraz kapanışta sürebildiği bildirilmektedir (Thilander vd., 1984).

Graber, Harvold, Cheirici ve Vargervik çevresel faktörlerden anormal solunum fonksiyonunun posterior maksillayı daralttığını belirtmişlerdir. Harvold, oral solunuma zorlamış oldukları hayvan çalışmasında burun solunumundan oral solunuma geçen maymunlarda maksiller darlık meydana geldiğini ifade etmiştir (Bishara ve Staley, 1987). Rutin olarak ağzın açık olmasının transversal yönde maksiller büyümeyi engellediğini, bunun nedeninin içe doğru yanak basıncının etkisine karşı koymak için dilin maksiller ark içinde konumlanamaması olduğunu belirtmiştir. Sıklıkla adeno-tonsiller genişlemeden kaynaklanan solunum obstrüksiyonunun ağız solunumu ve değişen baş duruşuyla ilişkili olabildiği gösterilmiştir (Cheng vd., 1988; Harvold vd., 1972; Löffstrand-Tideström vd., 1999, Solow vd., 1993).

Oulis'in (1994) yaptığı çalışmada hipertrofik geniz etinin ve bademciklerin üst hava yolu tıkanıklığına ve alerjik rinitin ise (Bresolin vd., 1983) ağızdan nefes almaya neden olabildiği bildirilmiştir. Schlenker vd. (2000) yapmış oldukları çalışmada uyku, solunum bozukluğu ve ağzın açık olmasının üst çene darlığıyla ilişkili olduğunu göstermişlerdir.

Bir diğerk çevresel faktör olan beslenme dışı emme alışkanlıklarının da posterior çapraz kapanış gelişimi ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. 2 ila 6 yaş arası çocuklarda yapılan çalışmada parmak emme alışkanlığının posterior çapraz kapanışa neden olduğu gösterilmiştir (Infante, 1976). Ogaard vd. (1994) emzik kullanımı ve uzun süreli parmak emmenin özellikle 4 yaşından sonra devam ettiği takdirde posterior çapraz kapanış gelişimine sebep olduğunu bildirmişlerdir. Adair vd. (1995), 2 ila 5 yaşları arasındaki çocukları değerlendirdikleri çalışmalarında emzik kullanan çocuklarda posterior çapraz kapanış prevalansının daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Carvalho vd. (1998), 24 aydan daha uzun süre devam eden emme alışkanlığının posterior çapraz kapanışla ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Kopra ve Davis (1991), bebeklik döneminde entübe edilmiş çocuklarda posterior çapraz kapanış prevalansının önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

İskeletsel bir darlık bulunmamasına rağmen şiddetli sagittal yön anomalilerinden kaynaklı olarak da posterior çapraz kapanış meydana gelebilmektedir. Şiddetli iskeletsel Sınıf 2 vakalarda bukkal çapraz kapanış görülürken; şiddetli iskeletsel Sınıf 3 vakalarda maksiller gerilik nedeniyle çift taraflı posterior çapraz kapanış görülebilmektedir (Ngan ve Fields, 1995).

Genetik faktörler, doğrudan anne karnında meydana gelen bozukluklar ve dolaylı olarak kaslarda meydana gelen deformiteler de maksiller transversal yetersizlik oluşumuna sebep olabilmektedir (Moyers, 1980). Hemifasiyal mikrosomiya, Crouzon sendromu, dudak damak yarıkları, Binder sendromu, Downs sendromu, Treacher-Collins sendromu ve Akondroplazi'de maksiller transversal yetersizlik görülebilmektedir (Bishara ve Staley, 1987; Musich vd., 2005; Suda vd., 2006). Dudak damak yarığı vakalarında yanak kaslarının etkisiyle her iki maksiller segmentin palatinal yöne ve premaksillaya doğru hareketleri maksiller transversal yetersizliğe neden olmaktadır (Isaacson ve Murphy, 1964). Maksiller transversal yetersizliğin genetikle ilişkisinin somut örneklerinden birinin büyüme hormonu reseptörlerinden sorumlu GHR genindeki P561T polimorfizmin olduğu belirtilmektedir. Kondiler kıkırdak üzerindeki aşırı büyümeyi indüklediği, mandibular prognatizm ile maksiller transversal yetersizliğe neden olduğu ifade edilmektedir (Bayram vd., 2014). Bununların dışında, posterior çapraz kapanışın spontan gelişiminin ise %7 olduğu bildirilmektedir (Schlenker vd., 2000; Thilander vd., 1984).

2.4. Maksiller Transversal Yetersizliğin Teşhisi ve Tedavi Yöntemlerinin Belirlenmesi

Maksiller transversal yetersizliğin teşhisinde klinik değerlendirme, model analizleri ve radyolojik değerlendirme kullanılabilir (Suri ve Taneja, 2008). Klinikte, hasta başında çapraz kapanış varlığı, çapraşıklık derecesi, mukogingival bileşim ve diş kronlarından ölçülen transversal ark genişliği, arka grup dişlerin bukkolingual eğimi ile damak kubbesinin şekli ve yüksekliği değerlendirilebilir (Betts vd., 1995; Proffit vd., 1993).

Klinik değerlendirmenin en önemli dezavantajı iskeletsel maksiller transversal yetersizliğin dental olarak kamufle olabilmesidir. Posterior dişlerin köklerinin bukkolingual eğimleri dikkate alınmadığında kronlarının maksiller transversal yetersizliği saklayabildiği, üst dişlerin bukkale alt dişlerin linguale devrilmesiyle sagittal ve vertikal yönlerde olduğu gibi transversal yönde de dental kompanzasyon görülebildiği bildirilmektedir (de Oliveira vd., 2008). Maksiller transversal yetersizlikle birlikte anteroposterior ve vertikal yönde de iskeletsel anomali görüldüğünde transversal yetersizlik maskelenebilir (Betts ve Lisenby, 1994; Crosby vd., 1992).

Paranasal boşluk, dar burun tabanı, derinleşmiş nazolabial kıvrım ve zigomatik hipoplazi gibi üst çene darlığına bağlı minimal yumuşak doku değişiklikleri gözlenebilir. Ancak, transversal yöndeki maksiller yetersizliğin oluşturduğu yumuşak doku değişikliklerinin tespitinin zor olduğu, anteroposterior ve vertikal yöndeki maksiller yetersizliklerin oluşturduğu yumuşak doku değişikliklerinin klinik olarak teşhis edilmesinin çok daha kolay olduğu belirtilmektedir (Betts vd., 1995).

Yapılan araştırmalarda transversal genişliği değerlendirmek amacıyla alçı modeller kullanarak ortalama ölçümler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu ölçümlerin çok azının ark genişliği tahmini için klinik olarak yararlı ve doğru olduğu belirlenmiştir (Alvaran vd., 2009). Pont (1909), maksiller dört kesici dişin meziodistal genişliklerinin toplamını maksiller ark genişliği tahmini için kullanmıştır. Schwarz ve Gratzinger (1966), Pont analizini yüz tipine göre düzenleyerek ideal maksiller interpremolar ve intermolar genişlikleri modifiye etmişlerdir. Howe vd. (1983), ortalama maksiller intermolar genişliği erkekler için 37,4 mm, kadınlar için 36,2 mm

olarak belirleyerek ark genişliği tahmini için basit bir pratik kural önermişlerdir. Staley vd. (1985), üst ve alt molar dişler arasındaki transversal mesafeyi ölçerek erkeklerde 1,6 mm, kızlarda 1,2 mm olması gerektiğini belirtmişlerdir. Daha küçük veya negatif ölçüldüğü takdirde hızlı üst çene genişletmesini önermişlerdir. Bu yöntemlerin hiçbirinin maksiller darlığın iskeletsel bileşenini dikkate almadığı ve bu tür indekslerin yararlılığının şüpheli olduğu ifade edilmiştir (Vanarsdall, 1999).

Doğru teşhis ve tedavi için maksiller transversal yetersizliğin tanısının hem klinik hem de radyografik değerlendirmeye dayanması gerekmektedir (Betts vd., 1995). 1990'lı yıllarda posteroanterior radyografiler transversal iskeletsel anomalileri değerlendirmede en hazır ve güvenilir radyografiler olarak kabul edilmekteydi (Sawchuk vd., 2016). Ricketts, posteroanterior radyografiler için "Rocky Mountain" analizini tanıtarak bu analizde kullanılacak sefalometrik normlar belirlemiştir. Ancak, posteroanterior radyografilerde anatomik noktaların belirlenmesindeki zorluk ve görüntülerin üst üste çakışması sebebiyle ölçümlerin güvenilirliği sorgulanmıştır (Ricketts, 1981; Lagravere vd., 2006). Betts vd. (1995), Ricketts'in Rocky Mountain Analizi'nin normları ve işaret noktalarını kullanarak maksillomandibular genişlik farkını hesaplayan bir posteroanterior analiz yöntemi geliştirmişlerdir. Bu fark, 19,6 mm'den daha büyük olduğunda transversal yetersizliğin iskeletsel olduğunu ve iskeletsel genişletme gerektiğini, yetişkinlerde ise cerrahi yaklaşımın düşünülmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Son yıllarda, konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntüleri 2-B görüntülemeye kıyasla tanısallık açısından araştırılmaktadır. 3-B görüntülerin kraniofasial iskeletin 3-B doğasını daha iyi temsil ettiği, nicel ve nitel analizlerde yüksek doğruluk gösterdiği ifade edilmiştir (Lagravere vd., 2008). Cheung vd. (2013), kuru kafataslarında yapmış oldukları çalışmada transversal intermaksiller analizde kullanılan ve J-J/Ag-Ag oranını belirleyen noktaların doğruluğunu posteroanterior radyografiler ve KIBT kullanarak karşılaştırmışlardır. KIBT ile yerleştirilen noktaların kuru kafataslarıyla daha iyi korele olduğu, posteroanterior radyografiye kıyasla daha güvenilir olduğu ve %18 daha az yanlış sonuç verdiği belirlenmiştir. Tai vd. (2014) de KIBT görüntülerinde işaretlenen noktaların posteroanterior radyografiye kıyasla daha doğru olduğunu ve transversal maksiller yetersizliği daha iyi tespit ettiğini gözlemlemişlerdir. KIBT'lerin ortodontide klinik kullanımı 3-B ölçümlerin anatomik

ölçümlere çok yakın olduğunu gösteren çalışmalar sonucunda oldukça artmıştır (Hans vd., 2011; Lagravere vd., 2008; Lascala vd., 2004)

Posterior çapraz kapanış tipinin tedavi planlaması açısından önemli olduğu belirtilmektedir (Halıcıoğlu ve Yavuz, 2011). Maksiller iskeletsel kaide genişliğinde herhangi bir daralma olmayıp palatal kubbe geniş olduğunda posterior çapraz kapanış dental olarak dişlerin kronlarının palatinaline eğimli olmasından kaynaklanabilmektedir. Ancak, damak kubbesinde bir daralma söz konusuysa iskeletsel tipte bir darlık görülmektedir (McNamara, 2000).

2.5. Maksiller Transversal Yetersizlikte Tedavi Yaşı

Maksiller transversal yetersizlik posterior çapraz kapanışla ilişkisine bakılmaksızın doğru zamanda doğru tedavi protokolüyle tedavi edilmediği takdirde çeşitli problemlere neden olabilmektedir. Farklı durumlarda görülebilen oklüzal uyumsuzluk, dil duruşunun değişmesi, lokal kemik kaybı ve dişeti çekilmesi gibi periodontal dokularda hasar, posterior dişlerin istenmeyen bukkolingual eğimi sebebiyle mandibulanın fonksiyonel kayması, büyümekte olan hastalarda asimetrik mandibular pozisyon, eklem ve kas fonksiyon bozuklukları, dişlerin çapraşıklık olmadan hizalanabilmesi için arkın yeterli genişlikte olmaması en sık gözlenen problemler arasında yer almaktadır (Aloufi vd., 2012; De Rossi vd., 2009; Mcnamara vd., 2015). Bunlarla birlikte, maksiller transversal yetersizliğin nazal hava direncini arttıran bir durum olan nazal kavitenin daralması ile obstrüktif uyku apne sendromunun etiyolojik faktörü olabildiği de ifade edilmiştir (Alexander ve Schroeder, 2013; Vidya ve Sumathi, 2015).

Maksiller transversal yetersizlik gözlenen büyüme ve gelişimi devam eden hastalarda hızlı üst çene genişletme apareyleri uygulanması önerilmektedir (Franchi vd., 2010; Lagravere vd., 2006). Prognoz ve sonuçların daha iyi olduğu, morfolojik ve fonksiyonel düzelme şansının arttığı ve uygun yüz gelişimi sağlandığı bildirilmiştir. Süt ve karma dişlenme döneminde ve daimî dişlenme ilk yıllarında yapılan hızlı üst çene genişletmesinin başarı oranının yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bu dönemlerde yapılan genişletmenin kullanılan aparey türünden bağımsız olarak kısa ve uzun vadede stabil bir prosedür olduğu belirtilmektedir (Brunetto vd., 2017; Liu vd., 2015).

Büyümeyle midpalatal suture ve kraniyofasiyal suturların progresif kalsifikasyonu gerçekleşmekte, bu yapıların artan mekanik direnci nedeniyle hızlı üst çene genişletmesi daha zor hale gelmektedir. Ankraj dişlerin bukkale devrilmesi gibi istenmeyen diş hareketleri hastanın yaşı ve iskelet olgunlaşmasıyla doğru orantılı olarak gözlenmektedir (Melsen ve Melsen, 1982; Persson ve Thilander, 1977). Adolesanlarda bukkale devrilme ve bukkal kemik dehiscensi daha fazla gözleendiğinden çocuklara göre daha az ortopedik genişleme gerçekleştiği ifade edilmektedir (Garib vd., 2006; Garrett vd., 2008).

Persson ve Thilander (1977) yapmış oldukları çalışmada yaşları 15 ila 35 arasında değişen 24 bireyde midpalatal suture ossifikasyonunun kronolojik gelişim evrelerini mikroskopik olarak incelenmişlerdir. Araştırma sonucunda, midpalatal suture ossifikasyonunun kemik olgunlaşmasıyla posteriordan anteriora doğru oluşan mineralize köprüler vasıtasıyla posterior bölgede başladığını bildirilmişlerdir.

Mann vd. (1991) 186 insan kafatasında midpalatal suturların iskelet yaşı değerlendirildikleri çalışmalarında; kemikleşme sırasının insiziv suture ile başladığını, midpalatal suturen posterior segmenti ve akabinde midpalatal suturen transversal bölgeleriyle devam ettiğini ve son olarak midpalatal suturen orta segmentinin kemikleştiğini belirtmişlerdir. Bunun aksine, suture ossifikasyonunun posterior segmentten başladığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Revelo ve Fishman, 1994).

Bebeklikte midpalatal suturen vertikal koronal yönde "Y" şeklinde olduğu ve vomeri palatinal yapılarla bağladığı ifade edilmiştir. Dalgali kıvrımlı şeklin ve kemikler arasındaki kitlenmenin çocukluk döneminde arttığı belirlenmiştir. Erişkinlerde ise midpalatal suture testere ağzı şeklinde olup, mekanik kilitlenmenin yanı sıra bu bölgede kemik adacıklarının oluşmaya başladığı saptanmıştır (Melsen, 1975). Erişkin dönemde suturedaki interdijitasyonun sutureda kırık oluşturmadan ayırlamayacak kadar sıkı olduğu belirlenmiştir (Melsen, 1972).

İnsanlardan toplanan histolojik çalışmalarda kapsamlı bir şekilde incelenen midpalatal suturen embriyolojik oluşum ve gelişiminin mekanik olarak kenetlenene kadar birbirine doğru büyüyen maksiller yarımaların medial kısımlarının sinfibrozis (paralel sınırlar arasında geniş mesafe), sinartroz (daha dar kıvrımlı seyir) ve sinostoz

(tam interdijitasyon) gibi gelişim aşamalarından geçtiği gösterilmiştir (Latham, 1971; Melsen, 1975). Gelişim aşamaları tam olarak tanımlanmasına rağmen tam sütür ossifikasyon (synostosis) yaşının kesin olarak tespitinin yapılamadığı ifade edilmiştir (Brunetto vd., 2017). Histolojik çalışmalarda, radyolojik olarak süturun tam ossifiye olduğu görülen 70 yaşından büyük insanlarda süturun yalnızca ön kısımdaki 1/3'lük kısmının kemikleştiği gösterilmiştir (N'Guyen vd., 2008).

Melsen (1975), insan otopsi materyali üzerinde yaptığı histolojik çalışmada midpalatal süturun olgunlaşmasını infantil (0-10 yaş), juvenil (10-13) ve adolesan (13-14 yaş) olmak üzere 3 devreye ayırmıştır.

Sert damaktaki boyut artışı, transversal süturdaki büyüme ve damağın arka kenarındaki apozisyona bağlı olarak 13 ile 15 yaşına kadar devam etmektedir. Bu dönemin ardından midpalatal süturdaki büyümenin tamamlandığı ancak, kemik apozisyonunun birkaç yıl daha devam ettiği belirtilmiştir. Üst çene midpalatal süturdaki büyümenin kızlarda 16, erkeklerde ise 18 yaşına kadar devam ettiği ifade edilmiştir (Melsen, 1972). Ancak, modern teşhis araçlarının kullanılarak midpalatal sütür ossifikasyonun başlangıcı ve bunun yapısal olarak yapılacak tedaviye etkisinin klinik ve radyografik analizlerle kesin ve güvenli bir şekilde tespitinin imkânsız olduğu bildirilmiştir (Suzuki vd., 2016). Bu noktada, hızlı üst çene genişletmesi için en uygun tedavi yaşının 13 ile 15 yaş altı olduğu ifade edilmiştir (Bishara ve Staley, 1987). Daha erken yaş gruplarında yavaş üst çene genişletmesinin faydalı olabileceği belirtilmiştir (Hicks, 1978).

2.5.1. Yavaş Üst Çene Genişletmesi

Üst çene kemik kaidesinin normal olduğu ancak üst posterior dişlerin palatinala devrildiği vakalarda yavaş maksiller genişletme önerilmektedir. Başka bir deyişle, üst posterior dişlerin uzun akslarının kron bölgesi hizasında orta çizgiye yaklaştığı ve apikal kemik kaidesinin yeterli olduğu bireylerde uygulanma edikasyonu bulunmaktadır (Ülgen, 1993). Ayrıca, hızlı üst çene genişletmesinde görülen ağır kuvvetler, nüks ve kapanışın açılması gibi birçok yan etkinin önüne geçebilmek ve artmış fizyolojik doku cevabı sağlamak için de yavaş üst çene genişletmesi önerilmektedir (Mew, 1983).

Hızlı üst çene genişletmesinde ortopedik etkiyi en üst düzeye çıkarmak için ağır kesintili kuvvetler kullanırken; yavaş maksiller genişletmede dişleri daha fizyolojik olduğu iddia edilen hızlarda hareket ettirecek daha hafif sürekli kuvvetler kullanılmaktadır (Cotton, 1978; Storey, 1973; Haas, 1970; Zimring ve Isaacson, 1965). Tedavi protokolü olarak haftada 0,5-1 mm aktivasyonla 45-900 gr kuvvetin 2-6 ay boyunca uygulanması tavsiye edilmektedir (Bishara ve Staley, 1987). Maksiller sütünun çevresine dağılan bu hafif kuvvetlerin daha az doku direnci oluşturacağı ve yavaş genişletme sürecinde sütünun daha fazla kemik oluşumu sağlayarak relapsın azalmasına yardımcı olacağı belirtilmektedir (Hicks, 1978).

Storey (1973), sütünun haftada 0,5 veya 1 mm genişletilmesi olarak tarif ettiği yavaş genişletme işlemini fizyolojik sütünun düzeltme olarak tanımlamıştır. Yapılan bu düzeltme hızlı sütünun genişletme ile karşılaştırıldığında daha az travmatik yaralanma, daha fazla tamir reaksiyonu ve daha stabil sütünun yapısı oluşturmaktadır. Yavaş sütünun aktivasyon Huyhn vd. (2009) tarafından Haas ve Hyrax apareylerinin her iki günde bir tur aktivasyonu olarak tanımlanmıştır. Mossaz-Joëlson ve Mossaz (1989) ise haftada 0,5 mm üst çene genişletmesini önermişlerdir. Retansiyon problemlerinin görülmemesi için apareyin uyguladığı kuvvetin hızlı üst çene genişletmesine göre düşük olması gerektiği bildirilmektedir (Proffit vd., 2018). Yavaş maksiller genişletme genellikle hareketli genişletme apareyleri, W-ark veya Quad heliks apareyi gibi sabit telden imal edilen apareylerle gerçekleştirilebilmektedir (Boysen vd., 1992).

Quad-Heliks Apareyi

Quad-heliks apareyi azı dişlerine bantlarla sabitlenen, kullanılan malzemeye, telin uzunluğuna ve boyutuna bağlı olarak 180 ila 667 gr arasında kuvvet üreten dörtlü sarmal yaydan oluşan bir apareydir (Urbaniak vd., 1988). Quad-heliks apareyi ile dişlerin bukkal translasyonu meydana gelmektedir. Aparey sabit olduğundan hasta uyumu gerektirmemektedir (Boysen vd., 1992). Quad-heliks apareyinin midpalatal süturu ayırdığı ve intermolar genişliği önemli ölçüde arttırdığı belirtilmektedir. Karışık dişlenme dönemindeki çapraz kapanış vakalarının tedavisinde oldukça başarılı olduğu bildirilmiştir (Bell vd., 1981; Petren ve Bondemark, 2008). Elde edilen genişlemenin çoğunun diş hareketinden kaynaklandığı, ortodontik ortopedik etki oranlarının ise 6/1 ile 10/1 arasında değiştiği belirtilmiştir (Frank ve Engel, 1982; Boysen vd., 1992;

Vizzotto vd., 2007). Sandıkçıoğlu vd. (1997) ise yaptığı çalışmada bu oranın 2/1 şeklinde olduğunu ifade etmişlerdir.

Minne Ekspander

Minne ekspander apareyi damak bölgesinde bulunan helezon bir yayla dayanak dişlerdeki bantlara lehimlenmektedir. Helezon yayın sıkıştırılarak aktiflendiği aparey devre dışı bırakılmadıkça genişletme aşaması tamamlanmış olsa bile genişletme kuvvetleri uygulamaya devam etmektedir (Bishara ve Staley, 1987).

Hareketli Yavaş Genişletme Apareyi

Hareketli yavaş genişletme apareyleri ortasında genişletme vidası bulunan akrilik plak ve kroşelerden oluşmaktadır. Bu apareyin dişleri bukkale devirme eğiliminde olduğu belirtilmektedir. Tedavi etkinliği hasta uyumuna bağlı olan apareylerde genişletme sırasında stabilite eksikliğine bağlı uyum problemleri görülmemesi için çoklu kroşelerin gerekli olduğu bildirilmiştir. Apareyin kullanılmamasına bağlı olarak da apareyin uyumu bozulabilmektedir (Boysen vd., 1992; Proffit vd., 2018).

2.6. Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Hızlı üst çene genişletmesi iskeletsel olarak dar üst çene arkının midpalatal süturun ayrılmasıyla ortopedik olarak genişletilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Lagravere vd., 2005). Posterior dişlerin uzun akslarının kron seviyelerinden itibaren orta çizgiden uzaklaştığı ve apikal kemik kaidesinin dar olduğu durumlarda hızlı üst çene genişletmesi önerilmektedir (Ülgen, 1993).

Hızlı üst çene genişletmesiyle maksiller parçaların ayrılması üst arkın enine boyutlarını arttırıp, posterior dişler ile alveoler proseslerin bukkal hareketini meydana getirmektedir (De Silva Fo vd., 1991). Hızlı üst çene genişletme apareylerinin etkili olabilmesi için süt veya erken karışık dişlenme döneminde kullanılmaları ve genişleme fazı sırasında stabil olacak şekilde yeterli tutuculuğa sahip olmaları gerekmektedir (Ivanovski, 1985; Skieller, 1964). Hızlı üst çene genişletmesinde uygulanan kuvvetin ise 2700 ila 7400 gr arasında değiştiği bildirilmektedir (Isaacson ve Ingram, 1964). Genişletme vidasının aktive edilmesiyle ortaya çıkan kuvvetler intermaksiller sütur ile

diğer tüm maksiller süturları ayırmaktadır. Süturların ayrılmasıyla maksilla hem yatay hem de frontal düzlemlerde rotasyona uğrayarak aşağı ve öne doğru yer değiştirmektedir (Haas, 1961,1970; Wertz, 1968,1970). Süturların ayrılmasıyla birlikte iki santral diş arasında diastema görülmektedir (Brunetto vd., 2017). Genişletme sonrası genel olarak kesici dişlerde ekstrüzyon hareketi meydana geldiği ve çevre yumuşak doku basıncının etkisiyle palatine devrilme görüldüğü de bildirilmektedir. Oluşan diastemanın gingival lifler sayesinde kapandığı ve bunun yaklaşık 4 ay sürdüğü belirtilmektedir (Haas, 1970).

