

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

GEÇ ADÖLESAN DÖNEMDEKİ BİREYLERE
UYGULANAN HİBRİT HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME
APAREYİNİN POSTERİOR DENTOALVEOLAR
YAPILAR VE ARK PERİMETRESİNE OLAN
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Vildan UKA

Ortodonti Anabilim Dalı
Uzmanlık Tezi

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA

ERZURUM
2024

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**GEÇ ADÖLESAN DÖNEMDEKİ BİREYLERE UYGULANAN
HİBRİT HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME APAREYİNİN
POSTERİOR DENTOALVEOLAR YAPILAR VE ARK
PERİMETRESİNE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Vildan UKA

Tez Savunma Tarihi: 10.06.2024

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. İsmail CEYLAN (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nihat KILIÇ (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA (Atatürk Üniversitesi)

Onay

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

Prof. Dr. Taner ARABACI
Kurum Eğitim Sorumlusu

Uzmanlık Tezi
ERZURUM - 2024

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Çapraz Kapanışın Görülme Sıklığı	3
2.2. Tarihçe	4
2.3. Maksiller Darlığın Etiyolojisi	9
2.4. Üst Çenenin Transversal Darlığının Tanısı	11
2.5. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Endikasyonları	13
2.6. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Kontrendikasyonları	14
2.7. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin İskeletsel Maturasyon ile İlişkisi.....	14
2.8. Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Apareyler	15
2.8.1. Genişletme Hızlarına Göre Apareyler	16
2.8.1.1. Yavaş Üst Çene Genişletme Apareyleri	16
2.8.1.2. Yarı Hızlı Maksiller Genişletme Apareyleri.....	16
2.8.1.3. Hızlı Maksiller Genişletme Apareyleri.....	17
2.8.2 Destek Alınan Bölgeye Göre Genişletme Apareyleri.....	18
2.8.2.1 Diş Destekli Genişletme Apareyleri	18
2.8.2.1.1. Hyrax Apareyi:	18

2.8.2.1.2. Modifiye Hyrax Apareyleri	18
2.8.2.1.3. Quad-Heliks Apareyi	18
2.8.2.1.4. W Apareyi ve Porter Aygıtı	18
2.8.2.1.5. Samarium-Kobalt Mıknatıslı Genişletme Apareyleri	18
2.8.2.2. Diş-Doku Destekli Genişletme Apareyleri	19
2.8.2.2.1. Haas Apareyi.....	19
2.8.2.2.2. Hareketli Genişletme Apareyleri	19
2.8.2.2.3. Rijit Akrilik Bonded Genişletme Apareyleri	19
2.8.2.3. Kemik Destekli Genişletme Apareyleri	19
2.8.2.4. Diş-Kemik Destekli Genişletme Apareyleri	23
2.9. Vida Çevirme Programları.....	24
2.10. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Etkileri.....	26
2.10.1. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Maksiller Kompleks ve Dental Yapılar Üzerine Etkileri	26
2.10.2. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Mandibula ve Mandibular Dişlere Etkisi	28
2.10.3. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Komşu Fasiyal Yapılara Etkisi	29
2.11. Hızlı Üst Çene Genişletme Sonrası Relaps ve Pekiştirme.....	31
3. MATERYAL VE METOT.....	33
3.1. Hibrit Genişletme Apareyinin Yapımı ve Uygulanması.....	34
3.2. Vida Çevirme Protokolü	38
3.3. Değerlendirmede Kullanılmak Üzere Alınan Kayıtlar	38
3.3.1. Dijital Modellerin Değerlendirilmesi.....	39
3.3.2. Üst Çene Modeli Üzerinde İşaretlenen Referans Noktaları.....	40
3.3.3. Model Analizinde Kullanılan Ölçümler	43
3.4. İstatistiksel Değerlendirme	50

3.5. Metod Hatasının Değerlendirilmesi.....	50
4. BULGULAR.....	51
4.1. Hibrit Aparey ile Tedavi Döneminde Meydana Gelen Değişimler:	52
4.1.1. Açısal Ölçümlerde Meydana Gelen Değişimler	52
4.1.2. Boyutsal Ölçümlerde Meydana Gelen Değişimler	52
5. TARTIŞMA.....	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
KAYNAKLAR	77
EKLER	109
EK-1. ETİK BİLDİRİM FORMU.....	109
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	110
EK-3. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU.....	112

TEŞEKKÜR

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasını titizlikle takip edip yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA'ya;

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren ve kendilerinden çok şey öğrendiğim Kars Kafkas Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Abdulvahit ERDEM'e, Atatürk Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı öğretim üyeleri Prof. Dr.İsmail CEYLAN'a, Prof. Dr.Nihat KILIÇ'a ve Doç. Dr. Ali KIKI'ye ;

Zorlu tez sürecini benimle paylaşan ve desteklerini her daim hissettiğim dönem arkadaşlarıma;

Hayattaki her adımında yanımda olup beni destekleyen sevgili aileme teşekkür ederim.

Dt. Vildan UKA

ÖZET

Geç Adölesan Dönemdeki Bireylere Uygulanan Hibrit Hızlı Üst Çene Genişletme Apareyinin Posterior Dentoalveolar Yapılar ve Ark Perimetresine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi

Amaç: Bu çalışmanın amacı, geç adölesanlardaki diş-kemik (hibrit) destekli genişletme apareyinin posterior dentoalveolar yapılar ve ark perimetresi üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

Materyal ve Metot: Çalışmamızın materyali, Hibrit RME apareyi ile tedavi edilen yaş ortalamaları $16,15 \pm 1,08$ olan geç adölesan dönemdeki 20 hastadan genişletme öncesi ve sonrası alınan dijital model kayıtlarından oluşmaktadır. Hastalardan genişletme öncesi (T0) ve genişletme sonrasında (T1) alınan dijital model kayıtları üzerinden posterior dentoalveolar yapılar ve ark perimetresindeki değişim değerlendirilmiştir. Dağılımın normalliğine karar vermek için Shapiro-Wilk testi, bağımlı değişkenler arası karşılaştırmada bağımlı örneklem t-testi (Paired sample t-testi) kullanılmıştır.

Bulgular: Tüm hastalarda midpalatal sutur açılımı sağlanmıştır. Palatal derinlik ve ark uzunluğu haricinde boyutsal ölçümlerde, molar rotasyon açısı hariç açısal ölçümlerde önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. Dental ark ters V şeklinde genişleme göstermiş ve dentoalveolar genişleme iskeletsel genişlemeden daha belirgin olmuştur. Maksiller genişletme sonrası birinci molarlarda önemli derecede dentoalveolar tipping gözlemlenmiştir.

Sonuç: Hibrit genişletme apareyi, tüm geç adölesanlarda midpalatal suturu başarıyla ayırmış ve aparey belirgin dentoalveolar genişleme ile iskeletsel genişleme göstermiştir. Bu sonuçlar, Hibrit RME apareyinin maksiller transversal yetersizliği olan geç adölesanlarda alternatif bir aparey olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: hibrit genişletme apareyi, geç adölesan, dijital model

ABSTRACT

Evaluation of the Effects of Hybrid Rapid Maxillary Expansion Appliance on Posterior Dentoalveolar Structures and Arch Perimeter in Late Adolescents

Aim: This study investigated the effects of tooth-bone (hybrid) expansion appliances on posterior dentoalveolar structures and arch perimeter in late adolescents.

Material and method: The material consisted of digital models taken before and after the expansion of 20 late adolescents with mean an age of 16.15 ± 1.08 yrs., who were treated with the Hybrid RME appliance. Changes in posterior dentoalveolar structures and arch perimeter were evaluated using digital model records taken from the patients before expansion (T0) and after expansion (T1). The Shapiro-Wilk test was used to determine the normality of the distribution, and the paired sample t-test was used for comparisons between dependent variables.

Results: Midpalatal suture opening was achieved in all patients. Significant changes were observed in dimensional measurements, except for palatal depth and arch length. Significant changes were observed in the angular measurements, except for the molar rotation angle. The dental arch showed an inverted V-shaped expansion, and the dentoalveolar expansion was more significant than the skeletal expansion. The first molars showed significant dentoalveolar tipping after maxillary expansion.

Conclusion: The Hybrid expansion appliance successfully separated the midpalatal suture in all late adolescents and the appliance showed significant dentoalveolar expansion with skeletal expansion. These results suggest that the Hybrid RME appliance can be used as an alternative appliance in late adolescents with maxillary transverse deficiency.

Key Words: hybrid expansion appliance, late adolescent, digital model

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CBCT	: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
FEM	: Sonlu elemanlar metodu
mm	: Milimetre
MPS	: Midpalatal sutur
RME	: Rapid maksiller ekspansiyon
SARME	: Cerrahi destekli rapid maksiller ekspansiyon
TAD	: Geçici ankraj üniteleri
°	: Derece

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Maksillanın suturları.....	31
Şekil 3.1. Hyrax vidası	35
Şekil 3.2. Lomas driver.....	35
Şekil 3.3. 2x9 mm'lik Lomas vida	35
Şekil 3.4. Hibrit RME apareyi ile tedavi edilen bir hastaya ait RME öncesi ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları	36
Şekil 3.5. Hibrit RME apareyi ile tedavi edilen bir hastaya ait RME sonrası ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları	37
Şekil 3.6. 3 Shape TRIOS cihazı	39
Şekil 3.7. Modellerin 3 farklı düzlemde oluşturulan kesitsel görüntüleri	40
Şekil 3.8. Oklüzal görünümdeki referans noktaları	41
Şekil 3.9. Kesitsel görünümdeki referans noktaları.....	41
Şekil 3.10. Transversal genişlik ölçümleri	44
Şekil 3.11. Ark uzunluğu ölçümü.....	45
Şekil 3.12. Ark perimetresi ölçümü (a+b+c+d+e).....	45
Şekil 3.13. Molar rotasyonu ölçümü	46
Şekil 3.14. Frontal düzlemde yapılan ölçümler: (a) dental genişleme; (b) dentoalveolar genişleme; (c) iskeletsel genişleme; (d) alveolar proçes eğimi; (e) sol molar tipping açısı; (f) sağ molar tipping açısı; (g) palatal derinlik.....	46
Şekil 3.15. Overjet ve overbite ölçümleri.....	47
Şekil 3.16. Hibrit RME öncesi hastaya ait oklüzal görünümünden elde edilen ölçüm sonuçları.....	47

Şekil 3.17. Hibrit RME sonrası hastaya ait okluzal görünümünden elde edilen ölçüm sonuçları	48
Şekil 3.18. Hibrit RME öncesi hastaya ait frontal düzlemde yapılan ölçüm sonuçları..	48
Şekil 3.19. Hibrit RME sonrası hastaya ait frontal düzlemde yapılan ölçüm sonuçları.	49



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No

Sayfa No

Tablo 4.1. Çalışmada yer alan bireylerin kronolojik yaşları ile vida çevirme sayılarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri.....	51
Tablo 4.2. Ölçümlerin tekraralama katsayıları	51
Tablo 4.3. Hızlı maksiller genişletme öncesi (T0) ve sonrası (T1) yapılan açısal ölçümlere ait tanımlayıcı veriler	55
Tablo 4.4. Hızlı maksiller genişletme öncesi (T0) ve sonrası (T1) yapılan boyutsal ölçümlere ait tanımlayıcı veriler	56

1. GİRİŞ

Maksillanın transversal yetersizliği, genellikle tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanışa çapraşıklığın da eşlik ettiği sık görülen bir ortodontik problemdir (McNamara, 2000; Ramires ve ark., 2008). Maksillanın transversal büyümesi, sagittal ve vertikal büyümeden daha erken tamamlandığı için maksiller genişletme tedavisinde zamanlama çok önemlidir (An ve ark., 2022; Bishara ve ark., 1997; Lin ve ark., 2015; Snodell ve ark., 1993). Çocuklarda ve genç adölesanlarda suturun açılması geleneksel diş destekli apareylerle başarılı bir şekilde gerçekleştirilmektedir (da Silva Filho ve ark., 1995; Schuster ve ark., 2005). Geç adölesanlarda ve yetişkinlerde yaşla birlikte artan sutur direnci daha fazla kuvvet gerektirir (Isaacson & Ingram, 1964; Krebs, 1964). Bu durum, geleneksel apareylerle yapılan ekspansiyonun destek dişlerde istenmeyen yan etkilere (Handelman ve ark., 2000) yol açmasına ve iskeletsel genişletmenin başarısı konusunda endişe yaratmasına neden olmaktadır (An ve ark., 2021). Cerrahi destekli maksiller genişletme (SARME) prosedürü iskeletsel maturasyona sahip hastalarda önerilmekte (Koudstaal ve ark., 2005) ancak SARME'nin invaziv bir girişim içermesi, enfeksiyon potansiyeli ve maliyetinin yüksek olması gibi dezavantajları bulunduğundan genellikle hastalar tarafından kabul edilmemektedir (Handelman, 2011; Handelman ve ark., 2000). Son zamanlarda iskeletsel ankrajın gelişmesiyle birlikte diş-kemik ve kemik destekli genişletme apareyleri ortodonti pratiğinde yerini almaya başlamıştır. Bu apareyler geleneksel diş destekli genişletme apareylerinin sınırlamalarının üstesinden gelerek başarı ile uygulanmaktadır (Choi ve ark., 2016; Jia ve ark., 2021; Lin ve ark., 2015).

Ortodontide dental modeller üzerinde yapılan ölçümler teşhis ve tedavi planlaması amacıyla kullanılan temel araçlardan biridir. Son teknolojik gelişmeler, bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak kaydedilebilen ve görüntülenebilen dijital dental modellerin oluşturulmasını ve dijital modeller üzerinde ölçüm yapılmasını mümkün kılmıştır

(Grünheid ve ark., 2014; Peluso ve ark., 2004). Dijital modellerin avantajları oldukça fazladır. Fiziksel hasar veya bozulmaya maruz kalmamaları alçı modellere kıyasla önemli bir üstünlüktür. Dijital dosyalar, kolayca diğer klinisyenlere aktarılabilir ve birçok yerden erişilebilir ve bu durum işbirliği ve konsültasyon süreçlerini büyük ölçüde kolaylaştırır. Ayrıca dijital depolama, geleneksel alçı modellerin fiziksel depolanmasıyla ilgili yer, bakım ve koruma sorunlarını ortadan kaldırarak daha pratik ve uzun ömürlü bir çözüm sunmaktadır (Fleming ve ark., 2011; Grünheid ve ark., 2014; Peluso ve ark., 2004).

Literatürde, diş-kemik destekli RME apareyleri ile geleneksel RME apareylerinin karşılaştırıldığı birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda, diş-kemik destekli RME apareylerinin geleneksel RME apareylerine göre daha fazla iskeletsel etki ve destek dişler üzerinde daha az yan etki gösterdiği bildirilmiştir (An ve ark., 2021; Garib ve ark., 2021; Lin ve ark., 2015; Montigny, 2017). Tüm bu bilgilerin ışığında, çalışmamızda, hibrit genişletme apareyi ile geleneksel apareylere kıyasla daha fazla iskeletsel etki elde edileceği öngörülerek, diş-kemik destekli (hibrit) bir aparey tercih edilmiştir.

Yapılan literatür araştırmasında, diş-kemik destekli (hibrit) genişletme apareylerinin etkinliklerinin incelendiği çok sayıda çalışma (Bazargani ve ark., 2023; Choi ve ark., 2016; Garib ve ark., 2021; Lee ve ark., 2010; Ludwig ve ark., 2010; Maino ve ark., 2022; Park ve ark., 2017; Tarraf ve ark., 2023; Wilmes ve ark., 2010) bulunmasına rağmen, aynı apareylerin geç adölesan dönemdeki bireylerde uygulanmasıyla elde edilen etkilerinin değerlendirildiği çok az sayıda çalışma olduğu görülmüştür (Jia ve ark., 2021; Lin ve ark., 2015; Zong ve ark., 2019).

Bu tez çalışmasında, geç adölesan dönemdeki bireylere uygulanan diş-kemik destekli (hibrit) genişletme apareyinin dijital modeller kullanılarak posterior dentoalveolar yapılar ve ark perimetresine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Maksillanın transversal yöndeki yetersizliği kraniyofasiyal bölgede görülebilecek en yaygın iskeletsel problemlerden biridir. Maksiller dentisyon, iskeletsel yetersizliği yansıtıyorsa çapraz kapanış ortaya çıkar. Maksiller daralma, dentisyon tarafından kamufle edilmişse ve bu durum mandibular ark için de geçerli olduğunda çapraz kapanış olmadan çapraşıklık gözlenir. Bu sebeple çapraz kapanış ve çapraşıklık maksiller darlığın klinik belirtilerindendir (McNamara, 2000).

Posterior çapraz kapanış, üst çenedeki posterior dişlerin bukkal tüberküllerinin alt çenede karşılık gelen dişlerin bukkal tüberküllerinden daha lingualde yer almasıdır. Süt, karma ve daimi dişlenme döneminde tek ya da çift taraflı olarak görülebilir (Marshall ve ark., 2005). Çapraz kapanış, tek bir diş ya da diş grubunu ilgilendirip dişsel seviyede görülebileceği gibi iskeletsel kaynaklı da meydana gelebilir (Ferrario ve ark., 2003).

2.1. Çapraz Kapanışın Görülme Sıklığı

Posterior çapraz kapanışın, ırka veya cinsiyete bağlı olarak süt, karışık ve daimi dişlenme dönemlerinde görülme sıklığı ile ilgili birçok epidemiyolojik çalışma yapılmıştır (Thilander ve ark., 2001; Infante, 1975; Helm, 1968; Kutin & Hawes, 1969; Kurol & Berglund; 1992).

Helm (1968), Danimarkalı adölesan çocuklarda yaptığı epidemiyolojik çalışmada, posterior çapraz kapanışın görülme sıklığını kızlarda %14.1, erkeklerde %9.4 olarak bulmuştur.

Kutin ve Hawes (1969), posterior çapraz kapanış görülme sıklığını süt dişlenme döneminde %8, karışık dişlenme döneminde %7.2 olarak tespit etmişlerdir.

Infante'nin (1975) Amerikan toplumunda yaptığı çalışmada, süt dişlenme dönemindeki çocuklarda posterior çapraz kapanış insidansı; beyaz ırka mensup erkek çocuklarda %5.6 ve kız çocuklarda %8.4; siyah ırka mensup erkek çocuklarda %2.4 ve

kız çocuklarda %1.8; kızılderili erkek çocuklarda %7.7 ve kız çocuklarda %2.8 olarak bulunmuştur.

Thilander ve ark.'nın (2001) Kolombiyalı çocuk ve ergenlerde yaptıkları çalışmada, posterior çapraz kapanışın süt dişlenme döneminde %7.2, karışık dişlenme döneminde %7.7, daimi dişlenme döneminde ise %3.9 oranında görüldüğü bulunmuştur.

Posterior çapraz kapanışın ülkemizde görülme sıklığı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. İzmir'in Bornova ilçesinde karışık dişlenme dönemindeki Türk çocuklarında yapılan çalışmada posterior çapraz kapanış %2.7 oranında görülürken (Sandikçioğlu & Hazar, 1997), 6-19 yaş aralığında Konya bölgesindeki bireylerde yapılan bir başka araştırmada bu oran %9.5 olarak bulunmuştur (Başçiftçi ve ark., 2002).

2.2. Tarihçe

Maksiller genişletme, yüzyılı aşkın süredir transversal yöndeki maksiller yetersizliğin giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Maksiller dental arkta genişleme elde edildiğini belirten ilk çalışma, Emerson H. Angell tarafından 1860 yılında Dental Cosmos'ta yayınlanmıştır. Angell, 14 yaşındaki bir kız çocuğunun maksiller premolarları arasına vida yerleştirerek, 2 haftada genişletme elde ettiğini iddia etmiştir. O dönemde X-ışını henüz keşfedilmediğinden bulgularını radyografi ile destekleyememiştir. Angell'in maksiller ekspansiyona kanıt olarak sunduğu klinik bulgular ise keser dişler arasında diastema oluşması ve daha önce çapraz kapanışta olan sol lateral dişin öne hareket etmesidir. Angell, bu çalışmadan sonra birçok eleştiriye maruz kalmıştır. Özellikle John H. McQuillen, sağ ve sol maksilla ile artikülasyon yapan diğer yüz kemiklerinin anatomik ilişkisi düşünüldüğünde bu yöntemin imkansız olduğunu belirtmiş ve Angell'in elde ettiği bulguları şüpheli olarak değerlendirmiştir. Bu sebeple röntgenin diş hekimliğinde kullanım alanı bulmasına kadar yönteme şüpheyle yaklaşılmış ve yöntem reddedilmiştir (Timms, 1999).

Hızlı üst çene genişletmesi, dönemin kulak burun boğaz uzmanları tarafından da ilgiyle karşılanmıştır. Brown, nazal septum ve nazal pasajların üst çenenin genişletilmesinden etkilendiğini belirtmiş ancak bu görüşünü radyografik olarak ispatlayamamıştır. 1908 yılında Landsberger, hızlı üst çene genişletmesi sonrası midpalatal suturda açılma olduğunu okluzal radyografilerle göstermiştir (Spahl ve Witzig, 1987).

Üst çene genişletmesi açısından 1920-1960 yılları arası durgun olarak nitelendirilebilir. Hızlı maksiller ekspansiyonun yeniden ön plana çıkmasında Profesör Gustav Korkhaus ile klinisyen Dr. Andrew Haas'ın 1956 yılında bir araya gelmeleri etkili olmuştur (Spahl ve Witzig, 1987). 1956 yılında Korkhaus, hızlı maksiller genişletmeyi sefalometrik verilerle tekrar gündeme getirmiştir (Haas, 1965). Bu verilere dayanarak Haas (1961), kendi geliştirdiği diş-doku destekli apareyini tanıttığı çalışma ile yöntemi popüler hale getirmiştir. Haas'ın (1961) domuzlar üzerinde yaptığı çalışmasının sonuçları; işlemin ağrısız olduğu ve suturun çok az bir direnç göstererek intranazal kapasiteyi artıracak kadar 2 haftalık sürede 15 mm açıldığı şeklindedir. Ayrıca kassal denge ve oklüzal kuvvetlerde ortaya çıkan değişikliklere bağlı olarak mandibular dişlerde de dikleşme veya genişleme meydana gelmiştir. Haas (1961), hayvan çalışmasından aldığı cesaretle maksiller ve nazal yetersizliği olan midpalatal sutur açılarak tedavi edilen 10 hasta ile yaptığı klinik çalışmada tedavi sonrası vakaların tümünde A noktasının öne doğru hareket ettiğini, 5 vakada ilave olarak aşağı hareket ettiğini bildirmiştir. Ayrıca nazal stenozun ciddiyetine bağlı olarak burun solunumunda da iyileşme olacağını belirtmiştir.

Haas (1965), yaptığı başka bir çalışmada genişletmeyi takiben midpalatal suturda açılmanın yanı sıra maksillanın öne-aşağı ve mandibulanın aşağı ve geriye doğru hareket ettiğini göstermiştir.

Cleall ve arkadaşları (1965), *Macacus Rhesus* maymunlarında akrilik destekli hızlı maksiller genişletme apareyi uyguladıktan kısa bir süre sonra midpalatal suturda açılma olduğunu radyolojik olarak tespit etmiş ve bu bölgede düzensiz yerleşimli fibröz bağ dokusu ve kemik spikülleri ile dolu bir kemik defekti oluştuğunu histolojik olarak göstermiştir. Ortaya çıkan kemik defektinin ise hızlı bir şekilde tamamen iyileştiği görülmüştür.

Starnbach ve ark.'nın (1966) *Macaca Rhesus* maymunlarında yaptıkları çalışmada, hızlı üst çene genişletme prosedürünün; fronto-nazal, zigomatiko-maksiller ve zigomatiko-temporal gibi yüzün diğer suturalarını da etkilediğini, hücrel aktivitenin en fazla frontonazal suturda en az ise zigomatiko-temporal suturda olduğunu tespit etmişlerdir ancak retansiyon sonrasında bu bölgelerin normal morfolojik sutur görünümünde olduğu izlenmiştir. Ayrıca sutur açılmasıyla meydana gelen dış hareketlerinin de devrilme hareketinden ziyade gövdesel olduğunu iddia etmişlerdir.

Wertz (1968), yaptığı çalışmada RME sonrası nazal hava akışının değiştiğini ve nazal koridorun alt-ön bölge tıkanıklığına bağlı meydana gelen stenoz vakalarında hızlı maksiller ekspansiyonun faydalı olabileceğini belirtmiştir.

Biederman (1973), Sınıf III vakaların tedavilerinde uyguladığı dış destekli hijyenik rapid ekspansiyon (Hyrax) apareyini tanıtmış ve bu apareyle hem posterior hem de anterior çapraz kapanışı tedavi ettiğini bildirmiştir.

Lines (1975), Steinhauser'ın (1972) tanıttığı maksiller osteotomi tekniğini modifiye ederek erişkin hastalarda yüz kemikleri ve bunların oluşturduğu iskeletin direncinin zayıflatılması ile yapılan maksiller genişletmede daha stabil sonuçlar elde edilebileceğini iddia etmiştir.

Mew (1977), "bioblock" apareyi ile yarı hızlı (semi rapid) genişletme protokolünü literatüre tanıtmıştır.

Harberson ve Myers (1978), posterior çapraz kapanışı tedavi etmek için hastalara “W” apareyi ve Porter apareyi uygulamışlardır. Süt ve karışık dişlenme dönemindeki 11 hastanın 10’u başarı ile tedavi edilmiş ve suturun %80 oranında açıldığı radyografik olarak kanıtlanmıştır.

Cotton (1978), yaptığı çalışmada maymunlarda yavaş maksiller genişletme için “Minne” apareyini kullanmış ve daha stabil sonuçlar elde etmek için hafif kuvvetlerin uygulanmasını önermiştir. Apareydeki yay sayesinde düşük (1-2 pound) ve devamlı kuvvet uygulanabilmektedir.

Subtelny (1980), hızlı üst çene genişletme apareyine posterior dişlerin oklüzal yüzeylerini örtecek şekilde ısırma bloğu eklemiştir. Böylece apareyin dişleri daha iyi kavradığını ve yapılan akıştırmalarda molar dişlerde daha az tipping hareketi görüldüğünü ayrıca uygulanan kuvvetin diş kökleri aracılığıyla nazomaksiller komplekse daha kolay iletebileceği sonucuna varmıştır. Apareyin etkisiyle mandibular molar dişlere baskı uygulanıp en azından erüpsiyonu önlendiğinden dik yön boyutu fazla olan hemen her hastada ısırma bloğunun gerekli olduğunu belirtmiştir.

Timms (1980), hızlı maksiller genişletme sonrası palatin kemiklerde de genişleme olduğunu ve eklem yaptığı sfenoid kemikteki pterigoid proçeslerin alt kısımlarının dışı doğru meyillendiğini ileri sürmüştür.