Süturun açılıp diastemanın görülmediği vakalar olduğu belirtilerek süturun açılıp açılmadığının oklüzal radyografi veya KIBT ile kontrol edilmesi tavsiye edilmektedir (Brunetto vd., 2017). Berlocher vd. (1980), hızlı üst çene genişletmesiyle 1 mm'lik bir genişlemenin diş kavsinde 1 mm yer kazandırdığını gözlemlemişlerdir. Akkaya vd. (2002), genişletme ile kazanılan yer miktarının azılar arası oluşan genişlik artışının 0,65 katı olduğunu belirtmişlerdir. Adkins vd. (1990) ise hızlı üst çene genişlemesi ile 1 mm artırılan posterior ark genişliğinin ark boyutuna katkısının yaklaşık olarak 0,7 mm olduğunu ifade etmişlerdir.

Krebs (1959), molarlar arası genişlik artışını 6 mm, infrazigomatik çıkıntılar üzerindeki genişlik artışını ise 3,7 mm olarak bulmuştur. 23 hastanın 20'sinde sütural açılma miktarının dental arktaki genişlemenin yarısı kadar veya daha az olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, kesiciler bölgesindeki iskeletsel açılmanın molar bölgeye kıyasla 2 kat daha fazla olduğunu rapor etmiştir.

Vidanın açılma yönüyle maksillanın da paralel olarak açılması beklense de asimetrik "V" şeklinde açılmalar yani maksillanın ön kısmında daha fazla açılma görülmektedir (Debbane, 1958). Yapılan genişletme ile süturdaki açılmanın daha çizgisel ve paralel olabilmesi için kullanılan apareylerin daha sert olması gerektiği belirtilmektedir. Bu amaçla, sertliği arttırmak için vidaların ve onlara lehimli birleşik paslanmaz çelik tellerin çaplarının arttırılmasının faydalı olabileceği söylenmektedir. Bununla birlikte, alt ve üst dişler arasında temasları ortadan kaldıran akrilik plakların da bu etkiye yardımcı olabileceği ifade edilmektedir. Genişletme vidasının mümkün olan en derin ve posterior pozisyonda yerleştirilmesi vidanın maksillanın direnç merkezine yakın olmasını ve bu sayede daha paralel bir açılma elde edilmesini

sağlamaktadır. Ancak, vidanın posteriorda konumlanması aktivasyonunu zorlaştırabilmektedir (Braun vd., 2000).

Hızlı üst çene genişletmesinde maksilla bir dönme noktası etrafında açılma göstermektedir. Maksiller yarılarnın frontal düzlemdeki rotasyonlarının dönme noktası, frontomaksiller suture civarında olup tabanı ağız boşluğuna bakan bir piramit şeklinde açılma gerçekleşmektedir. Horizontal düzlemde midpalatal suturedaki açılma tabanı kesici dişlerde olan bir üçgen şeklindedir (Haas, 1961; Biederman, 1973; Bishara ve Staley, 1987). Dönme noktasının arka bölgede üst çeneye bağlanan sağ ve sol her iki zigomatik kemiğin üzerinde yer aldığı durumlarda zigomatik kemiğin destek etkisiyle 'A' noktasının ileri hareket edeceği, fakat dönme merkezi midpalatal orta hatta bir yerde bulunuyorsa o zaman 'A' noktasının geri de hareket edebileceği belirtilmektedir (Biederman, 1973).

Kudlick (1974) insan kafataslarında yaptığı çalışmada hızlı üst çene genişletmesi sonucunda sfenoid kemik haricinde maksillanın bağlantılı olduğu tüm kemiklerde bir yer değiştirmenin meydana geldiğini belirtmiştir. Sfenoid kemikte görülen direncin ise sanılan aksine zigomatik arktan daha büyük olduğunu ve genişletmeye en büyük direncin sfenoid kemikte oluştuğunu belirtmiştir. Ancak, Lines (1975) ile Bell vd. (1976), zigomatikomaksiller, zigomatikofrontal ve zigomatikotemporal suturlerin üst çene genişletmesine karşı birincil direnç alanları olduğu söylemişlerdir.

Bilateral konumlanan sfenoid kemiğin pterigoid çıkıntıları lateral hareketlere izin verecek bir suturenın olmamasından dolayı yoğun stres nedeni olarak bildirilmiştir (Bishara ve Staley, 1987). İşeri vd. (1998) de en yüksek stres alanının sfenoid kemiğin pterigoid çıkıntılarında olduğunu ve bunu sırasıyla maksiller molarların, kanin dişlerin, inferior nazal kavitenin yan duvarlarının, zigomatik ve nazal kemiklerin takip ettiğini belirtmişlerdir.

Pterygomaksiller suture interdijitasyonu yaşla birlikte artmaktadır. İnsan kafataslarında yapılan çalışmalarda 6-7 yaşlarda pterygomaksiller suture interdijitasyonunun az olduğu, 12 yaşında ise yoğun interdijitasyon gösterdiği ifade edilmiştir (Melsen ve Melsen, 1982).

Wertz (1970), hızlı üst çene genişletmesi uygulanan bireylerde tedavi etkilerini sefalometrik radyografilerden değerlendirdiği çalışmasında, frontal düzlemde frontomaksiller sutureda oluşan genişlemenin aşağıya doğru daha da arttığını, kemik yapılar arasında belirgin bir ark formunun oluştuğunu ve burun boşluğunda 1,9 mm'lik bir genişleme olduğunu saptamıştır. Lateral yönde yapılan değerlendirmede ise palatal düzleme göre maksillada 1-2 mm dikey yönlü bir hareket meydana geldiğini belirlemiştir.

Ohshima (1972), üst çeneye eklem yapan vomer kemiğinin hızlı üst çene genişletmesinde üst çenenin aşağı hareketinde etken olduğunu bildirmiştir. Vomerin alt kenarında bulunan ve bu kenara dik uzanan kemik çıkıntılarının yani vomeromaksiller suturen kemiksel üretim aktivitesinin üst çenenin aşağı yönlü hareketini sağladığını ifade etmiştir.

Gbaconas ve Caputo (1982), hızlı üst çene genişletme apearelerinin ürettiği streslerin damağın ön bölgesinde yoğunlaştığını ve arka bölgede palatinal kemiklere doğru ilerlediğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu streslerin yukarıda palatin kemiklerinin dikey plakaları, lakrimal, nazal ve zigomatik kemikler ile sfenoidin kemiğinin pterygoid plakaları boyunca yayıldığını gözlemlemişlerdir.

Maksilla, palatinal kemik ve pterygoid plakaların alt kısımlarının hızlı üst genişletmesinde tek bir kemik gibi hareket ettiği ifade edilmektedir (Timms, 1980). Sfenoid kemiğinin pterygoid çıkıntılarının çift taraflı konumlanması kendisinin ve yanında bulunan palatinal kemiğinin piramidal çıkıntısının laterale, sağ-sol parçalarının da birbirlerine göre -1° ile $+8^{\circ}$ arasında bükülmesine neden olmaktadır (Hicks, 1978). Palatinal kemiğinin yana bükülmesi midpalatal suture boyunca palatinal kemiğinin laterale hareketini sınırlandırıp maksillanın ayrılmasına karşı direnç oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak da üst çenenin ön-arka yönde paralel bir şekilde açılmadığı bildirilmektedir (İşeri vd., 1998).

Hızlı üst çene genişletmesinde transversal yönde midpalatal sutureda meydana gelen açılma miktarı ön bölgede arka bölgeye kıyasla daha fazla ve üçgen şeklinde görülmektedir. Molar dişler arasındaki genişleme miktarı da kanin dişler arasındaki genişleme miktarından daha fazla olmaktadır (De Silva Fo vd., 1991). Bununla birlikte, Berger vd. (1999), hızlı üst çene genişletmesinin etkilerini fotoğraflarla

inceledikleri çalışmada genişletme sonrası burun genişliğinin ortalama 2 mm arttığı sonucuna varmışlardır.

Silva Filho vd. (2005) yapmış olduğu çalışmada hızlı üst çene genişletmesi sonucunda maksillada sagittal yönde herhangi bir hareket olmadığını, palatal düzlemin ise aşağıya ve geriye doğru rotasyon hareketi yaptığını belirtmişlerdir. Wertz (1977), hızlı üst çene genişletmesi sonrasında maksiller keserlerin palatinale devrildiğini rapor etmiştir. Sandıkçioğlu ve Hazar (1997) ise hızlı üst çene genişletmesi sonrasında maksiller keserlerin bukkale devrildiğini, bantlı hızlı üst çene genişletme aparatını kullandığında mandibulanın posteriora rotasyon yaptığını ve alt yüz yüksekliğinin arttığını belirtmişlerdir.

Thompson (1974), hızlı üst çene genişletmesi uyguladığı macaca mulatta maymunlarında zigomatikotemporal, zigomatikomaksiller, frontomaksiller, zigomatikofrontal süturlarda kemik oluşum ve yıkımı faaliyetleri olduğunu ve yüzey alanı bakımından en büyük olan zigomatikomaksiller süturda en fazla aktivitenin gözlemlendiğini bildirmiştir. Ayrıca, sfenookspital sinkondroziste bir genişlemenin meydana geldiğinden bahsetmiştir.

Hızlı üst çene genişletmesiyle ilgili yapılan sintigrafik çalışmalarda Arat vd. (2003), maksillanın her iki parçası ile midpalatal süturda, Baydaş vd. (2006) ise bu bölgelere ek olarak inceledikleri zigomatikomaksiller, nazofrontal, vomerosfenoid ve sfenoskuamoz süturlar ile sfenookspital sinkondroziste histolojik kemik aktivitesi oluştuğunu bildirmişlerdir.

Literatürde transversal yönde yetersiz olan üst çenenin genişletilmesinde çeşitli mekanik özelliklere sahip aparatların kullanıldığı görülmüştür. Chaconas ve Levy (1977) ile Spolyar (1984) elde edilecek genişleme şeklinin kullanılan aparatın tipi ile yakından ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bunlardan en sık kullanılan rijit aparatların Arnold, Haas, mini ve Hyrax tipi bantlı aparatlar olduğu belirlenmiştir.

2.6.1. Hyrax Aparatı

Hijyenik aparat olarak da bilinen Hyrax aparatının akrilsiz tamamen telden oluşan bir hızlı genişletme aparatı olduğu belirtilmektedir. Dişler üzerindeki bantlara

lehimlenen apareyin damak mukozasında en az tahrişe neden olduğu ve hijyeninin sağlanmasının daha kolay olduğu bildirilmektedir (Bishara ve Staley, 1987).

Biederman, üst birinci molar ve birinci premolar dişleri bantladıktan sonra 0,040-inch'lik yuvarlak teli bukkalden, 0,059-inch'lik yuvarlak teli de palatinalden lehimleyip ortasına vida gelecek şekilde "Hyrax" olarak adlandırdığı genişletme apareyini tasarlamıştır. Araştırmacı, daha sonra OIS adını verdiği kendinden kolları olan ve böylece laboratuvar zamanını azaltan vidayı tanıtmıştır (Shetty vd., 2017).

2.6.2. Bonded Hızlı Genişletme Apareyi

Bonded hızlı genişletme apareyinde dişler ve palatinal mukoza akrille örtülmektedir. Bu şekilde, apareyin esnekliği azaltılıp palatinal dokulardan ankraj alınarak kuvvetlerin destek dişlerde oluşturduğu zararlı etkilerin azaltılması hedeflenmektedir. Ayrıca, apareyin oklüzal yüzeyini kaplayan akriliğin posterior bite-blok etkisi yaparak molar dişlere intrüziv kuvvet uyguladığı ve böylece vertikal büyümeyi baskıladığı, bu intrüziv etkinin ise mandibulanın aşağı ve geri yönlü hareketini sınırladığı belirtilmektedir (Wendling vd., 2005).

Bonded hızlı genişletme apareyelerinin oklüzal akrilik splint bulunmayan diğer apareylere göre mandibulanın rotasyonel olarak yer değiştirmesiyle ilişkili bazı avantajlara sahip olduğu belirtilmektedir. Anterior çapraz kapanış ve/veya maksiller protraksiyon planlanan vakalarda tedaviyi olumlu etkileyecek şekilde anterior oklüzyonda dikey açıklık sağlamaktadır (Spolyar, 1984). Asanza vd. (1997), akrilik splintli ve bantlı iki hızlı üst çene genişletme apareyinin tedavi etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında üst çenenin sagittal yöndeki hareketinin akrilik splintli apareyde bantlı apareye kıyasla daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

2.6.3. Haas Apareyi

Haas apareyinde genişletme vidasıyla birlikte damak mukozasına dayanan akrilik yastıklar bulunmaktadır. Bu tasarımın maksiller yarım çenelerde daha paralel bir genişleme kuvvetine neden olduğu ve bu kuvvetin de dişler ve alveoler kemiğe daha eşit dağıldığı bildirilmektedir (Haas, 1961; Haas, 1970).

2.7. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Aktivasyon

Literatürde hızlı üst çene genişletmesinde vida çevrilmesi ve aktivasyona ilişkili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Haas (1961), kendi tasarladığı apareyde vidanın bir turunun 0,8 veya 1 mm olduğunu belirterek simantasyondan hemen sonra 5'er dakika arayla 4 tur çevrilip daha sonraki günlerde sabah 2 tur akşam 2 tur olmak üzere günde 4 tur çevrilmesini önermiştir. Zimring ve Isaacson (1965) ise yapmış oldukları çalışmada aparey yapıldıktan sonraki ilk 4-5 gün günde 2 çeyrek tur sonraki günlerde ise 1 çeyrek tur çevrilmesini tavsiye etmişlerdir. Biederman (1973), ilk gün 5'er dakika aralıklarla 3 çeyrek tur sonrasında ise günde 2 çeyrek tur çevirmeyi tavsiye etmiştir. Ceylan vd. (1996) ise sütür açılana kadar günde 3 çeyrek tur, sonrasında günde iki çeyrek tur çevirmeyi tavsiye etmişlerdir. Timms (1999), genç bireylerde günde 2 çeyrek tur çevrilmesinin daha faydalı olduğunu belirtmiştir. İşeri ve vd. (1998), hızlı üst çene genişletme protokolü baş boyun bölgesi iskelet yapılarında şiddetli stres birikimine ve dolayısıyla nüks sebebiyet verebileceğinden sütür açıldıktan sonra yavaş genişletme protokolünün daha faydalı olacağını belirtmişlerdir. Sander vd. (2006) ise hızlı üst çene genişletmesinde görülen kök rezorbsiyonunun aktif tedavi süresiyle ilişkili olduğunu ve bu sürenin kısaltılması için günde en az 5 tur çevrilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Doku bütünlüğüne zarar vermemek için süturun günde 0,3-0,5 mm açılmasını önermişlerdir.

2.8. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Nüks

Hızlı üst çene genişletmesi uzun zamandır kullanılan bir ortodontik tedavi yöntemidir. Ancak, bu yöntemle elde edilen değişikliklerin kalıcı olup olmadığına ilişkin bazı belirsizlikler bulunduğu rapor edilmiştir (Linder-Aronson ve Lindgren, 1979). Thörne (1958), üst birinci molar dişlerin palatinal kökleri arasındaki mesafe olarak tanımlanan apikal kaidenin hızlı üst çene genişlemesi sonucu 1,3-6,5 mm arttığını belirtmiştir. Bir-iki yıl sonra bu vakaların 28'i ile yapılan takip çalışmasında 5'inde nüks görülüp kaidenin daraldığı, 23'ünün ise değişmediği veya genişliğinin daha da arttığı gözlenmiştir (Linder-Aronson ve Lindgren, 1979). Haas (1961,1965,1970), hızlı üst çene genişletmesini değerlendirdiği çalışmalarında 5 yıllık bir takip döneminin ardından 300 hastanın hiçbirinde nüks görülmediğini belirtmiştir. Stockfisch (1969), hızlı üst çene genişletmesi uygulanan 150 vakanın 5-15 yıl

takibiyle yaptığı çalışmada, 3. ve 5. yıllar arasında intermolar genişlikte ortalama 4 mm'lik bir nüks saptamıştır. Timms (1976), 5 yıl veya daha uzun süredir tedavisi devam eden 26 hastayı tekrardan değerlendirdiği çalışmasında, 5. yılın sonunda kalan genişletme miktarının ortalama %44 olduğunu ve kalan genişletme miktarı ile apareyi ağızda tutma süresi arasında zayıf bir korelasyon bulunduğunu belirtmiştir.

Wertz ve Dreskin (1977), hızlı üst çene genişletmesiyle elde edilen genişlik artışında genç hastalarda nüks görülmediğini, erişkin hastalarda ise belirgin bir nüksün görüldüğünü bildirmişlerdir. Linder-Aronson ve Lindgren (1979), hızlı üst çene genişletmesi uygulanan 23 hastayı takip ettikleri çalışmalarında retansiyondan 5 yıl sonra kaydedilen üst birinci molar dişler arasındaki genişlik artışının başlangıçtaki genişlik artışının %45'i kadar olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu nedenle, hızlı maksiller genişletmenin diş arkında çok az ekstra alan sağladığını ve aşırı çapraşıklık durumlarında çekimli tedaviye bir alternatif olarak kabul edilemeyeceğini belirtmişlerdir. Zimring ve Isaacson (1964,1965) hızlı üst çene genişletmesi sonrası gözlenen nüksün sebebinin genişletme sırasında ve sonrasında ortaya çıkan rezidüel yükler olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu yükler üst çenenin diğer kemiklerle yaptığı eklemlerden, çiğneme kuvvetlerinden, damak mukozasının ve periostunun gerginliğinden, dil ve yanak kaslarında meydana gelen değişimlerden kaynaklanabilmektedir. Aparey söküldükten sonra yanak kaslarında meydana gelen kısılmaya bağlı olarak nüksün görülebileceğinden, oluşan nüksü azaltabilmek için bu yüklerin dağılmasını ve sönerek ortadan kalkmasını beklemek gerekmektedir.

Hicks (1978), herhangi bir aktif retansiyon yapılmadığında aparey söküldükten sonra 3 hafta içinde kazanılan ark genişliğinin yarıya yakınının kaybedildiğini, 47 hafta sonunda ise %69'unun kaybedildiğini gözlemlemiştir. Ayrıca, sabit retansiyon uygulandığında nüksün %10-23 oranında, hareketli apareyler ile retansiyon yapıldığında ise nüksün %22-25 oranında meydana geldiğini belirtmiştir (Hicks, 1978). Bishara ve Staley (1987), sabit retansiyon süresinin 3-6 ay kadar, Mcnamara vd. (2001) ise hızlı üst çene genişletmesi yapılan apareyin 5 ay ağızda sabit bir şekilde durması gerektiğini bildirmişlerdir.

2.9. Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi ilk olarak Brown (1938) tarafından uygulanmıştır. Hızlı üst çene genişletmesi esnasında direncin azaltılmasını sağlamaktadır. Maksiller transversal yetersizliği bulunan yetişkin hastalarda başarılı sonuçların alındığı bildirilmiştir (Betts, 2016; Iodice vd., 2013; Northway ve Meade, 1997). Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinde yetişkin hastalara maksiller genişletmeden önce cerrahi müdahale yapılmaktadır. Cerrahi müdahalenin temel amacının orta yüz ve kafa kaidesi iskeletini istenmeyen etkilerden korumak olduğu bildirilmiştir (Holberg vd., 2007). Yetişkin bireylerde cerrahi prosedür olmaksızın genişletme uygulandığı takdirde diş kökü rezorbsiyonu, bukkal kemik fenestrasyonu, posterior dişlerin bukkale devrilmesi ve bu devrilme sonucu dik yön boyutlarının istenmeyen şekilde artması gibi komplikasyonlar oluşabilmekte ve genişletme sürecinde problemlerle karşılaşılabilir (Atac vd., 2006; Mossaz vd., 1992).

Cerrahi müdahale posterior segmental osteotomilerle maksillanın segmentalizasyonu veya LeFort I osteotomisi olmak üzere iki farklı şekilde uygulanabilmektedir (Suri ve Taneja, 2008). Köle (1959) ve Lines (1975) midpalatal suture ve zigomatikomaksiller desteğin hızlı üst çene genişletmesi sırasında direnç alanları olduğunu ifade ederek, lateral maksiller ve palatal osteotomilerin bir kombinasyonunu kullanmışlardır. Allison (1974) ise genişletme öncesi tüm maksiller kemik eklemlerinin kesilmesini önermiştir.

Mossaz vd. (1992) yaşamın 2. dekadı sonrası, Epker (1986) ise on altı yaşından büyük hastalarda cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesini önermişlerdir. Alpern ve Yurosko (1987), cerrahi işlem kararında cinsiyetin de belirleyici bir faktör olduğunu, kadınlarda 20 yaşından erkeklerde ise 25 yaşından sonra cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesini tavsiye etmişlerdir.

2.10. Minivida Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Hızlı üst çene genişletmesinin ortopedik etkileri sadece midpalatal suturen ayrılmasıyla değil aynı zamanda sirkummaksiller suturelar üzerindeki etkisiyle de ilişkilidir (Starnbach vd., 1966). Bu yapılar yaşla birlikte genişletmeye karşı daha fazla direnç gösterdiğinden hızlı üst çene genişletmesinde ağırlıklı olarak dentoalveoler

etkiler gözlenmektedir. Bu durum ise yetişkinlerde zararlı periodontal etkilere neden olabilmektedir (Wertz, 1970). Hızlı üst çene genişletmesi sonrası periodontal değişimlerin değerlendirildiği çalışmalarda destek dişlerin bukkal kemik kalınlığının 0,6-0,9 mm azaldığı ve bukkal alveolar kret tepe yüksekliğinin alçaldığı sonucuna varılmıştır (Garib vd., 2006; Rungcharassaeng vd., 2007). Genişletme kuvvetleriyle esnek olan alveol kretlerde bukkal yönde eğilme oluşmaktadır ve bu eğilme genişletme fazı tamamlanınca kas doku gerilimleriyle düzelmektedir (Isaacson ve Ingram, 1964; Haas, 1965). Mini vida destekli apareylerle yapılan genişletmelerde alveolar eğilmenin daha az olduğu bunun sebebinin ise kuvvetin hem diş hem doku desteği ile iletilmesinin yanında kuvvetin maksillanın direnç merkezine daha yakın uygulanması olduğu belirtilmiştir (Oliveira vd., 2004).

Her ne kadar geleneksel hızlı üst çene genişletmesiyle 15 yaş üstü genç erişkinlerde başarılı sonuçlar elde edilse de, çoğu araştırmacı mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesinin genç erişkinlerde midpalatal suturen ayrılmasını kolaylaştırdığını düşünmektedir (Baik vd., 2020).

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinde suturen cerrahi olarak ayrılrsa da yapılan apareylerin diş destekli yapısından kaynaklı periodonsiyum hasarı gözlenebilmektedir (Gauthier vd., 2011). Bu nedenle, diş-kemik destekli bir tasarıma sahip mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyleri genç erişkinlerde bazal kemiğin cerrahi müdahale olmaksızın genişletilmesine alternatif bir yaklaşım sunabilmektedir (Lee vd., 2010; Park vd., 2017).

Jesus vd. (2021) ile de Oliveira vd. (2021) tarafından yapılan retrospektif kohort çalışmalarda, yetişkinlerde mini vida destekli ve cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin tedavi etkileri karşılaştırılmıştır. Mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesinin cerrahi destekli genişletmeye kıyasla daha az dentoalveoler, daha fazla iskeletsel ve paralel palatal genişletme sağladığı sonucuna varmışlardır.

Siddhisaributr vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyleriyle elde edilen iskeletsel genişletme miktarının konvansiyonel genişletme apareylerinden iki kat daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır. Clement vd. (2017) de elde edilen genişletmenin %50'den fazlasının iskeletsel olduğunu ve dişsel genişletmeden daha fazla gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareylerinin hibrid (diş-kemik destekli) ve kemik destekli olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Hibrid apareyde anterior ankraj olarak rugalar bölgesinde iki adet mini vida ile posterior ankraj olarak molar dişlerden destek alınırken; kemik destekli apareylerde sadece 4 veya 2 adet mini vidadan destek alınmaktadır (Akin vd., 2016).

Wilmes ve Drescher (2008), ön bölgede mini vidalardan arka bölgede ise birinci molar dişlerden destek alan “Hibrid Hyrax” apareyini tasarlamışlardır. Lee vd. (2010), maksiller transversal yetersizlik ve mandibular prognatizmi olan 20 yaşındaki bir hastayı mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyi ile tedavi etmişlerdir. Yapılan tedavi klinik ve radyografik muayene ile doğrulanarak dişlerde ve periodonsiyumda minimum hasarla genişleme sağlandığı belirlenmiştir. Lee vd. (2010), tarafından geliştirilen apareyde mini vidalar genişletme vidasına lehimlenmiş çelik teller rehberliğiyle yerleştirilip ışıkla sertleşen rezin kullanılarak sabitlenmiştir.

Park, Hwang Moon ve MacGinnis midpalatal sütura ve genişletme vidası gövdesine paralel olarak lehimlenmiş dört adet mini vida yuvası bulunan maksiller iskelet genişleticiyi (MSE, Biomaterial Korea, Seul, Güney Kore) tasarlamışlardır. Suzuki ve ark. (2016) ise hızlı üst çene genişletme apareyine mini vida yerleri yerleştirerek apareyi MARPE olarak adlandırmışlardır (Peclab, Belo Horizonte, Brezilya). MARPE, maksiller transversal yetersizliğe sahip genç, büyümekte olan ve yetişkin bir dizi hastada kullanılmıştır. MSE ve MARPE apareylerinde mini vidalar genişletme vidasına destek olmakta ve kuvvetlerin nazomaksiller komplekse daha iyi yayılması için sütura paralel ve yakın bir şekilde yerleştirilmektedir. Daha kalın bir kemik alanı ve primer stabiliteyi artırmak hedeflenmektedir (Moon, 2013; Curado vd., 2015; Suzuki vd., 2016).

Kim ve Helmkamp (2012), dişlere kuvvet gelmeyecek şekilde sadece palatinal bölgeye 4 adet mini vida uygulayarak kemik destekli hızlı üst çene genişletmesi uyguladıkları hastalarda, dişlerin yan etkilerden korunduğunu ve gayet yeterli bir genişletme elde edildiğini bildirmişlerdir. Winsauer vd. (2013), 4 tane mini vidadan destek alan hyrax vidasından oluşan bir aparey tasarlamış ve bu apareye “Mikro Expander” adını vermişlerdir. Mini vidaların premolarlar bölgesine yerleştirildiği Mikro Expander apareyi oldukça küçük bir aparey olarak tasarlanmıştır. Lin vd. (2015), 4 adet mini vida ve palatinal bölgede konumlanan akrilik plaktan oluşan “C-

expander” isimli kemik-doku destekli apareylerini tanıtmışlardır. İki mini vida kanin-premolar arasına, 2 mini vida ise ikinci premolar-birinci molar arasına yerleştirilmiştir.

İnsiziv foramen genellikle midpalatal sütur ile kanin dişlerinin distalinden çizilen çizginin kesişim yerinde bulunmaktadır. Foramenden geriye ve yukarı bölgelere uzanan insiziv kanalda damarlar, sinirler, tükürük bezleri ve nazopalatin kanal kalıntıları yer almaktadır. Mini vidaların bu yapıyı etkileme riskinin düşük olduğu belirtilse de daha posterior bölgeye yerleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Sert damağın posterior lateral bölümünde posterior alveolar processin yakınında, palatin foraminadan çıkan sinirler ve damarlar bulunmaktadır. İnsiziv foramenden çıkan damarlar ile palatin foraminadan çıkan ve anterior bölgeye ilerleyen damarların sert damağın lateral kısmındaki anastomozu sonucu sinir ve kan damarı pleksusu meydana gelmektedir (Suzuki vd., 2016). Lee vd. (2007), palatal bölgede mine sement sınırının 10-12 mm apikalinde önemli damar-sinir paketlerinin bulunduğunu ve herhangi bir problemle karşılaşmamak için mini vidaların oblik şekilde alveol kemik kreti ve apeks arasındaki mesafenin 1/2-1/3'lük bölümündeki güvenli alana yerleştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Knaup vd. (2004) 22 insan sert damağı üzerinde yaptıkları histomorfometrik çalışmada palatinal kemiğin transversal ve vertikal kalınlıklarını araştırmışlardır. Sert damaktaki kemik kalınlığının en fazla olduğu bölgenin 8,08 mm'lik kalınlıkla anterior median bölge olduğunu tespit etmişlerdir. Bu kemik kalınlığının 3 mm sağ ve 3 mm sol bölgelerde 3,34 mm azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, kemik kalınlığının önden arkaya doğru da azaldığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda, palatinal kemikte mini vida yerleştirilmesi için en uygun bölgenin median bölge olduğunu ifade etmişlerdir.

Wehrbein vd. (1996,1999), nazal kavitede perforasyon oluşturmayacak şekilde midpalatal sütura yerleştirilebilecek maksimum mini vida boyunun ortalama 4-6 mm, çapının ise 3,3 mm olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bernhart vd. (2000), KIBT araştırmalarında palatinal orta hattın 3-6 mm yanındaki kemik kalınlığının tüm vakalarda 6 mm uzunluğundaki bir mini vidaya yetecek boyutta olduğu sonucuna varmışlardır. Gracco vd. (2008), 162 sağlıklı bireyin KIBT görüntülerinden palatinal bölgedeki kemik kalınlığını 3-B değerlendirdikleri çalışmada median bölgeyi, median bölgenin 3-6 mm sağ-sol bölgelerini ve insiziv foramenin 4, 8, 16 ve 24 mm gerisini ayrı ayrı değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda, palatinal bölgede en kalın kemiğin

anterior bölgede olduğunu ancak, uygun çapta ve boydaki mini vidalar kullanılarak posterior bölgede de yeterli ankraj sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Yumuşak damakla devamlılığı bulunan posterior sert damakta çok sayıda küçük tükürük bezi bulunmaktadır. Çok arkaya yerleştirilen mini vidaların bu tür bezleri etkileyerek oral mukosel ve/veya nekrotizan sialometaplazi gibi mukus retansiyon fenomenini tetikleyebildiği belirtilmektedir (Rebellato Júnior, 2003).

Mini vidaların genişletme vidasının gövdesinden uzağa yerleştirilmesinin daha verimli bir kullanım alanı sağladığı ancak bu durumun riski arttırdığı belirtilmiştir. Midpalatal sütürden uzak yerleştirilen mini vidaların hem anterior hem de posterior bölgedeki kanallar ve sinirler gibi anatomik oluşumlara zarar verebileceği belirtilmektedir (Curado vd., 2015; Suzuki vd., 2016).

Mini vida destekli üst çene genişletme apareyleri damağın ön tarafı yerine arka tarafına yerleştirilse de sütünun ve arka bölgedeki kemiklerin direnci nedeniyle ön bölgede arka bölgeye oranla daha fazla genişleme meydana gelmektedir (Gautam vd., 2007; Priyadarshini vd., 2017). Ayrıca, fiziksel faktörlerin de genişletmeye etki ettiği ve damak derinliği arttıkça genişletme miktarının azaldığı belirtilmiştir (Matsuyama vd., 2015). Midpalatal sütünun kemikleşmesinin posterior bölgeden anterior bölgeye doğru ilerlediği ve bu sebeple damak uzunluğunun daha fazla olduğu vakalarda ön bölgede sütünun genişlemesinin belirgin şekilde geç olduğu belirtilmiştir (Persson ve Thilander, 1977; Shin vd., 2019). Shin vd. (2019), lateral sefalometrik filmlerde damak uzunluğu doğru ölçülebildiği takdirde KIBT görüntüleriyle midpalatal sütünun gelişim evresi değerlendirilmeden, sadece yaş ve damak uzunluğunu değerlendirerek mini vida destekli hızlı üst çene apareyleriyle midpalatal sütünun açılma olasılığının kolaylıkla tahmin edilebileceğini bildirmişlerdir.

Mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesinde mini vida stabilitesini arttırmanın genişletmenin başarı oranını yükselttiği ifade edilmiş, stabiliteyi arttırmak amacıyla monokortikal ankraj yerine bikortikal ankrajın daha faydalı olduğu belirtilmiştir (Lee vd., 2017). Yoon vd. (2019) yaptığı çalışmada stres dağılımı açısından monokortikal ve bikortikal yerleştirmeler arasında herhangi bir fark bulamamış ve 4 mini vida kullanılmasının stresi daha geniş alana yaydığı tespit edilmiştir. Li vd. (2020), 2 veya 4 adet bikortikal ankrajlı mini vida kullanımının 4

adet monokortikal ankrajlı vidaya kıyasla daha fazla iskeletsel genişleme sağladığını gözlemlemişler ve mini vida sayısından ziyade bikortikal ankrajın başarıyı arttırdığını belirtmişlerdir. Motoyoshi vd. (2007), kortikal kemik kalınlığının 1 mm'den daha az olduğu bölgelere mini vida yerleştirilmemesini önermişlerdir. Mini vida kayıplarının en önemli sebebinin kortikal kemik kalınlığının 1mm'den az olması ve mini vidayı yerleştirirken yüklenen aşırı gerilim olduğu bildirilmektedir (Chen vd., 2008; Park vd., 2006).

Fayed vd. (2010) adolesan ve yetişkin, kız ve erkek 100 bireyin KIBT görüntülerinden kortikal kemik kalınlıklarını değerlendirdikleri çalışmada, erkeklerde ve 18 yaş üstü gruplarda maksiller bukkal ve palatal kortikal kemik kalınlıklarının daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Palatinal bölgede mini vida yerleştirilmesi için en uygun bölgenin kortikal kemiğin en kalın olduğu 2. premolar ile 1. molar dişler arasındaki bölge olduğunu gözlemlemişlerdir.

2.11. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Tomografi Kullanımı

Maksiller transversal yetersizliklerin tedavisi potansiyel periodontal problemleri azaltmayı, diş ve iskeletin stabilitesini ve gülümseme estetiğini iyileştirmeyi amaçlamaktadır (Graber vd., 2011). Adolesan büyüme atılımının tamamlanmasından sonra midpalatal sütür kemikleşmesinin artmasıyla, maksillanın anlamlı bir şekilde genişlemesini sağlamak için sütür boyunca daha fazla kuvvet uygulanması gerekmektedir (Proffit vd., 2018). Bu noktada, tedavinin verimliliğini ve etkinliğini artırmak için kraniyofasiyal iskeletsel yapıyı mümkün olduğunca erken bir dönemde değerlendirip transversal maksiller genişletme ihtiyacını doğru teşhis etmek oldukça önemlidir. Bu durum, maksiller transversal boyutun değerlendirilmesine yönelik teşhis araçlarının sürekli olarak gelişmesini ve geliştirilmesini sağlamıştır (Sawchuk vd., 2016).

Maksiller transversal yetersizliklerin teşhisi için evrensel bir altın standart tanımlanmamıştır. Doğru bir teşhisin hem klinik hem de radyografik incelemeleri içermesi gerektiği söylenerek posteroanterior filmlerin maksillayı transversal yönde değerlendirmede en iyi yöntem olduğu ifade edilmiştir (Betts vd., 1995). Ancak, iskeletsel yapılarının geleneksel 2-B görüntüleme yöntemleriyle değerlendirilmesinde ölçüm noktalarını yerleştirme sırasında doğruluğunu etkileyen teknik sınırlamalara

sahip olduğu belirtilmiştir. Uygulayıcıların da posteroanterior filmlerde ölçüm noktalarını belirleme konusundaki deneyimsizliği hatalara yol açabilmektedir (Major vd., 1994; Malkoc vd., 2005).

Ortodontide klinik kullanım için uygun bir teşhis yöntemi olarak ortaya çıkan 3-B görüntüleme maksiller transversal yetersizliklerin teşhisinde yararlı olabilmekte, 3-B görüntüler 2-B görüntülerin teknik sınırlamalarından etkilenmemektedir. 3-B KIBT görüntüleri geleneksel 2-B posteroanterior filmler ile karşılaştırıldığında, transversal ölçümlerin önemli ölçüde daha az değişkenlik gösterdiği ve daha fazla tekrarlanabilir olduğu gözlenmiştir (Major vd., 1994; Nur vd., 2012).

Ortodontide KIBT'nin klinik kullanımı süreç içerisinde oldukça artmıştır (Hans vd., 2011). Lagravère vd. (2008) ile Lascale vd. (2004) yaptıkları çalışmalar ile 3-B ölçümlerin anatomik ölçümlere oldukça yakın olduğunu göstermişlerdir. Cheung vd. (2013), KIBT'nin geleneksel 2-B görüntülemeye göre daha üstün sonuçlar gösterdiğini ancak, maksiller transversal yetersizliğin teşhisindeki potansiyel rolünün kesin olmadığını ifade etmişlerdir. KIBT verilerinin kalitesini artırmak için iskeletsel yapıların işaretlenmesi, ölçüm süreci ve görüntülerin oryantasyonundan daha çok standardizasyona ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir (Tai vd., 2014).

Miner vd. (2012), transversal genişlik ve birinci molar eğimini analiz etmek için iskeletsel ve dişsel ölçümleri içeren bir transversal KIBT analiz yöntemi geliştirmiştir Tanımladığı S referans noktasına göre transversal yönde maksiller darlık bulunmayan bireylerde sağ-sol palatal S' noktalar referans alınarak belirlenen maksiller alveoler genişliğin $27,73 \pm 2,08$ mm; sağ-sol lingual S' noktalar referans alınarak belirlenen mandibular alveoler genişliğin $28,95 \pm 2,79$ mm; maksillomandibular S' genişlik farkının ise $-1,22 \pm 2,91$ mm olması gerektiğini söylemiştir.

Podesser vd. (2008), KIBT görüntülerinde transversal boyutu ölçmek, nazal kemik, maksiller kemik, diş arkları, molar ve kanin eğimlerini değerlendirmek için başka bir yöntem geliştirmişlerdir.

2.12. Literatür Derlemesi

Geniş çaplı bir literatür taraması MSE 2 apareyi uygulaması sonrası orta yüz bölgesindeki iskeletsel ve dental değişimlerin KIBT ile değerlendirildiği önemli çalışmalar olduğunu göstermiştir (Cantarella vd., 2017; Cantarella vd., 2018a, Cantarella vd., 2018b, Lee vd., 2021; Moon vd., 2020; Ngan vd., 2018, Paredes vd., 2020; McMullen vd., 2022; Song vd., 2019; Tang vd., 2021). Bu çalışmaların bazılarının sonuçlarının çelişkili olduğu ve Cantarella vd.'nin (2017), (2018a), (2018b) yapmış oldukları üç ayrı çalışmanın verilerinin aynı hasta popülasyonuna ait olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, McMullen vd. (2022) eşit oranda iskeletsel ve dental değişimlerin meydana geldiğini belirtirken; Ngan vd. (2018) birinci molar dişlerde belirgin bukkal devrilme gözlendiğini, Paredes vd. (2020) ise orta yüz bölgesinde saf iskeletsel rotasyonel hareket meydana geldiğini, alveolar kemik bindingi ve dental tippinginin gözlenmediğini ifade etmişlerdir.

Cantarella vd. (2018a) koronal düzlemde zigomatikomaksiller kompleksin rotasyon merkezini frontozigomatik süturun üst yüzüne yakın olarak tanımlarken; Paredes vd. (2020) frontal kemiğin zigomatik çıkıntısının en dış ve alt noktaları veya interfrontal mesafeye paralel ve hafif yukarıda olarak tanımlamışlardır. Cantarella vd. (2018b) bir diğer çalışmasında ise horizontal düzlemde zigomatikomaksiller kompleksin rotasyon merkezini temporal kemiğin zigomatik çıkıntısının proksimal kısmına yakın bir yer olarak belirlemişlerdir. Oldukça geniş bir yaş aralığına sahip hasta popülasyonunun değerlendirilmiş olduğu bu sınırlı sayıda çalışmalarda aparey dizaynına ve aktivasyon protokolüne bağlı olarak rotasyon merkezinin değişebileceği ifade edilmiştir (Paredes vd., 2020).

Midpalatal süturdaki açılma modelinin değerlendirilmiş olduğu çalışmalardan Cantarella vd. (2018a) ile McMullen vd. (2022) midpalatal süturun tamamen paralel şekilde açıldığını, Song vd. (2019) ile Nguyen vd. (2021) ise tamamen paralel olmasa da paralele yakın bir açılma meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Bu bilgiler ışığında bu tez çalışmasında MSE 2 apareyi uygulaması sonrası zigomatikomaksiller kompleksin rotasyonel hareketine bağlı olarak orta yüz bölgesinde gözlenen iskeletsel ve dental değişimlerin 12-16 yaş aralığındaki bireylerde

KIBT kullanarak koronal, zigomatik ve aksiyal palatal kesitlerde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

Bu retrospektif tez çalışmasının materyalini 2022-2023 yılları arasında Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavi olmuş, tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanışı bulunan, 12-16 yaş aralığındaki 18 hastanın maksiller iskeletsel ekspansiyon öncesi ve sonrası KIBT görüntüleri oluşturdu.

Helsinki deklarasyonu etik kuralları rehberliğinde gerçekleştirilen retrospektif tez çalışmamız için Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu'ndan onay alındı (08.12.2022/1230). Tanı aracı olarak alınan KIBT görüntülerinin araştırma amacıyla kullanılmasına ilişkin yazılı onamlar hastalar veya 18 yaşından küçük olanların ebeveynleri tarafından daha önceden imzalatıldı.

3.1.1. Dahil Edilme Kriterleri

- Daha önceden fonksiyonel ortopedik ve/veya sabit ortodontik tedavi görmemiş,
- Transversal yönde tek veya çift taraflı iskeletsel maksiller uyumsuzluğu bulunan,
- MSE 2 apareyi (Biomaterials Korea Inc., Guro-gu Seoul, Kore) ile tedavi edilen,
- Hasta kayıt formlarındaki MSE 2 apareyi uygulama prosedürleri üretici firmanın önerileri doğrultusunda yapılan,
- Konjenital kraniyofasiyal anomali veya dismorfizmi olmayan,
- Kraniyofasiyal sendrom, travma veya orofasiyal cerrahi öyküsü bulunmayan,
- Kemik metabolizması ve diş hareketini etkileyecek herhangi bir sistemik rahatsızlığı olmayan ve medikal tedavi almayan,
- Kraniyal tabanı içeren geniş FOV alanına sahip, iskeletsel genişletme öncesi ve sonrası KIBT görüntüleri olan sağlıklı bireyler şeklinde belirlendi.

3.1.2. Dahil Edilememe Kriterleri

- Daha önceden fonksiyonel ortopedik ve/veya sabit ortodontik tedavi görmüş,
- Görüntü kalitesinin iyi olmadığı ve hareket artefaktları bulunan KIBT görüntüleri olarak belirlendi.

3.2. Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

McMullen vd. (2022) yaptıkları çalışmada gelişimi devam eden bireyler için zigomalar arası mesafenin $3,5\pm 2,2$ mm ve palatin foramenler arası mesafesinin $3,9\pm 1,3$ mm arttığını belirlemişlerdir. Bu iki ölçüm dikkate alınarak elde edilen etki genişliğinin sırasıyla $d=1,591$ ve $d=3$ olduğu tespit edildi. Her iki ölçüm bakımından maksiller iskeletsel ekspansiyon öncesi ve sonrası yapılacak bu ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde etmek için gereken örneklem büyüklüğü $d=1,591$ alınarak hesaplandı. Buna göre tip 1 ve tip 2 hata 0,05 alındığında örneklem büyüklüğü minimum 8 olarak elde edildi. Örneklem büyüklüğü G*Power 3.1 programında hesaplandı (Versiyon 3.1 Franz Faul, Universität Kiel, Almanya).

3.3. Maksiler İskeletsel Darlığın Belirlenmesi

Maksiler transversal yetersizlik mevcudiyetinde MSE 2 apareyi uygulanan bireylerin ekspansiyon öncesi ve sonrası KIBT görüntülerinin değerlendirildiği bu retrospektif tez çalışmasında, tedavi başı maksiler iskeletsel darlık miktarlarının yeniden değerlendirilmesinde Rocky Mountain analiz yöntemi kullanıldı (Vanarsdall, 1999).

Maksiller transversal yetersizlik, ekspansiyon öncesi KIBT görüntülerinde koronal düzlemde mandibular kemik genişliğinin maksiller kemik genişliğinden çıkarılmasıyla hesaplandı. Mandibular kemik genişliği sağ-sol antegonion noktaları arasındaki mesafe; maksiller kemik genişliği ise sağ-sol maksillare noktaları arasındaki mesafe olarak ölçüldü. Maksillomandibular kemik genişliği farkının 5 mm'den fazla olduğu bireyler çalışmaya dahil edildi.

Tablo 3.1 *Rocky Mountain Analiz Yöntemi'nde Kullanılan Noktalar ve Tanımlamaları*

Simge	Adı	Tanımlaması
Ag	Antegoinion	Antegonial notch'un alt kenar ve lateral noktası
Mx	Maksillare	Maksiller tuberositenin zigomatik butress ile kesişim noktası

3.4. MSE 2 Apareyi Uygulama Prosedürleri

MSE 2 apareyi (Biomaterials Korea Inc., Guro-gu Seoul, Kore) maksiller birinci molar dişlere bağlı iki adet molar bant ve genişletme vidasına lehimlenmiş 4 adet mini vida tüpü içeren bir merkezi gövdeden oluşmaktadır. Dört adet mini vida yerleştirmek için şablon görevi gören her bir tüp 1,8 mm çap ve 2 mm uzunluğundadır. Çapları 1,8 mm olan mini vidalar bikortikal ankraj sağlayacak şekilde tercihen 11-13 mm uzunluklarında kullanılabilir.

Tez çalışmamızda MSE 2 apareyi uygulama prosedürlerinin üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulanmış olmasına dikkat edildi. Bu amaçla;

- Apareyin kendi dört adet mini vidası ile manuel driverının kullanılmış,
- Genişletme vidasına lehimli bulunan ve mini vidalar için rehber görevi gören 4 adet rehber tüpün kullanılmış,
- Genişletme vidasının ikinci premolar ve ikinci molar dişler arasında palatinal kemiğin posterior alanında konumlandırılmış,
- Mini vidaların orta hattın 1-2 mm distaline yerleştirilip, tam sütür veya orta hat hizasında konumlandırılmamış,
- Genişletme potokolünün 10 yaş üstü bireyler için belirlenen sütür açılıncaya kadar günde iki tur, sütür açıldıktan sonra yeterli genişletme sağlanıncaya kadar günde bir tur çevrilmiş olmasına özen gösterildi.

Ayrıca, hasta kayıt formları, fotoğraf ve radyografilerinin değerlendirildiği bu aşamada uygulama prosedürlerinin genel olarak;

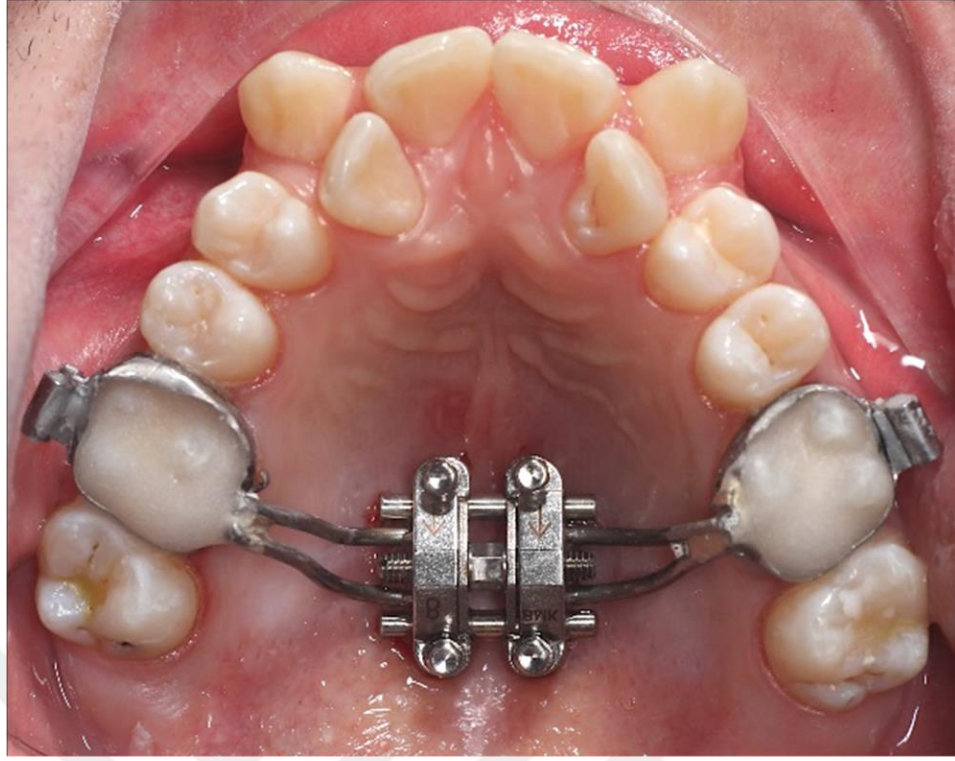
- Vertikal ve anteroposterior yönde MSE 2 apareyi mini vidasının en uygun yerleştirileceği bölgedeki kemik kalınlığının KIBT görüntülerinden ölçülmesi ve bikortikal yerleştirilecek uygun mini vida uzunluğunun belirlenmesi,

- Sağ ve sol molar dişlerin bantlanması, takiben üst çenenin aljinat ölçüsünün alınması, molar bandların aljinat ölçü içerisine doğru pozisyonda aktarılması ve üst çenenin alçı modelinin elde edilmesi,
- Genişletme vidasının üretici firmanın önerileri doğrultusunda palatinal kemiğin posterior kısmında ikinci premolar ve ikinci molar dişler arasında, merkezi nazal septum referans alınarak tam ortada ve alt tabanı palatal mukozaya mümkün olduğunca yakın olacak şekilde konumlandırılması,
- Genişletme vidasının bir tarafındaki iki uzun kolun aynı taraftaki molar bandlara puntolanması (Lampert Werktechnik GmbH, PUK5, Almanya),
- Apareyin hasta ağızına uyumlandırılması ve molar bandların (3M-Unitek Multi-cure Glass Ionomer Orthodontic Band Cement-REF712-050-2724 South Peck Road, 3M UNITEK Dental Products Monrovia, CA 91016, ABD) kullanılarak simante edilmesi,
- Dört adet mini vidanın apareyin driverı ile manuel olarak yerleştirilmesi ve hasta yaşına uygun çevirme protokolünün uygulanması,
- Klinik olarak üst molar dişlerin palatinal tüberkülleri alt molar dişlerin bukkal tüberküllerin tepe noktaları ile temas ettiğinde genişletmenin sonlandırılması,
- En az 3 aylık pekiştirme tedavisi sonrasında uygulama sonu KIBT görüntülerinin alınması şeklinde olmasına dikkat edildi.