Arndt (1993), midpalatal sutur üzerinde hafif ve devamlı kuvvet oluşturun (230-300 g), vücut sıcaklığı ile kendiliğinden aktive olan “Nikel Titanyum Genişletme Apareyi” ni tanıtmıştır. Bu apareyin hazırlanmasının kolay olduğunu, hekim açısından çok fazla zaman almadığını ve hastalar tarafından iyi tolere edildiğini belirtmiştir.

Darendeliler ve ark. (1994), geleneksel genişletme vidası yerine 2 adet itici Samarium Cobalt mıknatıs kullanarak oluşan manyetik kuvvetlerle üst çene genişletmesi

yapmışlardır. Hastanın yaşına bağlı olmakla birlikte 250-500 gramlık hafif ve devamlı kuvvetlerle daha stabil sonuçlar elde edilebileceğini bildirmişlerdir.

Schellino ve ark. (1996), “Ragno” adını verdikleri paslanmaz çelik bir vida tasarımını tanıtmışlardır. Bu tasarımda, arkada bir menteşe ve önünde bir vida bulunmaktadır. Menteşe ve vida arasından sağ ve sol tarafa doğru toplam 4 adet sert kol çıkmaktadır. Menteşe, açılmayı arkada kısıtlayıp önde serbest bıraktığı için sistemin açılım şekli yelpazeye benzetilmektedir ve bundan dolayı bu sistemin kullanıldığı üst çene genişletmesine “Yelpaze Tipi Hızlı Üst Çene Genişletmesi” adı verilmektedir.

Memikoğlu ve İşeri (1997), anterior dişlerin palatinal, posterior dişlerin tüm yüzeylerini örten ve damağı tamamen saran “Rijit Akrilik Bonded Maksiller Genişletme Apareyi”ni tanıtmışlardır. Bu aparey ile elde edilen sonuçların yapılan takipler neticesinde kaninler arası genişlik artışı dışında genel olarak stabil olduğu görülmüştür (Memikoglu & İşeri, 1999).

Mommaerts (1999), transpalatal distraktör kullanarak insanlarda kemik destekli hızlı üst çene genişletme prosedürünü uygulamıştır.

Toroğlu ve ark. (2002), morfolojik tek taraflı posterior çapraz kapanışa sahip hastalara Quad-helix apareyini modifiye ederek uyguladıkları “Asimetrik Maksiller Ekspansiyon (AMEX)” apareyi ile çapraz kapanış olan tarafta genişleme sağladıklarını bildirmişlerdir.

Gerlach ve Zahl (2003), Harzer (2004), Ramieri (2005) ve Tausche ve ark. (2007) farklı transpalatal distraktör tasarımları ile dişlerden destek almadan osteotomi destekli genişletme yapmışlardır. Geleneksel RME apareyleriyle kıyaslandığında, genişletme sürecinin daha hızlı tamamlanması ve dişlere herhangi bir mekanik kuvvet uygulanmaması açısından bu apareylerin daha avantajlı olduğunu söylemişlerdir.

İlk olarak Ludwig ve ark. (2007) tarafından tanıtılan “Hybrid Hyrax” apareyi posteriorda 1.molar dişlerden, anteriorda 2 adet minividadan destek alacak şekilde tasarlanmıştır. Bu apareyin özellikle premolar dişlerin sürmediği veya süt dişlerinin mobil olduğu vakalarda endikasyonunun bulunduğunu belirtmişlerdir.

Wilmes ve Drescher (2010), birinci büyük azı dişleri ile ikinci ve üçüncü palatal rugalar bölgesine yerleştirilen iki adet 2x9 mm’lik Benefit mini vidalarından destek alan “Hybrid Hyrax” apareyiyle hızlı üst çene genişletmesi yapmışlardır. Daha sonra genişletme yapılan 10 hastaya aynı aparey üzerinden yüz maskesi uygulanmıştır.

Lee ve ark. (2010), mandibular prognatizmi ve üst çene darlığı olan 20 yaşındaki erkek hastada iki aşamalı cerrahiden kaçınmak için kullandıkları mini vida destekli genişletme apareyini tasarlamışlardır. Aparey tasarımı Hyrax’a benzer olup ek olarak 1.8 mm çapında ve 7 mm uzunluğunda dört adet mini vida ilave edilmiştir. Uygulama sonrası başarı hem klinik hem de radyolojik inceleme ile doğrulanmıştır.

2.3. Maksiller Darlığın Etiyolojisi

Maksiller darlığın ortaya çıkmasında genetik ve çevresel faktörler etkili olmakla birlikte multifaktöryel etkenlere bağlı olarak da görülebildiği belirtilmiştir (Proffit, 1993).

Dudak-damak yarıklı hastalarda lateral maksiller segmentler, çevresindeki bukkal kas yapılarının etkisiyle premaksillanın palatinaline doğru bağımsız hareket edip maksiller darlığa ve beraberinde çapraz kapanışa sebep olurlar (Isaacson & Murphy, 1964). Bu hastalarda yarık onarımı sonucu oluşan skar dokusu da maksiller darlığın sebeplerinden biridir (Reichert, 1970).

Cassidy ve ark. (1998) yaptıkları çalışmada, irsiyetin en fazla ark genişliği üzerinde etkili olduğunu ve transversal ark genişliklerinin en yüksek kalıtsallık tahmininin ortalama %60 lık bir değer gösterdiğini bulmuşlardır.

Graber (1967), posterior çapraz kapanışın anormal perioral kas fonksiyonları ve uzun süreli parmak emme alışkanlığına bağlı olarak görülebileceğini belirtmiştir. Parmak emme işlemi sırasında ağız boşluğunda negatif basınç oluşur. Negatif basınca mevcut mimik kaslarının normal basıncı ve dil basıncının da eklenmesiyle üst çenede transversal yönde darlık meydana gelebilir (Ülgen, 2015).

Çenelerin birbirlerine göre asimetrik büyümesi, bazal kaidelerin farklı genişlikte olması, süt dişlerinin erken kaybı ya da uzun süre retansiyonu, çapraşıklık ve kritik büyüme dönemlerinde burun solunumu yapılamaması gibi nedenler de maksiller darlık sebepleri arasında sayılabilir (Marshall ve ark., 2005).

Harvold ve ark. (1973), Rhesus maymunlarında nazal obstrüksiyon yaratarak ağız solunumunun etkilerini inceledikleri çalışmada, burun tıkanıklığının maksiller dental ark uzunluğunda ve kaninler arası mesafede azalmaya sebep olduğunu göstermişlerdir.

Paul ve Nanda (1973), 15-20 yaş aralığında 100 erkek bireyden elde ettikleri alçı modeller üzerinde yaptıkları çalışmada, ağız solunumu yapan bireylerin burun solunumu yapanlara göre daha dar ve uzun bir dental arka sahip olduklarını belirlemişlerdir. Damak derinliği açısından ise her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durumu maksiller arkın dar olmasına bağlı olarak damağın olduğundan daha derinmiş gibi bir izlenim verdiği şeklinde açıklamışlardır.

Behlfelt ve ark.'nın (1989), normal ve hipertrofik tonsillere sahip bireyleri karşılaştırdıkları çalışmada, hipertrofik tonsillere sahip olan grupta daralmış bir üst dental ark, alt kesici dişlerde retroklinasyon, daha az overbite ve çapraz kapanışın daha çok olduğu görülmüştür. Hipertrofik tonsillere bağlı açık ağız postürünün dilin önde ve aşağıda konumlanması ile sonuçlandığını ve iki grup arasındaki farklılığın buna bağlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Oulis ve ark. (1994), yaptıkları çalışmada adenoid ve tonsiller hipertrofi sebebiyle burun solunumu yapamayan hastaların %47'sinde posterior çapraz kapanışın geliştiğini rapor etmişlerdir.

Sentrik ilişkiden sentrik oklüzyona geçiş esnasında hatalı konumlanmış bir diş ya da maksiller darlık sebebiyle mandibulanın lateral harekete zorlanması, tek taraflı çapraz kapanış şeklinde ortaya çıkan fonksiyonel çapraz kapanışı oluşturur (Bishara ve ark., 1994). Genellikle süt dişlenme döneminde daha çok görülmektedir (Thilander & Lennartsson, 2002). Bu hastalarda erken müdahale, fonksiyonel olan bu duruma kondiler adaptasyon sağlanıp yüz asimetrisi oluşturmaması açısından önemlidir (Lam ve ark., 1999).

2.4. Üst Çenenin Transversal Darlığının Tanısı

Maksiller darlığın teşhisinde klinik muayene, radyografik ölçümler ve model analizlerinin değerlendirilmesi önemlidir. Klinik muayenede maksiller ark formu ve simetrisi, gülümseme sırasında bukkal koridorların genişliği, damak kubbesinin şekli ve baskın olan solunum tipinin (nazal/oral) değerlendirilmesi önemlidir. Yüksek damak kubbesi, dar alar taban, geniş bukkal koridorlar, tek ya da çift taraflı çapraz kapanış hastada maksiller darlığı düşündürmelidir (Suri & Taneja, 2008).

Betts ve ark. (1995), maksilla ve mandibulanın iskeletsel transvers uyumsuzluklarını teşhis etmek ve değerlendirmek için posteroanterior sefalogramların kolay elde edilen ve güvenilir bir yöntem olduğunu iddia etmişlerdir (Suri & Taneja, 2008). Ancak posteroanterior sefalogramlar iskeletsel asimetri olmayan transvers uyumsuzlukların teşhisinde sınırlı bir değere sahiptir (Marshall ve ark., 2005).

Üç boyutlu yapıların ve bu yapılardaki değişikliklerin değerlendirilmesinde iki boyutlu görüntüleme yöntemleri belirli limitasyonlara sahiptir (Lagravère ve ark., 2006). Kraniyofasiyal bölgenin doğru bir şekilde görüntülenmesini sağlayan üç boyutlu

görüntüleme teknikleri yeni bir tanı yöntemidir. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, apikal kaidelerin üç boyutlu değerlendirilmesine imkan sağlayıp asimetrikler de dahil olmak üzere çeneler arasındaki uyumsuzluğun yapısı hakkında klinisyenin daha doğru karar verebilmesine yardımcı olur (Suri & Taneja, 2008).

Howes'a (1947) göre, ortodontinin en büyük problemlerinden biri dişler ve dişleri destekleyen kemik arasındaki ilişkidir. Bu sebeple oluşturduğu model analizinde, dişler ve onları destekleyen apikal kemik tabanı arasındaki ilişkileri transversal yönde incelemiştir. Normal oklüzyona sahip bireylerde, apikal kemik tabanının genişliği, premolarlar arası mesafeden büyük veya eşit olmalıdır.

Staley ve ark. (1985), normal sentrik oklüzyonda birbiri ile yakın ilişkide bulunan üst 1.molarların meziobukkal tüberkül tepeleri ile alt 1.molarların bukkal sulkusları arasındaki mesafeyi ölçmüş ve aradaki farkın erkeklerde 1.6 mm, kadınlarda ise 1.2 mm olduğunu bulmuşlardır. Molar dişlerdeki çapraz kapanış problemlerinin şiddetini tespit etmek için klinisyenlere bu ölçümlerin kullanımını önermişlerdir.

McNamara ve Brudon'a (2001) göre, normal kapanışa sahip bireylerdeki ideal transpalatal genişlik 36-38 mm arasında olmalıdır. Bu değerden 4-6 mm veya daha fazla sapma gösteren vakalarda hızlı üst çene genişletmesinin yapılmasını önermişlerdir.

Ortodontik teşhis ve tedavi planlamasında alçı modeller altın standarttır. Bununla birlikte kırılma, kaybolma, bozulma gibi sorunlar ve fiziksel depolama alanı gerektirmesi dijital çalışma modellerinin gelişmesine sebep olmuştur. Dijital modeller, alçı modellere kıyasla gün geçtikçe daha fazla tercih edilmektedir. Dişlerin pozisyonlarının üç boyutta da ölçümünün yapılabilmesi dijital modellerin avantajlarından biridir. Ayrıca stabil referanslar üzerinden yapılan karşılaştırmalarla diş hareketlerinin üç boyutlu haritalanmasını da mümkün kılmaktadır (Fleming ve ark., 2011). Dijital modeller, geleneksel alçı modeller kadar doğru ve güvenilir olmalarının yanı sıra (Alcan ve ark.,

2009; Garino & Garino, 2002) tekrarlanabilirlik (Leifert ve ark., 2009; Sousa ve ark., 2012) açısından da yeterli olmalarıyla dikkat çekmektedirler. Ayrıca zaman ve depolama konusunda sundukları avantajlar nedeniyle yeni bir altın standart olarak kabul edilmeleri mümkündür (Rossini ve ark., 2016).

2.5. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Endikasyonları

- 1) Dişsel, iskeletsel ya da bunların kombinasyonları şeklinde görülebilen tek ya da çift taraflı çapraz kapanışı olan hastalarda (Bishara & Staley, 1987),
- 2) Klinik muayenede Sınıf II maloklüzyona sahip ve maksiller darlığı bulunmayan hastaların alçı modelleri el ile eklemlenip Sınıf I kanin ilişkiye getirildiğinde tek veya çift taraflı çapraz kapanış oluşuyorsa (McNamara, 2000),
- 3) Kollabe maksillaya sahip dudak-damak yarığı olan hastalarda (Bishara & Staley, 1987; Haas, 1961),
- 4) Orta derecede çapraşıklık olan hastalarda yer elde etmek amacıyla (Bishara & Staley, 1987; Haas, 1970; McNamara, 2000),
- 5) Hem cerrahi hem de cerrahi olmayan Sınıf III maksiller darlık vakalarında (Haas, 1970),
- 6) Gerçek ve göreceli maksiller yetersizlik vakalarında (Haas, 1961; Haas, 1965, 1970),
- 7) Yetersiz nazal kapasiteye sahip maksiller darlığı bulunan hastalarda burun solunumunu sağlamak amacıyla (Haas, 1961; Haas, 1965, 1970),
- 8) Gülümseme esnasında oluşan bukkal bölgedeki karanlık alanların ortadan kaldırılıp daha estetik bir gülüş elde edilebilmesi amacıyla (McNamara, 2000),

- 9) Süt ve karışık dişlenme döneminde görülen fonksiyonel tek taraflı çapraz kapanışın morfolojik çapraz kapanışa dönüşmesinin önlenmesi amacıyla (Kurol & Berglund, 1992; Thilander & Lennartsson, 2002),
- 10) İletim tipi işitme kaybı ve seröz orta kulak iltihabına maksiller darlığın eşlik ettiği hastalarda (Ceylan ve ark., 1996; Kilic ve ark., 2008),
- 11) Wilson düzleminin seviyelenmesi ve posterior dişlerin aksiyal eğimlerinin düzeltilmesi amacıyla (McNamara & Brudon, 1993),
- 12) Suturaların mobilizasyonunu sağlayıp yüz maskesinin etkinliğini artırmak için maksiller yetersizliğe bağlı iskeletsel sınıf III vakalarda (da Silva Filho ve ark., 1998; Haas, 1970) kullanılabilir.

2.6. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Kontrendikasyonları

- 1) Kooperasyonu iyi olmayan hastalarda,
- 2) Tek bir dişin çapraz kapanışta olduğu hastalarda,
- 3) Belirgin iskeletsel asimetrisi olup ortognatik cerrahi planlanan, sagittal ve vertikal yön problemlerinin de eşlik ettiği hastalarda,
- 4) Ortognatik cerrahi gerektirecek kadar şiddetli açık kapanış ve artmış alt çene düzlem açısı olan konveks profile sahip hastalarda,
- 5) Midpalatal suturun kapanmış olduğu hastalarda,
- 6) Sistemik rahatsızlığı olan hastalarda, RME uygulaması kontrendikedir (Bishara & Staley, 1987; Erdem, 2013; Timms, 1981).

2.7. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin İskeletsel Maturasyon ile İlişkisi

Midpalatal sutur, sadece maksiller palatal süreçlerin füzyonunu değil, çenelerin alveolar palatal süreçlerinin ve palatal kemiklerin horizontal osseöz laminalarının da füzyonunu temsil eden bir yapıdır. Bu sutura yapılacak her türlü müdahale, komşu bölgelerin de etkilenmesi anlamına gelir. Sutur, anatomik olarak üç segmente ayrılabilir:

Ön segment (insisiv foramenden önceki kısım ya da intermaksiller segment), orta segment (insisiv foramenden transversal sutura kadar olan kısım) ve arka segment (transversal suturdan sonraki kısım) (Suzuki ve ark., 2016).

Melsen (1975), midpalatal suturun postnatal büyüme ile olan değişimlerini insan kadavraları üzerinden incelediği çalışmasında üç döneme ayırmıştır. İnfantil dönemde çok geniş ve Y şeklinde olduğunu belirtmiştir. Jüvenil dönemde sutura daha dalgalı bir yapıda olup adölesan dönemde ise interdijitasyonun artmasıyla oldukça kıvrımlı bir yapıya dönüşmektedir. Ayrıca midpalatal suturadaki transvers yön büyümesinin kızlarda 16, erkeklerde 18 yaşına kadar devam ettiğini belirtmiştir.

İşeri ve Solow (1990), 8-21 yaşları arasındaki kız çocukları üzerinde maksillanın büyümeye bağlı translasyonunu inceledikleri çalışmada horizontal büyümenin 11 yaşında zirvede olduğunu ve 18 yaşında sonlandığını belirtmişlerdir.

Sutura palatina media'nın tamamen kaynaşmasının nadiren 23 yaşından önce olduğunu belirten çalışmalar da vardır (Knaup ve ark., 2004; Schlegel ve ark., 2002).

Person ve Thilander (1977), 15-35 yaş arasındaki bireylerde yaptıkları otopsi çalışmasında palatal suturların jüvenil dönemde obliterasyon gösterebileceğini fakat 3.dekada kadar belirgin bir kapanmaya nadiren rastlanılacağını belirtmişlerdir. Person ve Thilander'ın (1977) sutur interdijitasyonu ve obliterasyonunun sadece yaş faktörüne bağlı olmayıp diğer faktörlerin de bu durumu etkileyebileceği fikrine katılan başka araştırmacılar da vardır (Knaup ve ark., 2004; Korbmacher ve ark., 2007).

2.8. Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Apareyler

Genişletme prosedürleri ile birlikte maksiller ark genişliğinin artması, ortodontik ve ortopedik hareketler veya bunların kombinasyonu ile meydana gelir. Bu hareketler hastanın yaşı, ekspansiyon hızı, aparey tasarımı ve uygulanan transvers kuvvetin

büyüklüğü gibi çeşitli faktörlerden etkilenmekle birlikte maksiller genişletme modelini oluşturmaktadır (Bell, 1982).

Genişletme hızına ve destek aldıkları bölgeye göre üst çene genişletmesinde kullanılan apareyler iki farklı şekilde gruplandırılabilir. Genişletme hızına göre hızlı, yarı hızlı ve yavaş üst çene genişletme apareyleri olarak sınıflandırılırken; destek aldıkları bölgeye göre ise diş destekli, diş-doku destekli, kemik destekli ve diş-kemik destekli apareyler olarak sınıflandırılabilirler.

Ortodontistler, kişisel tecrübelerine, hastanın yaşı ve mevcut maloklüzyona göre aparey seçimi yapmaktadırlar (Bell, 1982).

2.8.1. Genişletme Hızlarına Göre Apareyler

2.8.1.1. Yavaş Üst Çene Genişletme Apareyleri

Yavaş üst çene genişletmesi, ortopedik etkiden ziyade daha çok ortodontik diş hareketi meydana gelen, birkaç onstan 2 pound'a kadar kuvvet uygulayan ve yaklaşık 2-6 ay arası tedavi süresine sahip bir protokoldür. Uygulamanın hafif kuvvetlerle yavaş olması sebebiyle daha az rezidüel yük oluşturduğu, doku bütünlüğünün daha iyi korunduğu ve maksiller kompleksin yeniden düzenlenmesinde daha fazla stabilite ve daha az nüks oluşturduğu görülmüştür (Bell, 1982; Bishara & Staley, 1987).

Yavaş maksiller genişletme apareyleri arasında Coffin aygıtı, Porter aygıtı, vidalı hareketli apareyler, W apareyi, Minne apareyi, Quad-Heliks apareyi, Samarium-Kobalt mıknatıslı genişletme apareyleri ve Ni-Ti palatal genişletme apareyleri sayılabilir.

2.8.1.2. Yarı Hızlı Maksiller Genişletme Apareyleri

Mew (1977), "bioblock" apareyi ile yarı hızlı (semi rapid) genişletme protokolünü literatüre tanıtmıştır. Bu aparey ile haftada 1 mm vida aktivasyonu önerdiğinden hem yavaş hem de yarı hızlı genişletme apareyi olarak adlandırılabilceğini belirtmiştir (Mew, 1983).

Sandıkçıoğlu ve Hazar (1997), karışık dişlenme dönemindeki hastalarda hareketli plaklar kullanarak gün aşırı 1 çeyrek turluk vida aktivasyonu ile yarı hızlı üst çene genişletme prosedürü uygulamışlardır.

İşeri ve Özsoy (2004), rijit akrilik bonded RME apareyiyle sutur açılıncaya kadar günde iki çeyrek tur çevirme protokolü uyguladıkları çalışmalarında, sutur açıldıktan sonra haftada 3 çeyrek tur çevirme protokolü ile apareyin hareketli olarak kullanımına devam etmişlerdir. Böylece “Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi” adını verdikleri uygulamayı literatüre kazandırmışlardır. Bu prosedürün sirkummaksiller yapılarda adaptasyon sürecini uyaracağını, doku direnci ve nüksün daha az görüleceğini belirtmişlerdir.

2.8.1.3. Hızlı Maksiller Genişletme Apareyleri

Maksiller arkın her iki tarafına da etki edecek şekilde uygulanan lateral kuvvetler, sadece arkın genişlemesini sağlamayıp maksiller kemiği de yeniden şekillendirecektir. Bu dönüşüm birçok faktöre bağlı olmakla birlikte ekspansiyon hızı bunlardan biridir. Hız arttığında diş hareketi için yeterli süre kalmaz ve maksiller kemik midpalatal sutur hattı boyunca birbirinden ayrılır (Timms, 1980).

Alveolar proçesin eğilmesi ve posterior dişlerdeki bukkal tipping, maksiller ark genişliğinin artışına katkıda bulunur. Bu şekilde ortodontik ve ortopedik etki birlikte görülür (Haas, 1970; Wertz, 1970).

Haas ve Hyrax apareyleri, Hyrax modifikasyonları, rijit akrilik bonded genişletme apareyi hızlı maksiller genişletmede kullanılan apareylere örnek olarak verilebilir.

2.8.2 Destek Alınan Bölgeye Göre Genişletme Apareyleri

2.8.2.1 Dış Destekli Genişletme Apareyleri

2.8.2.1.1. Hyrax Apareyi: İlk kez Biederman (1973) tarafından uygulanmıştır.

Tamamı metalden oluşan, birinci premolar ve molar dişlere seçilen bantlara özel bir vidanın tel uzantıları aracılığıyla bağlanan hijyenik bir apareydir.

2.8.2.1.2. Modifiye Hyrax Apareyleri: Spolyar (1984), dişlerin palatinaline denk gelen genişletme vidasının kollarına ters U bükümü verip bu bükümleri akril içerisine yerleştirmiştir. Howe (1982), yayınladığı vaka raporunda genişletme vidasından çıkan kolları posterior dişlerin servikal bölgesinden çepeçevre saran tel bükümü ile bağlayıp dişeti sınırından oklüzale kadar olan kısma akril eklemiştir.

2.8.2.1.3. Quad-Heliks Apareyi: Ricketts (1973) tarafından tanıtılmıştır (Ricketts, 1960). Dişlere, molar bantların lingual tüpleri aracılığı ile tutunan ve helikal bükümler içeren bu aparey hem iskeletsel hem de dişsel genişletme sağlamaktadır (Sandıkçioğlu & Hazar, 1997).

2.8.2.1.4. W Apareyi ve Porter Aygıtı: Tutuculuğu azı dişlerindeki bantlar ile sağlanan ve büküm ihtiva eden kalın telden yapılmış apareylerdir. W apareyi ismini apareyde bulunan W şeklindeki bükümden almaktadır. Her iki apareyin de etki mekanizması ya maksiller dişlerde bukkal tipping oluşturarak ya da suturun açılmasını gerçekleştirerek çapraz kapanışın düzeltilmesi şeklindedir (Harberson & Myers, 1978).

2.8.2.1.5. Samarium-Kobalt Mıknatıslı Genişletme Apareyleri: İlk olarak Vardimon ve ark. (1987) tarafından maymunlar üzerinde denenmiş, klinik çalışma ise Darendeliler ve ark. (1994) tarafından yapılarak bonded ve banded formlarıyla kullanılmıştır.

2.8.2.2. Diş-Doku Destekli Genişletme Apareyleri

2.8.2.2.1. Haas Apareyi: Dr. Andrew Haas (1961) tarafından geliştirilen bu aparey, dişlere bantlar yardımıyla tutunarak diş desteğini alırken palatinalde bulunan akrilik gövde sayesinde doku desteğini de almaktadır.

2.8.2.2.2. Hareketli Genişletme Apareyleri: Kullanımı hastaya bağlı olarak takılıp çıkarılabilen, tutuculuğu kroşeler yardımıyla sağlanan ve plağın ortasına yerleştirilen vida marifetiyle genişletme elde edilen apareylerdir (Erdem, 1993; Erdinç ve ark., 1999).

2.8.2.2.3. Rijit Akrilik Bonded Genişletme Apareyleri: Memikoğlu ve İşeri (1997), anterior dişlerin palatinal, posterior dişlerin tüm yüzeylerini örten ve damağı tamamen saran, ortasında vida bulunduran bu apareyi literatüre kazandırmışlardır.

2.8.2.3. Kemik Destekli Genişletme Apareyleri

Hasta yaşının artışı ile birlikte geleneksel diş destekli hızlı üst çene genişletme apareylerinin; sınırlı iskeletsel etki (Baccetti ve ark., 2001; Kanomi ve ark., 2013; Vanarsdall, 1999; Wertz & Dreskin, 1977), posterior dişlerde bukkal tipping (Bell & Epker, 1976; Vanarsdall, 1999) ve buna bağlı mandibulanın saat yönü rotasyonu ile birlikte görülen dik yön boyutlarındaki artış (Wertz & Dreskin, 1977), kök rezorbsiyonu (Baysal ve ark., 2012), nüks potansiyeli (Wertz & Dreskin, 1977), destek dişlerde dişeti çekilmesi (Vanarsdall, 1999) ve kemik kaybı gibi dezavantajları bildirilmiştir (Handelman ve ark., 2000).

İskeletsel ankraj ünitelerinin aparey dizaynına dahil edilmeleri, geleneksel hızlı üst çene genişletme apareylerinin destek dişler üzerindeki istenmeyen etkilerini azaltıp iskeletsel genişlemeyi artırmayı amaçlamaktadır (Lee ve ark., 2010; Ludwig ve ark., 2010). Ayrıca iskeletsel ankraj sayesinde hipodonti vakalarında bile maksiller genişletme yapılması mümkündür (Kircelli ve ark., 2006).