MSE 2 apareyinin ağız içi görüntüsü şekil 3.1’de gösterildi.

3.5. KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi

Ekspansiyon öncesi ve sonrası KIBT görüntülerinin Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı’nda bulunan ve aynı teknisyen tarafından alınan üç boyutlu görüntüleme cihazıyla (Promax 3D, Planmeca, Helsinki, Finlandiya) alınmış olmasına dikkat edildi. Ayrıca, hastaların Frankfurt horizontal düzlemleri yere paralel olacak şekilde dikey pozisyonda ve başları bir kulak çubuğu ile sabitlenmişken aynı tarama prosedürlerinin (84 kVp, 6 mAs, 8,5 s pozlama süresi, 0,32 voksel, 150X110X80 geniş FOV) uygulanmış olmasına özen gösterildi.



Şekil 3.1 MSE 2 Apareyinin Ağız İçi Görüntüsü

3.6. KIBT Görüntülerinin Çakıştırılması

Ekspansiyon öncesi ve sonrası KIBT görüntüleri tıpta dijital görüntüleme ve iletişim dosyaları (DICOM) formatında dışa aktarılarak kaydedildi. Akabinde, bu KIBT görüntüleri OnDemand 3D yazılımı (Şekil 3.2.) (Cybermed Inc., Seul, Kore) kullanılarak voksel gri tonlama desenlerinin eşleştirilmesinde otomatik işleme tabi tutularak tüm ön kafa kaidesinin anatomik yapıları üzerinde çakıştırıldı.

Tez çalışmamızda kullanılan 3-B iskeletsel ölçüm noktaları ve tanımları Tablo 3.2'da sunuldu.

3.7. 3-B İskeletsel Açısal ve Boyutsal Ölçümler

Yüzün sağ ve sol bölgeleri için iki referans düzlemi kullanılarak beş açısal ve 15 boyutsal iskeletsel ölçüm yapıldı. Bunlardan biri, frontozigomatik süturların en üst noktası ve zigomatikomaksiller süturların en alt noktasından geçen koronal zigomatik kesit olarak belirlendi. Diğerleri ise, anterior nazal spina ve posterior nazal spina noktalarından geçen ve anterior nazal spina, posterior nazal spina ve nasion

noktalarının belirlediği maksiller sagittal düzleme dik olan aksiyal palatal kesit olarak seçildi. Yapılan iskeletsel açısal ve boyutsal ölçümler ile değerlendirildiği düzlemler sırasıyla Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’de gösterildi.



Şekil 3.2 *Ekspansiyon Öncesi ve Sonrası KIBT Görüntülerinin OnDemand 3D Yazılımında Çakıştırılması*

Tablo 3.2 *Tez Çalışmamızda Kullanılan Üç Boyutlu İskeletsel Ölçüm Noktaları ve Tanımları*

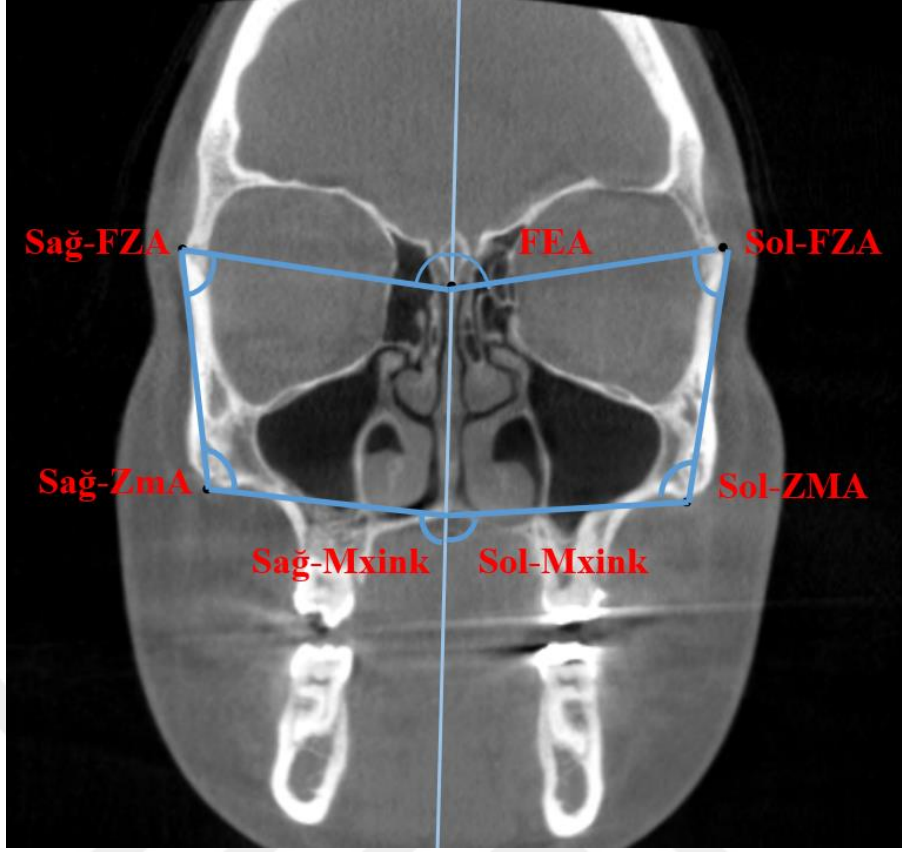
Noktalar	Tanımlamaları
Sella (S)	Sella Turcica'nın merkezi
Nasion (N)	Frontonazal sütünun en üst ve ön noktası
Orbitale (Or)	Frontal kesitte orbital konkavitenin en alt noktası, aksiyal kesitte orbita kenarına anterior-posterior yönde orta noktası
Anterior Nasal Spina (ANS)	Sagittal aksiyal kesitte anterior nasal spinanın en ön noktası
Posterior Nasal Spina (PNS)	Sagittal aksiyal kesitte posterior nasal spinanın en arka noktası
A Noktası (A)	ANS'nin altındaki alveol kemik kurvaturünün en derin noktası
B Noktası (B)	Mandibula ön alveol kemik girintisinin en derin noktası
Gonion (Go)	Ramus mandibularisin arka kenarı ile corpus mandibularin alt sınırına çizilen teğetlerin oluşturduğu açının açıortayının mandulanın köşesini kestiği nokta
Gnathion (Gn)	Mandibular simfiz üzerinde pogonion ve menton noktalarının orta noktası
Pogonion (Pg)	Mandibular simfiz konturunun en ön noktası
Menton (Me)	Mandibular simfiz konturunun en alt noktası
Porion (Po)	Meatus acusticus eksternusun en üst noktası
Condylion (Co)	Mandibular kondilin üst orta noktası

Sert Doku Ölçümleri

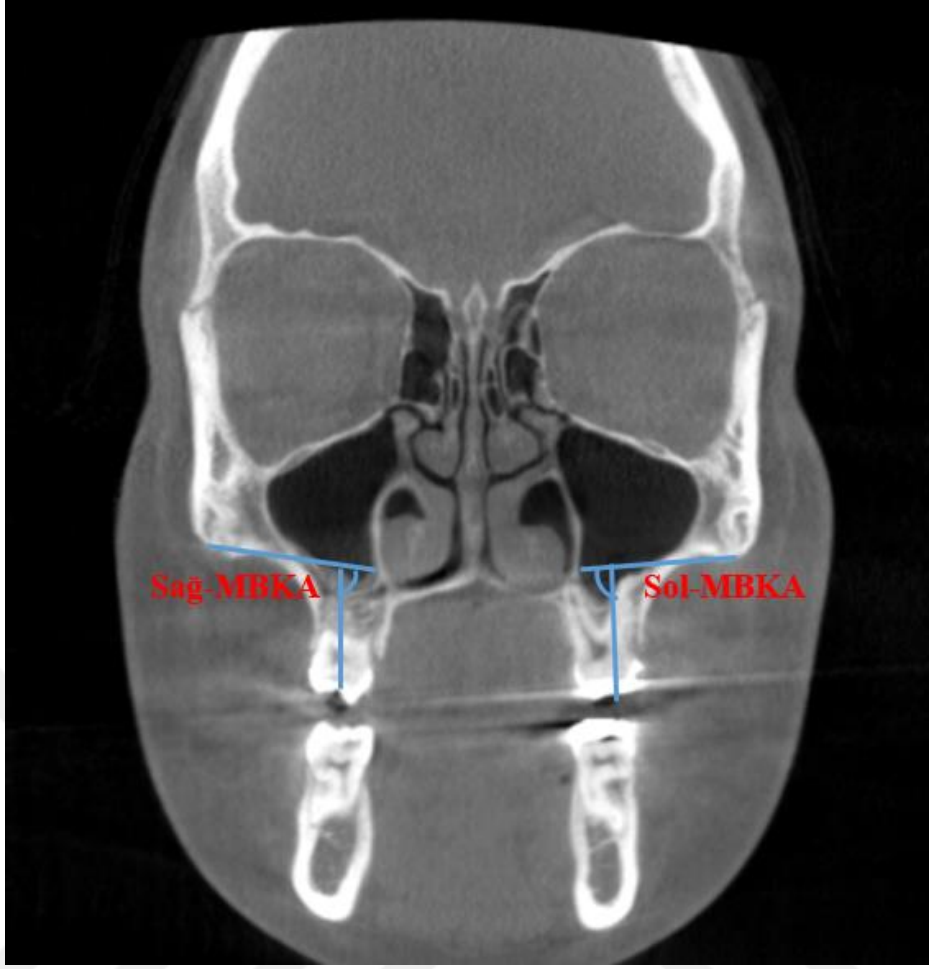
Tablo 3.3 Koronal Zigomatik Kesitte İncelenen İskeletsel ve Dental Açısal Ölçümler

Açılar	Tanımları
Frontozigomatik Açı	Zigomatikomaksiller süturun en dış noktası, frontozigomatik süturun en dış noktası ve crista galli'nin en alt noktası tarafından oluşturulan açı
Zigomatikomaksiller Açı	Frontozigomatik sütur, zigomatikomaksiller sütur ve maksiller sinüs tabanı ile burun kemiği tabanının kortikal kemiklerinin keşişimi tarafından oluşturulan açı
Frontoetmoidal Açı	Crista galli'nin en alt noktası ve frontozigomatik süturların en dış noktaları tarafından iki taraflı olarak oluşturulan açı
Sağ Maksiller İnklinasyon	Sağ maksiller kemiğin en lateral noktasından burun boşluğunun tabanını ve maksiller sinüs birleşimini oluşturan kortikal kemiklere uzanan doğru ile maksiller sagittal düzlem arasındaki açı
Sol Maksiller İnklinasyon	Sol maksiller kemiğin en lateral noktasından burun boşluğunun tabanını ve maksiller sinüs birleşimini oluşturan kortikal kemiklere uzanan doğru ile maksiller sagittal düzlem arasındaki açı
Sağ Maksiller Molar Bazal Kemik Açısı	Sağ maksiller kemiğin en lateral noktasını burun boşluğu ve maksiller sinüs tabanını oluşturan kortikal kemiğe birleştiren horizontal doğru ile sağ üst birinci molar dişin kronunun santral fossası ve kökünün furkasyonundan geçen doğru arasındaki açı
Sol Maksiller Molar Bazal Kemik Açısı	Sol maksiller kemiğin en lateral noktasını burun boşluğu ve maksiller sinüs tabanını oluşturan kortikal kemiğe birleştiren horizontal doğru ile sağ üst birinci molar dişin kronunun santral fossası ve kökünün furkasyonundan geçen doğru arasındaki açı

Koronal Zigomatik Kesit



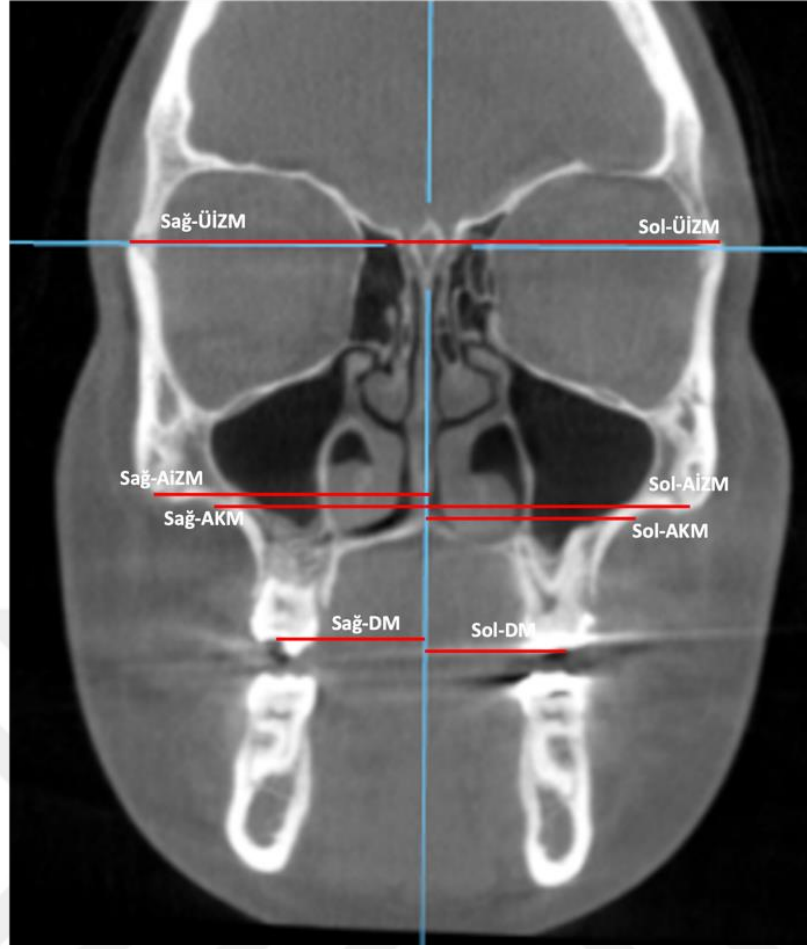
Şekil 3.3 FZA: *Frontozigomatik Açı*, FEA: *Frontoetmoidal Açı*, ZMA: *Zigomatikomaksiller Açı*, Mxink: *Maksiller İnklinasyon Açısı*



Şekil 3.4 MBKA: Maksiller Molar Bazal Kemik Açısı

Tablo 3.4 Koronal Zigomatik ve Aksiyal Palatal Kesitlerde İncelenen İskeletsel Boyutsal Ölçümler

	Ölçümler	Tanımları
Koronal Zigomatik Kesit	Sağ Üst İnterzigomatik Mesafe	Sağ frontozigomatik süturun en dış noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	Sol Üst İnterzigomatik Mesafe	Sol frontozigomatik süturun en dış noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	Sağ Alt İnterzigomatik Mesafe	Sağ zigomatikomaksiller süturun en dış noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	Sol Alt İnterzigomatik Mesafe	Sol zigomatikomaksiller süturun en dış noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	Sağ Alveoler Kemik Mesafesi	Sağ üst birinci molar dişin distobukkal kök ucu seviyesindeki alveoler kemik noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	Sol Alveoler Kemik Mesafesi	Sol üst birinci molar dişin distobukkal kök ucu seviyesindeki alveoler kemik noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	Sağ Dental Mesafe	Sağ üst birinci molar dişin santral fossasında yer alan oklüzal kontakt noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	Sol Dental Mesafe	Sol üst birinci molar dişin santral fossasında yer alan oklüzal kontakt noktasının midsagittal düzleme uzaklığı
	İntermolar Mesafe	Üst çene birinci molar dişlerin sağ-sol meziyopalatal tüberküllerinin en oklüzal noktaları arasındaki mesafe
	Sağ Anterior Nasal Spine	Sağ anterior nasal spinanın midsagittal düzleme uzaklığı
Aksiyal Palatal Kesit	Sol Anterior Nasal Spine	Sol anterior nasal spinanın midsagittal düzleme uzaklığı
	Sağ Posterior Nasal Spine	Sağ posterior nasal spinanın midsagittal düzleme uzaklığı
	Sol Posterior Nasal Spine	Sol posterior nasal spinanın midsagittal düzleme uzaklığı
	Sağ Lateral-Medial Pterygoid Proses	Sağ lateral ve medial pterygoid proseslerdeki ayrılma miktarı
	Sol Lateral-Medial Pterygoid Proses	Sol lateral ve medial pterygoid proseslerdeki ayrılma miktarı



Şekil 3.5 Sağ-ÜİZM: Sağ Üst İnterzigomatik Mesafe, Sol-ÜİZM: Sol Üst İnterzigomatik Mesafe, Sağ-AİZM: Sağ Alt İnterzigomatik Mesafe, Sol-AİZM: Sol Alt İnterzigomatik Mesafe, Sağ-AKM: Sağ Alveoler Kemik Mesafesi, Sol-AKM: Sol Alveoler Kemik Mesafesi, Sağ-DM: Sağ Dental Mesafe, Sol-DM: Sol Dental Mesafe



Şekil 3.6 IMM: İntermolar Mesafe



Şekil 3.7 Sağ-ANS: Sağ Anterior Nasal Spine, Sol-ANS: Sol Anterior Nasal Spine, Sağ-PNS: Sağ Posterior Nasal Spine, Sol-PNS: Sol Posterior Nasal Spine

3.9. İstatistik Veri Analizi

Veriler IBM SPSS Statistics 22 programında analiz edildi. Elde edilen ölçümler ve farklarının dağılımı Shapiro-Wilk's testi, normallik grafikleri ve çarpıklık/basıklık istatistikleri ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren ölçümler ortalama±standart sapma, normal dağılım göstermeyen ölçümler ortanca (1.çeyrek-3.çeyrek) ile özetlendi. Cinsiyet gibi kategorik değişkenler ise frekans (%) ile raporlandı. Farkların dağılımına bağlı olarak ekspansiyon öncesi ve sonrası ölçümler eşleştirilmiş t-testi veya Wilcoxon testi ile karşılaştırıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ kabul edildi.



4. BULGULAR

Tablo 4.1 Demografik Veriler

	Kadın	Erkek	p
Hasta Sayısı (n)	10	8	0,508
Kronolojik Yaş (Ort±Ss)	14,26±1,36	14,29±0,72	0,963
Kemik Yaşı (Ort±Ss)	15,21±1,29	14,81±0,65	0,434

MSE 2 apareyi uygulanmış bireylerde ekspansiyon öncesi ve sonrası KIBT görüntülerinin karşılaştırıldığı bu tez çalışmasına 10 kadın ve 8 erkek olmak üzere toplam 18 birey dahil edildi. Kadın ve erkelerde kronolojik yaşın ortalama sırasıyla 14,26±1,36 ve 14,29±0,72 yıl, kemik yaşının ise sırasıyla 15,21±1,29 ve 14,81±0,65 yıl olduğu belirlendi. Hasta sayıları, kronolojik yaş ve kemik yaşı bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı gözlemlendi (Tablo 4.1).

Tablo 4.2 Yaş Gruplarına Göre Belirlenen Ortalama Ekspansiyon Turları ve Pekiştirme Süreleri

Yaş Grupları	Hasta Sayısı	Ekspansiyon Turu		Pekiştirme süresi (Ay)			
	(n)	Ort±Ss	Min	Max	Ort±Ss	Min	Max
12-14 yaş	7	63,57±8,99	50	75	4,57±1,13	3	6
14-16 yaş	11	65,18±11,62	50	90	3,90±1,22	3	6
Toplam	18	64,55±10,42	50	90	4,16±11,20	3	6

Yedi bireyin dahil edildiği 12-14 yaş aralığında ekspansiyon turunun ortalama değerinin 63,57±8,99, maksimum ve minimum değerlerinin ise sırasıyla 50 ve 75 olduğu belirlendi. On bir bireyin dahil edildiği 14-16 yaş aralığındaki ekspansiyon turunun ortalama değerinin 65,18±11,62, maksimum ve minimum değerlerinin ise sırasıyla 50 ve 90 olduğu belirlendi. İki santral diş arasındaki diestamanın 35-40. turdan sonra gözlemlendiği kaydedildi (Tablo 4.2).

Koronal zigomatik kesitte değerlendirilen iskeletsel açısal ölçümlerden frontozigomatik açı, zigomatikomaksiller açı ve maksiller eğimde ekspansiyon öncesi ve sonrasında grup içi sağ ve sol bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı görüldü. Ekspansiyon öncesi ve sonrası gruplar arası sağ ve sol bölgelerin karşılaştırmalarında ise istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu belirlendi. En fazla artışın sırasıyla frontozigomatik açı, maksiller eğim ve zigomatikomaksiller açıda

meydana geldiği gözlemlendi. Frontoetmoidal açıda ise ekspansiyon sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düşüş meydana geldiği saptandı (Tablo 4.3).

Koronal zigomatik kesitte incelenen dental açısal ölçümden maksiller molar bazal kemik açısında ekspansiyon öncesi ve sonrasında grup içi sağ ve sol bölgeler arasında anlamlı fark bulunmadı. Ekspansiyon öncesi ve sonrası gruplar arası sağ ve sol bölgelerin karşılaştırmalarında ise istatistiksel olarak anlamlı artış görüldü (Tablo 4.3.).

Tablo 4.3 Koronal Zigomatik Kesitlerde İncelenen İskeletsel ve Dental Açısal Ölçümler

Ölçüm Birimi (°)		Ekspansiyon Öncesi (Ort±Ss)	Ekspansiyon Sonrası (Ort±Ss)	Tedavi Değişikliği Ort±Ss	p
Frontozigomatik Açı	Sağ	79,15±3,55	81,57±4,03	2,42±1,46	0,001
	Sol	78,48±3,42	80,58±3,79	2,10±1,86	0,001
	p	0,229	0,113		
Zigomatikomaksiller Açı	Sağ	103,91±3,95	105,14±3,99	1,23±1,35	0,003
	Sol	104,94±4,11	106,14±3,64	1,20±1,72	0,018
	p	0,216	0,309		
Maksiller Eğim	Sağ	95,14±5,78	97,14±4,46	1,89±1,28	0,001
	Sol	95,88±3,38	106,66±3,75	1,78±1,23	0,001
	p	0,216	0,309		
Frontoetmoidal Açı		172,83±5,49	171,23±5,70	-1,60±0,99	0,001
Maksiller Molar Bazal Kemik Açısı	Sağ	90,40±6,83	93,47±5,46	3,06±2,67	0,001
	Sol	92,07±4,85	94,78±3,50	2,70±2,08	0,001
	p	0,319	0,322		

Koronal zigomatik kesitte ölçülen boyutsal ölçümlerden üst ve alt interzigomatik mesafelerde ekspansiyon öncesi ve sonrasında grup içi sağ ve sol bölgeler arasında istatistik olarak anlamlı fark bulunmadığı belirlendi. Ekspansiyon öncesi ve sonrası gruplar arası sağ ve sol bölgelerin karşılaştırmalarında ise istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu ve bu artışın alt interzigomatik mesafede üst interzigomatik mesafeden daha fazla olduğu görüldü (Tablo 4.4).

Alveoler kemik mesafesi ölçümünde grup içi sağ ve sol bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim meydana gelmezken ekspansiyon öncesi ve sonrası gruplar arasında anlamlı bir değişim meydana geldiği tespit edildi (Tablo 4.4).

Farklı ölçüm teknikleri ile belirlenen dental ve intermolar mesafelerde ekspansiyon sonrasında istatistik olarak anlamlı artış olduğu gözlemlendi. Ayrıca, dental mesafede ekspansiyon öncesi ve sonrasında grup içi sağ ve sol bölgeler arasında istatistik olarak anlamlı fark bulunmadığı gözlemlendi (Tablo 4.4).

Aksiyal palatal kesitte değerlendirilen anterior nazal spina ve posterior nazal spinada ekspansiyon sonrasında yaklaşık olarak aynı miktarda genişleme görülüp paralele yakın bir açılma olduğu ve bu açılmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi. Bununla birlikte, anterior ve posterior nazal spinalarda ekspansiyon sonrasında sol bölgede istatistiksel olarak daha fazla açılmanın meydana geldiği görüldü. Aksiyal palatal kesitte değerlendirilen başka bir bölge olan lateral-medial pterygoid proseslerde ölçülen 36 bölgenin yalnızca 3'ünde açılma meydana geldiği görüldü (Tablo 4.4).

Tablo 4.4 Koronal Zigomatik ve Aksiyal Palatal Kesitlerde İncelenen İskeletsel Boyutsal Ölçümler

Ölçüm Birimi (mm)		Ekspansiyon Öncesi (Ort±Ss)	Ekspansiyon Sonrası (Ort±Ss)	Tedavi Değişikliği Ort±Ss	p
Üst İnterzigomatik Mesafe	Sağ	50,13±2,55	50,54±2,55	0,40±0,36	0,001
	Sol	50,18±2,43	50,86±2,49	0,67±0,54	0,001
	p	0,809	0,141		
Alt İnterzigomatik Mesafe	Sağ	43,53±2,53	45,01±2,62	1,48±1,20	0,001
	Sol	43,79±3,02	45,72±2,85	1,92±0,88	0,001
	p	0,422	0,047		
Alveoler Kemik Mesafesi	Sağ	29,83±1,85	31,46±1,83	1,63±1,33	0,001
	Sol	30,22±2,51	32,20±2,60	1,97±1,41	0,001
	p	0,337	0,139		
Dental Mesafe	Sağ	22,46±1,54	25,30±1,50	2,83±1,52	0,001
	Sol	22,61±2,59	25,80±1,90	3,18±1,49	0,001
	p	0,789	0,250		
İntermolar Mesafe		39,29±3,68	45,18±3,15	5,88±2,28	0,001
Anterior Nasal Spine	Sağ	-	1,79±0,69	1,79±0,69	0,001
	Sol	-	2,46±0,89	2,46±0,89	0,001
	p	-	0,002		
Posterior Nasal Spine	Sağ	-	1,85±0,67	1,85±0,67	0,001
	Sol	-	2,49±0,85	2,49±0,85	0,001
	p	-	0,003		
Lateral-Medial Pterygoid Proses	Sağ	-	0,05±0,20	0,05±0,20	0,001
	Sol	0,09±0,36	0,19±0,55	0,10±0,26	0,001
	p	0,334	0,173		

5. TARTIŞMA

Maksiller transversal yetersizlikten kaynaklanan posterior çapraz kapanış, ortodontistler tarafından kolaylıkla tespit edilebilen, maksimum interkuspasyon esnasında karşıt arka dişler arasında uyumsuzluğa neden olan ortodontik maloklüzyonlardan biridir (Mcnamara, 2000). Posterior çapraz kapanışın görülme sıklığının daha önceden yapılan çalışmalarda %8-22 olduğu bildirilmiştir (Jonsson vd. 2007, Macena vd., 2009). Maksiller transversal yetersizlik veya posterior çapraz kapanış vakalarında, üst çene genişletmesi varolan maloklüzyonun düzeltilmesi için etkili bir tedavi yöntemidir (Agostino vd., 2014). Hızlı üst çene genişletmesinde amaç; ağır kuvvetler ile ortodontik diş hareketi limitlerini aşip median palatal süturu açarak dişlerde, alveoler yapılarda ve ortopedik hareket sonucu üst çenede transversal genişletmeyi sağlamaktır (Lamparski vd., 2003). Maksiller transversal yetersizliğin tedavisinde 19. yüzyılın ikinci yarısına kadar yavaş üst çene genişletmesi uygulanırken, ikinci yarısından sonra hızlı üst çene genişletmesine olan ilgi artmıştır (Gianelly, 2003). Son yıllarda maksiller transversal yetersizlik tedavisinde en sık tercih edilen tedavi yöntemini hızlı üst çene genişletmesi oluşturmaktadır (Gianelly, 2003).

Genişletme tipine karar verilmesini çoğunlukla tedavi edilen vakaların özel koşulları ve ortodontistlerin görüş ve deneyimleri etkilemektedir (Khosravi vd., 2019). Aparey seçiminde darlığın tipi ve miktarı, hastanın yaşı ve kooperasyonu, hastanın iskeletsel paterni ve ankraj gereksinimi, apareyin yapım aşamasının kolay olması, oluşturacağı etki, hasta konforunun iyi olması ve çevre dokularda enflamasyon oluşturmaması gibi faktörler göz önüne alınmaktadır (Mcnamara vd., 2001).

Çağdaş ortodontide genişletme apareyleri diş destekli, kemik destekli ve hibrit apareyler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Baysal vd., 2011, Garib vd., 2006, Moammerts vd., 1999). Literatürde diş destekli apareylerin çeşitli tasarımları olduğu görülmektedir. Bunlardan en sık kullanılanları Hyrax ve Haas apareyleridir (Biederman, 1968, Haas, 1970).

Diş destekli apareylerde genişletme kuvveti direkt olarak köklere ve periodontal ligamentlere aktarılmaktadır (Baysal vd., 2011, Garib vd., 2006, Moammerts vd., 1999). Bu nedenle maksiller kemiğe doğrudan daha az kuvvet

iletilmekte ve bu kuvvet destek dişlerde belirli yan etkiler ortaya çıkarmaktadır (Baysal vd., 2011, Garib vd., 2006, Moammerts vd., 1999). Bununla birlikte retansiyon aşamasında midpalatal süturun açıklığı tam stabil olmamaktadır (Baysal vd., 2011, Garib vd., 2006, Moammerts vd., 1999). Molar ve premolar bölgelerindeki diş devrilmesi, üst çene genişletmesinin ana istenmeyen yan etkileri olarak kabul edilmektedir (Bucci vd., 2023). Pangrazio vd. (2012), dental ve alveoler yapıların bukkale devrilme miktarı arttıkça elde edilmek istenen iskeletsel genişlemenin azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca mandibulanın posterior rotasyonu, kök rezorbsiyonu ve destek dişlerde ekstrüzyon da görülebilmektedir (Haas, 1961, de Silva vd., 1991). Bu yan etkilerin azaltılması amacıyla Hyrax apareyinde posterior dişlerin oklüzal yüzeylerine veya tüm yüzeylerine akrilik eklenerek birtakım modifikasyonlar yapılmış ve böylelikle rijit akrilik bonded tipi apareyler geliştirilmiştir (Halıcıoğlu ve Yavuz, 2011).

Kemik destekli ve hibrit apareylerle üst çene genişletmesi, genç ergenlerde veya yetişkinlerde bahsedilen yan etkileri engellemek ve minimum yan etki ile midpalatal süturun ayrılması sağlamak için yapılmaktadır (Baydas vd. 2006). Teorik olarak, hibrit veya kemik destekli hızlı üst çene genişletme apareylerinde kuvvetler mini vidalar aracılığıyla maksillaya iletilmekte ve daha fazla iskeletsel, daha az dişsel genişletme ve devrilme meydana gelmektedir (Ngan vd., 2018). Bu şekilde daha stabil bir sonuç elde edildiği ifade edilmektedir (Ngan vd., 2018). Kronolojik yaşın büyük olduğu iskeletsel olarak olgun hastalarda cerrahi üst çene genişletmesine cerrahi olmayan bir alternatif olarak kabul edilmektedir (Lin vd., 2015). Bununla birlikte, cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin, iskeletsel etkisinin maksillanın alt bölgesiyle sınırlı kaldığı orta yüz bölgesinin üst ve orta 1/3'ünde önemli bir etki göstermediği bildirilmektedir (Lin vd., 2015).

21. yüzyılın başından itibaren ortodonti alanındaki yenilikler iskeletsel ankraj ve 3-B kontrolü olan apareyler olarak iki cümleyle özetlenebilmektedir (Lee vd., 2007). İskeletsel ankraj üniteleri olan mini vidalar; ağız içinde uygulama yerlerinin çeşitli olması, hastaya az rahatsızlık vermesi, minimal cerrahi girişim gerektirmesi, kuvvetin osseointegrasyon için beklemeye gerek kalmadan hemen uygulanabilmesi, maliyetinin uygun olması ve 16 yaşından küçük bireylerde de kullanılabilmeleri

sayesinde ortodontik tedavilerde sıklıkla tercih edilen iskeletsel ankraj üniteleri haline gelmiştir (Lee vd., 2007).

Mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyi olan MSE 2, üst birinci molar dişlere uzanan iki adet molar banttandır ve dört adet 1,8 mm çapında, 2 mm uzunluğunda mini vida yuvasının lehimlendiği genişletme vidasının olduğu bir merkezi gövdeden oluşmaktadır (Lee vd., 2017). Üst birinci molar dişlere yerleştirilen bantlar ile ağza stabilize edilmektedir (Lee vd., 2017). Genişletme sırasında dişlerin devrilmesini önlemek için birinci molar dişlere uzanan iki kolun yumuşak metalden yapıldığı ifade edilmektedir (Lee vd., 2017). Üst çeneye dik olarak yerleştirilen ve bikortikal ankraj istenen dört adet mini vida ile, kuvvetin tüm üst çene kompleksine iletilmesi hedeflenmektedir (Lee vd., 2017). Bu apareyde başarılı bir genişletmenin anahtarı mini vidaların paralel olması ve bikortikal ankraj alınması olarak ifade edilmektedir (Lee vd., 2017).

Bu bilgiler ışığında bu tez çalışmasında maksiller transversal yetersizliği bulunan 12-16 yaş aralığındaki MSE 2 apareyiyle tedavi edilmiş genç adolesanlarda iskeletsel, dental ve yumuşak doku etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Literatürde yer alan birçok çalışmada büyümeyle maksiller transversal genişliğin yılda ortalama 0,4 mm ile 0,9 mm arasında arttığı bildirilmiştir (Snodell vd., 1993, Ricketts, 1982, Wagner vd., 2005, Cortella vd., 1997). Bu çalışmalarda üst çenenin transversal olarak büyümesinin erkek ve kadınlarda 14-16 yaşlarında tamamlandığı ifade edilmektedir. Ayrıca, transversal genişlikteki büyüme ile sağlanan değişikliklerin 6 ay içinde oluştuğu belirtilmektedir (Mcmullen vd. 2022). Bu noktada, büyüme ve gelişimin çalışma sonuçlarına etkisini minimum düzeyde tutmak için pekiştirme süresinin 3-6 ay arasında olduğu bireyler çalışma kapsamına alınmıştır.

Büyümesi devam eden hastalarda büyüme faktörünün iskeletsel ölçümleri etkileyip etkilemediğini belirlemek amacıyla maksiller bölgesel çakıştırmalar kullanılmaktadır. Genişletme sonucu görülen iskeletsel genişlik artışı nedeniyle üst çene çakıştırmalarına uygun herhangi bir stabil bölge belirlenememiştir. Yine de bu bilgiler ışığında büyümenin bulgularımıza etkisinin ihmal edilebilir olduğunu düşünmekteyiz.

Maksiller transversal yetersizliğin teşhisinde bir altın standart bulunmamakla birlikte hekimler sıklıkla klinik muayene ve model ölçümünü 2-B radyografilerle birleştirmektedirler (Vanarsdall, 1999, Malkoc vd., 2005). Posterioranterior radyografilerin maksiller transversal yetersizliğin teşhisinde en uygun ve güvenilir yol olduğu belirtilmektedir (Betts vd., 1995). Ancak, 2-B radyografilerin sert dokuların görüntülenmesinde tam doğru sonuç veremeyebileceği ifade edilmiştir (Provatidis vd., 2007, Jafari vd., 2003).

KIBT'nin diş hekimliğinde kullanıma girmesiyle birlikte, KIBT ile yeniden yapılandırılmış posteror anterior filme dayalı ölçümlerin teşhis için daha güvenilir olduğu ifade edilmiştir (Vanarsdall, 1999, Malkoc vd., 2005). Yalnız teşhis için değil KIBT'nin çeşitli kesitlerinin incelenmesiyle yapılan tedavinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirebileceği de belirtilmiştir (Leonardi vd., 2020). Bu bilgiler doğrultusunda MSE 2 uygulanan bireylerin maksiller darlık seviyesinin tespiti için KIBT ile yeniden yapılandırılmış posteror anterior filmler kullanılmıştır.

Hızlı üst çene genişletmesinin orta yüz ve dişler üzerindeki etkileri ortodonti tarihi boyunca geleneksel lateral ve posteror anterior sefalometrik filmler gibi 2-B röntgenler veya alçı modeller kullanılarak araştırılmıştır (Haas, 1970, Wertz, 1970, Sarver ve Johnston, 1989). Bu yöntemlerin doğası gereği, KIBT'nin ortaya çıkışına kadar *invivo* hızlı üst çene genişletmesinin iskeletsel ve dişsel etkilerini sınırlı değerlendirebildiği ifade edilmiştir.

KIBT ile hızlı üst çene genişletmesinin etkileri 3-B değerlendirilebilmektedir. Bununla birlikte, KIBT cihazlarının çözünürlüğü arttıkça yalnızca maksillofasiyal kemiklerin değil aynı zamanda maksillanın maksiller çevre sütürler üzerindeki etkileri de analiz edilebilmektedir (Lione vd., 2008, Woller vd., 2014). Bu amaçla, tez çalışmamıza, dişsel ve iskeletsel yapılarda meydana gelen değişimlerin detaylı ve doğru bir şekilde incelenebilmesi için KIBT görüntüleri olan hastalar dahil edilmiştir.

Tıbbi görüntüleme, farklı 3-B görüntülerin üst üste bindirilmesi işlemine görüntü kaydı veya füzyon adı verilmektedir (Halazonetis vd., 2005). Farklı KIBT görüntülerinin stabil referans yapılar üzerine bindirilmesi, ortodontik tedavi sonrası ve büyümeye bağlı olarak yumuşak dokularda meydana gelen değişikliklerin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Halazonetis vd., 2005). Kraniofasiyal

bileşenlerin şekil ve konumunda zamanla veya tedaviyle değişiklikler meydana geldiğinde, KIBT görüntülerinin 3-B olarak üst üste bindirilmesinin zorlayıcı olduğu ve farklı üst üste bindirme teknikleri hakkında bilgi sahibi olunması gerektiği ifade edilmektedir (Maes vd., 1997). Üst üste bindirme algoritmasının üç temel türü; noktalama tabanlı, yüzey tabanlı ve voksel tabanlı çakıştırma (Maes vd., 1997). Voksel tabanlı çakıştırmanın diğer iki türe göre daha doğru ve verimli çakıştırmalar yapabildiği ifade edilmektedir (Weissheimer vd., 2015).

OnDemand 3D (Cybermed, Daejeon, Kore), yetişkinlerde tüm ön kranial tabanı, büyüyen çocuklarda ise ön kranial fossa gibi anatomik yapıların KIBT görüntülerini tedavi öncesi ve sonrası gri tonlamalı vokselleri kullanarak otomatik olarak çakıştırabilen bir yazılımdır (Cevitanes vd., 2005, 2009). Programla yapılan çakıştırmaların doğruluğu Weissheimer vd. (2015)'nin yaptığı çalışmayla kanıtlanmış olduğundan, tez çalışmamızda da OnDemand 3D (Cybermed, Daejeon, Kore) yazılımının kullanımı tercih edilmiştir.

Ekspansiyon öncesi ve sonrası KIBT görüntülerinin karşılaştırıldığı tez çalışmamıza 10 kadın ve 8 erkek olmak üzere toplam 18 birey dahil edilmiştir. Kadınların pubertal büyüme dönemini erkeklerden önce tamamlamalarına bağlı olarak, aynı yaş grubundaki kız ve erkeklerde yüz iskeletinin genişletme kuvvetlerine karşı direnci farklılık göstermektedir (Bell, 1981). Hızlı üst çene genişletmesinin etkilerinin araştırıldığı birçok çalışmada cinsiyet farklılığı incelenmemiş olup, cinsiyet farklılığının değerlendirildiği çalışmalarda ise anlamlı bir farklılığın bulunmadığı bildirilmiştir (Wertz, 1970, Velazquez vd., 1996, Memikoğlu vd., 1999). Tez çalışmamızda da hasta sayıları bakımından kadın ve erkekler arasında anlamlı fark bulunmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle, kadın ve erkek gruplar birleştirilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

Tez çalışmamıza dahil edilen kadın ve erkek bireylerde kronolojik yaşın sırasıyla $14,26 \pm 1,36$ ve $14,29 \pm 0,72$ yıl, kemik yaşının ise sırasıyla $15,21 \pm 1,29$ ve $14,81 \pm 0,65$ yıl olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bireyler arasında belirgin farklılıklar bulunmamakla birlikte yaşla birlikte midpalatal sütür interdijitasyonun arttığı söylenmektedir (Knaup vd., 2004, Persson ve Thilander, 1977). Her bireyin midpalatal sütür ossifikasyonunun KIBT ile değerlendirilmesi gerektiğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Angelieri vd., 2013, Ladewig vd., 2018). Shin vd. (2019)

ile Angelieri vd. (2013) yaşın kesin olmamakla birlikte midpalatal sütünun açılmasında önemli bir etken olduğunu belirtmişlerdir. Angelieri vd. (2013) midpalatal sütün ossifikasyonunu KIBT ile değerlendirdiği çalışmada 5 evre tanımlamıştır. El bilek filmlerinin 10. ve 11. aşamasında, servikal vertebra filmlerinin ise 5. ve 6. aşamalarda 5. evre midpalatal sütün füzyonunun görüldüğünü gözlemlemişlerdir (Angelieri vd., 2013). Jang vd. (2016) de midpalatal sütün olgunlaşmasını servikal vertebra maturasyonu ve el bilek olgunlaşması gibi kemik gelişimini değerlendiren indekslerle uyumlu bulmuştur.

Kronolojik yaşın hızlı maksiller genişletme ile ilişkisinin değerlendirildiği çalışmalarda ideal yaş aralığının 13-16 yaş olduğu, daha ileri yaşlarda midpalatal sütün interdijitasyonunun tamamlandığı, daha geç yaşlarda ise genişletme tedavisi sonuçlarının tahmin edilebilir ve stabil olmayacağı belirtilmiştir (Bell, 1982; Bishara ve Staley, 1987). Literatürde MSE 2 apareyi uygulanan bireylerde iskeletsel ve dental değişimlerinin incelendiği çalışmalarda hastaların ortalama yaşlarının Canterella vd. (2017, 2018a, 2018b), Paredes vd. (2020) ve Fukawa vd.'nin (2022) çalışmalarında sırasıyla 17,2 yıl, 18,2 yıl ve 21 yıl olduğu gözlenmiştir. Çalışılan yaş aralıkları tez çalışmamızın yaş aralığından daha büyük ve geniş olup, tez çalışmamızda literatürde hızlı üst çene genişletmesinin daha efektif yapıldığı yaş aralığı olarak bildirilen 14-16 yaş aralıklarındaki bireylerde çalışılması tercih edilmiştir.

5.1. Bulguların Tartışılması

Literatürde hızlı üst çene genişletmesi esnasındaki zigomatikomaksiller kompleksin dönme merkezinin konumu uzun süredir tartışılmaktadır. İşeri vd. (1998) sonlu elemanlar yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada genişletme sırasında zigomatikomaksiller kompleksin dönme merkezinin frontomaksiller sütünun olduğu söylemişlerdir. Braun vd. (2000) Hyrax apareyi uygulanmış kuru kafataslarını laser hologram yöntemi ile incelediği çalışmada dönme merkezinin frontomaksiller sütünun olduğu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Jafari vd. (2003) sonlu elemanlar yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada, dönme merkezinin frontomaksiller sütünun olduğu ifade etmişlerdir. Gardner ve Kronman (1971) resus maymunları ile yaptıkları çalışmada ve Gautam vd. (2007) sonlu elemanlar yöntemi kullanarak yaptıkları

çalışmada maksillanın dönme merkezinin superior orbital fissüre yakın olduğunu söylemişlerdir.

Dönme merkezinin konumunun KIBT ile değerlendirildiği çalışmalardan Cantarella vd. (2018) MSE 2 apareyiyle tedavi edilen 15 hastayı inceledikleri çalışmada zigomatikomaksiller kompleksin dönme merkezinin önceki verilere göre daha lateralde ve frontozigomatik sütün üst kısmının biraz üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Paredes vd. (2020) MSE 2 apareyiyle tedavi edilmiş 39 hastayı inceledikleri çalışmalarında, dönme merkezinin frontozigomatik sütün çevresinde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, dönme merkezinin konumunun aparey tasarımı ve aktivasyon protokolüne göre farklılık gösterebileceğini ifade etmişlerdir. Buldukları sonucun MSE 2 apareyinin dönme merkezi olduğunu belirtmişlerdir.

Tez çalışmamızda, alt interzigomatik mesafede 3,4 mm, üst interzigomatik mesafede 1,07 mm artış görülmüş olup, zigomatik kemiğin alt kısmında üst kısma göre daha fazla hareketle birlikte dışa doğru rotasyon meydana geldiği belirlenmiştir. Zigomatikomaksiller açıda sağ ve sol taraflarda (sağ: 1,23°; sol: 1,20°) gözlenen değişimlerin frontozigomatik açıda sağ ve sol taraflarda (sağ: 2,42°; sol: 2,10°) gözlenen değişimlerden daha az olduğu gözlenmiştir. Zigomatik kemik alttaki maksilla tarafından laterale doğru itildiğinde, daha zayıf olan frontozigomatik sütün etrafında dönme eğilimi göstererek frontozigomatik açıda bir artışa neden olduğu düşünülmüştür. Alt interzigomatik mesafenin üst interzigomatik mesafeden daha fazla artması ve zigomatikomaksiller açındaki değişimin frontozigomatik açıya kıyasla daha az olması bu dönme hareketini doğrulamaktadır. Cantarella vd. (2018) yaptıkları çalışmada alt interzigomatik mesafede 4.62 mm, üst interzigomatik mesafede ise 0,52 mm genişlik artışı tespit etmiştir. Zigomatikomaksiller açıda sağ ve sol taraflar için sırasıyla 0,23° ve 0,35°, frontozigomatik açıda sağ ve solda sırasıyla 2,45° ve 2,91° değişimler meydana geldiğini belirtmişlerdir. Frontoetmoidal açının ise değişmediği bildirilmiştir. Çalışmamızın genel itibariyle çalışmalarında MSE apareyi kullanan ve sonuçlarını KIBT ile değerlendiren Paredes vd. (2020) ve Cantarella vd. (2018) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak frontoetmoidal açının çalışmamızda -1,60° azaldığı belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında, dönme merkezinin Cantarella vd. (2018)'nin belirttiği dönme merkezinden daha yukarıda olduğu tespit edilmiştir. Sonuç

olarak, dönme merkezinin frontozigomatik suturen biraz yukarisinda olduğu düşünölmüştür.

Klinik çalışmalarda, diş destekli genişletme apareylerinde zigomatik kemikte ihmal edilebilir veya çok küçük miktarda transversal değişimler olduğu söylenmiştir. Bacetti vd. (2001), Haas apareyiyle tedavi edilen erken dönem ve geç adolesanları posteroanterior radyografi ile incelendikleri çalışmalarında zigomatik genişlikte sırasıyla 0,4 ve 0,3 mm artış tespit etmişlerdir.

Leonardi vd. (2010) Hyrax apareyi uyguladıkları 8 hastayı bilgisayarlı tomografi ile incelemiş hızlı üst çene genişletmesiyle maksilla etrafındaki suturelarda önemli bir kemik yer değiştirmesi olduğunu bildirmişlerdir. Ghoneima vd. (2011), konvansiyonel hızlı üst çene genişletmesi yaptıkları 20 hastayı bilgisayarlı tomografiyle incelemiş intermaksiller, internazal, nazomaksiller, frontomaksiller ve frontonazal suturelarda önemli genişlik artışları göröldüğünü, frontozigomatik, zigomatikomaksiller, zigomatikotemporal ve pterygomaksiller suturelarda anlamlı genişleme izlenmediğini belirtmişlerdir. Bazargani vd. (2013) hızlı üst çene genişletmesi sonucu maksillanın çevresindeki sutureların etkilendiğini, ancak değişikliklerin genel olarak 0,30 ila 0,45 mm arasında oldukça küçük olduğunu ve maksilladan daha uzaktaki suturelarda bu miktarın daha da düştüğünü belirtmişlerdir.

Ong vd. (2015), adolesanlarda cap splint apareyinin etkilerini KIBT ile değerlendirdikleri çalışmalarında zigomatik kemikte 1,4 mm artış bulmuşlardır.

Literatürde mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyelerinin tedavi etkilerinin KIBT ile koronal düzlemde değerlendirildiği çalışmalardan; Carlson vd. (2016) molarlar bölgesinde midpalatal suturen 2 mm sağ ve soluna yerleştirdikleri 4 adet mini vida destekli genişletme apareyiyle zigomalar bölgesinde önemli miktarda genişletme elde edildiğini söylemişlerdir. Chun vd. (2022) birinci premolar dişin meziyali ve birinci molar dişin distaline gelecek şekilde yerleştirdikleri mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyini konvansiyonel hızlı üst çene genişletme apareyiyle karşılaştırdığı çalışmada zigomatikomaksiller ve frontozigomatik suturelarda genişleme olduğunu belirtmişlerdir. Cantarella vd. (2018) MSE 2 apareyini değerlendirdikleri çalışmada alt ve üst interzigomatik mesafede anlamlı genişleme tespit etmişlerdir. MSE 2 apareyi ile zigomatik kemiklerde meydana gelen

genişlemenin, muhtemelen diş destekli apareylerden farklı kuvvet iletimi nedeniyle daha fazla olduğunu söylemişlerdir.