Son yıllarda geçici ankraj üniteleri ve iskeletsel ankraja dair çok sayıda çalışma yapılmış ve bu sistem rutin ortodontik uygulamalar arasında hızla kabul görmeye başlamıştır. Kullanılan bu ankraj üniteleri, isimlendirme konusunda bir görüş birliği sağlanamadığından farklı isimlerle anılmaktadır. Bu aygıtların ortak özellikleri kemikle mekanik ya da biyokimyasal entegrasyon yoluyla ankraj sağlamaları olduğundan “Ortodontik Kemik Ankraj Aygıtları” (BAD) olarak adlandırılmasının daha uygun olacağı önerilmiştir (Prabhu & Cousley, 2006).

Geçici ankraj üniteleri, diş desteğine olan ihtiyacı ortadan kaldırarak ortodontik ankrajı artırmayı amaçlamaktadırlar. Transosteal, subperiosteal veya endosteal olarak yerleştirilebilen bu aygıtlar kemiğe geçici olarak sabitlenirler ve kullanıldıktan sonra çıkarılırlar (Cope, 2005).

İmplantların ortodontik ankrajı kuvvetlendirmek amacıyla kullanılabileceği fikri ilk olarak Gainsforth ve Higley (1945) tarafından 6 adet köpek üzerinde kanin distalizasyonunu denedikleri çalışma ile gerçekleştirilmiştir. 3.4 mm çapında ve 13 mm uzunluğunda vitalyum vidasının kullanıldığı çalışmada vidalar 16-31 gün içerisinde tamamen kaybedilmiştir.

Osseointegre implantların hem restoratif hem de ortodontik kullanımına ilişkin ilk rapor Linkow'un (1969) yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada diş hareketini kolaylaştırmak için blade implantla desteklenen köprü protezi ile üst dental ark arasında sınıf II elastik kullanılmıştır.

Literatüre bakıldığında Creekmore ve Eklund'un (1983) derin kapanışı olan bir hastada kullandığı vitalyum vidası ilk klinik TAD raporu olarak bilinmektedir (Cope, 2005). Vida, anterior nazal spinaya yerleştirilmiş ve uygulamadan 10 gün sonra maksiller kesici diş intruzyonunu sağlamak amacıyla elastik kullanılmaya başlanmıştır.

Turley ve ark. (1988), ortodontik diş hareketi elde edebilmek için endosseöz implantları ankraj amaçlı kullanıp köpekler üzerinde çalışma yapmışlardır. İki yıl sonra Roberts ve ark. (1990), yetişkin bir hastada molar diş hareketini sağlamak için endosseöz implant kullanmışlardır.

Block ve Hoffman (1995), damak bölgesinin de ankraj olarak kullanılabileceğini belirterek onplantı tanıttıkları hayvan çalışmasında, dişleri hareket ettirmek veya sabit tutmak için onplantın yeterli ankrajı sağladığını belirtmişlerdir.

Endosseöz implantlar ve onplantlar, ortodontik ankraj için başarılı bir şekilde kullanılmalarına rağmen kemik iyileşmesi ve osseointegrasyon için bekleme süresinin uzun olması, kapsamlı klinik ve laboratuvar çalışmalarına ihtiyaç duyulması, tedavi sonrası çıkarılmalarındaki zorluk, yüksek maliyet, dişsiz veya retromolar bölgeler gibi sınırlı klinik uygulamalara sahip olmaları gibi dezavantajlara da sahiptirler (Liou ve ark., 2004).

Son zamanlarda ortodonti pratiğinde miniplak ve minividalar endosseöz implant ve onplantlara alternatif olarak tanıtılmıştır. Miniplakların uygulama sonrası osseointegrasyon gerektirmemesi, implant ve onplantlara göre daha düşük maliyete sahip olmaları avantajları arasında sayılabilir (Liou ve ark., 2004).

Minividaların daha küçük boyutta olmaları, osseointegrasyon gerektirmemeleri, çıkarılma işlemlerinin kolay olması, daha fazla uygulama alanına ve daha düşük maliyete sahip olmaları gibi avantajları vardır. Minividalar, ortodontik diş hareketi için stabil bir ankraj sağlarlar fakat endosseöz implantlar gibi ortodontik yükleme sürecinde tamamen sabit kalmazlar (Liou ve ark., 2004).

Dental implantolojiden bilindiğı üzere kemik kalitesi ve ağız hijyeni gibi faktörlerin dışında implant başarısında primer stabilitenin (Meredith, 1998) de belirleyici bir etken olduğuna dair kanıtlar mevcuttur. İmplantların yerleştirildikten hemen sonraki

stabilitesi primer stabilite olarak adlandırılmaktadır (Wilmes ve ark., 2006). Mini implantların tasarımı ve boyutu, yerleştirilme yöntemleri (Wilmes ve ark., 2006), implantın yapılacağı bölge, kortikal kemik kalınlığı (Baumgaertel ve ark., 2008) ve mini implantın yerleştirilme derinliği (Tseng ve ark., 2006) primer stabilite üzerinde etkilidir.

Mini implantlar için başarısızlık oranı yaklaşık %10 olarak bildirilmiştir (Park ve ark., 2006; Tseng ve ark., 2006). Bu oranın dental implantlara göre daha yüksek olması osseointegrasyon için tasarlanmamış olmalarına bağlanmaktadır. Osseointegrasyon, implantın çıkarılma işlemini zorlaştıracığı için istenmeyen bir durumdur. İmplant başarısızlığını etkileyen diğer nedenler arasında primer stabilite yetersizliği, uygun olmayan implant yeri seçimi, pilot deliğin açılması sırasında kemiğin aşırı ısıya maruz kalması, yetersiz ağız hijyeni, travma, periimplantitis ve idiyopatik sebepler yer almaktadır (Baumgaertel ve ark., 2008).

Endosseöz implantlarla maksiller ekspansiyonun yapılabildiği hayvanlar üzerinde uygulanan bir çalışmada gösterilmiştir (Parr ve ark., 1997). Daha sonra Mommaerts (1999) titanyumdan yapılmış Transpalatal Distraktör'ü (TPD) kullanarak insanlarda kemik destekli hızlı üst çene genişletme prosedürünü uygulamıştır.

Gerlach ve Zahl (2003), maksiller transvers yetersizliği bulunan adölesan ve yetişkin bireylerde osteotomi destekli palatal distraktör uyguladıkları çalışmalarında, yöntemin başarılı olduğunu ve geleneksel genişletme apareylerinde görülen destek dişlere etki eden olumsuz kuvvetlerin ortadan kalktığını belirtmişlerdir.

Ramieri ve ark. (2005), maksiller yetersizliğe sahip yetişkin bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada, osteotomi yaparak kemik destekli palatal distraktör uygulamışlar ve uygulamanın başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Bu prosedürün, geleneksel genişletme apareylerine kıyasla daha hızlı olması ve destek dişlere herhangi bir mekanik kuvvet uygulamaması avantajları arasındadır.

Harzer ve ark. (2004), şiddetli maksiller yetersizliğe sahip 21 ve 23 yaşlarında iki kadın hasta üzerinde cerrahi destekli üst çene genişletmesi yaptıkları çalışmada, bir tarafta osteosentez vidası, diğer tarafta 3.5 mm çapında ve 4 mm uzunluğunda implant ile sabitlenmiş Hyrax vidası içeren apareyle 8 mm genişletme elde ettiklerini belirtmişlerdir. Ekspansiyon sonrası transpalatal ark için implant yerinde bırakılmıştır.

Tausche ve ark. (2007), kemik destekli genişletme aygıtı olan “Dresden Distraktör”ünün yetişkin hastalar üzerinde dental, alveolar ve iskeletsel yapılarda oluşturduğu değişimleri konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile incelemişlerdir. Distraktör, osteotomi sırasında yerleştirilmektedir ve dizaynında bir tarafta implant diğer tarafta self-tapping vida yer almaktadır. Transvers boyutta suturun V şeklinde açıldığını, maksiller dental arkin da bunu takip ettiğini, kemiğe uygulanan doğrudan kuvvet ile dişlerde daha az tipping meydana geldiğini ve böylece daha fazla iskeletsel etkinin görüldüğünü belirtmişlerdir.

Lagravere ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada ilk kez osteotomi desteği olmadan kemik ankrajlı genişletme uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Kemik ankrajlı maksiller genişletici (BAME), iki adet onplant ve 1.5x12 mm’lik iki mini vida içermektedir. Diş destekli ve kemik destekli genişletme apareylerinin kıyaslandığı bu çalışmada BAME’nin diş destekli genişletme apareylerine alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

2.8.2.4. Diş-Kemik Destekli Genişletme Apareyleri

Ludwig ve ark. (2007), posterior bölgede 1.molarları, anterior bölgede iki adet mini implantı ankraj olarak kullanarak dizayn ettikleri Hybrid-Hyrax apareyini tanıtmışlardır.

Garib ve ark. (2008), yayınladıkları bir vaka raporunda 14 yaşında bir kız çocuğunda palatal implantlar kullanılarak 6 mm genişletme elde ettiklerini bildirmişlerdir. 3 mm çapında ve 7 mm uzunluğunda iki adet implant ve 1.molarlara

seçilen bantlar kullanılarak oluşturulan aparey dizaynı ile geleneksel genişletme apareylerine göre maksiller posterior dişlerde daha az bukkal devrilme görülmüştür. Geleneksel genişletmede 5.günde görülen median suturun açılması, apareyin daha posterior konumda yerleşmesine bağlı olarak daha fazla kuvvet gerektirmiş ve sutur 12.günde aılabilmifitir.

Lee ve ark. (2010), hem sagittal hem de transversal yetersizliği bulunan 20 yaşında yetişkin bir erkek hastada iki aşamalı cerrahiden kaçınmak için mini vida destekli bir RME prosedürü uygulamışlardır. Dört palatal mini vida ile 1.premolar ve 1.molarlara seçilen bantlarla oluşturulan apareyle iskeletsel maksiller genişleme ve bukkal segmentte minimal devrilme elde edilmiştir.

Ludwig ve ark. (2010), yayınladıkları çalışmada palatal mini vidalar içeren Hibrit RME Advancer'ı tanıtmışlardır. Dizaynı Dr. Wilmes' e ait olan apareyde sağ ve sol 1.molar dişlere seçilen bantların haricinde 2 adet mini vida yer almaktadır. İnsisiv papillanın 8 mm posterioruna denk gelecek şekilde 1.7 x 8 mm'lik vidaların yerleştirildiği apareyde çevirme protokolü günde 3 çeyrek tur şeklinedir. Genişletme işlemi tamamlandıktan sonra aynı apareyde palatinalde yer alan kollar sayesinde protraksiyon için kuvvet uygulanabilmektedir.

Wilmes ve Drescher (2010), yayınladıkları pilot çalışmada geleneksel diş destekli apareylerin destek dişlerde oluşturduğu olumsuz etkilerin nne geçmek için 2x9 mm'lik mini vidalardan destek alan hibrit bir aparey geliştirmişlerdir. Daha sonra iskeletsel Sınıf III maloklüzyona sahip 10 hastada aynı aparey üzerinden yüz maskesi uygulanmıştır.

2.9. Vida evirme Programları

Hızlı maksiller genişletme ile ilgili literatürde farklı vida çevirme protokolleri bulunmasına rağmen daha çok tercih edilen sabah ve akşam günde iki çeyrek tur olacak

şekilde yapılan aktivasyondur (Bicakci ve ark., 2005; Haas, 1970; Memikoglu & İşeri, 1999; Timms, 1980; Wertz, 1970).

Zimring ve Isaacson (1965), büyümekte olan hastalar için ilk 4-5 gün boyunca günde iki çeyrek tur, diğer günlerde bir çeyrek tur çevirme protokolünü uygulamışlardır. Büyümesi sonlanan hastalar için ise ilk 2 gün günde iki çeyrek tur, 5-7. güne kadar günde bir çeyrek tur sonrasında da 2 günde bir çeyrek tur çevirme protokolünü önermişlerdir.

Bazı araştırmacılara göre sutur açılana kadar günde 2 çeyrek tur, açıldıktan sonra günde 1 çeyrek tur şeklinde çevirme protokolü uygunken (Basciftci & Karaman, 2002), bazı araştırmacılar ise ilk gün günde 4 çeyrek tur, sonraki günlerde 1 çeyrek tur çevirmeyi önermişlerdir (Tecco ve ark., 2005). Ayrıca sutur açılana kadar günde 3 çeyrek tur, açıldıktan sonra 2 çeyrek tur çevirme protokolü öneren araştırmacılar da vardır (Ceylan ve ark., 1996; Taşpınar ve ark., 2003).

İşeri ve ark. (1998), üç boyutlu sonlu elemanlar modeli (FEM) kullanarak hızlı maksiller genişletmenin biyomekanik etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında, genişletmenin kraniyofasiyal komplekste yüksek stresler oluşturduğunu bulmuşlardır. Yüz kemiklerinde kısa sürede meydana gelen yer değiştirme ve translasyon nükse sebep olabileceğinden sutur açılana kadar hızlı, açıldıktan sonra yavaş maksiller genişletme uygulamasını önermişlerdir.

Wichelhaus ve ark. (2004) ise nikel titanyum genişletme vidasının sabah, öğle ve akşam olmak üzere günde ikişer çeyrek tur çevrilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

2.10. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Etkileri

2.10.1. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Maksiller Kompleks ve Dental Yapılar Üzerine Etkileri

Maksiller alveolar süreçlere ve dişlere uygulanan kuvvetin, ortodontik diş hareketi için gerekli olan sınırları aşmasıyla midpalatal suturun ayrılması gerçekleşir. Maksillanın horizontal süreçlerini laterale doğru zorlayan bu basınç, midpalatal suturu açan ortopedik bir kuvvet olarak işlev görür. Başlangıçta periodontal ligamette sıkışma olarak gerçekleşen bu olay alveolar süreçlerin laterale eğilmesi ile başlar ve suturun kademeli olarak açılması ile devam eder. Maksillanın palatin süreçleri aşağı yönde hareket ederek damak kubbesinin alçalmasına neden olur (Haas, 1961). Zigomatik butreslerin destekleyici etkisi açılmanın kama şeklinde olmasına sebep olur (Haas, 1961; Wertz, 1970). Haas'a (1970) göre midpalatal sutur; anteroposterior yönde paralel olarak, inferosuperior yönde tepesi burun boşluğunda olan üçgen şeklinde açılır. Inoue'nin (1970) yaptığı çalışmada vakaların % 75'inde suturun paralel olarak, geri kalanında kama şeklinde açıldığı görülmüştür. Kosugi ve ark. (1969) da yaptıkları hayvan çalışmasında suturda hem paralel hem de kama şeklinde açılma olabileceğini göstermişlerdir. Wertz (1970), suturun okluzal olarak anteroposterior yönde paralel olarak ayrılmadığını, ANS'de en fazla olacak şekilde açıklığın posteriora doğru gidildikçe azaldığını belirtmiştir.

Vardimon ve ark. (1998), yaptıkları hayvan çalışmasında RME'nin aktif fazı sırasında optik yoğunluktaki artışın anterior sutur bölgesinde %50 oranında daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Bu durum, anterior bölgede gevşek bağ dokusu oluşumunun artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Retansiyon aşamasında optik yoğunluktaki azalma (artan mineralizasyon) ise anterior sutur bölgesine kıyasla posterior sutur bölgesinde 2.5 kat

daha fazla bulunmuştur. Dolayısıyla, bu durum suturun remineralizasyon modelinin posteroanterior yönde kapanan bir fermuara benzediğini göstermektedir.

Arat ve ark. (2003), RME sonrası midpalatal suturdaki kemik aktivitesini değerlendirdikleri sintigrafi çalışmasında anterior ve medial kesitlerde artışın en fazla olduğunu retansiyon sonrasında ise normale döndüğünü bulmuşlardır.

Krebs (1959), frontal düzlemde maksiller proçeslerin rotasyona uğradığını, Wertz (1970) ise bu rotasyonun merkezinin frontomaksiller suturda olduğunu belirtmiştir.

Davis ve Kronman (1969), midsutural ekspansiyon sonrası palatal kubbenin alçalmadığını, orijinal yüksekliğinin korunduğunu belirtmişlerdir. Genel kabul edilen görüş ise palatal proçeslerin aşağı inip kubbenin düzleştiği ve derinliğin azaldığı şeklindedir (Bishara & Staley, 1987; Haas, 1961; Haas, 1965, 1970).

Sutur açılması sırasında bazı yazarlar (Akkaya ve ark., 1999; Chung & Font, 2004; Davis & Kronman, 1969; Haas, 1970) maksillanın öne ve aşağı yer değiştirdiğini belirtirken, bazı yazarlara (Wertz & Dreskin, 1977; Wertz, 1970) göre ise rutin olarak aşağı hareketin görüldüğü fakat sınırlı vakada öne hareketin olduğu belirtilmiştir. Sarver ve Johnston (1989), bonded RME uygulayarak yaptıkları çalışmada maksillanın hareketini geri ve yukarı olacak şekilde tanımlamışlardır.

Maksillanın genişletilmesi sırasında santral kesici dişlerin kronları birbirinden ayrılmaya başlar (Haas, 1961; Haas, 1965). Vida çevrildikçe kronlar lateral hareketini sürdürür ve transseptal lifler gerilir. Transseptal liflerin etkisiyle kronlar orta hatta doğru yaklaşırken kökler laterale doğru hareket eder (Haas, 1961; Haas, 1970). Kronlar birbirine yaklaştıkça sistemin kaldıraç sınıfı değişir ve transseptal kuvvetler bu sefer köklerin medial yönde hareket etmesini sağlar (Haas, 1961). Köklerin orijinal eksenel eğimlerine geri dönme süresi yaklaşık 4 ayı bulmaktadır (Haas, 1970).

Bazı araştırmacılara göre üst çene genişletmesi sonrası $\perp$ -SN açısında azalma olurken (Sarver & Johnston, 1989; Wertz, 1970) bazı araştırmacılar ise artış olduğunu belirtmiştir (Sandıkçioğlu & Hazar, 1997). Wertz'e (1970) göre $\perp$ -SN açısı genellikle azalmakta fakat bazen de artış görülebilmektedir. Keserlerdeki bu dikleşme hareketi median diastemanın kapanmasında da etkili olmaktadır.

Maksiller kesici dişlerin SN düzlemine göre uzama eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Wertz, 1970).

Dental ark genişliğindeki artış hem alveolar bending hem de dişlerin bukkal tippingi ile elde edilir. Dişlerde tipping hareketi görülmesi bile dişlerin bulunduğu kemik segmentleri uygulanan kuvvete bağlı olarak dışa doğru kavis yapar (Wertz, 1970).

Literatürde üst çene genişletmesiyle beraber posterior dişlerde bukkal kron tippinginin meydana geldiğini belirten birçok araştırma mevcuttur (Agarwal & Mathur, 2010; Basciftci & Karaman, 2002; Garrett ve ark., 2008; Weissheimer ve ark., 2011). Bukkal tippinge bir miktar ekstrüzyonun da eşlik ettiğini belirten çalışmalar da vardır (Agarwal & Mathur, 2010; Byrum, 1971).

2.10.2. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Mandibula ve Mandibular Dişlere Etkisi

RME'nin bir sonucu olarak mandibula, aşağı ve geriye doğru hareket etmekte (Akkaya ve ark., 1999; Basciftci & Karaman, 2002; Chung & Font, 2004; Haas, 1970; Wertz, 1970) ve buna bağlı olarak alt yüz yüksekliğinde artış görülmektedir (Basciftci & Karaman, 2002; Chung & Font, 2004; Haas, 1970).

RME sırasında alveolar bending ile birlikte maksiller posterior dişlerde görülen tipping ve ekstrüzyon, mandibular düzlem eğiminin artmasına sebep olur (Bishara & Staley, 1987; Byrum, 1971; Wertz, 1970). Bu sebeple artmış mandibular düzlem açısı ve

açık kapanış eğilimi olan hastalarda dikkatli olunmalıdır. Handelman'a (2000) göre ise RME sonrası mandibular düzlem eğimi ve alt yüz yüksekliği değişmemektedir.

RME, mandibular interkanin ve intermolar genişlikleri etkileyebilir ancak bu değişikliklerin miktarı ve öngörülebilirliği konusunda kesin bir sonuca varılamamıştır (Bishara & Staley, 1987). Haas (1965), mandibular dişlerin değişen okluzyon kuvvetlerine ve kas dengesindeki değişikliğe yanıt olarak RME sonrası dikleştiğini belirtmiştir.

Lima ve ark. (2004), RME sonrası mandibular ark değişikliklerini kısa ve uzun dönemde takip edip değerlendirdikleri çalışmada intermolar ve interkanin genişliklerde kayda değer bir stabilitenin olduğunu tespit etmişlerdir.

2.10.3. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Komşu Fasiyal Yapılara Etkisi

Maksillayı genişletmeye yönelik lateral yönde kuvvet uygulandığında zigomatik süreçler bir miktar direnç gösterir (Lines, 1975; Wertz, 1970) fakat sutur kompleksi, maksillanın genişleyen yapılara adapte olmasına ve yer değiştirmesine izin verir (Bishara & Staley, 1987).

Maksilla, kraniyal ve fasiyal 10 adet kemikle eklem yapar (Şekil 2.1). Sfenoid kemik, ön ve orta kafa kaidesinin midsagittal bölümünü oluşturur ve maksillanın posteriorunda yer alır. Sfenoid kemiğin pterigoid plakları, lateral harekete izin veren midsagittal sutura sahip değildir. Ayrıca palatin kemiklerin piramidal süreçleri ile kenetlenirler. Bu durum, palatin kemiklerin midsagittal düzlemde ayrılmasını büyük ölçüde kısıtlar (Bishara & Staley, 1987). RME'nin etkisiyle palatin kemikler de birbirinden ayrıldığından pterigoid plaklar üzerine uygulanan basınç plakların sınırlı oranda dışa doğru bükülmesine sebep olur. Kafa tabanına yakın kısım daha rijit olduğundan dolayı buradaki direnç daha fazla olmaktadır (Timms, 1980).

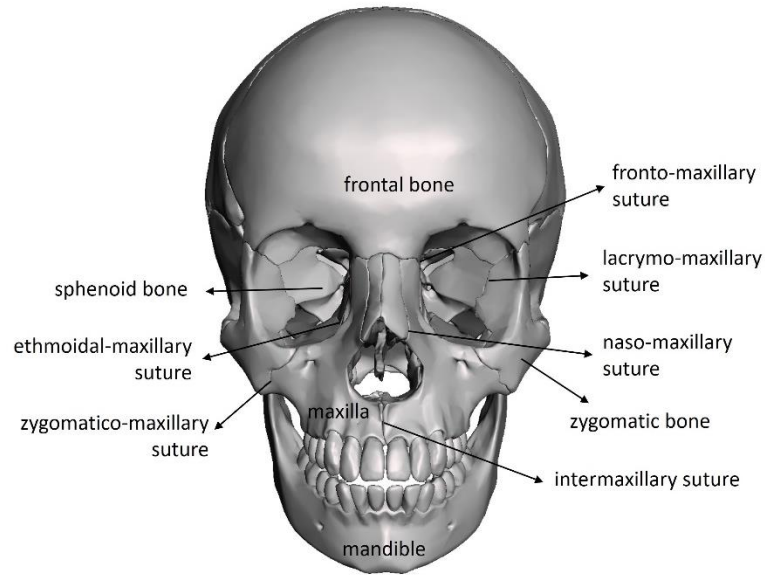
Kudlick (1973), RME'nin in vivo etkisini insan kuru kafatası üzerinde simüle ettiği çalışmada maksilla ile doğrudan eklemleşen tüm kemiklerin -sfenoid kemik hariç- yer değiştirdiğini, maksiller genişlemeye karşı asıl direncin zigomatik ark değil sfenoid kemiğe ait olduğunu ve kranial taban açısının sabit kaldığını belirtmiştir.

Gardner ve Kronman (1971), Rhesus maymunları üzerinde yaptıkları RME çalışmasında kafatasının lambdoid, parietal ve midsagittal suturlarında ciddi bir oryantasyon bozukluğu görüldüğünü, bu suturların bazı noktalarda 1.5 mm'ye kadar ayrıldığını ve tüm deneklerde sfenookspital sinkondroziste açılma olduğunu tespit etmişlerdir.

İşeri ve ark.'nın (1998) yaptıkları FEM çalışmasında, RME'nin yalnızca intermaksiller suturda değil kraniofasiyal yapılarda da yüksek stresler oluşturduğu görülmüştür. En yüksek stres seviyesinin sfenoid kemiğin kafa tabanına yakın pterigoid plaklarında olduğu bunun yanı sıra alt burun boşluğunun yan duvarı, maksillanın kanin ve molarlar bölgesi, zigomatik ve nazal kemiklerde de yüksek stres seviyelerinin olduğu görülmüştür.

Ludwig ve ark. (2013), Hibrit-Hyrax apareyinin klinik etkilerinin yeni bir viskoelastik FEM modelinde simülasyonunu yaptıkları çalışmada, kemik modellemesi için viskoelastik özelliklerin uygulanmasının, simülasyonların doğruluğunu arttırdığı ve böylece gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilebileceği fikrine varmışlardır.

İskelet dokuları, rijiditeleri sebebiyle genişletme kuvvetlerine tepki olarak direnç gösterirler. Bununla birlikte önem arz eden asıl konu iskelet yapılarını çevreleyen yumuşak doku kompleksinin bu kuvvetlere vereceği cevaptır. Kuvvet uygulandıkça kaslar ve bunları saran fasyalar nispeten elastik olduklarından gerilirler fakat bu duruma ne kadar adapte olabildikleri araştırılması gereken bir konudur (Bishara & Staley, 1987; Jafari ve ark., 2003).



Şekil 2.1. Maksillanın suturları

2.11. Hızlı Üst Çene Genişletme Sonrası Relaps ve Pekiştirme

Hızlı üst çene genişletmesi sonrası pekiştirme, nüks açısından önemlidir. Nüks sebepleri olan faktörler hala tam olarak aydınlatılamamış olsa bile internal ve eksternal sebeplere bağlı olabileceği düşünülmektedir. İnternal nedenler arasında dokuların geriye dönme isteği ve kafatasında biriken reaksiyon kuvvetleri sayılabilir. Nüksün eksternal nedenlerine örnek olarak çevre yapılarındaki dengenin bozulması ve iyi bir oklüzyonun olmaması verilebilir (Wagemans ve ark., 1988).

Hicks (1978), genişletme sonrası pekiştirme uygulanmadığında relaps miktarının %45 oranında olduğunu belirtmiş ve relapsın uygulanan retansiyon yöntemiyle de ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Sabit retansiyon uygulanan hastalarda relaps %10-23 oranında görülürken, hareketli aygıtlarla yapılan retansiyonda %22-23 arasında değişmektedir.

Hızlı maksiller ekspansiyon sonrası stabilite, açılan midsagittal suturda yeni kemik oluşumunun sağlanması ile yakından ilgilidir (Zimring & Isaacson, 1965). Maksiller suturların reorganizasyonu ve stabilizasyonu için bazı araştırmacılar retansiyon süresinin 3-6 ay arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir (Bell, 1982; Ekström ve ark., 1977; Haas, 1965).