Song vd. (2019) MSE 1 apareyinin tedavi etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında maksiller ve midpalatal süturların belirgin şekilde etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca intermaksiller, frontonazal, frontomaksiller, nazomaksiller ve internazal süturların zigomatik kemikle eklem yapan süturlara kıyasla daha fazla genişlediğini gözlemlemişlerdir. Paredes vd. (2020) MSE 2 apareyinin etkilerini inceledikleri çalışmada alt interzigomatik mesafede 4,68 mm artış bulmuşlardır. Tang vd. (2021) MSE 2 apareyiyle tedavi edilen 31 hastayı inceledikleri çalışmada apareyin sirkummaksiller süturlara etkisi nedeniyle zigomatik kemikte 1,45 mm transversal yönde artış meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Tez çalışmamızda da üst interzigomatik mesafenin 1,07 mm, alt interzigomatik mesafenin ise 3,4 mm arttığı gözlenmiştir. Bulgularımızın daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla genel olarak uyumlu olduğu görülmüştür (Carlson vd., 2016; Cantarella vd. 2018, Song vd., 2019; Paredes vd., 2020; Chun vd., 2022; Tang vd., 2021). Diş destekli genişletme apareylerinde vidanın aktivasyonu ile birlikte oluşan kuvvet, dentoalveolar bölgeye dağılırken, MSE 2 apareyinde kuvvetin diş destekli apareylere göre dentoalveolar bölgeye az, maksillaya ise daha doğrudan iletildiği ve zigomatik kemiğin genişlemesine neden olabilecek bir basınç oluşturduğu düşünülmüştür.

Maksillanın hızlı üst çene genişletmesi sırasında sagittal ve vertikal düzlemlerdeki hareketleri birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Lagravere vd. (2005) hızlı üst çene genişletmesinin etkilerini inceledikleri meta analiz çalışmasında maksillanın yapılan genişletmeden sonra öne ve aşağı hareket ettiğini ancak bu durumun klinik olarak anlamsız olduğunu ifade etmişlerdir. Garib vd. (2005) konvansiyonel hızlı üst çene genişletme apareylerinin etkilerini bilgisayarlı tomografi ile inceledikleri çalışmada, Gautam vd. (2007) yapmış oldukları sonlu elemanlar çalışmasında hızlı üst genişletmesi ile anterior ve posterior nazal spinalarda aşağı hareket olduğunu söylemişlerdir. Literatürde, mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareylerinin tedavi etkilerinin KIBT ile değerlendirildiği çalışmalardan; Cantarella vd. (2018) MSE apareyiyle yaptıkları çalışmada maksiller eğim açısında sağ ve sol tarafta sırasıyla 2,01° ve 2,49°'lik artışlar meydana geldiğini ANS-PNS

düzleminin aşağı hareket ettiğini bulmuşlardır. Song vd. (2019) MSE 2 apareyi ile tedavi edilen 15 hastayı inceledikleri çalışmada zigomatikomaksiller kompleksin genişletme sonucu ileri ve aşağı yönde bir hareket gösterdiğini bildirmişlerdir. Nguyen vd. (2021) MSE 2 apareyi uygulanan 20 hastayı değerlendirdikleri çalışmada belirledikleri A noktasında önemli miktarda öne ve aşağı hareket gerçekleştiğini belirtmişlerdir. McMullen vd. (2022) MSE apareyiyle yaptıkları çalışmada ANS, PNS ve A noktasında önemli miktarda öne ve aşağı hareket gözlemişlerdir. Çalışmamızda maksiller eğim açısının sırasıyla sağ ve sol taraflarda $1,89^{\circ}$ ve $1,78^{\circ}$ artması frontoetmoidal açının ise $1,60^{\circ}$ azalması aşağı hareketi doğrulamaktadır. ANS-PNS düzleminde aşağı doğru bir hareket meydana geldiği düşünülmüştür. Bulgularımızın daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarıyla genel olarak uyumlu olduğu görülmüştür (Garib vd., 2005; Gautam vd., 2007; Cantarella vd., 2018; Song vd., 2019; Nguyen vd., 2021; McMullen vd., 2022).



Şekil 5.1 MSE2 Apareyi Uygulaması Öncesi ve Sonrası

Literatürde konvansiyonel diş destekli hızlı üst çene apareyleri sonucu midpalatal sutureda anterior bölgede daha fazla olup posteriora doğru gittikçe azalan V şeklinde açılma görüldüğünü bildiren birçok çalışma bulunmaktadır (Haas, 1965; Wertz, 1970; Garret vd., 2008; Pangrazio-Kulbersh, 2012; Kanomi vd., 2013; Lione vd., 2008). Lione vd. (2008) bilgisayarlı tomografi ile konvansiyonel hızlı üst çene apareyinin etkilerini inceledikleri çalışmada tüm hastalarda 7 mm aktive edilmiş diş destekli hızlı üst çene genişletme apareyi kullanmış ve midpalatal sutureda ANS ve PNS'de sırasıyla 3,01 ve 1,15 mm genişleme olduğunu ifade etmişlerdir. PNS'deki genişleme miktarının, ANS'deki genişleme miktarının yaklaşık %40'ı kadar olduğunu ve V şekilli bir genişleme modeli meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Literatürde mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareylerinin tedavi etkilerinin KIBT ile değerlendirildiği çalışmalardan; Annarrumma vd. (2021) 2 mini vidanın palatal bölgede üçüncü rüga seviyesine, diğer 2 mini vidanın alveol kretinden yaklaşık 6-8 mm uzaklıkta ikinci küçük azı dişi ile birinci azı dişinin arasına yerleştirildiği tasarıma sahip olan kemik destekli hızlı üst çene genişletme apareyinin etkilerini inceledikleri çalışmada, tüm hastalarda midpalatal sutureda aksiyal kesitte ön bölgede arka bölgeye göre daha fazla genişletme meydana geldiğini söylemişlerdir. Daha genç hastalarda daha paralel genişleme olduğunu ifade etmişlerdir. Jia vd. (2022) Hyrax apareyi ile 4 mini vidanın maksiller ikinci küçük azı dişler ile birinci büyük azı dişler arasına yerleştirildiği tasarıma sahip mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyinin etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada, Hyrax apareyiyle yapılan genişletme sonucunda PNS noktaları arasındaki genişlemenin ANS noktaları arası genişlemenin %50'si kadar olduğunu ve midpalatal sutureda üçgen şekilli bir genişleme meydana geldiğini belirtmişlerdir. Mini vida destekli apareyde ise bu oranın %70 olduğu tespit edilmiş ve tam paralel olmasa da Hyrax apareyine kıyasla daha paralel bir açılma görüldüğu söylenmiştir. Chun vd. (2022) birinci premolar dişin meziyali ve birinci molar dişin distaline gelecek şekilde yerleştirdikleri mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyini inceledikleri çalışmada, aksiyal kesitte midpalatal sutureda anteriorda daha fazla olmak üzere üçgen şekilli bir genişleme modeli görüldüğünü bildirmişlerdir.

Cantarella vd. (2018) MSE apareyinin tedavi etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, tedavi edilen hastalarda PNS'deki genişleme miktarının 4,3 mm, ANS'deki

genişleme miktarının ise 4,8 mm olduğunu belirlemişlerdir. ANS ve PNS'deki açılma oranının %90 olduğunu ve midpalatal süturda nerdeyse tamamen paralel yakın bir genişleme meydana geldiğini ifade etmişlerdir. McMullen vd. (2022) MSE apareyi uygunlanmış hastalarda mipalatal süturun genişleme paternini aksiyal kesitte nazal kavite ve palatin foraminalardan değerlendirdiği çalışmada nazal kavite ve palatin foraminalarda eşit seviyede genişleme meydana geldiğini ve midpalatal süturun paralel açıldığını bildirmişlerdir. Nguyen vd. (2021) MSE 2 apareyi uygulanan 20 hastayı inceledikleri çalışmada aksiyal kesitte PNS noktasındaki ortalama genişlemenin, ANS noktasındaki yaklaşık %81,78'i olduğunu ifade etmişlerdir. Song vd. (2019) MSE 2 apareyi ile tedavi edilen 15 hastayı inceledikleri çalışmada ANS noktasında 2,12 mm, PNS noktasında ise 1,95 mm genişleme meydana geldiğini ve midpalatal süturda nerdeyse paralele yakın bir açılma görüldüğünü bildirmişlerdir.

Tez çalışmamızda da ANS ve PNS noktalarında sırasıyla 4,25 mm ve 4,34 mm açılma meydana geldiği ve paralel bir genişleme modeli elde edildiği görülmüştür.

Sonucumuzun, çalışmalarında MSE apareyi kullanan Cantarella vd. (2018) Song vd. (2019), Nguyen vd. (2021) ve McMullen vd.'nin (2022) çalışma sonuçlarıyla uyumlu olduğu saptanmıştır. Mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyi kullanılan ve sonuçların KIBT ile değerlendirildiği Annarrumma vd. (2021), Jia vd. (2022) ve Chun vd. (2022)'nin çalışma sonuçlarına kıyasla ise daha paralel bir genişleme elde edildiği görülmüştür. Bunun, apareyin tasarımı ve mini vidaların yerleştirildiği konumla ilgili olabileceği düşünülmüştür. Braun vd. (2000) genişletme vidasının daha posteriora konumlandırılmasının midpalatal süturun daha paralel bir şekilde açılmasına sebep olabileceğini söylemişlerdir. Cantarella vd. (2018) MSE apareyinde ön-arka yönde aralarında mesafe bulunan, damağın arka bölümünde ve zigomatik kemiklerinin medialinde konumlandırılan dört mini vida kullanılmasının, genişletme kuvvetinin tüm sütur boyunca dağıtılmasına olanak tanıdığını ifade etmişlerdir. Carlson vd. (2016) ile Lee vd. (2017) bu durumun MSE apareyindeki farklı biyomekaniklerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte, genişletme vidasının posteriora konumlandırılmasının, genişletmeye ana direnç yeri olan pterygomaksiller suture karşı genişletme kuvvetini arttıracak ve genişletme sırasında maksiller yarılarda daha paralel ayrılmasına olanak verebileceğini bildirmişlerdir.

Maksiller kompleksin genişleme modeli uzun süredir ortodonti camiasını meşgul etmektedir. Haas (1965) konvansiyonel hızlı üst çene genişletme aparatının tedavi etkilerini posteroanterior radyografiyle değerlendirdiği, Braun vd. (2000) Hyrax aparatı uygulanmış kuru kafataslarını laser hologram yöntemi ile inceledikleri ve Jafari vd. (2003) sonlu elemanlar analiziyle yaptıkları çalışmada, maksiller süturların direncinin koronal düzlemde tepe noktası burun boşluğunda, tabanın ise palatin çıkıntılarında olan üçgen şeklinde bir genişleme modeline yol açtığını bulmuşlardır.

Chun vd. (2022) birinci premolar dişin meziyal ve birinci molar dişin distaline gelecek şekilde yerleştirdikleri mini vida destekli hızlı üst çene genişletme aparatının tedavi etkilerini KIBT ile inceledikleri çalışmada, koronal kesitte kraniyofasiyal yapıda tabanı dental arkta olan üçgen şekilli bir genişleme modeli gözlemlemişlerdir. Ngan vd. (2018) MSE aparatıyla yapmış oldukları KIBT çalışmasında frontal düzlemde maksillofasiyal yapılarda, yukarı bölgelere doğru azalan genişleme tespit etmiş, tabanı burun tabanı hizasında olan hafif üçgen şekilli bir genişleme paterni meydana geldiğini belirtmişlerdir. Song vd. (2019) MSE 2 aparatı ile tedavi edilen 15 hastayı KIBT ile inceledikleri çalışmada, zigomatikomaksiller kompleksin iskeletsel genişleme modelinin, koronal kesitte dönme merkezinin frontonazal sutureda olduğu piramidal bir şekle sahip olduğunu söylemişlerdir. Tang vd. (2021) MSE 2 aparatının tedavi etkilerini KIBT ile değerlendirdikleri çalışmada, genişlemenin oklüzal seviyede fazla olduğunu, nazal bölgeye doğru ise azaldığını ve piramidal bir genişleme modeli görüldüğünü bildirmişlerdir. McMullen vd. (2022) MSE aparatını değerlendirdikleri çalışmada, orbita bölgesinde az, kuvvetlerin uygulandığı dentoalveoler bölgede ise daha fazla genişlik artışının meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Bundan dolayı, koronal kesitte orta yüz kompleksinde tabanı palatin çıkıntılarında apeksi nazal kaviteye doğru olan piramidal şekilde bir genişleme modeli meydana geldiğini gözlemlemişlerdir.

Tez çalışmamızda intermolar mesafede 5,88 mm, dental mesafede ise 6,01 mm artış meydana geldiği görüldü. Bununla birlikte, genişlik artışının alveoler kemik mesafesinde 3,60 mm ile azaldığı, daha üst yapılar olan alt ve üst interzigomatik mesafelerde ise sırasıyla 3,4 mm ve 1,07 mm ile daha da azaldığı belirlendi. Bu bilgiler ışığında, maksiller kompleksin koronal düzlemde tabanı dentoalveoler bölgede tepesi nazal kaviteye doğru olan piramidal tipte genişleme paterni olduğu düşünüldü. Bu

sonucumuzun, daha önce yapılmış çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu olduğu gözlemlendi (Haas ,1965; Braun vd., 2000; Jafari vd., 2003; Ngan vd., 2018; Song vd., 2019; Tang vd., 2021; McMullen vd., 2022).

Çalışmamızda, ekspansiyon sonrası sağ ve sol lateral-medial pterygoid proseslerde değerlendirilen 36 bölgenin 3'ünde ayrılma görülmüştür. Jafari vd. (2003) pterygoid çıkıntının alt bölgesinin hemimaksilla ile yanal olarak genişlediğini, ancak pterygoid çıkıntının üst bölgesinin neredeyse hiç etkilenmediğini bildirmiştir. Ghoneima vd. (2011) konvansiyonel hızlı üst çene genişletme apareyiyle tedavi ettikleri 20 hastayı bilgisayarlı tomografi ile değerlendirdiği çalışmada, pterygomaksiller sutureda anlamlı bir ayrılmanın gözlenmediğini belirtmiştir. Cantarella vd. (2017) MSE apareyiyle tedavi ettiği 30 hastayı KIBT ile değerlendirdiği çalışmada, 30 suturun 16'sında (%53) pterygopalatin suturun ayrıldığını gözlemlemiştir. Ayrılmanın, şekil ve boyut olarak büyük değişkenlik gösteren palatin kemiğinin piramidal çıkıntısının boyutuna bağlı olduğunu ifade etmiştir (Cantarella vd., 2017). Piramidal çıkıntının pterygoid çıkıntıdan kısmen ayrılması durumunda küçük bir genişlik artışının meydana geldiğini, tamamen ayrılması durumunda ise genişlik artışının daha da arttığı sonucuna varmışlardır (Cantarella vd., 2017). Song vd. (2019) MSE apareyiyle tedavi ettikleri 15 hastayı KIBT ile inceledikleri çalışmada, pterygomaksiller sutureda çok az değişiklik olduğunu bildirmişlerdir. Tez çalışmamızda, pterygomaksiller suturedaki ayrılma miktarları sağ ve sol bölgelerde sırasıyla 0,05 ve 0,1 mm olarak belirlenmiştir. Anlamlı fakat oldukça düşük olan bu sonucumuzun, Ghonemia vd. (2011) ile Song vd. (2019)'nin çalışma sonuçlarıyla uyumlu, Cantarella vd. (2017)'nin çalışmadan ise daha düşük olduğu gözlemlendi. Ayrıca, bu sonuçlarla pterygomaksiller suturen hızlı üst çene genişletmesinde birincil stres alanı olduğu düşünüldü.

Hızlı üst çene genişletme apareylerinin dentoalveoler bölgede neden olduğu alveoler bükülme, dişlerde bukkal yönde devrilme, kök rezorpsiyonu, bukkal kemik kalınlığında azalma gibi yan etkiler birçok çalışmacı tarafından belirtilmiştir (Lemos vd., 2019; Araugio vd., 2013). Hızlı üst çene genişletmesinde mini vidaların kullanımı ve yeni aparey tasarımları daha fazla ortopedik genişleme, daha az bukkal yönde diş devrilmesi için geliştirilmektedir (Lin vd. 2015, Carlson vd., 2016). Farklı tasarımlı apareylerin dişsel etkilerinin KIBT ile değerlendirildiği birçok çalışma bulunmaktadır.

Vassar vd. (2016) 2 veya 4 adet mini vida kullanılan, tasarımları değişkenlik gösteren mini vida destekli hızlı üst çene apareyinin tedavi etkilerini inceledikleri çalışmada, birinci molar dişlerde $4,34^\circ$ bukkal yönde devrilme meydana geldiğini söylemişlerdir. Chun vd. (2022) birinci premolar dişin mezial ve birinci molar dişin distaline gelecek şekilde yerleştirdikleri mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyinin etkilerini inceledikleri çalışmada, hibrit tasarımda olan apareyin ankraj alınan dişlerde önemli ölçüde bukkale devrilme meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Annarrumma vd. (2021) 2 mini vidanın palatal bölgede üçüncü ruga seviyesine, diğer 2 mini vidanın alveol kretinden yaklaşık 6-8 mm uzaklıkta ikinci küçük azı dişi ile birinci azı dişinin arasına yerleştirildiği tasarıma sahip olan kemik destekli hızlı üst çene genişletme apareyinin etkilerini inceledikleri çalışmada, apareyin tamamen kemik destekli tasarıma sahip olması nedeniyle büyümekte olan hastalarda bukkal devrilme meydana gelmediğini, gelişimini tamamlamış hastalarda ise 1° devrilme meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Jia vd. (2022) Hyrax apareyi ile 4 mini vidanın maksiller ikinci küçük azı dişler ile birinci büyük azı dişler arasına yerleştirildiği tasarıma sahip mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareyinin etkilerini karşılaştırdığı çalışmada, mini vida destekli hızlı üst çene genişletmesi yapılan grupta sağ ve sol birinci molar dişlerde sırasıyla $3,8$ ve $2,7^\circ$ bukkal yönde devrilme meydana geldiğini belirtmişlerdir. Gözlenen bukkal devrilmenin Hyrax apareyinde gözlenen devrilme miktarının nerdeyse yarısı kadar olduğunu bildirmişlerdir. Naveda vd. (2023) damağın ön ve orta üçlüsüne yerleştirilen 4 adet mini vidalı hızlı üst çene genişletme apareyinin etkilerini değerlendirdiği çalışmada, birinci molar dişlerde ortalama $4,56^\circ$ bukkale devrilme tespit etmişlerdir.

Ngan vd. (2018) MSE apareyinin tedavi etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, birinci molar dişlerde sağ ve sol bölgelerde sırasıyla $4,96$ ve $4,17^\circ$ bukkal devrilme belirlemişlerdir. Moon vd. (2020) 48 hastada mini vida destekli apareyler olan MSE ve C-Expander apareylerinin tedavi etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada, C-Expander apareyinde herhangi bir bukkal diş devrilmesi gözlenmediğini, MSE apareyinde ise birinci molar dişlerde bukkal devrilme gözlendiğini bildirmişlerdir. Bunun aksine, MSE apareyinde alveoler bükülme görülmediğini, C-Expander apareyinde alveoler bükülmenin fazla olduğunu ifade etmişlerdir. McMullen vd. (2022) MSE apareyiyle yapmış oldukları çalışmada birinci molar dişlerde büyüyen ve büyümesini tamamlamış hastalarda sırasıyla 3 ve 4° bukkal yönde devrilme meydana

geldiğini belirtmiştir. Cantarella vd. (2018) MSE apareyiyle yapmış oldukları çalışmada, birinci molar dişlerde herhangi bir bukkal devrilme olmadığını artan molar bazal kemik açısının zigomatikomaksiller kompleksin rotasyonel hareketinden kaynaklanabileceğini söylemişlerdir. Paredes vd. (2020) MSE apareyinin dişler üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, Cantarella vd.'nin (2018) belirlediği dönme merkezini kullanmış, açısal ölçümlerde dişlerde bukkal devrilme olmadığını fakat lineer ölçümlerde bukkal devrilme görüldüğünü ifade etmiştir.

Tez çalışmamızda birinci molar dişlerin eğim değişimini gösteren maksiller bazal kemik açısının sağ ve sol taraflarda sırasıyla 3,06 ve 2,70° arttığı bulundu. Midpalatal sutureda ANS noktasında 4,25 mm, PNS noktasında ise 4,34 mm genişleme meydana geldiği görüldü. Ortalama intermolar mesafede 5,88 mm, dental mesafede ise 6,01 mm artış saptandı. Bu bilgiler ışığında, birinci molar dişlerde bukkal yönde devrilme ve diş hareketi tespit edildi. Dişsel ölçümlerin iskeletsel genişlemeyi gösteren midpalatal suture genişlemesinden daha fazla arttığı görüldü. Çalışma sonuçlarımız, farklı tasarımlı mini vida destekli hızlı üst çene genişletme apareylerinin etkilerini KIBT ile değerlendiren Vassar vd. (2016), Annarrumma vd. (2021), Chun vd. (2022), Jia vd. (2022) ve Naveda vd.'nin (2023) çalışma sonuçlarıyla uyumlu bulundu. Ayrıca, MSE apareyinin tedavi etkilerinin değerlendirildiği ve bukkal yönde diş devrilmesinin gözlemlendiği Ngan vd. (2018), Moon vd. (2019) ve McMullen vd.'nin (2022) çalışma sonuçlarıyla da uyumlu görüldü. Farklı olarak, Cantarella vd. (2018) ve Paredes vd. (2020) çalışmalarında MSE apareyiyle bukkal yönde diş devrilmesinin meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Cantarella vd. (2018)'nin çalışmasında intermolar mesafede 8,33 mm artış saptanırken; sağ ve sol maksiller bazal kemik açısının sırasıyla 2,04° ve 1,83° artış saptanmıştır. Bu artışın ise diş devrilmesinden kaynaklı olmadığı maksiller kompleksin dönme hareketinden meydana geldiği ifade edilmiştir.

Chen vd. (2008) mini vidaların stabilizasyonu için mekanik kilitlenmenin önemli olduğunu ifade etmiş, stabilizasyon için anahtar faktör olan kemiğin primer iyileşmesinin bozulmaması için mini vidalara yerleştirildikten sonra 3 hafta kuvvet verilmemesi gerektiğini söylemiştir. Çalışmamızda mini vidaların yerleştirildiği gün apareylerin aktivasyonunun yapıldığı öğrenilmiştir. Bu durumun, kemik-implant bağlantısının zayıflamasına neden olmuş olabileceği ve istenmeyen kuvvetlerin dişlere iletilmesinin dişlerin devrilmesine sebebiyet verebileceği düşünülmüştür. Ankraj

dişlerde meydana gelen devrilmenin diğer olası nedenlerinin ise mini vidalarla yeterli bikortikal ankrajın sağlanamaması, zayıf kemik yoğunluğu ve yerleştirme sırasında mini vidaların aşırı sarılmasının olabileceği bildirilmektedir (Chen vd., 2008).



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

MSE 2 apareyi ile tedavi edilen bireylerde iskeletsel ve dental değişimlerinin KIBT ile retrospektif olarak değerlendirildiği tez çalışmamızda:

1. Genişletme sırasında maksillanın dönme merkezinin frontozigomatik suturen çok az yukarısında olduğu tespit edilmiştir.
2. Sağ sol lateral-medial pterygoid prosesler hariç zigomalar ve orta yüz bölgesindeki suturelar arasında belirgin değişim ve genişlemeler gözlenmiştir.
3. Genişletmeyle birlikte maksillada sagittal yönde öne ve aşağı doğru hareket saptanmıştır.
4. Meydana gelen genişletme sonucu midpalatal suturen paralel şekilde ayrıldığı görülmüştür.
5. Maksiller kompleksin koronal düzlemde tabanı dentoalveoler bölgede tepesi nazal kaviteye doğru olan piramidal tipte genişleme paterni olduğu belirlenmiştir.
6. Destek alınan dişlerde anlamlı şekilde bukkal yönde devrilme gözlenmiştir.