Arat ve ark.'nın (2003) yaptıkları sintigrafi çalışmasında, üç aylık retansiyonun ardından midpalatal suturdaki kemik aktivitesinin normale döndüğü görülmüştür. Bu sebeple üç aylık retansiyon süresinin kemiğin yeniden organize olması için yeterli olduğu sonucuna varmışlardır.

Maksillanın ortopedik genişlemesi iskeletsel (suturanın açılması), dental (tipping) ve alveolar (bending ve remodeling) değişikliklerin bir sonucudur. Ortodontik apareyler çıkarıldıktan sonra transvers ekspansiyonun dental tipping ve alveolar bending bileşenleri nüksetme eğilimi gösterdiğinden %50 oranında aşırı düzeltim yapılması önerilmektedir (Vanarsdall, 1999).

Bazı araştırmacılar nüks ile ekspansiyon hızının ilişkili olabileceğini düşünmüşlerdir. İşeri ve ark. (2004) yaptıkları FEM çalışmasında, kraniyofasiyal komplekte yüksek kuvvetlerin oluştuğunu ve bu yapıların değişen derecelerde direnç gösterdiğini belirtmişlerdir. Yüz kemiklerinin hızlı bir şekilde yer değiştirmeye zorlanması ve oluşan deformasyon uzun vadede nüks ile sonuçlanacağından sutur açılana kadar hızlı açıldıktan sonra yavaş maksiller genişletme protokolünü önermişlerdir. Böylece nazomaksiller komplekste daha az doku direnci oluşacak ve uyarılan adaptasyon süreci ile birlikte nüks azalacaktır.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışmamızın materyali, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalına tedavi amacıyla başvuran, maksiller transversal yetersizliğe bağlı tek veya çift taraflı çapraz kapanışa sahip 20 hastadan, genişletme öncesinde (T0) ve aktif genişletmenin tamamlanmasının hemen ardından (T1) alınan toplam 40 adet ağız içi dijital model kayıtlarından oluşmaktadır.

Çalışmamızın etik kurallara uygunluğu Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 26.10.2023 tarih ve B.30.2.ATA.0.01.00/856 sayılı kararla oy birliği ile kabul edilmiştir (EK 1-2). Tedavi öncesi hasta ve ebeveynlerine uygulanacak işlemler hakkında gerekli bilgilendirme yapılmış ve bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır (EK-3).

Çalışma grubumuz kronolojik yaş ortalaması 16.15 ± 1.08 olan 14 kız 6 erkek toplam 20 bireyden oluşmaktadır.

Klinik çalışmamıza;

Tek ya da çift taraflı posterior çapraz kapanışa sahip, hızlı üst çene genişletme tedavisi gereken,

Kronolojik yaşları 15 yaş ve üzeri olup pubertal büyüme atılımı sona ermiş olan,

Üst çenesinde diş kaybı ya da konjenital diş eksikliği olmayan,

Vidanın yapılacağı palatinal bölgede konumlanmış gömülü diş olmayan,

Herhangi bir sistemik rahatsızlığı bulunmayan,

Doğumsal veya sonradan kazanılmış bir kraniofasiyal deformiteye sahip olmayan,

Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olan,

Ağız hijyeni iyi olan bireyler dahil edilmiştir.

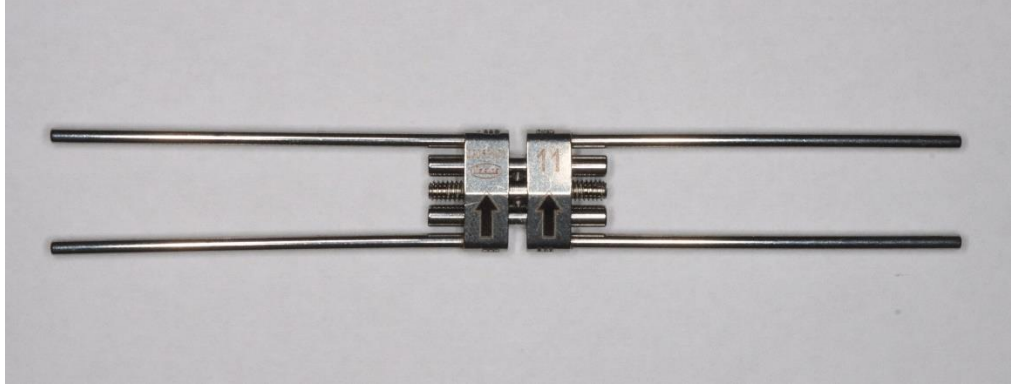
Çalışma kapsamına alınan tüm hastalardan tedavi öncesi ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar, ağız içi dijital model ve röntgen kayıtları alınmıştır.

3.1. Hibrit Genişletme Apareyinin Yapımı ve Uygulanması

Çalışmamızda kullanılan aparey dizaynı, Dr. Gözde Çeken'in (2013) tez çalışmasında uyguladığı hibrit genişletme apareyine aittir. Çalışmamıza dahil edilen hastalarda genişletme vidası olarak Leone (A0620-11, ITALY) firmasının ürettiği 11 mm'lik vidalar kullanılmıştır (Şekil 3.1).

İlk olarak 2 mm çapında ve 9 mm uzunluğundaki mini vidalar (Lomas: Mondeal, Tuttlingen, Germany) maksiller sağ ve sol birinci ve ikinci premolar dişlerin kökleri arasına lokal anestezi altında rehber yuva açılmadan driver aracılığıyla damakla dik açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 3.2-3.3). Sonrasında sağ ve sol birinci molar dişlere uygun bantlar seçilerek aljinat ölçü maddesi ile ölçü alınmış, bantlar ölçü içerisindeki yerlerine tam adapte olacak şekilde transfer edilmiş ve sert alçıdan çalışma modelleri elde edilmiştir.

Ön kolları kesilen RME vidası, çalışma modelinde üst orta hat dikkate alınarak mümkün olduğu kadar damağa yakın ve vida gövdesi oklüzal düzleme paralel olacak şekilde pozisyonlandırılmıştır. Vidanın arka kolları birinci molar dişlerdeki bantlara lehimlenmiş ve genişletme vidası ile ankraj vidalarının üzerini örtecek şekilde akrilik yerleştirilip tesviye ve cila işlemlerinden sonra aparey hazır hale getirilmiştir. Apareyin hasta ağızındaki uyumu kontrol edildikten sonra simantasyon aşamasında bantlar için ışıqla polimerize olan cam iyonomer siman, vida başları ile apareyin akrilik kısmı arasındaki bağlantıyı sağlamak için de kompomer kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Hyrax vidası



Şekil 3.2. Lomas driver



Şekil 3.3. 2x9 mm'lik Lomas vida

Hibrit RME apareyi ile tedavi edilen bir hastanın RME öncesi ve sonrası döneme ait ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları Şekil 3.4 ve 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Hibrit RME apareyi ile tedavi edilen bir hastaya ait RME öncesi ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları



Şekil 3.5. Hibrit RME apareyi ile tedavi edilen bir hastaya ait RME sonrası ağız içi ve ağız dışı fotoğrafları

3.2. Vida Çevirme Protokolü

Apareyin ağza tatbik edilmesinin ardından hastanın ebeveynine genişletme vidasını nasıl çevirmesi gerektiği konusunda eğitim verilmiştir. Vidanın ilk hafta sabah ve akşam iki çeyrek tur çevrilmesi istenmiş, 7.günün sonunda (14. çeyrek tur) okluzal film alınarak sutura palatina mediada açılma olup olmadığı kontrol edilmiştir. Midpalatal sutur açıldıktan sonra apareyin aktivasyonuna sabah ya da akşam bir çeyrek tur olacak şekilde maksiller darlık derecesine göre devam edilmiştir. Vidanın 14 çeyrek tur açılmasından sonra yapılan kontrollerde, suturanın açılmadığı gözlenen 2 hastada; vidanın 5 çeyrek tur daha çevrilmesi, sonra 5-7 gün çevirme yapılmadan beklenmesi istenmiştir. Daha sonra hastalar kontrole çağrılarak okluzal radyografi tekrarlanmış ve suturada açılma gözlenmesini takiben diğer hastalarda olduğu gibi çevirme protokolüne devam edilmiştir. Genişletme işlemine üst 1.molar dişlerin palatinal tüberkülleri alt 1.molar dişlerin bukkal tüberkülleriyle temasa geçinceye kadar devam edilmiştir. İstenen genişletme sağlandıktan sonra aparey çıkarılmış, aynı seans kol uzantısı 1.premolar diş kadar uzanan transpalatal ark apareyi tatbik edilmiştir. Genişletme yapılan bölgede kemik oluşumunun sağlanması için 3 aylık pekiştirme dönemine geçilmiştir.

3.3. Değerlendirmede Kullanılmak Üzere Alınan Kayıtlar

Hibrit RME apareyi ile elde edilen değişiklikleri değerlendirmek amacıyla tüm bireylerden genişletme öncesi (T0) ve aktif genişletmenin tamamlanmasının ardından (T1) ağız içi fotoğraflar ve dijital model kayıtları alınmıştır. Çalışmaya dahil edilecek bireylerin pubertal büyüme atılım dönemini belirlemek için tedavi öncesinde alınan el-bilek filmleri Greulich Pyle atlası referans alınarak değerlendirilmiştir (Greulich & Pyle, 1959). Hasta seçimi yapılırken bireylerin tedavi öncesi pubertal büyüme atılımlarının sona ermiş (MP3 u) olmasına dikkat edilmiştir (Helm ve ark., 1971).

3.3.1. Dijital Modellerin Değerlendirilmesi

Çalışmamıza dahil edilen hastaların Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda bulunan 3Shape Trios (3Shape, Copenhagen, Denmark) cihazı (Şekil 3.6) ile tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) ağız içi taramaları elde edilerek bilgisayar ortamında dijital modeller oluşturulmuştur. 3 Shape TRIOS cihazı, ağız içi tarayıcı ve tarama ile birlikte elde edilen bilgileri işleyip kaydeden bir bilgisayardan oluşmaktadır. Ağız içi tarayıcıyla, istenilen alanın fotoğrafı saniyede yüzlerce kez çekilip sonrasında özel bir program aracılığıyla fotoğraflar bir araya getirilerek üç boyutlu görüntü oluşturulmaktadır.



Şekil 3.6. 3 Shape TRIOS cihazı

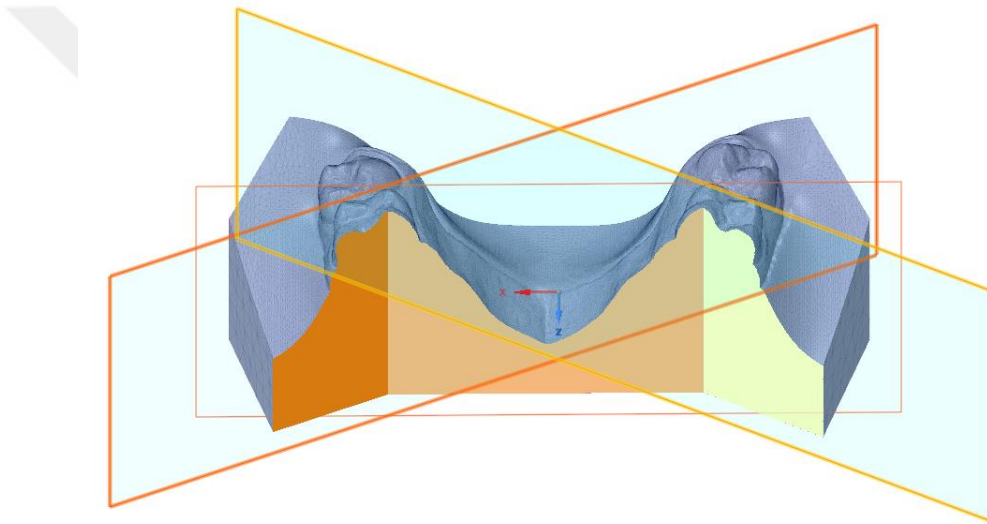
T0 ve T1 dönemlerine ait üç boyutlu dijital modellerin stl (stereolithography) uzantılı dosyaları ANSYS 2023 R2 yazılımının modülü olan SpaceClaim'e aktarılmıştır. İlk olarak üç boyutlu model üzerinde ölçüm yapmak için belirlenen referans noktaları işaretlenmiştir. Sonrasında elde edilen görüntüde transversal ölçümler, ark uzunluğu ve ark perimetresi ölçümleri Şekil 3.10-3.12'de gösterildiği şekilde yapılmıştır.

3D modellerin kesitsel görünümünün elde edilebilmesi için 1. molar dişler üzerinde belirlenen meziobukkal ve meziopalatinal tüberkül tepeleri işaretlenmiştir. Ardından bu noktalardan geçen çizgiler referans alınarak Şekil 3.7'de gösterildiği gibi üç ayrı düzlem tanımlanmıştır. Bu düzlemler kullanılarak üç boyutlu modelin kesit

görüntüsü elde edilmiş, kesit görüntülerine dik olacak şekilde ölçümlerin yapılacağı düzlemler tanımlanmıştır. Bu düzlemler üzerinde Şekil 3.9’da belirtilen noktalar işaretlenerek Şekil 3.14’te yer alan ölçümler yapılmıştır.

Molar rotasyonunu değerlendirmek için 3B çizim aracı kullanılarak model üzerinde referans noktaları işaretlenmiş, bu noktalardan geçen bir doğru ile midsagittal hat arasındaki açı belirlenmiştir.

Overjet ve overbite ölçümleri, 3 Shape TRIOS programı üzerinde yapılmıştır (Şekil 3.15).

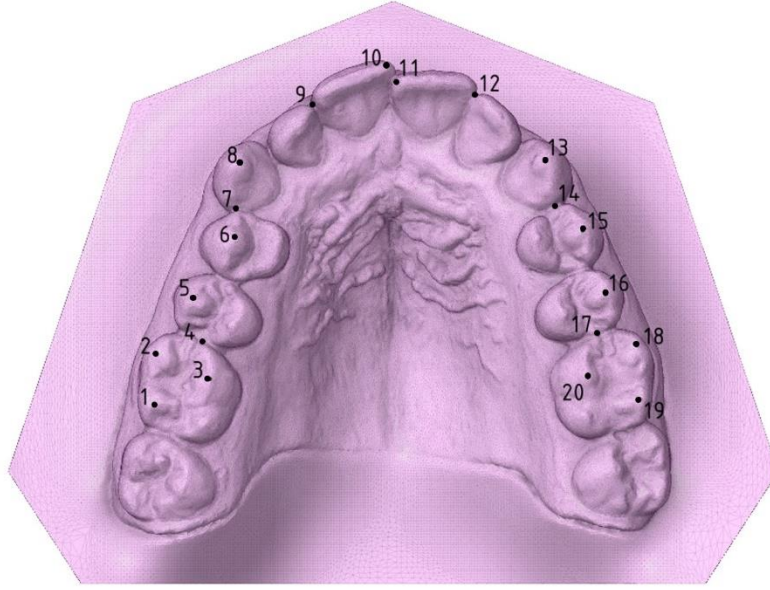


Şekil 3.7. Modellerin 3 farklı düzlemde oluşturulan kesitsel görüntüleri

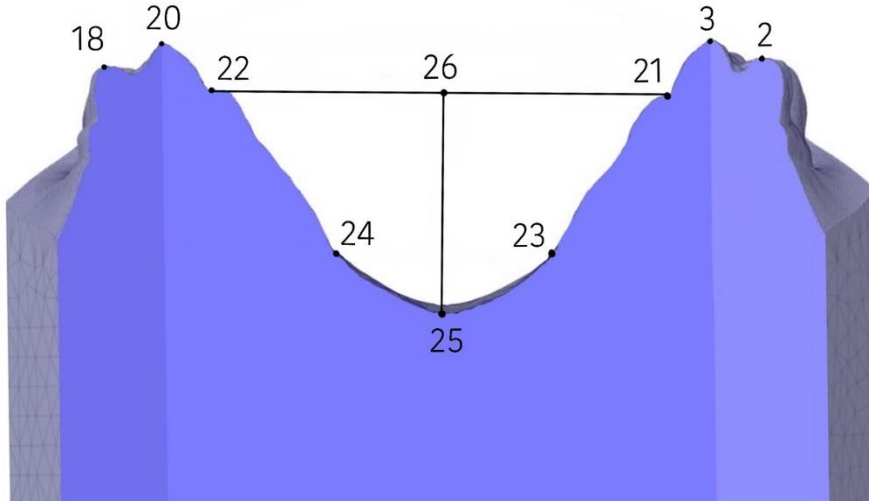
Çalışmamızda kullanılan noktalar ve yapılan ölçümler literatürde yer alan kaynaklardan referans alınmıştır (Adkins ve ark., 1990; Kiliç ve ark., 2008; Kinzinger ve ark., 2009; McNamara ve ark., 2003; Oktay & Kilic, 2007; Oktay & Kiliç, 2009; Oliveira ve ark., 2004; Ülgen, 2015).

3.3.2. Üst Çene Modeli Üzerinde İşaretlenen Referans Noktaları

Üst çene modellerinde işaretlenen referans noktaları Şekil 3.8 ve 3.9’da gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Oklüzal görünümdeki referans noktaları



Şekil 3.9. Kesitsel görünümdeki referans noktaları

Çalışmamızda model değerlendirmesinde 26 nokta kullanılmıştır.

- 1. UR6DB:** Üst sağ 1. molar dişin distobukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.
- 2. UR6MB:** Üst sağ 1. molar dişin meziobukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.
- 3. UR6MP:** Üst sağ 1. molar dişin meziopalatinal tüberkülünün en uç noktasıdır.
- 4. URC56:** Üst sağ 2.premolar diş ile 1.molar dişin temas noktasıdır.
- 5. UR5B:** Üst sağ 2. premolar dişin bukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.
- 6. UR4B:** Üst sağ 1.premolar dişin bukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.

7. **URC34:** Üst sağ köpek dişi ile 1.premolar dişin temas noktasıdır.
8. **UR3:** Üst sağ köpek dişinin kasp tepesinin en uç noktasıdır.
9. **URC12:** Üst sağ santral ve lateral dişin temas noktasıdır.
10. **UR1:** Üst sağ santral dişin mezial kontakt noktasıdır.
11. **UL1:** Üst sol santral dişin mezial kontakt noktasıdır.
12. **ULC12:** Üst sol santal diş ile lateral dişin temas noktasıdır.
13. **UL3:** Üst sol köpek dişinin kusp tepesinin en uç noktasıdır.
14. **ULC34:** Üst sol köpek dişi ile 1.premolar dişin temas noktasıdır.
15. **UL4B:** Üst sol 1. premolar dişin bukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.
16. **UL5B:** Üst sol 2. premolar dişin bukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.
17. **ULC56:** Üst sol 2. premolar diş ile 1.molar dişin temas noktasıdır.
18. **UL6MB:** Üst sol 1. molar dişin meziobukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.
19. **UL6DB:** Üst sol 1. molar dişin distobukkal tüberkülünün en uç noktasıdır.
20. **UL6MP:** Üst sol 1. molar dişin meziopalatinal tüberkülünün en uç noktasıdır.
21. **URAT:** Sağ üst alveolar tipping noktası: Üst sağ 1.molar dişin palatal dişeti ile alveolar proçes arasındaki birleşiminin orta noktasıdır.
22. **ULAT:** Sol üst alveolar tipping noktası: Üst sol 1.molar dişin palatal dişeti ile alveolar proçes arasındaki birleşiminin orta noktasıdır.
23. **LRAT:** Sağ alt alveolar tipping noktası: Damağın sağ tarafındaki alveolar proçes ile palatal shelf arasındaki birleşme eğrisinin orta noktasıdır.
24. **LLAT:** Sol alt alveolar tipping noktası: Damağın sol tarafındaki alveolar proçes ile palatal shelf arasındaki birleşme eğrisinin orta noktasıdır.
25. **PDP:** Palatal rafedeki en derin noktadır.
26. **İP:** Intersection Point: Palatal derinlik ile dentoalveolar genişliğin kesişim noktasıdır.

3.3.3. Model Analizinde Kullanılan Ölçümler

Çalışmamızda 15 adet ölçüm kullanılmıştır (Şekil 3.10-3.13).

Molarlar arası genişlik (UR6MB-UL6MB): Meziobukkal tüberkül tepeleri arasından ölçülen intermolar genişliktir (Şekil 3.10d).

1.premolarlar arası genişlik (UR4B-U4LB): Bukkal tüberküller arasından ölçülen birinci premolar dişler arası genişliktir (Şekil 3.10b).

2.premolarlar arası genişlik (U5RB-U5LB): Bukkal tüberküller arasından ölçülen ikinci premolar dişler arası genişliktir (Şekil 3.10c).

Kaninler arası genişlik (UR3-UL3): Kusp tepeleri arasından ölçülen kanin dişler arası genişliktir (Şekil 3.10a).

Ark uzunluğu: Santral kesici dişlerin mezial temas noktasından ikinci premolar ve birinci molar dişler arasındaki lingual temas noktalarını birleştiren çizgiye dik olan mesafedir (Şekil 3.11).

Ark perimetresi: Sağ 1.molar dişin mezial kontakt noktasını sol 1.molar dişin mezial kontakt noktasına bağlayan beş segmentin toplamıdır (Şekil 3.12).

Dental genişlik: Sağ ve sol 1.molar dişlerin meziopalatinal tüberkül tepeleri arasındaki uzaklıktır.

Dentoalveolar genişlik: Sağ ve sol üst alveolar tipping noktaları arasındaki uzaklıktır.

İskeletsel genişlik: Sağ ve sol alt alveolar tipping noktaları arasındaki uzaklıktır.

Molar tipping açısı: Sağ ve sol 1. molar dişin meziopalatinal tüberkül tepelerini birleştiren doğru ile sağ ve sol 1.molar dişin meziobukkal ve meziopalatinal tüberküllerini birleştiren doğru arasındaki açıdır.

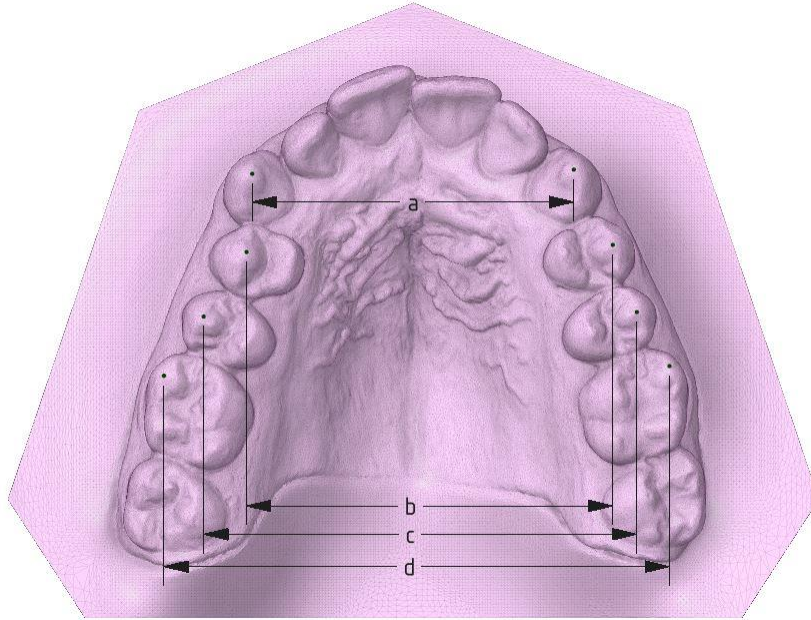
Molar rotasyon açısı: 1.molar dişin meziobukkal ve distobukkal tüberkül tepelerinden geçen doğru ile midsagittal hat arasındaki açıdır (Şekil 3.13).

Alveolar proçes eğimi: Sağ ve sol üst alveolar tipping noktalarını birleştiren doğru ile sağ ve sol alt alveolar tipping noktalarını birleştiren doğruyunun keşişmesiyle oluşan açıdır.

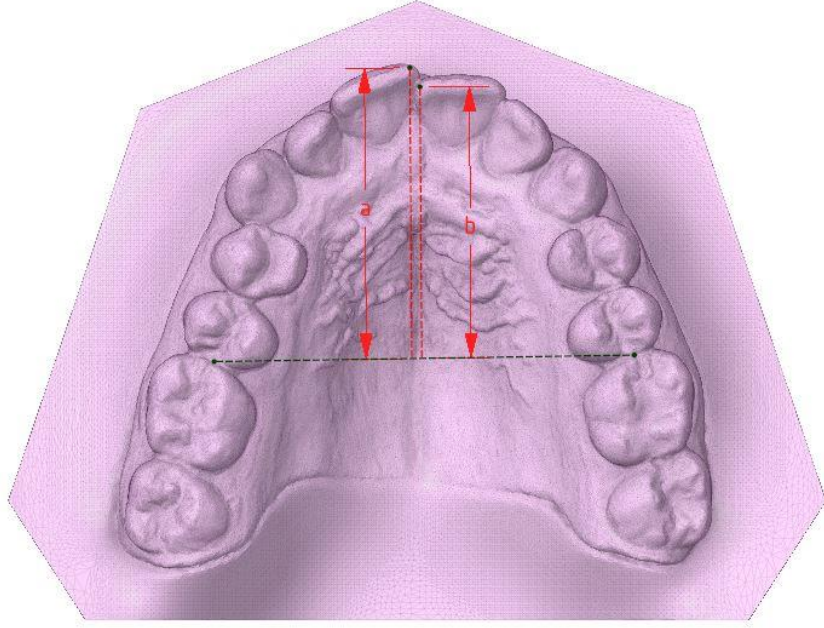
Palatal derinlik: Dentoalveolar genişlik ile damağın en derin noktası arasındaki dik uzaklıktır.

Overjet: Üst orta kesici dişin kesici kenarının alt orta kesici dişin vestiböl yüzeyine oklüzyon düzlemine paralel olarak ölçölen uzaklığıdır (şekil 3.15).

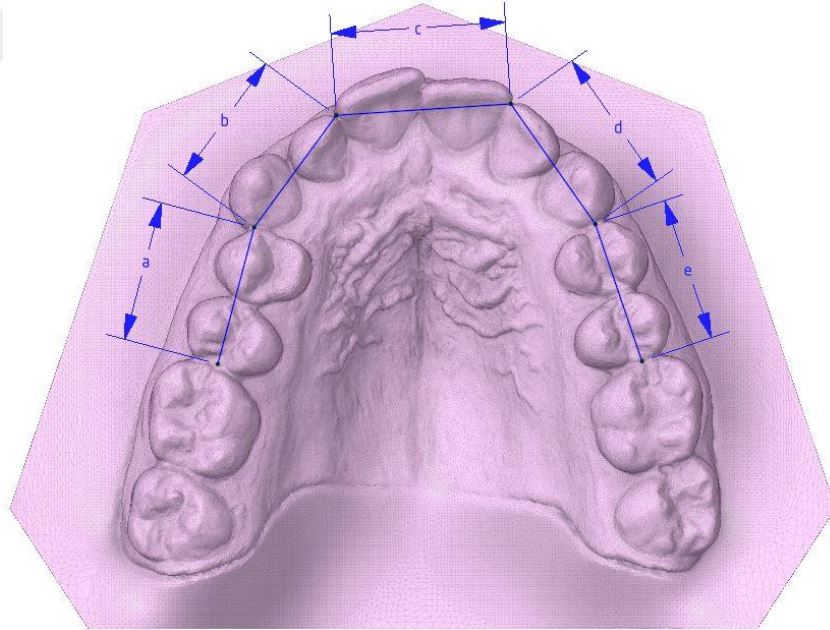
Overbite: Üst ve alt orta kesici dişlerin kesici kenarlarının oklüzyon düzlemine dik olan uzaklığıdır (şekil 3.15).



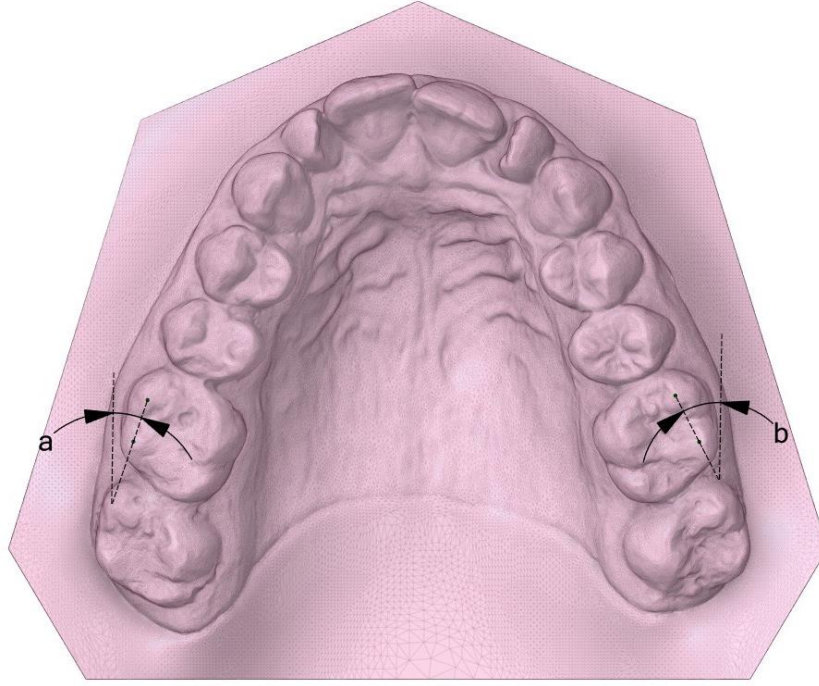
şekil 3.10. Transversal genişlik ölçömleri



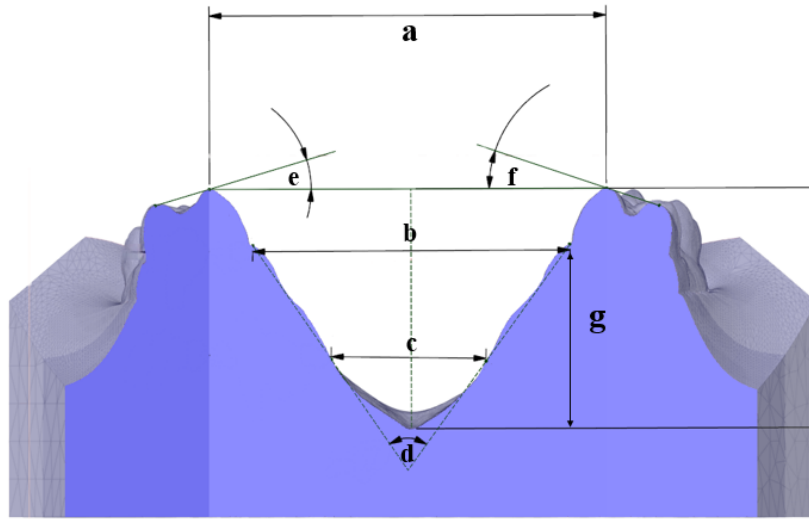
Şekil 3.11. Ark uzunluğu ölçümü



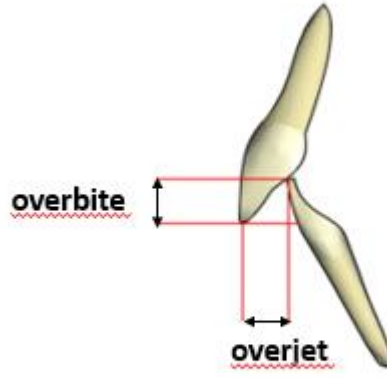
Şekil 3.12. Ark perimetresi ölçümü ($a+b+c+d+e$)



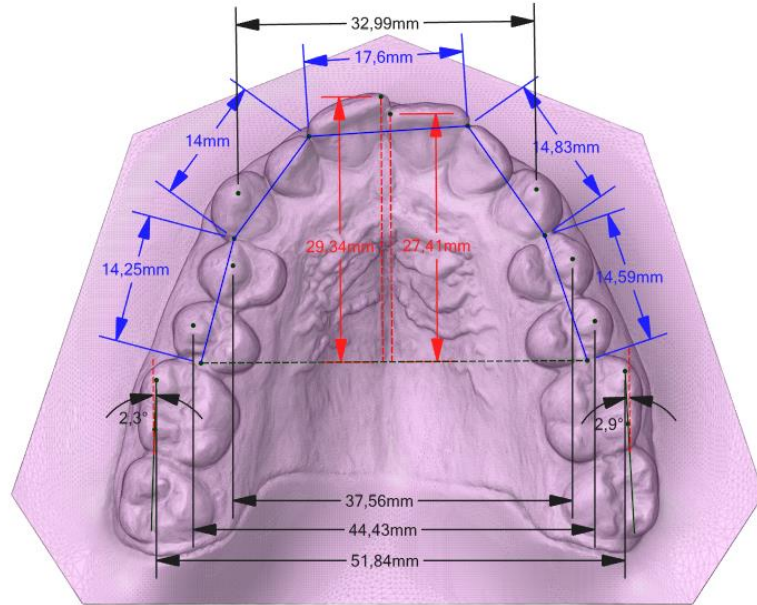
Şekil 3.13. Molar rotasyonu ölçümü



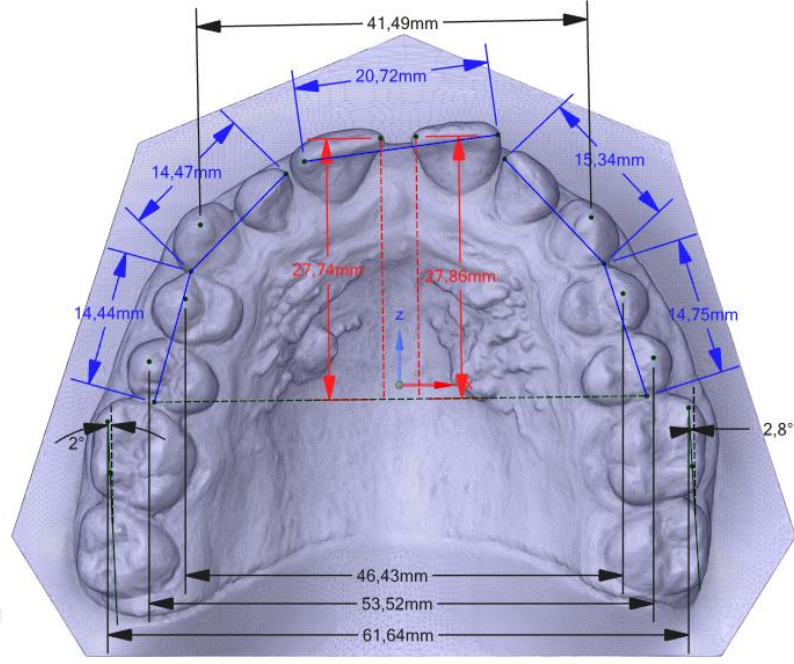
Şekil 3.14. Frontal düzlemde yapılan ölçümler: (a) dental genişleme; (b) dentoalveolar genişleme; (c) iskeletsel genişleme; (d) alveolar proçes eğimi; (e) sol molar tipping açısı; (f) sağ molar tipping açısı; (g) palatal derinlik



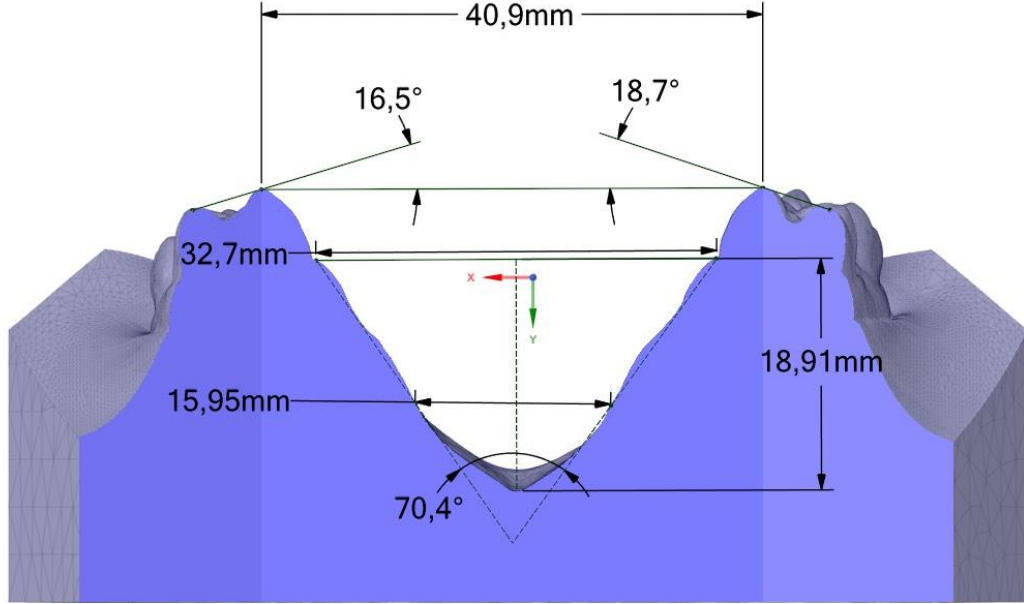
Şekil 3.15. Overjet ve overbite ölçümleri



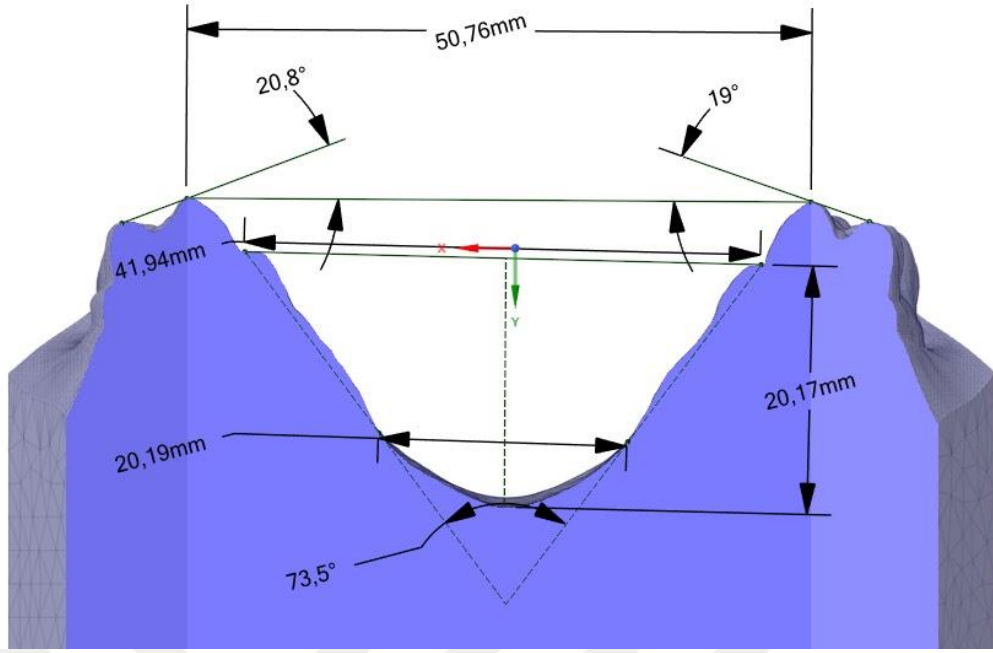
Şekil 3.16. Hibrit RME öncesi hastaya ait okluzal görünümünden elde edilen ölçüm sonuçları



Şekil 3.17. Hibrit RME sonrası hastaya ait okluzal görünümünden elde edilen ölçüm sonuçları



Şekil 3.18. Hibrit RME öncesi hastaya ait frontal düzlemde yapılan ölçüm sonuçları



Şekil 3.19. Hibrit RME sonrası hastaya ait frontal düzlemde yapılan ölçüm sonuçları

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Tüm veriler “SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 22.0” programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ilk olarak hangi testlerin (parametrik/nonparametrik testler) uygulanacağına karar vermek için karşılanması gereken varsayımlar test edilmiştir. Dağılımın normalliğine karar vermek için örneklem sayısına bağlı olarak Shapiro-Wilk testi veya basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca verilere ait basıklık ve çarpıklık değerleri incelenerek değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. İnceleme sonrası verilerin normal dağılım sergilediği tespit edilerek hipotezler parametrik testler ile analiz edilmiştir. Aynı örneklemin ön test ve son testi arasındaki ilişkiyi incelemek için bağımlı örneklem t-testi (Paired sample t-testi) kullanılmıştır. Elde edilen değerlerin anlamlı olup olmadığının yorumlanmasında 0.05 anlamlılık düzeyi ölçüt olarak kullanılmıştır.

3.5. Metod Hatasının Değerlendirilmesi

Metod hatasını belirleyebilmek için çalışmamızın materyalini oluşturan 40 adet dijital modelin arasından rastgele seçilen 20 adet dijital modelde bütün ölçümler aynı yöntem kullanılarak iki hafta sonra tekrar yapılmıştır. Ölçümler arasındaki güvenilirlik katsayısı Houston tarafından önerilen analize göre belirlenmiştir (Houston, 1983).

4. BULGULAR

Çalışmamızda yer alan 20 hastanın hızlı maksiller genişletme öncesi ortalama kronolojik yaş ve vida çevirme sayısına ilişkin tanımlayıcı istatistik bulguları Tablo 4.1 de yer almaktadır.

Tablo 4.1. Çalışmada yer alan bireylerin kronolojik yaşları ile vida çevirme sayılarına ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri

	Ort.	St. Sapma
Kronolojik yaş (yıl)	16.15	1.08
Vida çevirme sayısı	45.45	9.48

Üç boyutlu dijital model üzerinde yapılan ölçümlere ait tekraralama katsayıları Tablo 4.2 de gösterilmiştir. İncelenen tüm ölçümlerin istatistiksel olarak yüksek oranda tekrarlanabilir olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.2. Ölçümlerin tekraralama katsayıları

Boyutsal Ölçümler		Açısal Ölçümler	
Parametre	R ²	Parametre	R ²
UR3-UL3	0.972	Alveolar proçes eğimi	0.947
UR4B-UL4B	0.978	UR6 tipping	0.942
UR5B-UL5B	0.978	UL6 tipping	0.924
UR6MB-UL6MB	0.989	UR6 rot	0.949
Ark perimetresi	0.967	UL6 rot	0.940
Ark uzunluğu	0.944		
Dental genişleme	0.953		
Dentoalveolar genişleme	0.989		
İskeletsel genişleme	0.966		
Palatal derinlik	0.965		
Overjet	0.922		
Overbite	0.923		

4.1. Hibrit Aparey ile Tedavi Döneminde Meydana Gelen Değişimler:

4.1.1. Açısal Ölçümlerde Meydana Gelen Değişimler

Açısal ölçümlere ait tanımlayıcı veriler ve bağımlı örneklem t testi sonuçları Tablo 4.3' te gösterilmiştir.

Genişletme öncesi (T0) ve genişletme sonrası (T1) açısal ölçümler incelendiğinde, alveolar proçes eğimi, UR6 tipping ve UL6 tipping değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu görülmektedir ($p<0.01$).

Alveolar proçes eğimi için ortalama değerler incelendiğinde T0 değerlerinin (57.97 ± 8.78) T1 değerlerine göre (66.44 ± 8.15) daha düşük olduğu bulunmuştur.

Ortalama değerler incelendiğinde genişletme öncesi (T0) UR6 tipping değerlerinin (8.79 ± 6.01) genişletme sonrası (T1) değerlerine göre (14.92 ± 6.08) daha düşük olduğu bulunmuştur. Aynı şekilde T0'daki UL6 tipping değerlerinin (10.26 ± 6.78) de T1 değerlerine göre (16.55 ± 8.57) daha düşük olduğu bulunmuştur.

T0 ve T1 değerleri karşılaştırıldığında UR6 rotasyon ve UL6 rotasyon değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Ortalama değerler incelendiğinde, T0'da ölçülen UR6 rotasyon değerlerinin (21.32 ± 13.01) T1'de yapılan ölçümlere göre (22.07 ± 12.47) ve T0'da ölçülen UL6 rotasyon değerlerinin (18.51 ± 9.37) T1 değerlerine göre (18.82 ± 10.19) farklı olmadığı bulunmuştur.

4.1.2. Boyutsal Ölçümlerde Meydana Gelen Değişimler

Boyutsal ölçümlere ait tanımlayıcı veriler ve bağımlı örneklem t testi sonuçları Tablo 4.4' te gösterilmiştir.

Genişletme öncesi (T0) ve genişletme sonrası (T1) değerleri karşılaştırıldığında, UR3-UR3, UR4B-UL4B, UR5B-UR5B ve UR6MB-UL6MB, ark perimetresi, dental genişleme, dentoalveolar genişleme, iskeletsel genişleme ve overjet değerlerinde

istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülürken ($p<0.01$), overbite değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma meydana gelmiştir ($p<0.01$).

Ortalama değerler incelendiğinde, T0'daki palatal derinlik değerlerinin (22.55 ± 2.16) T1 değerlerine göre (22.78 ± 2.23) ve T0'daki ark uzunluğu değerlerinin (24.97 ± 2.06) T1 değerlerine göre (24.80 ± 2.21) karşılaştırılması yapıldığında, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Genişletme öncesi (T0) ve genişletme sonrası (T1) ortalama değerler karşılaştırıldığında, T0'da ölçülen UR3-UR3 değerlerinin (31.33 ± 3.84), T1'de ölçülen değerlere göre (35.98 ± 4.55) daha düşük olduğu bulunmuştur.

Premolarlar arası genişlik değerlerinin T0 ve T1 zamanına ait ortalama değerleri incelendiğinde, T0'daki UR4-UL4 değerlerinin (34.84 ± 2.93) T1 değerlerine göre (40.47 ± 3.92), T0'daki UR5-UL5 değerlerinin (40.22 ± 3.19) T1 değerlerine göre (46.29 ± 4.18) daha düşük olduğu bulunmuştur.

UR6-UL6 ölçümü için ortalama değerler incelendiğinde, genişletme öncesi (T0) değerlerinin (45.59 ± 3.33), genişletme sonrası (T1) değerlerine göre (53.24 ± 3.41) daha düşük olduğu görülmüştür.

Ortalama değerler incelendiğinde, ark perimetresi ölçümü için T0'daki değerlerin (68.19 ± 4.71), T1 değerlerine göre (72.21 ± 5.39) daha düşük olduğu saptanmıştır.

Ortalama değerler incelendiğinde, T0'daki dental genişleme değerlerinin (35.72 ± 3.36), T1 değerlerine göre (43.71 ± 3.54); T0'daki dentoalveolar genişleme değerlerinin (29.07 ± 2.77), T1 değerlerine göre (36.26 ± 2.92) daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı şekilde, iskeletsel genişleme ölçümü için de T0 değerlerinin (14.00 ± 2.26), T1 değerlerine göre (17.48 ± 2.58) daha düşük olduğu bulunmuştur.

T0'daki overjet değerlerinin (3.51 ± 2.30), T1 değerlerine göre (5.70 ± 1.73) daha düşük olduğu bulunurken; T0'daki overbite değerlerinin (0.03 ± 2.26), T1 değerlerine göre (-1.62 ± 2.84) daha yüksek olduğu bulunmuştur.

.



Tablo 4.3. Hızlı maksiller genişletme öncesi (T0) ve sonrası (T1) yapılan açısal ölçümlere ait tanımlayıcı veriler

Açısal ölçümler	T ₀			T ₁			Fark	t:p
	Ort ± Std. Sapma	Minimum	Maksimum	Ort ± Std. Sapma	Minimum	Maksimum		
Alveolar proçes eğimi	57.97±8.78	44.70	71.30	66.44±8.15	53.40	80.20	8.47 ±3.90	t:-9.71;p<0.01**
UR6 tipping	8.79±6.01	0.21	19.40	14.92±6.08	4.50	22.70	6.13±3.61	t:-7.61;p<0.01**
UL6 tipping	10.26±6.78	0.33	25.40	16.55±8.57	4.60	36.60	6.29±5.15	t:-5.46;p<0.01**
UR6 rot	21.32±13.01	2.30	58.90	22.07±12.47	2.00	53.10	0.75±4.20	t:-0.80;p:0.44
UL6 rot	18.51±9.37	2.90	38.50	18.82±10.19	2.80	42.80	0.31±4.71	t:-0.29;p:0.77

t:Bağımlı örneklem t test

Tablo 4.4. Hızlı maksiller genişletme öncesi (T0) ve sonrası (T1) yapılan boyutsal ölçümlere ait tanımlayıcı veriler

Boyutsal ölçümler	T ₀			T ₁			Fark	t:p
	Ort ± Std. Sapma	Minimum	Maksimum	Ort ± Std. Sapma	Minimum	Maksimum		
UR3-UL3	31.33±3.84	24.77	39.37	35.98±4.55	28.30	41.94	4.66±2.44	t:-8.55;p<0.01**
UR4B-UL4B	34.84±2.93	28.17	39.53	40.47±3.92	34.29	48.42	5.63±2.71	t:-9.28;p<0.01**
UR5B-UL5B	40.22±3.19	35.69	46.03	46.29±4.18	40.06	55.17	6.07±2.44	t:-11.15;p<0.01**
UR6MB-UL6MB	45.59±3.33	40.85	51.84	53.24±3.41	48.50	61.64	7.65±2.13	t:-16.04;p<0.01**
Ark Perimetresi	68.19±4.71	57.03	75.27	72.21±5.39	60.61	81.86	4.02±1.74	t:-10.34;p<0.01**
Ark Uzunluğu	24.97±2.06	21.13	28.74	24.80±2.21	19.93	28.79	-0.17±0.54	t:1.38;p:0.18
Dental Genişleme	35.72±3.36	30.80	40.90	43.71±3.54	38.26	50.76	7.99±2.14	t:-16.72;p<0.01**
Dentoalveolar Genişleme	29.07±2.77	23.62	33.69	36.26±2.92	29.97	41.94	7.19±2.33	t:-13.79;p<0.01**
İskeletsel Genişleme	14.00±2.26	9.00	19.47	17.48±2.58	9.24	21.28	3.48±2.20	t:-7.06;p<0.01**
Palatal Derinlik	22.55±2.16	18.44	26.14	22.78±2.23	18.39	25.88	0.23±0.55	t:-1.89;p:0.07
Overjet	3.51±2.30	0.55	8.97	5.70±1.73	2.23	9.08	2.20±1.45	t:-6.78;p<0.01**
Overbite	0.03±2.26	-5.86	4.48	-1.62±2.84	-8.10	5.58	-1.65±1.52	t:4.86;p<0.01**

t:Bağımlı örneklem t test

5. TARTIŞMA

Maksillanın transversal yetersizliği, kraniyofasiyal bölgede görülen en yaygın iskeletsel problemlerden biridir (McNamara, 2000). Maksiller transversal darlık dental, iskeletsel ya da bunların kombinasyonu şeklinde ortaya çıkabilir (Bishara & Staley, 1987). Maksiller segmentlerin vida içeren sabit bir aparey yardımıyla ayrılması fikri ilk olarak Angell tarafından ortaya atılmıştır ancak o dönemde iddia ettiği iskeletsel etkileri radyografik olarak destekleyemediği için yöntem reddedilmiştir (Timms, 1999). 1908 yılında Landsberger, RME'nin iskeletsel etkilerini okluzal film üzerinde ilk kez göstermiştir (Spahl ve Witzig, 1987). Yöntem, belli bir süre durgunluk dönemi yaşadıktan sonra Haas (1961,1965,1970) tarafından tekrar popüler hale getirilerek çocuk ve adölesanlarda RME kullanımı yaygın hale gelmiştir (Handelman, 2011; Kurt ve ark., 2010; Suri & Taneja, 2008).

Hızlı maksiller genişletme; tek ya da çift taraflı çapraz kapanışı olan hastalarda, posterior çapraz kapanışı olan veya olmayan iskeletsel Sınıf II bölüm 1 vakalarında, maksiller darlığın eşlik ettiği iskeletsel veya iskeletsel olmayan Sınıf III ve psödo Sınıf III vakalarda, kollabe maksillaya sahip dudak-damak yarıklı hastalar ve orta derecede çapraşıklık vakalarında yer elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Bishara & Staley, 1987).

Geleneksel diş destekli genişletme aygıtlarının, çocuk ve adölesanlarda başarılı olduğu bilinmektedir (Türker ve ark., 2022). Yaşla birlikte artan iskelet direnci (Isaacson & Ingram, 1964; Isaacson & Murphy, 1964; Timms, 1980) RME'nin başarı oranını azaltmaktadır (Akbulut ve ark., 2020; Wertz, 1970). Krebs (1964), metalik işaretleyiciler kullanarak yaptığı çalışmasında ilerleyen yaşla birlikte suturun açılması için daha fazla kuvvet uygulanmasının gerektiğini, oluşan etkinin iskeletsel etkiden ziyade dental olduğunu ve daha fazla dental tipping meydana geldiğini belirtmiştir. Çocuklarda eşit

oranda iskeletsel ve dental etki görülürken, adölesanlarda %65 dental ve %35 iskeletsel etki olduğu kaydedilmiştir. Bishara ve Staley'e (1987) göre genişletme için en uygun yaş aralığı 13-15 yaş öncesidir.

Özellikle geç adölesan ve genç erişkin hastalarda yöntem seçimi zordur çünkü literatürde güvenli maksiller genişletme için yaş konusunda fikir birliği yoktur (Acar ve ark., 2015; Grünheid ve ark., 2017; Jimenez-Valdivia ve ark., 2019). Maksillanın transvers büyümesi belirgin bir şekilde yavaşlama dönemine girdiğinde (kadınlarda 15, erkeklerde 16 yaş) ekspansiyon başarısız sayılmaktadır çünkü bu dönemde iskeletsel etki ya çok az görülür ya da hiç görülmez (Vanarsdall, 1999). Geç adölesan ve genç erişkin dönemde geleneksel ekspansiyon apareylerinin uygulanabilirliğinin genellikle şüpheli olduğu bildirilmiştir (McNamara & Brudon, 1993).