Küçük örneklem büyüklüğü, sagittal ve vertikal yöndeki anomali konusunda sınıflandırma yapılmamış olması, tek bir aparey dizaynının değerlendirilmiş olması ve uzun dönem takibinin olmaması bu çalışmanın başlıca limitasyonları arasında yer almaktadır. Bu noktada, maksiller transversal yetersizlik tedavisinde uygun protokolün belirlenebilmesi için örneklem büyüklüğünün fazla olduğu, sagittal ve vertikal yön anomalilerinin de sınıflandırıldığı, farklı dizaynlara sahip apareylerin farklı büyüme ve gelişim dönemlerindeki kadın ve erkeklerde ayrı ayrı değerlendirildiği yeni çalışmalar yapılması gerektiğini düşünmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

- Abedini, S., Elkenawy, I., Kim, E., & Moon, W. (2018). Three-dimensional soft tissue analysis of the face following micro-implant-supported maxillary skeletal expansion. *Progress in orthodontics*, 19, 1-10.
- Adair, S. M., Milano, M., Lorenzo, I., & Russell, C. (1995). Effects of current and former pacifier use on the dentition of 24-to 59-month old children. *Pediatric Dentistry*, 17, 437-444.
- Adkins, M. D., Nanda, R. S., & Currier, G. F. (1990). Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 97(3), 194-199.
- Agostino, P., Ugolini, A., Signori, A., Silvestrini-Biavati, A., Harrison, J. E., & Riley, P. (2014). Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (8).
- Akin, M., Akgul, Y. E., Ileri, Z., & Basciftci, F. A. (2016). Three-dimensional evaluation of hybrid expander appliances: A pilot study. *The Angle Orthodontist*, 86(1), 81-86.
- Akkaya, S., Gülsen, A., Taner-Sarisoy, L., & Balos, B. (2002). Evaluation of the Effects of Maxillary Expansion on the Nasopharyngeal Area. *World Journal of Orthodontics*, 3(3).
- Akyalcin, S., & Alev, Y. (2023). Clinical advances in maxillary skeletal expansion and introduction of a new MARPE concept. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(1), 291-298.
- Alexander, N. S., & Schroeder, J. W. (2013). Pediatric obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatric Clinics*, 60(4), 827-840.
- Allison, M. L. (1974). Surgical palate splitting, first prize, institutional category. *Imcri, aan Soc* iety of Oral Surgeons Audiovisual Awards Contest*.
- Almeida, R. R. D., Almeida, M. R. D., Oltramari-Navarro, P. V. P., Conti, A. C. D. C. F., Navarro, R. D. L., & Marques, H. V. A. (2012). Posterior crossbite-treatment and stability. *Journal of Applied Oral Science*, 20, 286-294.
- Aloufi, F., Preston, C. B., & Zawawi, K. H. (2012). Changes in the upper and lower pharyngeal airway spaces associated with rapid maxillary expansion. *International Scholarly Research Notices*, 2012.
- Alpern, M. C., & Yurosko, J. J. (1987). Rapid palatal expansion in adults: with and without surgery. *The Angle Orthodontist*, 57(3), 245-263.
- Altug Atac, A. T., Karasu, H. A., & Aytac, D. (2006). Surgically assisted rapid maxillary expansion compared with orthopedic rapid maxillary expansion. *The Angle orthodontist*, 76(3), 353-359.

- Alvaran, N., Roldan, S. I., & Buschang, P. H. (2009). Maxillary and mandibular arch widths of Colombians. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 135(5), 649-656.
- Angelieri, F., Cevidanes, L. H., Franchi, L., Gonçalves, J. R., Benavides, E., & McNamara Jr, J. A. (2013). Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(5), 759-769.
- Angell, E. (1860). Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos*, 1, 599-600.
<https://cir.nii.ac.jp/crid/1573105975548903296.bib?lang=ja>
- Annarumma, F., Posadino, M., De Mari, A., Drago, S., Aghazada, H., Gravina, Migliorati, M. (2021). Skeletal and dental changes after maxillary expansion with a bone-borne appliance in young and late adolescent patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(4), e363-e375.
- Arat, Z. M., Gökalp, H., Atasever, T., & Türkkahraman, H. (2003). 99mTechnetium-labeled methylene diphosphonate uptake in maxillary bone during and after rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 73(5), 545-549.
- Arndt, W. V. (1993). Nickel titanium palatal expander. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 27(3), 129-137.
- Asanza, S., Cisneros, G. J., & Nieberg, L. G. (1997). Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *The Angle Orthodontist*, 67(1), 15-22.
- Avery, D. R., & McDonald, R. E. (2010). McDonald and Avery dentistry for the child and adolescent-E-book. Elsevier Health Sciences.
- Baccetti, T., Franchi, L., Cameron, C. G., & McNamara Jr, J. A. (2001). Treatment timing for rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 71(5), 343-350.
- Baik, H. S., Kang, Y. G., & Choi, Y. J. (2020). Miniscrew-assisted rapid palatal expansion: a review of recent reports. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 9(3), S54-S58.
- Baydas, B., Yavuz, I., Uslu, H., Dagsuyu, İ. M., & Ceylan, İ. (2006). Nonsurgical rapid maxillary expansion effects on craniofacial structures in young adult females: a bone scintigraphy study. *The Angle Orthodontist*, 76(5), 759-767.
- Bayram, S., Basciftci, F. A., & Kurar, E. (2014). Relationship between P561T and C422F polymorphisms in growth hormone receptor gene and mandibular prognathism. *The Angle Orthodontist*, 84(5), 803-809.
- Baysal, A., Veli, I., Ucar, F., Eruz, M., Ozer, T., & Uysal, T. (2011). Changes in mandibular transversal arch dimensions after rapid maxillary expansion procedure assessed through cone-beam computed tomography. *Korean Journal of Orthodontics*, 41(3).

- Bazargani, F., Feldmann, I., & Bondemark, L. (2013). Three-dimensional analysis of effects of rapid maxillary expansion on facial sutures and bones: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, 83(6), 1074-1082.
- Bazzani, M., Cevidanes, L.H.S., Al Turkestani, N.N., Annarumma, F., McMullen, C., Ruellas, A.C.O., et al. (2023) Three-dimensional comparison of bone-borne and tooth-bone-borne maxillary expansion in young adults with maxillary skeletal deficiency. *Orthodontics and Craniofacial Research*, 26(2), 151-162.
- Bell, R. A., & LeCompte, E. J. (1981). The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during the deciduous and mixed dentitions. *American journal of orthodontics*, 79(2), 152-161.
- Bell, W. H., & Epker, B. N. (1976). Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *American journal of orthodontics*, 70(5), 517-528.
- Berger, J. L., Pangrazio-Kulbersh, V., Thomas, B. W., & Kaczynski, R. (1999). Photographic analysis of facial changes associated with maxillary expansion. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 116(5), 563-571.
- Berlocher, W. C., Mueller, B. H., & Tinanoff, N. (1980). The effect of maxillary palatal expansion on the primary dental arch circumference. *Pediatr Dent*, 2(1), 27-30.
- Bernhart, T., Vollgruber, A., Gahleitner, A., Dörtbudak, O., & Haas, R. (2000). Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. *Clinical Oral Implants Research*, 11(6), 595-601.
- Betts, N. J. (2016). Surgically assisted maxillary expansion. *Atlas of the oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 24(1), 67-77.
- Betts, N. J., & Lisenby, W. C. (1994). Normal adult transverse jaw values obtained using standardized posteroanterior cephalometrics. *J Dent Res*, 73, 298.
- Betts, N. J., Vanarsdall, R. L., Barber, H. D., Higgins-Barber, K., & Fonseca, R. (1995). Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 10(2), 75-96.
- Biederman, W. (1968). A hygienic appliance for rapid expansion. *JPO: the journal of practical orthodontics*, 2(2), 67-70.
- Biederman, W. (1973). Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. *American journal of orthodontics*, 63(1), 47-55.
- Bishara, S. E., & Staley, R. N. (1987). Maxillary expansion: clinical implications. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 91(1), 3-14.
- Bishara, S. E., Burkey, P. S., & Kharouf, J. G. (1994). Dental and facial asymmetries: a review. *The Angle Orthodontist*, 64(2), 89-98.

- Boysen, B., Cour, K. L., Athanasiou, A. E., & Gjessing, P. E. (1992). Three-dimensional evaluation of dentoskeletal changes after posterior cross-bite correction by quad-helix or removable appliances. *British Journal of Orthodontics*, 19(2), 97-107.
- Braun, S., Bottrel, J. A., Lee, K. G., Lunazzi, J. J., & Legan, H. L. (2000). The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 118(3), 257-261.
- Bresolin, D., Shapiro, P. A., Shapiro, G. G., Chapko, M. K., & Dassel, S. (1983). Mouth breathing in allergic children: its relationship to dentofacial development. *American journal of orthodontics*, 83(4), 334-340.
- Brown, G. V. I. (1938). *The surgery of oral and facial diseases and malformations: their diagnosis and treatment including plastic surgical reconstruction*. Lea & Febiger.
- Brunetto, D. P., Sant'Anna, E. F., Machado, A. W., & Moon, W. (2017). Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental press journal of orthodontics*, 22, 110-125.
- Bucci, R., Rongo, R., Zunino, B., Michelotti, A., Bucci, P., Alessandri-Bonetti, G., D'Antò, V. (2023). Effect of orthopedic and functional orthodontic treatment in children with obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine reviews*, 67, 101730.
- Buck, D. L. (1970). The fixed W arch for correction of posterior crossbites in children. *The Journal of the American Dental Association*, 81(5), 1140-1142.
- Cantarella, D., Dominguez-Mompell, R., Mallya, SM., Moschik, C., Pan, H.C., Miller, J., et al. (2017). Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Progress in Orthodontics*, 18(1), 34.
- Cantarella, D., Dominguez-Mompell, R., Moschik, C., Mallya, S. M., Pan, H. C., Alkahtani, M. R., ... & Moon, W. (2018a). Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 154(3), 337-345.
- Cantarella, D., Dominguez-Mompell, R., Moschik, C., Sfogliano, L., Elkenawy, I., Pan, H. C., ... & Moon, W. (2018b). Zygomaticomaxillary modifications in the horizontal plane induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with CBCT images. *Progress in orthodontics*, 19(1), 1-8.
- Carlson, C., Sung, J., McComb, R. W., Machado, A. W., & Moon, W. (2016). Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(5), 716-728.

- Carlson, D. S., & Buschang, P. H. (2011). Craniofacial growth and development: evidence-based perspectives. *Orthodontics: Current principles and techniques* LW Graber editor 5th Edition ed: Mosby, 215-46.
- Carvalho, Vinker, & Declerck. (1998). Malocclusion, dental injuries and dental anomalies in the primary dentition of Belgian children. *International journal of paediatric dentistry*, 8(2), 137-141.
- Cevidanes, L. H., Bailey, L. J., Tucker Jr, G. R., Styner, M. A., Mol, A., Phillips, C. L., ... & Turvey, T. (2005). Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofacial Radiology*, 34(6), 369-375.
- Cevidanes, L. H., Heymann, G., Cornelis, M. A., DeClerck, H. J., & Tulloch, J. C. (2009). Superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models of growing patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(1), 94-99.
- Ceylan, Í., Oktay, H., & Demirci, M. (1996). The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *The Angle Orthodontist*, 66(4), 301-308.
- Chaconas, S. J., & Caputo, A. A. (1982). Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. *American journal of orthodontics*, 82(6), 492-501.
- Chaconas, S., Orthodontics, J. y L.-A. J. of, & 1977, undefined. (n.d.). Orthopedic and orthodontic applications of the quad-helix appliance. Elsevier. Retrieved September 28, 2023, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0002941677903554>
- Chen, Y., Shin, H. I., & Kyung, H. M. (2008). Biomechanical and histological comparison of self-drilling and self-tapping orthodontic microimplants in dogs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(1), 44-50.
- Cheng, M. C., Enlow, D. H., Papsidero, M., Broadbent Jr, B. H., Oyen, O., & Sabat, M. (1988). Developmental effects of impaired breathing in the face of the growing child. *The Angle Orthodontist*, 58(4), 309-320.
- Cheung, G., Goonewardene, M. S., Islam, S. M. S., Murray, K., & Koong, B. (2013). The validity of transverse intermaxillary analysis by traditional PA cephalometry compared with cone-beam computed tomography. *Australian orthodontic journal*, 29(1), 86-95.
- Chun, J. H., de Castro, A. C. R., Oh, S., Kim, K. H., Choi, S. H., Nojima, L. I., ... & Lee, K. J. (2022). Skeletal and alveolar changes in conventional rapid palatal expansion (RPE) and miniscrew-assisted RPE (MARPE): a prospective randomized clinical trial using low-dose CBCT. *BMC oral health*, 22(1), 114.
- Clement, E., & Krishnaswamy, N. (2017). Skeletal and dentoalveolar changes after skeletal anchorage-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone beam computed tomography study. *APOS Trends in Orthodontics*, 7(3), 113-113.

- Colak, O., Paredes, N.A., Elkenawy, I., Torres, M., Bui, J., Jahangiri, S., Moon, W. (2020). Tomographic assessment of palatal suture opening pattern and pterygopalatine suture disarticulation in the axial plane after midfacial skeletal expansion. *Progress in Orthodontics*, 21(1), 21.
- Cortella, S., Shofer, F. S., & Ghafari, J. (1997). Transverse development of the jaws: norms for the posteroanterior cephalometric analysis. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 112(5), 519-522.
- Cotton L. A. (1978). Slow maxillary expansion: skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*. *American journal of orthodontics*, 73(1), 1–23. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(78\)90098-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(78)90098-2).
- Crosby, D. R., Jacobs, J. D., & Bell, W. H. (1992). Special adjunctive considerations 1. transverse (horizontal) maxillary deficiency. *Modern practice in orthognathic and reconstructive surgery*. 3th ed. Philadelphia, PA: Saunders, 2403-2430.
- Cross, D. L., & McDonald, J. P. (2000). Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *European journal of orthodontics*, 22(5), 519–528. <https://doi.org/10.1093/ejo/22.5.519>.
- Curado, M. M., Suzuki, S. S., Suzuki, H., Garcez, A. S., Junqueira, J. L. C., & Napimoga, M. H. (2015). Uma nova alternativa para a expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes usada para a correção ortopédica em paciente Classe III esquelética em crescimento. Junqueira JLC, Napimoga MH, organizadores. *Ciência e Odontologia casos clínicos baseado em evidências científica*. 1ª ed. Campinas: Mundi Brasil, 1, 232-7.
- Dakhil, N. B., & Salamah, F. B. (2021). The diagnosis methods and management modalities of maxillary transverse discrepancy. *Cureus*, 13(12).
- Darendeliler, M. A., Strahm, C., & Joho, J. P. (1994). Light maxillary expansion forces with the magnetic expansion device. A preliminary investigation. *The European Journal of Orthodontics*, 16(6), 479-490.
- de Miranda Ladewig, V., Capelozza-Filho, L., Almeida-Pedrin, R. R., Guedes, F. P., de Almeida Cardoso, M., & Conti, A. C. D. C. F. (2018). Tomographic evaluation of the maturation stage of the midpalatal suture in postadolescents. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(6), 818-824.
- de Oliveira, C. B., Ayub, P., Ledra, I. M., Murata, W. H., Suzuki, S. S., Ravelli, D. B., & Santos-Pinto, A. (2021). Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(6), 733-742.
- de Rossi, M., de Rossi, A., Hallak, J. E. C., Vitti, M., & Regalo, S. C. H. (2009). Electromyographic evaluation in children having rapid maxillary expansion.

- American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 136(3), 355-360.
- de Silva Fo, O. G., Boas, C. V., & Capelozza, L. F. (1991). Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 100(2), 171-179.
- de Sousa Araugio, R. M., Landre Jr, J., Silva, D. D. L. A., Pacheco, W., Pithon, M. M., & Oliveira, D. D. (2013). Influence of the expansion screw height on the dental effects of the hyrax expander: a study with finite elements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143(2), 221-227.
- Debbane, E. F. (1958). A cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat. *American journal of orthodontics*, 44(3), 187-219.
- Epker, B. N. (1986). Dentofacial deformities. Integrated orthodontic and surgical corrections.
- Fayed, M. M. S., Pazera, P., & Katsaros, C. (2010). Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 80(5), 939-951.
- Foster, T. D. (1975). A textbook of orthodontics (p. 289). Oxford: Blackwell.
- Franchi, L., Baccetti, T., Lione, R., Fanucci, E., & Cozza, P. (2010). Modifications of midpalatal sutural density induced by rapid maxillary expansion: A low-dose computed-tomography evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(4), 486-488.
- Frank, S. W., & Engel, G. A. (1982). The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients. *American journal of orthodontics*, 81(5), 378-389.
- Fukawa, R., Moon, W., Deguchi, T., & Aga, M. (2022). Posterior crossbite with mandibular asymmetry treated with lingual appliances, maxillary skeletal expanders, and alveolar bone miniscrews. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(2), 293-312.
- Gabriel da Silva Filho, O., Silva Lara, T., Malagodi de Almeida, A., & Cristina da Silva, H. (2005). Evaluation of the midpalatal suture during rapid palatal expansion in children: a CT study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 29(3), 231-238.
- Gardner, G. E., & Kronman, J. H. (1971). Cranioskeletal displacements caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey. *American journal of orthodontics*, 59(2), 146-155.
- Garib, D. G., Henriques, J. F. C., Janson, G., de Freitas, M. R., & Fernandes, A. Y. (2006). Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation.

- American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 129(6), 749-758.
- Garrett, B. J., Caruso, J. M., Rungcharassaeng, K., Farrage, J. R., Kim, J. S., & Taylor, G. D. (2008). Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 134(1), 8-e1.
- Gautam, P., Valiathan, A., & Adhikari, R. (2007). Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion: a finite element method study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(1), 5-e1.
- Gauthier, C., Voyer, R., Paquette, M., Rompré, P., & Papadakis, A. (2011). Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 139(4), S117-S128.
- Ghoneima, A., Abdel-Fattah, E., Hartsfield, J., El-Bedwehi, A., Kamel, A., & Kula, K. (2011). Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(4), 510-519.
- Gianelly, A. A. (2003). Rapid palatal expansion in the absence of crossbites: added value?. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 124(4), 362-365.
- Graber, L. W., Vanarsdall Jr, R. L., Vig, K. W., & Huang, G. J. (2011). *Orthodontics: current principles and techniques*: Elsevier Health Sciences. Philadelphia, USA.
- Gracco, A., Lombardo, L., Cozzani, M., & Siciliani, G. (2008). Quantitative cone-beam computed tomography evaluation of palatal bone thickness for orthodontic miniscrew placement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(3), 361-369.
- Haas A. J. (1970). Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *American journal of orthodontics*, 57(3), 219-255. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(70\)90241-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(70)90241-1).
- Haas, A. J. (1961). Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*, 31(2), 73-90.
- Haas, A. J. (1965). The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*, 35(3), 200-217.
- Haas, A. J. (1980). Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *The Angle Orthodontist*, 50(3), 189-217.

- Halazonetis, D. J. (2005). From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 127(5), 627-637.
- Halıcıoğlu, K., & Yavus, İ. (2011). Literatür derlemesi: üst çene genişletmesinde apareyler ve felsefeler. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 4, 32-39.
- Hans, M. G., Valiathan, M., & Palomo, J. M. (2011). Cone beam computed tomography: a link with the past, a promise for the future. *Seminars in Orthodontics*, 17, 81-87.
- Hartono, N., Soegiharto, B. M., & Widayati, R. (2018). The difference of stress distribution of maxillary expansion using rapid maxillary expander (RME) and maxillary skeletal expander (MSE) a finite element analysis. *Progress in orthodontics*, 19(1), 1-10.
- Harvold, E. P., Chierici, G., & Vargervik, K. (1972). Experiments on the development of dental malocclusions. *American journal of orthodontics*, 61(1), 38-44.
- Hicks, E. P. (1978). Slow maxillary expansion: a clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *American journal of orthodontics*, 73(2), 121-141.
- Holberg, C., Steinhäuser, S., & Rudzki, I. (2007). Surgically assisted rapid maxillary expansion: midfacial and cranial stress distribution. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(6), 776-782.
- Howe, R. P., McNamara Jr, J. A., & O'connor, K. A. (1983). An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *American journal of orthodontics*, 83(5), 363-373.
- Huynh, T., Kennedy, D. B., Joondeph, D. R., & Bollen, A. M. (2009). Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: a retrospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(3), 331-339.
- Infante, P. F. (1976). An epidemiologic study of finger habits in preschool children, as related to malocclusion, socioeconomic status, race, sex, and size of community. *ASDC journal of dentistry for children*, 43(1), 33-38.
- Iodice, G., Bocchino, T., Casadei, M., Baldi, D., & Robiony, M. (2013). Evaluations of sagittal and vertical changes induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *Journal of Craniofacial Surgery*, 24(4), 1210-1214.
- Iodice, G., Danzi, G., Cimino, R., Paduano, S., & Michelotti, A. (2016). Association between posterior crossbite, skeletal, and muscle asymmetry: a systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 38(6), 638-651.
- Isaacson, R. J., & Ingram, A. H. (1964). Forces produced by rapid maxillary expansion: II. Forces present during treatment. *The Angle Orthodontist*, 34(4), 261-270.

- Isaacson, R. J., & Murphy, T. D. (1964). Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *The Angle Orthodontist*, 34(3), 143-154.
- Işeri, H., Tekkaya, A. E., Öztan, Ö., & Bilgic, S. (1998). Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. *The European Journal of Orthodontics*, 20(4), 347-356.
- Ivanovski, V. (1985). Removable rapid palatal expansion appliance. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 19(10), 727-728.
- Işeri, H., & Özsoy, S. (2004). Semirapid maxillary expansion—a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *The Angle Orthodontist*, 74(1), 71-78.
- Jafari, A., Shetty, K. S., & Kumar, M. (2003). Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces—a three-dimensional FEM study. *The Angle Orthodontist*, 73(1), 12-20.
- Jang, H. I., Kim, S. C., Chae, J. M., Kang, K. H., Cho, J. W., Chang, N. Y., ... & Cho, J. H. (2016). Relationship between maturation indices and morphology of the midpalatal suture obtained using cone-beam computed tomography images. *Korean Journal of Orthodontics*, 46(6), 345.
- Jesus, A. S., de Oliveira, C. B., Murata, W. H., Suzuki, S. S., & dos Santos-Pinto, A. (2021). Would midpalatal suture characteristics help to predict the success rate of miniscrew-assisted rapid palatal expansion?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 160(3), 363-373.
- Jia, H., Zhuang, L., Zhang, N., Bian, Y., & Li, S. (2021). Comparison of skeletal maxillary transverse deficiency treated by microimplant-assisted rapid palatal expansion and tooth-borne expansion during the post-pubertal growth spurt stage: A prospective cone beam computed tomography study. *The Angle Orthodontist*, 91(1), 36-45.
- Jonsson, T., Arnlaugsson, S., Karlsson, K. O., Ragnarsson, B., Arnarson, E. O., & Magnusson, T. E. (2007). Orthodontic treatment experience and prevalence of malocclusion traits in an Icelandic adult population. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(1), 8-e11.
- Kanomi, R., Deguchi, T., Kakuno, E., Takano-Yamamoto, T., & Roberts, W. E. (2013). CBCT of skeletal changes following rapid maxillary expansion to increase arch-length with a development-dependent bonded or banded appliance. *The Angle Orthodontist*, 83(5), 851-857.
- Khosravi, M., Ugolini, A., Miresmaeili, A., Mirzaei, H., Shahidi-Zandi, V., Soheilifar, S., ... & Mahmoudzadeh, M. (2019). Tooth-borne versus bone-borne rapid maxillary expansion for transverse maxillary deficiency: a systematic review. *International orthodontics*, 17(3), 425-436.
- Kim, K. B., & Helmkamp, M. E. (2012). Miniscrew implant-supported rapid maxillary expansion. *J Clin Orthod*, 46(10), 608-12.

- Knaup, B., Yildizhan, F., & Wehrbein, H. (2004). Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. *Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 65(6), 467-474
- Kopra, D. E., & Davis, E. L. (1991). Prevalence of oral defects among neonatally intubated 3-to 5-and 7-to 10-year old children. *Pediatr Dent*, 13(6), 349-55.
- Köle, H. (1959). Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 12(5), 515-529.
- Krebs, A. (1959). Expansion of the midpalatal suture, studied by means of metallic implants. *Acta Odontologica Scandinavica*, 17(4), 491-501.
- Krijt, L. L., Kapetanović, A., Sijmons, W. J., Bruggink, R., Baan, F., Bergé, S. J., ... & Schols, J. G. (2023). What is the impact of miniscrew-assisted rapid palatal expansion on the midfacial soft tissues? A prospective three-dimensional stereophotogrammetry study. *Clinical Oral Investigations*, 27(9), 5343-5351.
- Kudlick, E. M. (1974). A study utilizing dry human skulls as models to determine how bones of the craniofacial complex are displaced under the influence of midpalatal expansion.
- Kutin, G., & Hawes, R. R. (1969). Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. *American journal of orthodontics*, 56(5), 491-504.
- Lagravère, M. O., Carey, J., Toogood, R. W., & Major, P. W. (2008). Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(1), 112-116.
- Lagravère, M. O., Hansen, L., Harzer, W., & Major, P. W. (2006). Plane orientation for standardization in 3-dimensional cephalometric analysis with computerized tomography imaging. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 129(5), 601-604.
- Lagravère, M. O., Heo, G., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2006). Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *The Journal of the American Dental Association*, 137(1), 44-53.
- Lagravere, M. O., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2005). Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, 75(6), 1046-1052.
- Lam, P. H., Sadowsky, C., & Omerza, F. (1999). Mandibular asymmetry and condylar position in children with unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 115(5), 569-575.
- Lamparski Jr, D. G., Rinchuse, D. J., Close, J. M., & Sciote, J. J. (2003). Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 123(3), 321-328.

- Lascala, C. A., Panella, J., & Marques, M. M. (2004). Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofacial Radiology*, 33(5), 291-294.
- Latham R. A. (1971). The development, structure and growth pattern of the human mid-palatal suture. *Journal of anatomy*, 108(Pt 1), 31–41.
- Lee, D.W., Park, J.H., Moon, W., Seo, H.Y., Chae, J.M. (2021). Effects of bicortical anchorage on pterygopalatine suture opening with microimplant-assisted maxillary skeletal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(4), 502-511.
- Lee, J., Kim, K., Park, Y., & Vanarsdall, R. (2007). Applications of orthodontic miniimplants. Quintessence Publishing Co.
- Lee, K. J., Park, Y. C., Park, J. Y., & Hwang, W. S. (2010). Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(6), 830-839.
- Lee, R. J., Moon, W., & Hong, C. (2017). Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(5), 887-897.
- Lee, S. R., Lee, J. W., Chung, D. H., & Lee, S. M. (2020). Short-term impact of microimplant-assisted rapid palatal expansion on the nasal soft tissues in adults: A three-dimensional stereophotogrammetry study. *Korean journal of orthodontics*, 50(2), 75.
- Lemos, N.P. P., Amoroso, L. H. L. L., Guimarães, E. J., de Oliveira, N. P., & Jóias, R. P. (2019). Maxillary expansion, constriction, and protraction through facial mask to correct anterior crossbite: case report. *Revista Científica do CRO-RJ*, 4(1), 92-96.
- Leonardi, R., Cutrera, A., & Barbato, E. (2010). Rapid maxillary expansion affects the spheno-occipital synchondrosis in youngsters: a study with low-dose computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 80(1), 106-110.
- Leonardi, R., Muraglie, S., Lo Giudice, A., Aboulazm, K. S., & Nucera, R. (2020). Evaluation of mandibular symmetry and morphology in adult patients with unilateral posterior crossbite: a CBCT study using a surface-to-surface matching technique. *European journal of orthodontics*, 42(6), 650-657.
- Li, N., Sun, W., Li, Q., Dong, W., Martin, D., & Guo, J. (2020). Skeletal effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on maxillary expansion using cone-beam computed tomography in young adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 157(5), 651-661.
- Lin, L., Ahn, H. W., Kim, S. J., Moon, S. C., Kim, S. H., & Nelson, G. (2015). Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *The Angle Orthodontist*, 85(2), 253-262.

- Linder-Aronson, S., & Lindgren, J. (1979). The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. *British journal of orthodontics*, 6(1), 25-29.
- Lines, P. A. (1975). Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *American journal of orthodontics*, 67(1), 44-56.
- Lione, R., Ballanti, F., Franchi, L., Baccetti, T., & Cozza, P. (2008). Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 134(3), 389-392.
- Liu, S., Xu, T., & Zou, W. (2015). Effects of rapid maxillary expansion on the midpalatal suture: a systematic review. *European journal of orthodontics*, 37(6), 651-655.
- Löfstrand-Tideström, B., Thilander, B., Ahlqvist-Rastad, J., Jakobsson, O., & Hultcrantz, E. (1999). Breathing obstruction in relation to craniofacial and dental arch morphology in 4-year-old children. *The European Journal of Orthodontics*, 21(4), 323-332.
- Macena, M. C. B., Katz, C. R. T., & Rosenblatt, A. (2009). Prevalence of a posterior crossbite and sucking habits in Brazilian children aged 18–59 months. *The European Journal of Orthodontics*, 31(4), 357-361.
- Maes, F., Collignon, A., Vandermeulen, D., Marchal, G., & Suetens, P. (1997). Multimodality image registration by maximization of mutual information. *IEEE transactions on Medical Imaging*, 16(2), 187-198.
- Major, P. W., Johnson, D. E., Hesse, K. L., & Glover, K. E. (1994). Landmark identification error in posterior anterior cephalometrics. *The Angle Orthodontist*, 64(6), 447-454.
- Malkoc, S., Sari, Z., Usumez, S., & Koyuturk, A. E. (2005). The effect of head rotation on cephalometric radiographs. *The European Journal of Orthodontics*, 27(3), 315-321.
- Mann, R. W., Jantz, R. L., Bass, W. M., & Willey, P. S. (1991). Maxillary suture obliteration: a visual method for estimating skeletal age. *Journal of Forensic Sciences*, 36(3), 781-791.
- Marshall, S. D., Southard, K. A., & Southard, T. E. (2005, September). Early transverse treatment. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 11, No. 3, pp. 130-139). WB Saunders.
- Matsuyama, Y., Motoyoshi, M., Tsurumachi, N., & Shimizu, N. (2015). Effects of palate depth, modified arm shape, and anchor screw on rapid maxillary expansion: a finite element analysis. *European Journal of Orthodontics*, 37(2), 188-193.
- McMullen, C., Al Turkestani, N. N., Ruellas, A. C., Massaro, C., Rego, M. V., Yatabe, M. S., ... & Cevidane, L. H. (2022). Three-dimensional evaluation of skeletal

and dental effects of treatment with maxillary skeletal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(5), 666-678.

- McNamara J. A. (2000). Maxillary transverse deficiency. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 117(5), 567–570. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(00\)70202-2](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(00)70202-2).
- McNamara, J. A., Brudon, W. L., & Kokich, V. G. (2001). *Orthodontics and dentofacial orthopedics (Vol. 3)*. Ann Arbor: Needham Press.
- McNamara, J. A., Lione, R., Franchi, L., Angelieri, F., Cevidanes, L. H., Darendeliler, M. A., & Cozza, P. (2015). The role of rapid maxillary expansion in the promotion of oral and general health. *Progress in orthodontics*, 16(1), 1-7.
- Melchiades Alves de Oliveira, J., Pereira, M. D., Hino, C. T., Campaner, A. B., Scanavini, M. A., & Ferreira, L. M. (2008). Prediction of transverse maxillary dimension using orthodontic models. *Journal of Craniofacial Surgery*, 19(6), 1465-1471.
- Melsen, B. (1972). A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children. *Transactions. European Orthodontic Society*, 499-507.
- Melsen, B. (1975). Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study. *American journal of orthodontics*, 68(1), 42-54.
- Melsen, B., & Melsen, F. (1982). The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *American journal of orthodontics*, 82(4), 329-342.
- Memikoğlu, T. U., & Iseri, H. (1997). Nonextraction treatment with a rigid acrylic, bonded rapid maxillary expander. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 31(2), 113-118.
- Mew, J. (1983). Relapse following maxillary expansion: a study of twenty-five consecutive cases. *American journal of orthodontics*, 83(1), 56-61.
- Miner, R. M., Al Qabandi, S., Rigali, P. H., & Will, L. A. (2012). Cone-beam computed tomography transverse analysis. Part I: Normative data. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(3), 300-307.
- Mommaerts, M. Y. (1999). Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37(4), 268-272.
- Moon, H. W., Kim, M. J., Ahn, H. W., Kim, S. J., Kim, S. H., Chung, K. R., & Nelson, G. (2020). Molar inclination and surrounding alveolar bone change relative to the design of bone-borne maxillary expanders: a CBCT study. *The Angle Orthodontist*, 90(1), 13-22.

- Moon, W. (2013). An interview with Won Moon. By André Wilson Machado, Barry Briss, Greg J Huang, Richard Kulbersh and Sergei Godeiro Fernandes Rabelo Caldas. *Dental press journal of orthodontics*, 18(3), 12-28.
- Mossaz, C. F., Byloff, F. K., & Richter, M. (1992). Unilateral and bilateral corticotomies for correction of maxillary transverse discrepancies. *The European Journal of Orthodontics*, 14(2), 110-116.
- Mossaz-Joëlsion, K., & Mossaz, C. F. (1989). Slow maxillary expansion: a comparison between banded and bonded appliances. *The European Journal of Orthodontics*, 11(1), 67-76.
- Motoyoshi, M., Yoshida, T., Ono, A., & Shimizu, N. (2007). Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 22(5).
- Moyers, R. E. (1980). *Handbook of Orthodontics*, 579-582. Year book medical publishers, Chicago• London.
- Moyers, R. E. (1988). *Handbook of orthodontics*. Yearbook Medical Publishers. Chicago. USA, 348, 360.
- Musich, D. R., Graber, T. M., Vanarsdall, R. L., & Vig, K. W. L. (2005). *Orthodontics: Current principles and techniques*.
- Myers, D. R. (1974). A table of clinical and radiographic clues to developing malocclusions in the mixed dentition period. *ASDC journal of dentistry for children*, 41(6), 445-447.
- N'Guyen, T., Ayral, X., & Vacher, C. (2008). Radiographic and microscopic anatomy of the mid-palatal suture in the elderly. *Surgical and Radiologic anatomy*, 30, 65-68.
- Naveda, R., Dos Santos, A. M., Miranda, F., da Cunha Bastos, J. C., & Garib, D. (2023). Immediate dentoskeletal and periodontal effects of miniscrew-assisted rapid palatal expansion: comparison between young vs middle-aged adults. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 164(3), 416-422.
- Nerder, P. H., Bekke, M., & Solow, B. (1999). The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study. *The European Journal of Orthodontics*, 21(2), 155-166.
- Ngan, P. W., & Wei, S. H. (1990). Treatment of posterior crossbite in the primary and early mixed dentitions. *Quintessence international*, 21(6).
- Ngan, P., & Fields, H. (1995). Orthodontic diagnosis and treatment planning in the primary dentition. *ASDC Journal of Dentistry for Children*, 62, 25-25.
- Ngan, P., Nguyen, U. K., Nguyen, T., Tremont, T., & Martin, C. (2018). Skeletal, Dentoalveolar, and Periodontal Changes of Skeletally Matured Patients with

Maxillary Deficiency Treated with Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion Appliances: A Pilot Study.

- Nguyen, H., Shin, J. W., Giap, H. V., Kim, K. B., Chae, H. S., Kim, Y. H., & Choi, H. W. (2021). Midfacial soft tissue changes after maxillary expansion using micro-implant-supported maxillary skeletal expanders in young adults: A retrospective study. *Korean journal of orthodontics*, 51(3), 145.
- Ninou, S., & Stephens, C. (1994). The early treatment of posterior crossbites: a review of continuing controversies. *Dental Update*, 21(10), 420-426.
- Northway, W. M., & Meade Jr, J. B. (1997). Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *The Angle Orthodontist*, 67(4), 309-320.
- Nur, M., Kayipmaz, S., Bayram, M., Celikoglu, M., Kilkis, D., & Sezgin, O. S. (2012). Conventional frontal radiographs compared with frontal radiographs obtained from cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 82(4), 579-584.
- Øgaard, B., Larsson, E., & Lindsten, R. (1994). The effect of sucking habits, cohort, sex, intercanine arch widths, and breast or bottle feeding on posterior crossbite in Norwegian and Swedish 3-year-old children. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 106(2), 161-166.
- Ohshima, O. (1972). Effect of lateral expansion force on the maxillary structure in cynomolgus monkey. *J Osaka Dental Univ*, 6, 11-50.
- Oliveira, N. L., Da Silveira, A. C., Kusnoto, B., & Viana, G. (2004). Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: a comparison of 2 kinds of palatal expanders. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 126(3), 354-362.
- Ong, S. C., Khambay, B. S., McDonald, J. P., Cross, D. L., Brocklebank, L. M., & Ju, X. (2015). The novel use of three-dimensional surface models to quantify and visualise the immediate changes of the mid-facial skeleton following rapid maxillary expansion. *the surgeon*, 13(3), 132-138.
- Oulis, C. J., Vadiakas, G. P., Ekonomides, J., & Dratsa, J. (1994). The effect of hypertrophic adenoids and tonsils on the development of posterior crossbite and oral habits. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 18(3), 197-201.
- Pangrazio-Kulbersh, V., Wine, P., Haughey, M., Pajtas, B., & Kaczynski, R. (2012). Cone beam computed tomography evaluation of changes in the naso-maxillary complex associated with two types of maxillary expanders. *The Angle Orthodontist*, 82(3), 448-457.
- Paredes, N., Colak, O., Sfogliano, L., Elkenawy, I., Fijany, L., Fraser, A., ... & Moon, W. (2020). Differential assessment of skeletal, alveolar, and dental components induced by microimplant-supported midfacial skeletal expander (MSE), utilizing novel angular measurements from the fulcrum. *Progress in orthodontics*, 21(1), 1-12.

- Park, H. S., Jeong, S. H., & Kwon, O. W. (2006). Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(1), 18-25.
- Park, J. J., Park, Y. C., Lee, K. J., Cha, J. Y., Tahk, J. H., & Choi, Y. J. (2017). Skeletal and dentoalveolar changes after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A cone-beam computed tomography study. *The Korean Journal of Orthodontics*, 47(2), 77-86.
- Persson, M., & Thilander, B. (1977). Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *American journal of orthodontics*, 72(1), 42-52.
- Petrén, S., & Bondemark, L. (2008). Correction of unilateral posterior crossbite in the mixed dentition: a randomized controlled trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(6), 790-e7.
- Podesser, B., Williams, S., Bantleon, H. P., & Imhof, H. (2004). Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *The European Journal of Orthodontics*, 26(2), 209-215.
- Pont, A. (1909). Der zahn-index in der orthodontie. *Zahnartzliche Orthopadie*, 3, 306-321.
- Priyadarshini, J., Mahesh, C. M., Chandrashekar, B. S., Sundara, A., Arun, A. V., & Reddy, V. P. (2017). Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion—a finite element method study. *Progress in Orthodontics*, 18(1), 1-8.
- Proffit, W. R., & Fields, H. W. (1993). *Contemporary orthodontics*. 2nd. St. Louis, Mosby-Year Book.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Ackerman, J. L., Sinclair, P. M., Thomas, P. M., & Tulloch, J. F. (1993). *Contemporary Orthodontics*. Mosby-Year Book. Inc., St Louis, 12.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B., & Sarver, D. M. (2018). *Contemporary orthodontics-e-book*. Elsevier Health Sciences.
- Provatidis, C., Georgiopoulos, B., Kotinas, A., & McDonald, J. P. (2007). On the FEM modeling of craniofacial changes during rapid maxillary expansion. *Medical engineering & physics*, 29(5), 566-579.
- Rebellato Júnior, V. (2003). *Análise microscópica da sialometaplasia necrosante e apresentação de uma hipótese sobre suas relações etiopatogênicas, em especial com aparelhos disjuntores palatinos* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Revelo, B., & Fishman, L. S. (1994). Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 105(3), 288-292.

- Reyneke, J. P., & Conley, R. S. (2020). Surgical/orthodontic correction of transverse maxillary discrepancies. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 32(1), 53-69.
- Ricketts, R. M. (1960). The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. *The Angle Orthodontist*, 30(3), 103-133.
- Ricketts, R. M. (1981). Perspectives in the clinical application of cephalometrics: the first fifty years. *The Angle Orthodontist*, 51(2), 115-150.
- Ricketts, R. M. (1982). *Orthodontic Diagnosis and Planning: Their roles in preventive and rehabilitative dentistry* (Vol. 2). Rocky Mountain/Orthodontics.
- Rungcharassaeng, K., Caruso, J. M., Kan, J. Y., Kim, J., & Taylor, G. (2007). Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132(4), 428-e1.
- Sander, C., Hüffmeier, S., Sander, F. M., & Sander, F. G. (2006). Initial results regarding force exertion during rapid maxillary expansion in children. *Journal of orofacial orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopädie: Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie*, 67(1), 19-26.
- Sandikçiolu, M., & Hazar, S. (1997). Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 111(3), 321-327.
- Sari, E., Uçar, C., & Ceylanoglu, C. (2007). Transpalatal distraction in a patient with a narrow maxilla. *The Angle Orthodontist*, 77(6), 1126-1131.
- Sarver, D. M., & Johnston, M. W. (1989). Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 95(6), 462-466.
- Sawchuk, D., Currie, K., Vich, M. L., Palomo, J. M., & Flores-Mir, C. (2016). Diagnostic methods for assessing maxillary skeletal and dental transverse deficiencies: A systematic review. *The Korean Journal of Orthodontics*, 46(5), 331-342.
- Schlenker, W. L., Jennings, B. D., Jeiroudi, M. T., & Caruso, J. M. (2000). The effects of chronic absence of active nasal respiration on the growth of the skull: a pilot study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 117(6), 706-713.
- Schwarz, A. M., & Gratzinger, M. (1966). Removable orthodontic appliances. (No Title).
- Shetty, S. K., Roginth Vigneshwaran, A., Kumar, M., & Madhur, V. (2017). Expand the constricted-review article. *International Journal of Dental Research*, 5, 103-107.

- Shin, H., Hwang, C. J., Lee, K. J., Choi, Y. J., Han, S. S., & Yu, H. S. (2019). Predictors of midpalatal suture expansion by miniscrew-assisted rapid palatal expansion in young adults: A preliminary study. *The Korean Journal of Orthodontics*, 49(6), 360-371.
- Siddhisaributr, P., Khlongwanitchakul, K., Anuwongnukroh, N., Manopatanakul, S., & Viwattanatipa, N. (2022). Effectiveness of miniscrew assisted rapid palatal expansion using cone beam computed tomography: A systematic review and meta-analysis. *Korean Journal of Orthodontics*, 52(3), 182-200.
- Skieller, V. (1964). Expansion of the midpalatal suture by removable palates, analysed by the implant method. In Report of the congress. European Orthodontic Society (Vol. 40, pp. 143-158).
- Snodell, S. F., Nanda, R. S., & Currier, G. F. (1993). A longitudinal cephalometric study of transverse and vertical craniofacial growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(5), 471-483.
- Solow, B., Ovesen, J., Nielsen, P. W., Wildschjødtz, G., & Tallgren, A. (1993). Head posture in obstructive sleep apnoea. *The European Journal of Orthodontics*, 15(2), 107-114.
- Song, K. T., Park, J. H., Moon, W., Chae, J. M., & Kang, K. H. (2019). Three-dimensional changes of the zygomaticomaxillary complex after mini-implant assisted rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 156(5), 653-662.
- Sonnesen, L., Bakke, M. E. R. E. T. T. E., & Solow, B. (1998). Malocclusion traits and symptoms and signs of temporomandibular disorders in children with severe malocclusion. *The European Journal of Orthodontics*, 20(5), 543-559.
- Sonnesen, L., Bakke, M., & Beni. (2001). Bite force in pre-orthodontic children with unilateral crossbite. *The European Journal of Orthodontics*, 23(6), 741-749.
- Spolyar, J. L. (1984). The design, fabrication, and use of a full-coverage bonded rapid maxillary expansion appliance. *American journal of orthodontics*, 86(2), 136-145.
- Staley, R. N., Stuntz, W. R., & Peterson, L. C. (1985). A comparison of arch widths in adults with normal occlusion and adults with Class II, Division 1 malocclusion. *American journal of orthodontics*, 88(2), 163-169.
- Starnbach, H., Bayne, D., Cleall, J., & Subtelny, J. D. (1966). Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 36(2), 152-164.
- Stockfisch, H. U. G. O. (1969). Rapid expansion of the maxilla--success and relapse. In Report of the congress. European Orthodontic Society (pp. 469-481).
- Storey, E. (1973). Tissue response to the movement of bones. *American journal of orthodontics*, 64(3), 229-247

- Subtelny J. D. (1980). Oral respiration: facial maldevelopment and corrective dentofacial orthopedics. *The Angle orthodontist*, 50(3), 147–164. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1980\)050<0147:ORFMAC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1980)050<0147:ORFMAC>2.0.CO;2).
- Suda, N., Takada, J., & Ohyama, K. (2006). Orthodontic treatment in a patient with Van der Woude's syndrome. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 129(5), 696-705.
- Suri, L., & Taneja, P. (2008). Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 133(2), 290-302.
- Suzuki, H., Moon, W., Previdente, L. H., Suzuki, S. S., Garcez, A. S., & Consolaro, A. (2016). Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. *Dental press journal of orthodontics*, 21, 17-23.
- Tai, B., Goonewardene, M. S., Murray, K., Koong, B., & Islam, S. M. S. (2014). The reliability of using postero-anterior cephalometry and cone-beam CT to determine transverse dimensions in clinical practice. *Australian orthodontic journal*, 30(2), 132-142.
- Tang, H., Liu, P., Liu, X., Hou, Y., Chen, W., Zhang, L., & Guo, J. (2021). Skeletal width changes after mini-implant–assisted rapid maxillary expansion (MARME) in young adults. *The Angle Orthodontist*, 91(3), 301-306.
- Thilander, B., Wahlund, S., & Lennartsson, B. (1984). The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. *The European Journal of Orthodontics*, 6(1), 25-34.
- Thompson, R. W. (1974). Extraoral high-pull forces with rapid palatal expansion in the *Macaca mulatta*. *American Journal of Orthodontics*, 66(3), 302-317.
- Thörne, H. (1958). Kan apicalbasen vidgas? Erfarenheter med gomturvidgning. *Svensk Tandläkare Tidskrift*, 51, 175-196.
- Timms, D. J. (1976). Long term follow-up of cases treated by rapid maxillary expansion. *Trans Eur Orthod Soc*, 52, 211-215.
- Timms, D. J. (1980). A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *American journal of orthodontics*, 77(5), 500-507.
- Timms, D. J. (1981). After rapid maxillary expansion (theory and practice). In *Rapid maxillary expansion* (pp. 59-76). Quintessence Publishing Co., Inc Chicago.
- Timms, D. J. (1999). The dawn of rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 69(3), 247-250.
- Urbaniak, J. A., Brantley, W. A., Pruhs, R. J., Zussman, R. L., & Post, A. C. (1988). Effects of appliance size, arch wire diameter, and alloy composition on the in vitro delivery of the quad-helix appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 94(4), 311-316.

- Ülgen, M. (1993). *Ortodontik Tedavi Prensipleri* (4. Baskı.). Dilek-Örünç Matbaası, İstanbul, Bölüm, 8.
- Vanarsdall Jr, R. L. (1999, September). Transverse dimension and long-term stability. In *Seminars in orthodontics* (Vol. 5, No. 3, pp. 171-180). WB Saunders.
- Vardimon, A. D., Graber, T. M., Voss, L. R., & Verrusio, E. (1987). Magnetic versus mechanical expansion with different force thresholds and points of force application. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 92(6), 455-466.
- Vassar, J. W., Karydis, A., Trojan, T., & Fisher, J. (2016). Dentoskeletal effects of a temporary skeletal anchorage device-supported rapid maxillary expansion appliance (TSADRME): a pilot study. *The Angle Orthodontist*, 86(2), 241-249.
- Velázquez, P., Benito, E., & Bravo, L. A. (1996). Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 109(4), 361-367.
- Vidya, V. S., & Sumathi, F. A. (2015). Rapid maxillary expansion as a standard treatment for obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *J Dental Med Sci*, 14(2), 51-55.
- Vizzotto, M. B., De Araújo, F. B., Dias da Silveira, H. E., Boza, A. A., & Closs, L. Q. (2007). The Quad-Helix Appliance in the Primary Dentition—Orthodontic and Orthopedic Measurements. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 32(2), 165-170.
- Wagner, D. M., & Chung, C. H. (2005). Transverse growth of the maxilla and mandible in untreated girls with low, average, and high MP-SN angles: a longitudinal study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 128(6), 716-723.
- Wehrbein, H., Glatzmaier, J., Mundwiler, U., & Diedrich, P. (1996). The Orthosystem—a new implant system for orthodontic anchorage in the palate. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, 57, 142-153.
- Wehrbein, H., Merz, B. R., & Diedrich, P. (1999). Palatal bone support for orthodontic implant anchorage—a clinical and radiological study. *The European Journal of Orthodontics*, 21(1), 65-70.
- Weissheimer, A., Menezes, L. M., Koerich, L., Pham, J., & Cevidanes, L. H. S. (2015). Fast three-dimensional superimposition of cone beam computed tomography for orthopaedics and orthognathic surgery evaluation. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 44(9), 1188-1196.
- Wendling, L. K., McNamara Jr, J. A., Franchi, L., & Baccetti, T. (2005). A prospective study of the short-term treatment effects of the acrylic-splint rapid maxillary expander combined with the lower Schwarz appliance. *The Angle Orthodontist*, 75(1), 7-14.

- Wertz, R. A. (1968). Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 38(1), 1-11.
- Wertz, R. A. (1970). Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *American journal of orthodontics*, 58(1), 41-66. (n.d.).
- Wertz, R., & Dreskin, M. (1977). Midpalatal suture opening: a normative study. *American journal of orthodontics*, 71(4), 367-381.
- Wilmes, B., & Drescher, D. (2008). A miniscrew system with interchangeable abutments. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 42(10), 574-595.
- Winsauer, H., Vlachojannis, J., Winsauer, C., Ludwig, B., & Walter, A. (2013). A bone-borne appliance for rapid maxillary expansion. *Journal of clinical orthodontics: JCO*, 47(6), 375-388.
- Woller, J. L., Kim, K. B., Behrents, R. G., & Buschang, P. H. (2014). An assessment of the maxilla after rapid maxillary expansion using cone beam computed tomography in growing children. *Dental press journal of orthodontics*, 19, 26-35.
- Wood, A. W. (1962). Anterior and posterior crossbite. *J. Dent. Child.*, 29, 280-285.
- Yoon, S., Lee, D. Y., & Jung, S. K. (2019). Influence of changing various parameters in miniscrew-assisted rapid palatal expansion: A three-dimensional finite element analysis. *Korean journal of orthodontics*, 49(3), 150.
- Zimring, J. F., & Isaacson, R. J. (1965). Forces produced by rapid maxillary expansion: III. Forces present during retention. *The Angle Orthodontist*, 35(3), 178-186.

8. EKLER