Hem Haas (1970) hem de Wertz ve Dreskin (1977) yetişkin hastalarda maksiller ekspansiyon yapıldığını bildirmişlerdir. Capellozza ve ark. (1996), Haas apareyi ile yetişkin hastalarda yaptıkları çalışmada vakaların %81.5'inde median diastema oluştuğunu görmüşlerdir. Literatürde yetişkin hastalarda cerrahi desteği olmadan ekspansiyon elde edilen başka çalışmalar da mevcuttur (Alpern & Yurosko, 1987; Handelman ve ark., 2000; Işeri & Özsoy, 2004; Malkoç ve ark., 2012).

Birçok araştırmacı ortopedik maksiller ekspansiyon ile SARME arasında seçim yaparken hastanın yaşına göre karar vermektedir. Ancak hasta yaşı konusunda literatürde çelişkili öneriler bulunmaktadır. Mommaerts (1999), 14 yaşından itibaren kortikotomi destekli genişletmenin gerekli olduğunu belirtirken; Epker ve Wolford, 16 yaşın üzerindeki hastalarda cerrahi destekli maksiller genişletmeyi önermişlerdir (Suri & Taneja, 2008). Timms ve Vero (1981) ise 25 yaşın altında maksillayı serbestleştirmek için yapılan cerrahi müdahalelerin gereksiz olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak kabul edilen görüş, büyüme atılım potansiyeli sona ermiş hastalarda geleneksel maksiller

genişletmenin artık mümkün olmadığı ve bunun yerine cerrahi destekli hızlı maksiller genişletmenin yapılması gerektiği yönündedir. SARME'nin yüksek maliyet ve hospitalizasyon gerektirmesi, ameliyat sonrası ağrı, yüzde şişlik, sinüs enfeksiyonu gibi önemli morbidite ile ilişkili olması dezavantajları arasında sayılmaktadır. Birçok hastanın bu risk ve maliyetleri göze almaması araştırmacıları alternatif olarak cerrahi desteği olmayan RME'nin uygulanabilirliğini yeniden incelemeye yöneltilmiştir (Handelman, 2011; Handelman ve ark., 2000).

Literatürde, hızlı üst çene genişletmesinde kullanılan diş destekli (Biederman, 1968), diş-doku destekli (Haas, 1961; Işeri & Ozsoy, 2004), diş-kemik destekli (Garib ve ark., 2008; Ludwig ve ark., 2008; Ludwig ve ark., 2010; Wilmes ve ark., 2010) ve kemik destekli (Gerlach & Zahl, 2003; Mommaerts, 1999; Ramieri ve ark., 2005) apareyler bulunmaktadır.

İskeletsel maturasyona sahip hastalarda geleneksel diş destekli RME uygulaması posterior dişlerin bukkal tippingi (Alpern & Yurosko, 1987; Bell & Epker, 1976; Vanarsdall, 1999), kök rezorbsiyonu (Alpern & Yurosko, 1987) ve periodontal membranda kompresyon (Shetty ve ark., 1994), ağrı, palatal dokuda basınç nekrozu, kontrolsüz nüks (Vanarsdall, 1999) ve midpalatal suturun açılmaması gibi istenmeyen yan etkilerle sonuçlanabilmektedir (Suri & Taneja, 2008).

İskeletsel ankraj ünitelerinin aparey dizaynına dahil edilmeleriyle, geleneksel hızlı üst çene genişletme apareylerinin destek dişler üzerindeki istenmeyen etkilerinin azaltılıp iskeletsel genişlemenin artırılması amaçlanmaktadır (Lee ve ark., 2010; Ludwig ve ark., 2010). Geçici ankraj ünitelerine; endosseöz implantlar, onplantlar, miniplaklar ve mini vidalar örnek olarak verilebilir. Bunların birbirlerine göre birtakım üstünlükleri bulunmakla birlikte çalışmamızda mini vidaları tercih etme sebeplerimiz arasında; daha kk boyutta olmaları, osseointegrasyon gerektirmemeleri, çıkarılma işlemlerinin kolay

olması, daha fazla uygulama bölgesine ve daha düşük maliyete sahip olmaları sayılabilir (Liou ve ark., 2004).

Melsen'e (1975) göre midpalatal suturadaki transvers yön büyümesi kızlarda 16, erkeklerde 18 yaşına kadar devam etmektedir. Person ve Thilander (1977), juvenil dönemde palatal suturda obliterasyon görülse bile üçüncü dekadadan önce nadiren ossifikasyonun olduğunu belirtmişlerdir. 27, 54 ve 71 yaşlarındaki hastalarda yapılan çalışmalarda suturda füzyon belirtisi olmadığına dair kanıtlar da mevcuttur (Knaup ve ark., 2004; Heike Korbmacher ve ark., 2007; Persson & Thilander, 1977). Bu nedenle kronolojik yaş, MPS'nin gelişimsel durumunu değerlendirmek için güvenilir bir parametre değildir (Gueutier ve ark., 2016; Jimenez-Valdivia ve ark., 2019; Heike Korbmacher ve ark., 2007).

Jimenez-Valdivia ve ark. (2019), yaptıkları CBCT çalışmasında geç adölesan ve genç erişkinlerde sanılanın aksine daha fazla oranda midpalatal suturun açık olduğunu tespit etmişlerdir. 10-15 yaş arası bireylerde %70.8 olan bu oran, 16-20 ve 21-25 yaş arası bireylerde sırasıyla %21.2 ve %17 olarak bulunmuştur. Cinsiyet farkının da değerlendirildiği bu çalışmada erkeklerin kadınlara nazaran daha fazla açık midpalatal sutura sahip oldukları görülmüştür.

Tüm bu bilgilerin ışığında çalışmamızda, geleneksel diş destekli genişletme apareylerinin sahip olduğu dezavantajları elimine etmek ve yaş ortalaması 16.15 ± 1.08 olan geç adölesan dönemdeki bireylerde midpalatal sutur açılımını sağlamak amacıyla diş-kemik destekli hibrit bir aparey tercih edilmiştir.

Gracco ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada mini vidaların yerleşim bölgesi için palatinal bölgedeki en güvenli alanın premolarlar arası bölge olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma ile uyumlu olarak çalışmamızda da mini vida yerleşim yeri olarak premolarlar arası bölge seçilmiştir. Çalışmamıza dahil edilen tüm hastalarda mini vida kaybı olmadan

arzu edilen genişleme elde edilmiş ve okluzal radyografi ile midpalatal suturda ayrılma gözlenmiştir.

Çalışmamız, geç adölesan dönemdeki bireylere uygulanan diş-kemik destekli (hibrit) genişletme apareylerinin dijital modeller kullanılarak posterior dentoalveolar yapılar ve ark perimetresine olan etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır.

RME'nin etkilerinin değerlendirildiği birden fazla çalışmada, cinsiyet farklılıklarının anlamlı olmadığı görülmüştür (Bazargani ve ark., 2023; Lagravère ve ark., 2010; Wertz, 1970). Bu sebeple çalışma grubumuz oluşturulurken kız ve erkek bireyler tek bir grup halinde birleştirilmiştir.

Literatürde vida çevirme protokölüne dair farklı uygulamalar mevcuttur. Bazı araştırmacılar sabah ve akşam günde iki çeyrek tur olacak şekilde yapılan aktivasyonu önerirken (Bicakci ve ark., 2005; Haas, 1970; Memikoglu & Işeri, 1999; Timms, 1980; Wertz, 1970) ; sutur açılana kadar günde 2 çeyrek tur, açıldıktan sonra günde 1 çeyrek tur şeklinde çevirme protokolünün uygun olduğunu belirten araştırmacılar (Basciftci & Karaman, 2002) da vardır. Bazı araştırmacılar ilk gün günde 4 çeyrek tur, sonraki günlerde 1 çeyrek tur çevirmeyi önerirken (Tecco ve ark., 2005) bazı araştırmacılar ise sutur açılana kadar günde 3 çeyrek tur, açıldıktan sonra 2 çeyrek tur çevirme protokolü önermektedirler (Ceylan ve ark., 1996; Taşpınar ve ark., 2003).

Zimring ve Isaacson (1965), büyümekte olan hastalar için ilk 4-5 gün boyunca günde iki çeyrek tur, diğer günlerde bir çeyrek tur çevirme protokolünü uygulamışlardır. Büyümesi sonlanan hastalar için ise ilk 2 gün günde iki çeyrek tur, 5-7.güne kadar günde bir çeyrek tur sonrasında da 2 günde bir çeyrek tur çevirme protokolünü önermişlerdir.

Çalışmamızda uyguladığımız çevirme protokolü ilk bir hafta yani sutur açılıncaya kadar sabah ve akşam olmak üzere günde 2 çeyrek tur, sutur açıldıktan sonra günde 1 çeyrek tur olacak şekilde yapılmıştır.

Literatürde aktif genişletmenin tamamlanmasının ardından uygulanan farklı pekiştirme protokolleri bulunmaktadır. Stabilizasyon için 3 aylık sabit retansiyon süresinin uygun olduğunu belirten araştırmacılar olduğu gibi (Arat ve ark., 2003; Derichsweiler, 1953; Haas, 1961; Thorne & Hugo, 1956), sürenin 3-6 ay arasında olması gerektiğini (Bell, 1982; Hicks, 1978; Işeri & Ozsoy, 2004) belirten araştırmacılar da vardır. Çalışmamızda ekspansiyon sonrası 1.premolar dişlere kadar uzanan kolların eklendiği transpalatal ark ile 3 aylık retansiyon süresi uygulanmıştır.

Dental çalışma modelleri, hem maloklüzyonları sınıflandırmak hem de tedavi planını oluşturmak için kullanılan Amerikan Ortodontistler Birliği (AAO) tarafından kabul edilen temel ortodontik kayıtlardan biridir (Peluso ve ark., 2004). Teşhis ve tedavi planlamasında altın standart olan alçı modeller; kırılma, zamanla aşınmaya bağlı ölçümlerdeki doğruluk payının azalması, fiziksel depolama alanı gerektirmesi, taşınabilirlik ve aktarılabilirliğinin zor olması gibi birtakım sınırlamalara sahiptir (Fleming ve ark., 2011; Peluso ve ark., 2004). Bu sınırlamaların üstesinden gelebilmek için gelişen teknolojiyle birlikte dijital ortodontik modeller tanıtılmıştır (Rossini ve ark., 2016).

Dijital kayıtlar; ağız içi tarama cihazları ile direkt veya hastadan ölçü alınarak oluşturulan alçı modellerin dijitalle dönüştürülmesi ile indirekt metodla elde edilebilir (Grünheid ve ark., 2014). Çalışmamızın materyali direkt yöntem ile elde edilen dijital model kayıtlarından oluşmaktadır.

Literatüre bakıldığında yapılan birçok çalışma altın standart olan alçı modeller kadar dijital modellerin de doğruluk, güvenilirlik (Alcan ve ark., 2009; Garino & Garino, 2002), tekrarlanabilirlik (Sousa ve ark., 2012) açısından yeterli olduğunu ve tanı ve tedavi planlaması için kullanılabileceğini (Rheude ve ark., 2005) göstermektedir (Grünheid ve ark., 2014; Rossini ve ark., 2016).

Horton ve ark. (2010), dijital modellerdeki ölçüm tekniklerini alçı modellerle kıyasladıkları bir çalışmada, oklüzal ölçüm tekniğinin doğruluk, tekrarlanabilirlik ve ölçüm hızı olarak daha başarılı olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmamızda kaninler, premolarlar ve molarlar arası genişlikler, ark uzunluğu, ark perimetresi ve molar rotasyonu ile ilgili ölçümler oklüzal ölçüm tekniği ile yapılmıştır.

Zilberman ve ark. (2003), alçı ve dijital modeller üzerinde yapılan ölçümleri kıyasladıkları çalışmada, dişlerin meziodistal boyutları ile kaninler ve molarlar arası genişlik ölçümleri için en iyi sonucu dijital kumpasların verdiği fakat dijital ölçümlerin de kabul edilebilir düzeyde olduğu sonucuna varmışlardır.

Sousa ve ark. (2012), alçı ve dijital modellerdeki ark uzunluğu ve ark genişliğini kıyasladıkları çalışmada, her iki model arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlar ve bu parametreler için dijital ölçümlerin doğru ve tekrarlanabilir olduğu sonucuna varmışlardır.

Gracco ve ark. (2007), dijital ve alçı modeller üzerinde yapılan ölçümlerin doğruluğunu karşılaştırdıkları ve her iki ölçüm için gereken süreyi değerlendirdikleri çalışmada dijital modellerin alçı modellere göre güvenilir bir alternatif olmalarının yanı sıra ölçüm süresini azaltma avantajına da sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda tüm bu araştırmalardan yola çıkarak doğruluk, güvenilirlik ve tekrarlanabilirliğini kanıtlamış, ölçüm süresi alçı modellere kıyasla daha az olan dijital modeller üzerinde ölçümler yapılmıştır.

Literatürde hızlı üst çene genişletmesi sonrası elde edilen dentoalveolar değişiklikleri üç boyutlu dijital model kayıtları ile inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Alves ve ark., 2020; Bistaffa ve ark., 2022; Kurt ve ark., 2017; Laudemann ve ark., 2010; Oliveira ve ark., 2004; Siqueira ve ark., 2015).

Çalışmamızda, posterior dentoalveolar yapılar ve ark perimetresindeki meydana gelen değişimleri belirlemek için kullandığımız ölçümler literatürde yer alan birçok ölçüm yöntemi ile benzerdir. Kaninler arası mesafe (Garib ve ark., 2021; Memikoglu & Işeri, 1999; Ramoglu & Sari, 2010; Sandikçioğlu & Hazar, 1997; Türker ve ark., 2022), premolarlar arası mesafe (Garib ve ark., 2021; Türker ve ark., 2022), molarlar arası mesafe (Garib ve ark., 2021; Memikoglu & Işeri, 1999; Türker ve ark., 2022) ve ark perimetresi (Adkins ve ark., 1990; Moussa ve ark., 1995) önceki çalışmalar referans alınarak ölçülmüştür.

Literatüre bakıldığında ark uzunluğu için farklı ölçüm yöntemleri (Adkins ve ark., 1990; McNamara ve ark., 2003; Moussa ve ark., 1995) bulunmakla birlikte çalışmamızda Mc Namara ve ark.'nın (2003) çalışmasındaki yöntem referans alınmış fakat RME sonrası santral kesici dişler arasındaki diastema oluşumuna bağlı olarak temas noktası kaybedildiğinden her iki santral kesici diş için mezial kontakt noktasından hesaplanan ark uzunluğunun ortalaması alınarak ölçüm modifiye edilmiştir.

Molar dişlerin rotasyonunu değerlendirmek için literatürde çeşitli açısal ve doğrusal ölçümler kullanılmıştır (Kinzing ve ark., 2009; Lima ve ark., 2015; Toroglu ve ark., 2002). Çalışmamızda, meziobukkal ve distubukkal tüberkül tepelerini birleştiren doğru ile midsagittal hat arasında oluşan açı tercih edilmiştir (Kinzing ve ark., 2009).

Çalışmamızda hibrit RME'nin dental, dentoalveolar ve iskeletsel etkilerini değerlendirdiğimiz ölçümler literatürde yer alan çalışmalardan referans alınmıştır (Alves ve ark., 2020; Bistaffa ve ark., 2022; Ciambotti ve ark., 2001; Handelman ve ark., 2000; Kiliç ve ark., 2008; Kurt ve ark., 2017; Oktay & Kilic, 2009; Oktay & Kiliç, 2007; Oliveira ve ark., 2004).

Dijital modeller üzerinde kesitler oluşturulurken Oktay ve ark.'nın (2007) yaptıkları çalışma referans alınmıştır. Alçı modeller üzerinde yapılan bu çalışmada molar

dişlerdeki tippingi değerlendirmek için literatüre kazandırılan yöntem 3D modellere uygulanmış ve ölçümler bu doğrultuda yapılmıştır (Oktay & Kiliç, 2007).

Çalışmamızın transversal ölçüm bulguları incelediğinde kaninler, premolarlar ve molarlar arası genişlikte istatistiksel olarak anlamlı artışlar olduğu bulunmuştur. Farklı aparey dizaynına sahip birçok çalışmada genişletme sonrası dental arkta V şeklinde genişlik artışı olduğu görülmüştür. Handelman ve ark.'nın (2000) yaptıkları çalışmada RME sonrası yetişkin grupta 2.premolar ve 1.molarlar arası genişlik artışları sırasıyla 5.5 ± 2.4 mm ve 4.6 ± 2.8 mm olarak bulunmuştur. Bassarelli ve ark. (2005), yetişkin hastalarda cerrahi desteği olmadan maksiller genişletme yaptıkları çalışmanın sonucunda genişlemenin en fazla 1.premolar dişler en az ise 1. molar dişler seviyesinde olduğunu bulmuşlardır. Wilmes ve ark.'nın (2010) yaptıkları çalışmada Hibrit-Hyrax apareyi ile 1.premolar dişler arası genişleme miktarı ortalama 6.3 ± 2.9 mm, 1.molar dişler arası genişleme miktarı 5.0 ± 1.5 mm olarak bulunmuştur.

Bulgularımız ile uyumlu olarak literatürde yer alan bazı çalışmalarda ise yukarıda belirtilen çalışmaların aksine RME sonrası dental arkın ters V şeklinde genişleme gösterdiği belirtilmiştir (Adkins ve ark., 1990; Davidovitch ve ark., 2005; Davis & Kronman, 1969; Lamparski ve ark., 2003). Benzer şekilde, Çeken (2013), yaptığı tez çalışmasında hibrit RME uygulanan grupta kaninler, 1.premolarlar, 2.premolarlar ve molarlar arası genişlik artışını sırasıyla 3.91, 5.83, 6.01 ve 6.61 mm olarak bulmuştur. Çalışmamızda, transversal genişlik artışının molar bölgede en fazla olacak şekilde ortalama 7.65 ± 2.13 mm olduğu, anteriora doğru gidildikçe azalarak kaninler bölgesinde 4.66 ± 2.44 mm olduğu görülmüştür.

An ve ark. (2021), diş destekli ve diş-kemik destekli (hibrit) genişletme apareylerinin etkilerini kıyasladıkları çalışmada, hibrit RME grubunda, diş destekli gruba göre daha fazla iskeletsel etki ve paralel genişleme elde edildiğini bulmuşlardır (T-RME:

1.35±1.41 mm: H-RME: 2.79±1.59 mm). Molarlar arası genişlik artışı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ve her iki grupta da yaklaşık 5.5 mm artış olduğu görülmüştür.

Garib ve ark. (2021), büyüme çağındaki hastalarda Hyrax ve hibrit genişletme apareylerini kıyasladıkları CBCT çalışmasında, iskeletsel maksiller genişlik ve bukkal alveolar kret genişliğinde hibrit grubunda anlamlı derecede daha fazla artış olduğunu bulmuşlardır. Yapılan ölçümlerde iskeletsel maksiller genişlik, Hyrax ve hibrit grubunda sırasıyla 0.99±0.84 mm ve 1.82±1.47 mm olarak rapor edilmiştir.

Lagravere ve ark. (2010), adölesanlarda diş destekli ve kemik destekli RME apareylerini kıyasladıkları CBCT çalışmasında her iki grupta da dental genişlemenin iskeletsel genişlemeden daha fazla olduğunu bulmuşlardır.

Garib ve ark. (2005), Haas ve Hyrax apareylerinin etkinliklerini kıyasladıkları CBCT çalışmasında her iki grupta da benzer ortopedik etkilerin görüldüğünü (Haas: 2.6 mm ve Hyrax: 2.7 mm) ve dental genişlemenin iskeletsel genişlemeden daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Burun tabanına teğet olan maksiller genişlik seviyesindeki artışın, vida aktivasyon miktarının yaklaşık %35-50'sine karşılık geldiğini belirtmişlerdir.

Ghoneima ve ark. (2010) yaptıkları CBCT çalışmasında, hızlı maksiller genişletme sonrası dentoalveolar genişlik artışını (4.5 ± 3.5 mm) iskeletsel genişlik artışından (1.7 ± 0.9 mm) daha fazla olarak bulmuşlardır. Ayrıca molar dişlerin kronlarında apekslerinden daha büyük transvers değişikliklerin meydana geldiğini rapor etmişlerdir (İntermolar kron genişliği: 6.3 ± 2.1 mm: İntermolar apikal genişlik: 2.7 ± 1.9 mm).

Park ve ark. (2017), ortalama yaşları 20.1 olan genç yetişkinlerde diş-kemik destekli (hibrit) aparey ile yaptıkları CBCT çalışmasında, hızlı maksiller ekspansiyona

transvers boyutlardaki maksiller cevabı incelemişlerdir. Dental, dentoalveolar, maksiller bazal kemik ve zigomatik ark seviyelerinde sırasıyla 5.5, 3.2, 2 ve 0.8 mm'lik değerlerle genişlemenin aşağıdan yukarıya doğru azalarak ilerleyen piramidal bir model sergilediğini görmüşlerdir. İskeletsel, alveolar ve dental genişlemenin sırasıyla %37, %22.2 ve %40.7 olduğunu bulmuşlardır.

Literatürde yer alan çalışmamızla uyumlu bir başka çalışmada hızlı maksiller genişletme sonrası dental modeller üzerinde yapılan ölçümlerde dentoalveolar genişliğin iskeletsel genişliğe kıyasla daha fazla arttığı görülmüştür (Ciambotti ve ark., 2001). Çalışmamız sonucunda elde edilen iskeletsel genişleme, Ciambotti ve ark. (2001) (1.41 ± 0.9 mm) ve yukarıda belirtilen diğer çalışmalara kıyasla daha fazla olup 3.48 ± 2.20 mm olarak bulunmuştur. Bu farkın çalışılan yaş grubunun ve genişletme apareylerinin ankraj sistemlerinin farklı olmasına bağlı olarak elde edildiğini düşünmekteyiz.

Jia ve ark.'nın (2021), diş destekli ve diş-kemik destekli genişletme aygıtlarının etkinliklerini karşılaştırdıkları CBCT çalışmasında, iskeletsel genişletme/dişsel genişletme oranı sırasıyla %32.3 ve %61.4 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda bu oran %43 olarak belirlenmiş olup, bu farkın sebebinin yapılan çalışmada diş-kemik destekli grupta 4 adet mini vida kullanılmasıyla artan iskeletsel ankraja bağlı olduğu düşünülmektedir.

Hızlı maksiller genişletme, aktif genişleme fazı sırasında molar dişlerin vestibülolingual inklinasyonlarını artırarak kronların bukkal tipping hareketi yapmasına neden olur (Giudice ve ark., 2020). Literatüre bakıldığında posterior dişlerdeki bukkal tippingin RME'nin doğal bir sonucu olarak meydana geldiği görülmektedir (Agarwal & Mathur, 2010; Başçıftçı ve ark., 2002; Christie ve ark., 2010; Cleall ve ark., 1965; Garib ve ark., 2005; Garrett ve ark., 2008; Haas, 1970; Hansen ve ark., 2007; Podesser ve ark., 2007; Weissheimer ve ark., 2011; Wertz, 1970).

Literatür incelendiğinde, hızlı maksiller genişleme sonucu meydana gelen bukkal tippingin değerlendirilmesi için posteroanterior filmler (An ve ark., 2022), üç boyutlu görüntüleme yöntemleri (Hansen ve ark., 2007; Jia ve ark., 2021; Lagravère ve ark., 2010; Podesser ve ark., 2007) ve modellerin (Adkins ve ark., 1990; Alves ve ark., 2020; Bistaffa ve ark., 2022; Ciambotti ve ark., 2001; Handelman ve ark., 2000; Kiliç ve ark., 2008; Oktay & Kiliç, 2007; Wilmes ve ark., 2010) kullanıldığını görmekteyiz.

Ciambotti ve ark. (2001), yavaş ve hızlı maksiller ekspansiyonun dental ve dentoalveolar etkilerini alçı modeller üzerinde değerlendirdikleri çalışmada her iki grupta da alveolar ve molar tippingin anlamlı olduğu sonucuna varmışlardır. Handelman ve ark.'nın (2000) yetişkinlerde yaptığı çalışmada, hızlı maksiller genişletme sonucunda maksiller transversal genişlikteki artışa molar angulasyonunda $6.2 \pm 11.5^\circ$ lik bir azalma eşlik etmiştir, bu durum molarların bukkale doğru eğiminde bir artış olduğunu göstermektedir. Adölesanlarda yapılan bir çalışmada Hyrax sonrası molar dişte $7.3 \pm 5.8^\circ$ tipping olduğu (Adkins ve ark., 1990), bonded RME ile yapılan başka bir çalışmada ise sağ 1.molar dişte ortalama 6.2° , sol 1.molar dişte 5.6° bukkal tipping olduğu rapor edilmiştir (Christie ve ark., 2010). Hansen ve ark.'nın (2007), Dresden distraktörü ile yaptıkları genişletme sonucu molar dişlerde 1.1° ve 2.6° bukkal tipping olduğu görülmüştür. Wilmes ve ark. (2010), uyguladıkları Hibrit Hyrax apareyi ile sağ 1.molar dişte ortalama $5.3 \pm 0.9^\circ$, sol 1.molar dişte $6.5 \pm 1.7^\circ$ tipping değerleri elde etmişlerdir.

Diş destekli genişletme apareyleri ile kemik destekli genişletme apareylerinin kıyaslandığı bir çalışmada, ortodontik modeller üzerinden yapılan ölçümlerde molar dişlerdeki tipping, diş destekli grupta 11.64° ile kemik destekli grupta 7.81° olarak bulunmuştur (Cote, 2010).

Lagravere ve ark. (2010) yaptıkları CBCT çalışmasında, diş destekli ve kemik destekli RME uygulaması sonrası birinci premolar ve molar dişlerde görülen bukkal

tippingin istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmadiğini bildirmişlerdir. Helmkamp (2012), yaptığı CBCT çalışmasında ise diş destekli ve kemik destekli gruplar arasında 1.molar dişlerde bukkal tipping değerlerini birbirine yakın bulmuştur, sadece diş destekli grupta sol 1.premolar dişte görülen bukkal tipping kemik destekli gruba göre daha fazla olmuştur.

Garib ve ark. (2021), Hyrax ve hibrit genişletme apareylerini kıyasladıkları CBCT çalışmasında, 1. molar dişlerin inklinasyonlarının her iki grup arasında anlamlı bir fark oluşturmadiğini rapor etmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardaki bukkal tipping değerlerinin değişkenliği hastanın yaşına (Rungcharassaeng ve ark., 2007), çapraz kapanışın şiddeti ile ekspansiyon ihtiyacına, aparey dizaynına (Braun ve ark., 2000; Kiliç ve ark., 2008) ve apareyin destek aldığı bölgeye bağlı olarak meydana gelebilmektedir (Çeken, 2013). Yapılan çalışmalara bakıldığında tipping miktarının yaşa bağımlı bir değişken olduğu, hastanın yaşı arttıkça RME'nin iskeletsel etkiden ziyade dental etkisinin ortaya çıktığı ve posterior dişlerde tipping artışı ile sonuçlandığı görülmüştür (Baccetti ve ark., 2001; Rungcharassaeng ve ark., 2007). Yapılan bir başka çalışmada mevcut çapraz kapanış, genişletme miktarı ve hasta yaşının ankraj dişlerdeki bukkal tipping üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Adkins ve ark., 1990).

Çalışmamızda sağ ve sol 1.molar dişlerdeki ortalama tipping değerleri birbirine yakın olup sırasıyla $6.13 \pm 3.61^\circ$ ile $6.29 \pm 5.15^\circ$ olarak ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Moussa ve ark. (1995), hızlı maksiller genişletme sonrası ark uzunluğunda artışın meydana geldiğini fakat retansiyon sürecinde tamamına yakınının kaybedildiğini belirtmişlerdir.

Bistaffa ve ark.'nın (2020) Haas, Hyrax ve diferansiyel açılımlı genişletici (EDO)'yi karşılaştırdıkları çalışmada maksiller ark uzunluğunda Haas tipi EDO'ya göre daha büyük bir artış sağlamış, EDO ve Hyrax birbirine benzer sonuçlar göstermiştir.

Literatürde RME sonrası ark uzunluğunda azalma olduğuna dair çalışma sayısı sınırlıdır (Adkins ve ark., 1990). Çalışmamızda RME sonrası ark uzunluğunda meydana gelen azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Mc Namara ve ark. (2003), RME ile oluşan ark değişikliklerini alçı modeller üzerinde değerlendirmişlerdir. Ark uzunluğu ile ark perimetresine ilişkin ölçümlerin genişletme ihtiyacı olan grupta kontrol grubuna kıyasla başlangıçta önemli ölçüde daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Tedavinin etkinliği değerlendirildiğinde, çalışmanın klinik açıdan en önemli bulgusunun ark perimetresindeki artış olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tedavi edilen grupta ark perimetresi 6.3 mm artarken kontrol grubunda 0.9 mm azaldığı rapor edilmiştir. Retansiyon süresinin sonunda, ark uzunluğunun başlangıçtaki yetersizliğinin fazlasıyla giderilmiş olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Moussa ve ark.'nın (1995) yaptıkları çalışmada, RME sonrası ark perimetresinde artış kaydedilmiş fakat retansiyon sonrasında meydana gelen azalma ile birlikte istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artışla sonuçlandığı görülmüştür.

Davitovich ve ark. (2005), 2 ve 4 bantlı apareylerle yaptıkları genişletme sonucunda, 4 bantlı grupta (6.38 ± 4.44 mm) 2 bantlı gruba (1.05 ± 5.15 mm) kıyasla daha fazla ve anlamlı bir ark perimetresi artışı bulmuşlardır.

Lamparski ve ark. (2003) yaptıkları çalışmada, 4 bantlı aparey ile ark perimetresinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağlanırken, aynı etkinin 2 bantlı aparey ile elde edilemediğini belirtmişlerdir.

Adkins ve ark.'nın (1990) yaptıkları çalışmada, ark perimetresi ortalama 4.7 mm

artış göstermiştir. Üç bağımsız değişkenden (kaninler, premolarlar ve molarlar arası genişlik artışı) premolarlar arası genişlik artışının ark perimetresinde meydana gelecek artışın en iyi göstergesi olduğu sonucuna varmışlardır. Ark perimetresinde, Hyrax apareyi ile elde edilen 1. premolarlar arası genişlikteki değişimin yaklaşık 0.7 katı oranında artış olacağını belirtmişlerdir. Belirli bir transvers genişleme miktarına denk gelen ark perimetresindeki artışın öncesinde tahmin edebilmesinin, hekimlerin tedavi planlanması için faydalı olacağını ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da bu oranla uyumlu olarak ark perimetresindeki artış ortalama 4.02 ± 1.74 mm olarak bulunmuştur.

Garib ve ark.'nın (2021), Hyrax ve hibrit genişletme apareylerini kıyasladığı çalışmada interkanin, interpremolar, intermolar genişlikler, ark uzunluğu ve ark perimetresi açısından her iki grup arasında herhangi bir farklılık gözlenmediği görülmüştür.

Hızlı üst çene genişletmesi sonrasında burun tabanı ve palatal kubbenin genişleyip aşağı doğru indiği ve dolayısıyla palatal yüksekliğin azaldığını bildiren araştırmacılar (Bishara, 1987; Gautam ve ark., 2007; Haas, 1970; Kumar ve ark., 2011; Walters, 1975; Wertz, 1970) olduğu gibi bu görüşü desteklemeyen araştırmacılar da vardır.

Ciambotti ve ark. (2001), RME uygulanan adölesanlarda palatal derinlikte anlamlı bir değişikliğin olmadığı sonucuna varmışlardır. Oliveira ve ark.'nın (2004) diş destekli ve diş-doku destekli apareyleri kıyasladıkları çalışmada palatal derinliğin gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Gohl ve ark.'nın (2010) yaptıkları CBCT çalışmasında, palatal derinlik değişiminde RME ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Davis ve Kronman (1969), hızlı maksiller genişletme ile sutur açıldığında dokuların gerildiğini fakat palatal kubbenin alçalmadan aynı yükseklikte kaldığını belirtmişlerdir.

Çalışmamızda, palatal derinlik değişimi literatürle uyumlu olarak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Ciambotti ve ark., 2001; Davis & Kronman, 1969; Gohl ve ark., 2010; Handelman ve ark., 2000; Oliveira ve ark., 2004).

Handelman ve ark. (2000), yetişkin grubunda RME'nin palatal derinlik üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada yetişkinlerde genişletme sonrası alveolar süreç eğiminde $7.9 \pm 7.88^\circ$ lik bir artış olduğunu bulmuşlardır.

Kılıç ve ark. (2008), Hyrax ve akrilik bonded apareylerini kıyasladıkları çalışmada, her iki grupta da alveolar süreç eğiminde anlamlı artış olduğunu ancak Hyrax grubunda daha fazla palatal angulasyon meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Darsey ve ark.'nın (2012) ortalama yaşları 13.8 yıl olan otuz hasta üzerinde yaptıkları çalışmada, Hyrax apareyi ile yapılan ekspansiyon sonrası alveolar süreç eğiminde 14.61° lik artış olduğu bulunmuştur.

Eker (2019), üç farklı aparey ile hızlı üst çene genişletmesinin etkinliğini değerlendirdiği tez çalışmasında tüm çalışma gruplarında alveolar süreç eğimindeki değişimin istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdiğini bulmuştur. Bu artış, midpalatal suturun ayrılmasına bağlı olarak palatal duvarların bukkale doğru devrilmesiyle meydana geldiği şeklinde açıklamıştır.

Hızlı üst çene genişletmesi sonrası alveolar süreç eğiminin değerlendirildiği çalışmalardan (Darsey ve ark., 2012; Kılıç ve ark., 2008; Eker 2019; Oliveira ve ark., 2004) yola çıkarak çalışmamızda hibrit bir apareyin bu parametreye olan etkisi değerlendirilmiştir. Yukarda belirtilen değişik ankraj sistemine sahip genişletme apareyleriyle yapılan literatür çalışmalarıyla uyumlu olarak çalışmamızda alveolar süreç eğiminde $8.47 \pm 3.90^\circ$ lik artış bulunmuştur.

Toroğlu ve ark. (2002), tek taraflı yavaş maksiller genişletme yaptıkları çalışmada 1.molar dişin 5.7° distopalatal rotasyona uğradığını bulmuşlardır. Ciambotti ve ark.

(2001), yavaş ve hızlı maksiller genişletme apareylerini karşılaştırdıkları çalışmada gruplar arasında genişletme sonrası molar rotasyonundaki değişimi sırasıyla ortalama 26.61° ve 1.58° olarak bulmuşlardır. Yavaş maksiller genişletme için anlamlı olan bu sonuç, hızlı maksiller genişletme için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Chung ve Goldman (2003), yaptıkları çalışmada 1. molar dişlerde genişletme sonrası meziobukkal rotasyon meydana geldiğini fakat bu sonucun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuşlardır. Çalışmamızın molar rotasyonu ile ilgili sonuçları sınırlı sayıda olan literatürü destekler niteliktedir ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

An ve ark.'nın (2021), diş destekli ve diş-kemik destekli (hibrit) genişletme apareylerinin etkilerini kıyasladıkları çalışmada ekspansiyon sonrası overjetten anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Overbite, sadece diş destekli grupta azalmış ve gruplar arası anlamlı bir farklılığa neden olmuştur.

Guest ve ark.'nın (2010) yaptıkları çalışmada bonded RME sonrası overjetten azalma ve beraberinde Sınıf II molar ilişkisinde iyileşme olduğu görülmüştür.

Kurt ve ark.'nın (2010) yaptıkları çalışmada RME ve kontrol grubu arasında overjetteki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Baldini ve ark. (2018), hızlı maksiller genişletme apareyinin farklı aktivasyon protokolleriyle ilişkili sagittal yönde meydana gelen dental ve iskeletsel değişiklikleri karşılaştırdıkları çalışmada, her iki RME aktivasyon protokolü (günde bir çeyrek veya günde iki çeyrek) arasında yalnızca overjet için istatistiksel olarak anlamlı farkların görüldüğünü bulmuşlardır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı artışların olduğunu bildirmişlerdir.

Albayrak (2023), yaptığı tez çalışmasında Hibrit-Hyrax apareyi ile tedavi edilen hasta grubunda overbite'in istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azaldığını bulmuştur. Overjet'te istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Akkaya ve ark.'nın (1999), bonded hızlı ve yavaş maksiller genişletme apareylerini karşılaştırdıkları çalışmada ekspansiyon sonrası her iki grupta da overjet miktarında artış olduğunu bulmuşlardır. RME grubundaki overbite miktarında meydana gelen azalma, yavaş maksiller genişletme grubundaki artışa kıyasla anlamlı bir farklılık göstermiştir.

Çalışmamızda overjet değerinde artış (2.20 ± 1.45) ve overbite değerinde görülen azalma (-1.65 ± 1.52) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Overjetle meydana gelen değişim, Akkaya ve ark. (1999), Baldini ve ark. (2018), Baratieri ve ark. (2014), Gürel ve ark. (2010) ile Kurt ve ark.'nın (2010) çalışması ile uyumluyken; Albayrak (2023), An ve ark. (2021) ve Guest ve ark.'nın (2010) çalışma sonuçları ile uyumlu değildir. Overbite miktarında görülen değişim, Albayrak (2023), Akkaya ve ark. (1999), Baratieri ve ark. (2014) ve Gürel ve ark.'nın (2010) çalışmasını destekler niteliktedir. Her iki parametredeki değişimi de maksiller posterior dişlerin bukkal tipping hareketi ile birlikte meydana geldiğini düşündüğümüz mandibulanın saat yönü rotasyonu ile ilişkilendirebiliriz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda geç adölesan dönemdeki bireylere uygulanan diş-kemik destekli (hibrit) genişletme apareylerinin posterior dentoalveolar yapılar ve ark perimetresine olan etkileri dijital modeller kullanılarak değerlendirilmiş ve şu sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Ekspansiyon sonrası transversal düzlemde ölçülen kaninler, premolarlar ve molarlar arası genişlikler istatistiksel olarak anlamlı artışlar göstermiştir.
2. Ark perimetresinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış bulunmuştur.
3. Dental, dentoalveolar ve iskeletsel genişleme ile alveolar süreç eğimi ve molar dişlerdeki tipping açısından anlamlı düzeyde artış gözlenmiştir.
4. Overjet ölçümünde istatistiksel düzeyde anlamlı artış bulunmuştur.
5. Overbite ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı azalma meydana gelmiştir.
6. Dental arkın ters V şeklinde genişleme gösterdiği, elde edilen dental ve dentoalveolar genişlemenin iskeletsel genişlemeden daha fazla olduğu bulunmuştur.
7. Molar dişlerde meydana gelen bukkal tipping miktarında istatistiksel düzeyde anlamlı artış görülmüş, ortalama değerler sağ ve sol 1.molar dişler için birbirine yakın olarak bulunmuştur. Buradan hareketle yapılan ekspansiyonun simetrik olduğu söylenebilir.

Son yıllarda iskeletsel ankraj ünitelerinin aparey dizaynına dahil edilmeleri ile oluşturulan diş-kemik destekli (hibrit) genişletme apareyleri, çalışmamızda pubertal büyüme atılımı sona ermiş geç adölesan dönemdeki bireylerde mini vidalarla ilgili herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmadan başarı ile uygulanmış, tüm hastalarda midpalatal suturedeki ayrılma oklüzal radyografilerle görüntülenmiştir.

Hibrit RME apareyi ile tedavi etkinliğinin, hastaların fazladan radyasyona maruz kalmadan dijital modeller üzerinde değerlendirilmesi, çalışmamızın metodunu diğer yöntemlere göre avantajlı kılmaktadır.

Çalışmamızda hibrit RME apareyinin etkilerini diğer genişletme apareyleriyle kıyaslayabileceğimiz başka bir çalışma grubumuz olmadığı için mevcut apareyin iskeletsel genişletme etkisini ve destek dişlerde bukkal tipping hareketi ile meydana gelen olumsuz etkileri karşılaştırma imkanı bulunamamıştır. Hibrit bir aparey ve farklı ankraj sistemlerine sahip apareyler kullanılarak elde edilen değişimlerin değerlendirilmesine yönelik yapılacak çalışmalar, geç adölesan dönemdeki bireylerde hangi genişletme yönteminin seçilmesi gerektiği konusunda daha belirleyici sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

Sonuç olarak, diş-kemik destekli (hibrit) RME apareyinin maksiller transversal yetersizliği olan geç adölesan dönemdeki bireylerde alternatif bir yöntem olarak başarıyla kullanılabileceği görüşüne varılabilir.

KAYNAKLAR

- Acar, Y. B., Motro, M., & Erverdi, A. N. (2015). Hounsfield Units: a new indicator showing maxillary resistance in rapid maxillary expansion cases?. *The Angle Orthodontist*, 85(1), 109–116. <https://doi.org/10.2319/111013-823.1>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(05\)80051-4](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(05)80051-4)
- Agarwal, A., & Mathur, R. (2010). Maxillary Expansion. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 3(3), 139–146. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1069>
- Akbulut, S., Bayrak, S., & Korkmaz, Y. N. (2020). Prediction of rapid palatal expansion success via fractal analysis in hand-wrist radiographs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 158(2), 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.018>
- Akkaya, S., Lorenzon, S., & Uçem, T. T. (1999). A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *European Journal of Orthodontics*, 21(2), 175–180. <https://doi.org/10.1093/ejo/21.2.175>
- Albayrak B. Hibrit hijyenik rapid maksiller ekspansiyon ve full akrilik bonded rapid maksiller ekspansiyon apareyleri ile yapılan hızlı üst çene genişletmesinin iskeletsel ve dentoalveolar yapılar ile ağrı ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Sivas, 2023

- Alcan, T., Ceylanoğlu, C., & Baysal, B. (2009). The relationship between digital model accuracy and time-dependent deformation of alginate impressions. *The Angle Orthodontist*, 79(1), 30-36. <https://doi.org/10.2319/100307-475.1>
- Alpern, M. C., & Yurosko, J. J. (1987). Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *The Angle Orthodontist*, 57(3), 245–263. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1987\)057](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1987)057)
- Alves, A. C. M., Janson, G., Mcnamara, J. A., Jr, Lauris, J. R. P., & Garib, D. G. (2020). Maxillary expander with differential opening vs Hyrax expander: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 157(1), 7–18. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.010>
- An, J. S., Seo, B. Y., & Ahn, S. J. (2021). Comparison of dentoskeletal and soft tissue changes between tooth-borne and tooth-bone-borne hybrid nonsurgical rapid maxillary expansions in adults: a retrospective observational study. *BMC Oral Health*, 21, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-02008-x>
- An, J. S., Seo, B. Y., & Ahn, S. J. (2022). Differences in dentoskeletal and soft tissue changes due to rapid maxillary expansion using a tooth-borne expander between adolescents and adults: A retrospective observational study. *Korean Journal of Orthodontics*, 52(2), 131. <https://doi.org/10.4041/kjod.2022.52.2.131>
- 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. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073)
- Arndt, W. V. (1993). Nickel titanium palatal expander. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 27(3), 129-137.

- 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. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2001\)071](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2001)071)
- Baldini, A., Nota, A., Santariello, C., Caruso, S., Assi, V., Ballanti, F., ... & Cozza, P. (2018). Sagittal dentoskeletal modifications associated with different activation protocols of rapid maxillary expansion. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 19(2), 151-155.
- Baratieri, C., Alves Jr, M., Bolognese, A. M., Nojima, M. C., & Nojima, L. I. (2014). Changes in skeletal and dental relationship in Class II Division I malocclusion after rapid maxillary expansion: a prospective study. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 19, 75-81. doi: 10.1590/2176-9451.19.3.075-081
- Basciftci, F. A., & Karaman, A. I. (2002). Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *The Angle Orthodontist*, 72(1), 61-71. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2002\)072](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2002)072)
- Bassarelli, T., Dalstra, M., & Melsen, B. (2005). Changes in clinical crown height as a result of transverse expansion of the maxilla in adults. *European Journal of Orthodontics*, 27(2), 121–128. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjh045>
- Başçiftçi, F. A., Demir, A., Zafer, S. A. R. I., & Uysal, T. (2002). Konya Yöresi Okul Çocuklarında Ortodontik Maloklüzyonların Prevelansinin Araştırılması: Epidemiyolojik Çalışma. *Turkish Journal Of Orthodontics*, 15(2), 92-98.
- Baumgaertel, S., Razavi, M. R., & Hans, M. G. (2008). Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(4), 621-627. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.03.022>
- Baysal, A., Karadede, I., Hekimoglu, S., Ucar, F., Ozer, T., Veli, İ., & Uysal, T. (2012). Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-

- beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 82(3), 488-494.
<https://doi.org/10.2319/060411-367.1>
- Bazargani, F., Knode, V., Plaksin, A., Magnuson, A., & Ludwig, B. (2023). Three-dimensional comparison of tooth-borne and tooth-bone-borne RME appliances: a randomized controlled trial with 5-year follow-up. *European Journal of Orthodontics*, 45(6), 690-702. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjad024>
- Behlfelt, K., Linder-Aronson, S., McWilliam, J., Neander, P., & Laage-Hellman, J. (1989). Dentition in children with enlarged tonsils compared to control children. *European Journal of Orthodontics*, 11(4), 416-429.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.ejo.a036014>
- Bell, R. A. (1982). A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *American Journal of Orthodontics*, 81(1), 32-37.
[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90285-8](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90285-8)
- Bell, W. H., & Epker, B. N. (1976). Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *American Journal of Orthodontics*, 70(5), 517-528.
[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(76\)90276-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(76)90276-1)
- 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.
- Bicakci, A. A., Agar, U., Sökücü, O., Babacan, H., & Doruk, C. (2005). Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing. *The Angle Orthodontist*, 75(1), 1-6. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2005\)075](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)075)
- 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. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(73\)90109-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(73)90109-7)
- Bishara, S. E., Burkey, P. S., & Kharouf, J. G. (1994). Dental and facial asymmetries: a review. *The Angle Orthodontist*, 64(2), 89-98. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1994\)064](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1994)064)
- Bishara, S. E., Ortho, D., Jakobsen, J. R., Treder, J., & Nowak, A. (1997). Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 111(4), 401-409. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(97\)80022-4](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(97)80022-4)
- Bishara, S. E., & Staley, R. N. (1987). Maxillary expansion: clinical implications. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 91(1), 3-14. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(87\)90202-2](https://doi.org/10.1016/0889-5406(87)90202-2)
- Bistaffa, A. G. I., Belomo-Yamaguchi, L., de Castro Ferreira Conti, A. C., Oltramari, P. V. P., de Almeida, M. R., de Almeida-Pedrin, R. R., & Fernandes, T. M. F. (2023). Dental arch changes comparison between Expander with Differential Opening, Hyrax-type and Haas-type expanders: A prospective clinical study. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 26(3), 468-475. <https://doi.org/10.1111/ocr.12629>
- Block, M. S., & Hoffman, D. R. (1995). A new device for absolute anchorage for orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(3), 251-258. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70140-0](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70140-0)
- 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. <https://doi.org/10.1067/mod.2000.108254>

- Byrum Jr, A. G. (1971). Evaluation of anterior-posterior and vertical skeletal change vs. dental change in rapid palatal expansion cases as studied by lateral cephalograms. *American Journal of Orthodontics*, 60(4), 419. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(71\)90159-x](https://doi.org/10.1016/0002-9416(71)90159-x)
- Capelozza Filho, L., da Silva Filho, O. G., & Ursi, W. J. (1996). Non-surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 11(1), 57-66.
- Cassidy, K. M., Harris, E. F., Tolley, E. A., & Keim, R. G. (1998). Genetic influence on dental arch form in orthodontic patients. *The Angle Orthodontist*, 68(5), 445-454. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1998\)068](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1998)068)
- Ceylan, Í., Oktay, H., & Demirci, M. (1996). The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *The Angle Orthodontist*, 66(4), 301-308. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1996\)066](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1996)066)
- Choi, S. H., Shi, K. K., Cha, J. Y., Park, Y. C., & Lee, K. J. (2016). Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *The Angle Orthodontist*, 86(5), 713-720. <https://doi.org/10.2319/101415-689.1>
- Christie, K. F., Boucher, N., & Chung, C. H. (2010). Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: a cone-beam computed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(4), S79-S85. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.11.024>
- Chung, C. H., & Font, B. (2004). Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(5), 569-575. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.10.035>

- Chung, C. H., & Goldman, A. M. (2003). Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *European Journal of Orthodontics*, 25(4), 353–358. <https://doi.org/10.1093/ejo/25.4.353>
- Ciambotti, C., Ngan, P., Durkee, M., Kohli, K., & Kim, H. (2001). A comparison of dental and dentoalveolar changes between rapid palatal expansion and nickel-titanium palatal expansion appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 119(1), 11-20. <https://doi.org/10.1067/mod.2001.110167>
- Cleall, J. F., Bayne, D. I., Posen, J. M., & Subtelny, J. D. (1965). Expansion of the midpalatal suture in the monkey. *The Angle Orthodontist*, 35(1), 23-35. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1965\)035](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1965)035)
- Cope, J. B. (2005, March). Temporary anchorage devices in orthodontics: a paradigm shift. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 11, No. 1, pp. 3-9). WB Saunders.
- Cote, B. (2010). Tooth-anchored vs. bone-anchored maxillary expansion: a randomized controlled trial comparing dental and skeletal effects.
- 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)
- Creekmore, T. D., & Eklund, M. K. (1983). The possibility of skeletal anchorage. *Journal of Clinical Orthodontics : JCO*, 17(4), 266–269.
- Çeken G. Kemik destekli ve hibrit apareylerle yapılan hızlı üst çene genişletmesinin konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Doktora tezi, Erzurum, 2013
- da Silva Filho, O. G., Magro, A. C., & Capellozza Filho, L. (1998). Early treatment of the Class III malocclusion with rapid maxillary expansion and maxillary

- protraction. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113(2), 196-203. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(98\)70292-6](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(98)70292-6)
- da Silva Filho, O. G., do Prado Montes, L. A., & Torelly, L. F. (1995). Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 107(3), 268-275. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70142-7](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70142-7)
- Darendeliler, M. A., Strahm, C., & Joho, J. P. (1994). Light maxillary expansion forces with the magnetic expansion device. A preliminary investigation. *European Journal of Orthodontics*, 16(6), 479–490. <https://doi.org/10.1093/ejo/16.6.479>
- Darsey, D. M., English, J. D., Kau, C. H., Ellis, R. K., & Akyalcin, S. (2012). Does hyrax expansion therapy affect maxillary sinus volume? A cone-beam computed tomography report. *Imaging Science in Dentistry*, 42(2), 83–88. <https://doi.org/10.5624/isd.2012.42.2.83>
- Davidovitch, M., Efstathiou, S., Sarne, O., & Vardimon, A. D. (2005). Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2-versus 4-band appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 127(4), 483-492. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.01.021>
- Davis, W. M., & Kronman, J. H. (1969). Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*, 39(2), 126-132. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1969\)039](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1969)039)
- Derichsweiler, H. (1953). The removal of the palatine suture. *Fortschritte der Kieferorthopadie*, 14(1), 5-23. <https://doi.org/10.1007/bf02178726>
- Eker E. Farklı tipteki hızlı üst çene genişletme apareylerinin iskeletsel ve dentoalveolar yapılara olan etkilerinin değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, Uzmanlık tezi, Antalya, 2019

- Ekström, C., Henrikson, C. O., & Jensen, R. (1977). Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. *American Journal of Orthodontics*, 71(4), 449-455. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(77\)90248-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(77)90248-2)
- Erdem A. Hareketli aygıtlarla tedavi (tek çeneyle ilgili). Erzurum, 1993:57-74
- Erdinç, A. E., Ugur, T., & Erbay, E. (1999). A comparison of different treatment techniques for posterior crossbite in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 116(3), 287-300. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70240-4](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70240-4)
- Ferrario, V. F., Garattini, G., Colombo, A., Filippi, V., Pozzoli, S., & Sforza, C. (2003). Quantitative effects of a nickel-titanium palatal expander on skeletal and dental structures in the primary and mixed dentition: a preliminary study. *European Journal of Orthodontics*, 25(4), 401–410. <https://doi.org/10.1093/ejo/25.4.401>
- Gainsforth, B. L., & Higley, L. B. (1945). A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 31(8), 406-417.
- 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. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(71\)90046-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(71)90046-7)
- Garib, D., Miranda, F., Palomo, J. M., Pugliese, F., da Cunha Bastos, J. C., Dos Santos, A. M., & Janson, G. (2021). Orthopedic outcomes of hybrid and conventional Hyrax expanders. *The Angle orthodontist*, 91(2), 178–186. <https://doi.org/10.2319/060820-527.1>
- Garib, D. G., Henriques, J. F. C., Janson, G., Freitas, M. R., & Coelho, R. A. (2005). Rapid maxillary expansion—tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a

- computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *The Angle Orthodontist*, 75(4), 548-557.
- Garib, D. G., Navarro, R., Francischone, C. E., & Oltramari, P. V. (2008). Rapid maxillary expansion using palatal implants. *Journal of Clinical Orthodontics : JCO*, 42(11), 665–671.
- Garino, F., & Garino, G. B. (2002). Comparison of dental arch measurements between stone and digital casts. *Journal of the World Federation of Orthodontist* 3(3), 250-4.
- 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), 8–9. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.06.004>
- 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.e1-5.e11. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.09.044>
- Gerlach, K. L., & Zahl, C. (2003). Transversal palatal expansion using a palatal distractor. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 64(6), 443-449. <https://doi.org/10.1007/s00056-003-0241-7>
- Ghoneima, A., Abdel-Fattah, E., Eraso, F., Fardo, D., Kula, K., & Hartsfield, J. (2010). Skeletal and dental changes after rapid maxillary expansion: a computed tomography study. *Australian Orthodontic Journal*, 26(2), 141–148.
- Giudice, A. L., Spinuzza, P., Rustico, L., Messina, G., & Nucera, R. (2020). Short-term treatment effects produced by rapid maxillary expansion evaluated with computed

- tomography: A systematic review with meta-analysis. *Korean Journal of Orthodontics*, 50(5), 314. <https://doi.org/10.4041/kjod.2020.50.5.314>
- Gohl, E., Nguyen, M., & Enciso, R. (2010). Three-dimensional computed tomography comparison of the maxillary palatal vault between patients with rapid palatal expansion and orthodontically treated controls. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(4), 477-485. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.12.025>
- Graber TM. Orthodontics- principles and practice. Philadelphia, London : WB Saunders Company. 1967: 674-675
- Gracco, A., Buranello, M., Cozzani, M., & Siciliani, G. (2007). Digital and plaster models: a comparison of measurements and times. *Progress in Orthodontics*, 8(2), 252-259.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.01.027>
- Greulich, W. W., & Pyle, S. I. (1959). Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. *The American Journal of the Medical Sciences*, 238(3), 393.
- Grünheid, T., Larson, C. E., & Larson, B. E. (2017). Midpalatal suture density ratio: A novel predictor of skeletal response to rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(2), 267-276. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.06.043>
- Grünheid, T., Patel, N., De Felipe, N. L., Wey, A., Gaillard, P. R., & Larson, B. E. (2014). Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements

- using different technologies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(2), 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.10.012>
- Guest, S. S., McNamara Jr, J. A., Baccetti, T., & Franchi, L. (2010). Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: a prospective clinical study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138(5), 582-591. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.12.026.
- Gueutier, A., Paré, A., Joly, A., Laure, B., de Pinieux, G., & Goga, D. (2016). Rapid maxillary expansion in adults: can multislice computed tomography help choose between orthopedic or surgical treatment?. *Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale*, 117(5), 327-334. <https://doi.org/10.1016/j.revsto.2016.06.002>
- Gurel, H. G., Memili, B., Erkan, M., & Sukurica, Y. (2010). Long-term effects of rapid maxillary expansion followed by fixed appliances. *The Angle Orthodontist*, 80(1), 5-9.
- 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. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1965\)035](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1965)035)
- 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)
- Handelman, C. (2011). Palatal expansion in adults: the nonsurgical approach. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(4),. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.07.002>

- Handelman, C. S., Wang, L., BeGole, E. A., & Haas, A. J. (2000). Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *The Angle Orthodontist*, 70(2), 129-144. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2000\)070](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2000)070)
- Hansen, L., Tausche, E., Hietschold, V., Hotan, T., Lagravère, M., & Harzer, W. (2007). Skeletally-anchored rapid maxillary expansion using the Dresden Distractor. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 68(2), 148-158. <https://doi.org/10.1007/s00056-007-0643-z>
- Harberson, V. A., & Myers, D. R. (1978). Midpalatal suture opening during functional posterior cross-bite correction. *American Journal of Orthodontics*, 74(3), 310-313. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(78\)90207-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(78)90207-5)
- Harvold, E. P., Vargervik, K., & Chierici, G. (1973). Primate experiments on oral sensation and dental malocclusions. *American Journal of Orthodontics*, 63(5), 494-508. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(73\)90162-0](https://doi.org/10.1016/0002-9416(73)90162-0)
- Harzer, W., Schneider, M., & Gedrange, T. (2004). Rapid maxillary expansion with palatal anchorage of the hyrax expansion screw—pilot study with case presentation. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 65(5), 419-424. <https://doi.org/10.1007/s00056-004-0346-7>
- Helm S. (1968). Malocclusion in Danish children with adolescent dentition: an epidemiologic study. *American Journal of Orthodontics*, 54(5), 352–366. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(68\)90304-7](https://doi.org/10.1016/0002-9416(68)90304-7)
- Helm, S., Siersbaek-Nielsen, S., Skieller, V., & Björk, A. (1971). Skeletal maturation of the hand in relation to maximum puberal growth in body height. *Tandlaegebladet*, 75(12), 1223-1234.

- Helmkamp, M. E. (2012). *Three dimensional evaluation of implant-supported rapid maxillary expansion vs. traditional tooth-borne rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography* (Doctoral dissertation, Saint Louis University).
- 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. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(78\)90183-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(78)90183-5)
- Horton, H. M., Miller, J. R., Gaillard, P. R., & Larson, B. E. (2010). Technique comparison for efficient orthodontic tooth measurements using digital models. *The Angle Orthodontist*, 80(2), 254-261. <https://doi.org/10.2319/041709-219.1>
- Houston, W. J. B. (1983). The analysis of errors in orthodontic measurements. *American Journal of Orthodontics*, 83(5), 382-390. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(83\)90322-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(83)90322-6)
- Howe, R. P. (1982). Palatal expansion using a bonded appliance: report of a case. *American Journal of Orthodontics*, 82(6), 464-468. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90313-x](https://doi.org/10.1016/0002-9416(82)90313-x)
- Howes, A. E. (1947). Case analysis and treatment planning based upon the relationship of the tooth material to its supporting bone. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 33(8), 499-533. [https://doi.org/10.1016/0096-6347\(47\)90209-3](https://doi.org/10.1016/0096-6347(47)90209-3)
- Infante P. F. (1975). Malocclusion in the deciduous dentition in white, black, and Apache indian children. *The Angle Orthodontist*, 45(3), 213-218. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1975\)045](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1975)045)

- Inoue, N., Ohyama, K., Ishiguro, K., Azuma, M., Ozaki, T., & Kosugi, R. (1970). Radiographic observation of rapid expansion of human maxilla. *The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University*, 17(3), 249-261. 17(3), 249-261.
- 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.
- Iseri, H., & Solow, B. (1990). Growth displacement of the maxilla in girls studied by the implant method. *European Journal of Orthodontics*, 12(4), 389-398. <https://doi.org/10.1093/ejo/12.4.389>
- İşeri, 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. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2004\)074](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2004)074)
- İşeri, 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. *European Journal of Orthodontics*, 20(4), 347-356. <https://doi.org/10.1093/ejo/20.4.347>
- 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. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073)
- 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. <https://doi.org/10.2319/041920-332.1>
- Jimenez-Valdivia, L. M., Malpartida-Carrillo, V., Rodríguez-Cárdenas, Y. A., Dias-Da Silveira, H. L., & Arriola-Guillén, L. E. (2019). Midpalatal suture maturation stage assessment in adolescents and young adults using cone-beam computed tomography. *Progress in Orthodontics*, 20, 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0291-z>
- 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. <https://doi.org/10.2319/082012-669.1>
- Kilic, N., Oktay, H., Selimoğlu, E., & Erdem, A. (2008). Effects of semirapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(6), 846-851. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.05.047>
- Kılıç, N., Kiki, A., & Oktay, H. (2008). A comparison of dentoalveolar inclination treated by two palatal expanders. *European Journal of Orthodontics*, 30(1), 67-72. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjm099>
- Kinzinger, G. S., Gülden, N., Yildizhan, F., & Diedrich, P. R. (2009). Efficiency of a skeletonized distal jet appliance supported by miniscrew anchorage for noncompliance maxillary molar distalization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(4), 578-586. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.10.049>

- Kircelli, B. H., Pektaş, Z., & Uçkan, S. (2006). Orthopedic protraction with skeletal anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and hypodontia. *The Angle Orthodontist*, 76(1), 156-163. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2006\)076](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2006)076)
- Knaup, B., Yildizhan, F., & Wehrbein, H. (2004). Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. *Journal of Orofacial Orthopedic*, 65(6), 467-474. <https://doi.org/10.1007/s00056-004-0415-y>
- Korbmacher, H., Schilling, A., Püschel, K., Amling, M., & Kahl-Nieke, B. (2007). Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 68(5), 364-376.
- Kosugi, R. (1969). Experimental study on lateral expansion of maxilla of cat. *Kokubyo Gakkai zasshi. The Journal of the Stomatological Society, Japan*, 36(4), 223-245. <https://doi.org/10.5357/koubyou.36.223>
- Krebs, A. (1959). Expansion of the midpalatal suture, studied by means of metallic implants. *Acta Odontologica Scandinavica*, 17(4), 491-501.
- Krebs, A. (1964, January). Midpalatal suture expansion studies by the implant method over a seven-year period. In *Report of the Congress. European Orthodontic Society* (Vol. 40, pp. 131-142).
- 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.
- Kumar, S. A., Gurunathan, D., Muruganandham, S. S., & Kumar, S. A. (2011). Rapid maxillary expansion: a unique treatment modality in dentistry. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 5(4), 906-11.
- Kurol, J., & Berglund, L. (1992). Longitudinal study and cost-benefit analysis of the effect of early treatment of posterior cross-bites in the primary

- dentition. *European Journal of Orthodontics*, 14(3), 173–179.
<https://doi.org/10.1093/ejo/14.3.173>
- Kurt, G., Altug-Ataç, A. T., Atac, M. S., & Karasu, H. A. (2010). Changes in nasopharyngeal airway following orthopedic and surgically assisted rapid maxillary expansion. *Journal of Craniofacial Surgery*, 21(2), 312–317.
<https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181cf5f73>
- Kurt, G., Altug, A. T., Türker, G., Kiliç, B., Kiliç, E., & Alkan, A. (2017). Effects of surgical and nonsurgical rapid maxillary expansion on palatal structures. *Journal of Craniofacial Surgery*, 28(3), 775–780.
<https://doi.org/10.1097/scs.00000000000003468>
- Kutin, G., & Hawes, R. R. (1969). Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. *American Journal of Orthodontics*, 56(5), 491–504.
[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(69\)90210-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(69)90210-3)
- Lagravère, M. O., Carey, J., Heo, G., Toogood, R. W., & Major, P. W. (2010). Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(3), 304–e1.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.09.016>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.11.031>
- 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.
[https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(99\)70282-9](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(99)70282-9)
- Lamparski, D. G., Jr, 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. <https://doi.org/10.1067/mod.2003.10>
- Laudemann, K., Petruchin, O., Nafzger, M., Ballon, A., Kopp, S., Sader, R. A., & Landes, C. A. (2010). Long-term 3D cast model study: bone-borne vs. tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion due to secondary variables. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 14, 105-114. <https://doi.org/10.1007/s10006-009-0194-0>
- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.10.065>
- Leifert, M. F., Leifert, M. M., Efstratiadis, S. S., & Cangialosi, T. J. (2009). Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 136(1), 16-e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.11.019>
- Lima, A. C., Lima, A. L., Lima Filho, R. M., & Oyen, O. J. (2004). Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: a long-term study on Class I malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(5), 576-582. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.06.011>
- Lima, B. P., Pinzan-Vercelino, C. R. M., Dias, L. S., Bramante, F. S., & Tavaréz, R. R. D. J. (2015). Correlation between the rotation of the first molars and the severity

- of class II division 1 malocclusion. *The Scientific World Journal*, 2015.
<https://doi.org/10.1155/2015/261485>
- 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. <https://doi.org/10.2319/030514-156.1>
- Lines, P. A. (1975). Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *American Journal of Orthodontics*, 67(1), 44-56. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(75\)90128-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(75)90128-1)
- Linkow, L. I. (1969). The endosseous blade implant and its use in orthodontics. *International Journal of Orthodontics*, 7(4), 149-154.
- Liou, E. J., Pai, B. C., & Lin, J. C. (2004). Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(1), 42-47.
- Ludwig, B., Baumgaertel, S., & Bowman, S. J. (2007). Mini-implants in orthodontics: Innovative Anchorage Concepts. Quintessence International, 91- 119.
- Ludwig, B., Baumgaertel, S., Zorkun, B., Bonitz, L., Glasl, B., Wilmes, B., & Lisson, J. (2013). Application of a new viscoelastic finite element method model and analysis of miniscrew-supported hybrid hyrax treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143(3), 426-435.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.07.019>
- Ludwig, B., Glas, B., Bowman, S. J., Drescher, D., & Wilmes, B. (2010). Miniscrew-supported Class III treatment with the Hybrid RPE Advancer. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 44(9), 533-9.
- Maino, G. B., Cremonini, F., Maino, G., Paoletto, E., De Maio, M., Spedicato, G. A., ... & Lombardo, L. (2022). Long-term skeletal and dentoalveolar effects of hybrid rapid maxillary expansion and facemask treatment in growing skeletal Class III

- patients: a retrospective follow-up study. *Progress in Orthodontics*, 23(1), 44.
<https://doi.org/10.1186/s40510-022-00429-0>
- Malkoç, S., İşeri, H., & Durmuş, E. (2012, June). Semirapid maxillary expansion and mandibular symphyseal distraction osteogenesis in adults: a five-year follow-up study. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 18, No. 2, pp. 152-161). WB Saunders.
- 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.
- McNamara, J. A. (2000). Maxillary transverse deficiency. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 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. (1993). Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition.
- McNamara, J. A., Brudon, W. L., & Kokich, V. G. (2001). *Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* (Vol. 3). Ann Arbor: Needham Press.
- McNamara Jr, J. A., Baccetti, T., Franchi, L., & Herberger, T. A. (2003). Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *The Angle Orthodontist*, 73(4), 344-353.
[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073)
- Melsen, B. (1975). Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study. *American Journal of Orthodontics*, 68(1), 42-54.
[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(75\)90158-x](https://doi.org/10.1016/0002-9416(75)90158-x)
- Memikoglu, T. U. T., & İşeri, H. (1999). Effects of a bonded rapid maxillary expansion appliance during orthodontic treatment. *The Angle Orthodontist*, 69(3), 251-256.
[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1999\)069](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1999)069)

- 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.
- Meredith N. (1998). Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *The International Journal of Prosthodontics*, 11(5), 491–501.
- Mew, J. (1983). Relapse following maxillary expansion: a study of twenty-five consecutive cases. *American Journal of Orthodontics*, 83(1), 56-61.
[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(83\)90272-5](https://doi.org/10.1016/0002-9416(83)90272-5)
- Mommaerts, M. Y. (1999). Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 37(4), 268-272.
<https://doi.org/10.1054/bjom.1999.0127>
- Montigny, M. (2017). Mini-implant assisted rapid palatal expansion: New perspectives. *Journal of Dentofacial Anomalies and Orthodontics*, 20(4), 405.
- Moussa, R., O'Reilly, M. T., & Close, J. M. (1995). Long-term stability of rapid palatal expander treatment and edgewise mechanotherapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(5), 478-488.
[https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(95\)70048-x](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(95)70048-x)
- Oktay, H., & Kilic, N. (2009). Two-dimensional assessment of morphological changes of maxilla induced by rapid maxillary expansion: A New Method. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23(2), 1266-1269.
- Oktay, H., & Kiliç, N. (2007). Evaluation of the inclination in posterior dentoalveolar structures after rapid maxillary expansion: a new method. *Dentomaxillofacial Radiology*, 36(6), 356-359. <https://doi.org/10.1259/dmfr/53411085>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.07.008>
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.11.032>
- 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. <https://doi.org/10.4041/kjod.2017.47.2.77>
- Parr, J. A., Garetto, L. P., Wohlford, M. E., Arbuckle, G. R., & Roberts, W. E. (1997). Sutural expansion using rigidly integrated endosseous implants: an experimental study in rabbits. *The Angle Orthodontist*, 67(4), 283-290. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1997\)067](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1997)067)
- Paul, J. L., & Nanda, R. S. (1973). Effect of mouth breathing on dental occlusion. *The Angle Orthodontist*, 43(2), 201-206. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1973\)043](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1973)043)
- Peluso, M. J., Josell, S. D., Levine, S. W., & Lorei, B. J. (2004, September). Digital models: an introduction. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 10, No. 3, pp. 226-238). WB Saunders.
- 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. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(77\)90123-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(77)90123-3)

- Podesser, B., Williams, S., Crismani, A. G., & Bantleon, H. P. (2007). Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *European Journal of Orthodontics*, 29(1), 37-44. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjl068>
- Prabhu, J., & Cousley, R. R. (2006). Current products and practice: bone anchorage devices in orthodontics. *Journal of Orthodontics*, 33(4), 288-307. <https://doi.org/10.1179/146531205225021807>
- Proffit WR. Contemporary Orthodontics, 2 nd ed. United States of America, Mosby-Year Book Inc., 1993: 139-264.
- Ramieri, G. A., Spada, M. C., Austa, M., Bianchi, S. D., & Berrone, S. (2005). Transverse maxillary distraction with a bone-anchored appliance: dento-periodontal effects and clinical and radiological results. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 34(4), 357-363. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2004.10.011>
- Ramires, T., Maia, R. A., & Barone, J. R. (2008). Nasal cavity changes and the respiratory standard after maxillary expansion. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 74, 763-769. [https://doi.org/10.1016/s1808-8694\(15\)31388-4](https://doi.org/10.1016/s1808-8694(15)31388-4)
- Ramoglu, S. I., & Sari, Z. (2010). Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid?. *European Journal of Orthodontics*, 32(1), 11-18. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjp057>
- Reichert, H. (1970). Osteoplasty in complete clefts of the secondary palate. *British Journal of Plastic Surgery*, 23, 45-49.

- Rheude, B., Lionel Sadowsky, P., Ferriera, A., & Jacobson, A. (2005). An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning. *The Angle Orthodontist*, 75(3), 300-304.
- Ricketts, R. M. (1960). The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. *The Angle Orthodontist*, 30(3), 103-133.
- Roberts, W. E., Marshall, K. J., & Mozsary, P. G. (1990). Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *The Angle Orthodontist*, 60(2), 135-152. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1990\)060](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1990)060)
- Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2016). Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(2), 161-170. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.06.029>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.02.052>
- 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. [https://doi.org/10.1016/s0889-5406\(97\)70191-4](https://doi.org/10.1016/s0889-5406(97)70191-4)
- 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. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(89\)90409-5](https://doi.org/10.1016/0889-5406(89)90409-5)

- Schellino E, Modica R, Benech A, Modaro E. REM: la vite ragno secondo Schellino e Modica. *Boll Intern Orthod*. Leone, 1996, 55: 36-39.
- Schlegel, K. A., Kinner, F., & Schlegel, K. D. (2002). The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. *The International Journal of Adult Orthodontics and Orthognathic Surgery*, 17(2), 133-139.
- Schuster, G., Borel-Scherf, I., & Schopf, P. M. (2005). Frequency of and complications in the use of RPE appliances--results of a survey in the Federal State of Hesse, Germany. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 66(2), 148-161. <https://doi.org/10.1007/s00056-005-0431-6>
- Shetty, V., Caridad, J., Caputo, A. A., & Chaconas, S. J. (1994). Biomechanical rationale for surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 52(7), 742-749. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(94\)90492-8](https://doi.org/10.1016/0278-2391(94)90492-8)
- Siqueira, D. F., Cardoso, M. D. A., Capelozza Filho, L., Goldenberg, D. C., & Fernandes, M. D. S. (2015). Periodontal and dental effects of surgically assisted rapid maxillary expansion, assessed by using digital study models. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 20, 58-63. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.20.3.058-063.oar>
- 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. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(93\)70073-w](https://doi.org/10.1016/0889-5406(93)70073-w)
- Sousa, M. V. S., Vasconcelos, E. C., Janson, G., Garib, D., & Pinzan, A. (2012). Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *American*

- Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 142(2), 269-273.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.12.028>
- Spahl, T. J., ve Witzig, J. W. (1987). The clinical management of basic maxillofacial orthopedic appliances. Hong Kong: Year Book Medical Publishers Inc., 1, 279-417
- 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. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(84\)90305-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(84)90305-1)
- 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.
[https://doi.org/10.1016/0002-9416\(85\)90241-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(85)90241-6)
- 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. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1966\)036](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1966)036)
- Steinhauser, E. W. (1972). Midline splitting of the maxilla for correction of malocclusion. *Journal of Oral Surgery (American Dental Association: 1965)*, 30(6), 413-422.
- 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](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1980)050)
- Suri, L., & Taneja, P. (2008). Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(2), 290-302. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.01.021>

- Suzuki, H., Moon, W., Previdente, L. H., Suzuki, S. S., Garcez, A. S., & Consolaro, A. (2016). Expansão rápida da maxila assistida com mini-implantes ou MARPE: em busca de um movimento ortopédico puro. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press*, 15(1), 110-25.
- Tarraf, N. E., Dalci, O., Dalci, K., Altug, A. T., & Darendeliler, M. A. (2023). A retrospective comparison of two protocols for correction of skeletal Class III malocclusion in prepubertal children: hybrid hyrax expander with mandibular miniplates and rapid maxillary expansion with face mask. *Progress in Orthodontics*, 24(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00446-z>
- Taşpınar, F., Üçüncü, H., & Bishara, S. E. (2003). Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss. *The Angle Orthodontist*, 73(6), 669-673. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073)
- Tausche, E., Hansen, L., Hietschold, V., Lagravère, M. O., & Harzer, W. (2007). Three-dimensional evaluation of surgically assisted implant bone-borne rapid maxillary expansion: a pilot study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(4), S92-S99. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.07.021>
- Tecco, S., Festa, F., Tete, S., Longhi, V., & D'Attilio, M. (2005). Changes in head posture after rapid maxillary expansion in mouth-breathing girls: a controlled study. *The Angle Orthodontist*, 75(2), 171-176. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2005\)075](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2005)075)
- Thilander, B., & Lennartsson, B. (2002). A Study of Children with Unilateral Posterior Crossbite, Treated and Untreated, in the Deciduous Dentition Occlusal and Skeletal Characteristics of Significance in Predicting the Long-term Outcome: Occlusal and Skeletal Characteristics of Significance in Predicting the Long-term Outcome. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 63, 371-383. <https://doi.org/10.1007/s00056-002-0210-6>

- Thilander, B., Pena, L., Infante, C., Parada, S. S., & De Mayorga, C. (2001). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in children and adolescents in Bogota, Colombia. An epidemiological study related to different stages of dental development. *European Journal of Orthodontics*, 23(2), 153-168. <https://doi.org/10.1093/ejo/23.2.153>
- Thorne, N. A. H., & Hugo, A. (1956). Experiences on widening the median maxillary suture. *Transactions. European Orthodontic Society*, 32, 279-290.
- Timms DJ. Rapid maxillary expansion. Chicago: Illiniosis Quintessence Publishing Co. Inc., 1981:15-121
- Timms, D. J., & Vero, D. (1981). The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *British Journal of Oral Surgery*, 19(3), 180-196.
- Timms, D. J. (1980). A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics*, 77(5), 500-507. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(80\)90129-3](https://doi.org/10.1016/0002-9416(80)90129-3)
- Timms, D. J. (1999). The dawn of rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 69(3), 247-250. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1999\)069](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1999)069)
- Toroglu, M. S., Uzel, E., Kayalioglu, M., & Uzel, İ. (2002). Asymmetric maxillary expansion (AMEX) appliance for treatment of true unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 122(2), 164-173. <https://doi.org/10.1067/mod.2002.125563>
- Tseng, Y. C., Hsieh, C. H., Chen, C. H., Shen, Y. S., Huang, I. Y., & Chen, C. M. (2006). The application of mini-implants for orthodontic anchorage. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 35(8), 704-707. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2006.02.018>

- Turley, P. K., Kean, C., Schur, J., Stefanac, J., Gray, J., Hennes, J., & Poon, L. C. (1988). Orthodontic force application to titanium endosseous implants. *The Angle Orthodontist*, 58(2), 151-162. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1988\)058](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1988)058)
- Türker, G., Çoban, G., Bayraktar, A. Ü., Kurt, G., Kılıç, E., & Alkan, A. (2022). Three-dimensional palatal morphology and upper arch changes following nonsurgical and surgical maxillary expansion in adults. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 134(4), 425-431. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2022.02.013>
- Ülgen, M. (2015). Ortodonti anomaliler, sefalometri, etioloji, büyüme ve gelişim, tanı (Vol. 5. Baskı). Dilek-Örünç Matbaası.
- 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. [https://doi.org/10.1016/s1073-8746\(99\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s1073-8746(99)80008-5)
- Vardimon, A. D., Brosh, T., Spiegler, A., Lieberman, M., & Pitaru, S. (1998). Rapid palatal expansion: Part 1. Mineralization pattern of the midpalatal suture in cats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 113(4), 371-378.
- 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. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(87\)90227-7](https://doi.org/10.1016/0889-5406(87)90227-7)
- Wagemans, P. A., van de Velde, J. P., & Kuljpers-Jagtman, A. M. (1988). Sutures-and forces: A review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 94(2), 129-141. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(88\)90361-7](https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90361-7)

- Walters R. D. (1975). Facial changes in the *Macaca mulatta* monkey by orthopedic opening of the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*, 45(3), 169–179. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1975\)045](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1975)045)
- Weissheimer, A., de Menezes, L. M., Mezomo, M., Dias, D. M., de Lima, E. M. S., & Rizzato, S. M. D. (2011). Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: a randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 140(3), 366-376. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.07.025>
- Wertz, R., & Dreskin, M. (1977). Midpalatal suture opening: a normative study. *American Journal of Orthodontics*, 71(4), 367-381. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(77\)90241-x](https://doi.org/10.1016/0002-9416(77)90241-x)
- Wertz, R. A. (1968). Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*, 38(1), 1-11. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1968\)038](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1968)038)
- Wertz, R. A. (1970). Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *American Journal of Orthodontics*, 58(1), 41-66. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(70\)90127-2](https://doi.org/10.1016/0002-9416(70)90127-2)
- Wichelhaus, A., Geserick, M., & Ball, J. (2004). A new nickel titanium rapid maxillary expansion screw. *Journal of Clinical Orthodontics: JCO*, 38(12), 677-672.
- Wilmes, B., Nienkemper, M., & Drescher, D. (2010). Application and effectiveness of a mini-implant- and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World Journal of Orthodontics*, 11(4), 323–330.
- Wilmes, B., Rademacher, C., Olthoff, G., & Drescher, D. (2006). Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 67(3), 162–174. <https://doi.org/10.1007/s00056-006-0611-z>

- Zilberman, O., Huggare, J., & Parikakis, K. A. (2003). Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *The Angle Orthodontist*, 73(3), 301-306.
[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(2003\)073](https://doi.org/10.1043/0003-3219(2003)073)
- 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.
[https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1965\)035](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1965)035)
- Zong, C., Tang, B., Hua, F., He, H., & Ngan, P. (2019, March). Skeletal and dentoalveolar changes in the transverse dimension using microimplant-assisted rapid palatal expansion (MARPE) appliances. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 25, No. 1, pp. 46-59). WB Saunders.

EKLER

EK-1. ETİK BİLDİRİM FORMU

	ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
Bölümü : Dekanlık		
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu		
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00/856		
Konu : Etik Kurul Kararı		
26.10.2023		
Sayın: Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA		
Dış Hekimliği Fakültesi		
Ortodonti Anabilim Dalı		
Öğretim Üyesi		
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 26.10.2023 tarih ve 6 nolu toplantısında, hazırlanmış olduğunuz “Geç Adölesan Dönemdeki Bireylere Uygulanan Hibrit Hızlı Üst Çene Genişletme Apeyinin Posterior Dentoalveolar Yapılar ve Ark Perimetresine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi” isimli bilimsel <u>tez</u> çalışması protokolü ve ekli belgeleri gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemler ile gönüllü bilgilendirme metni dikkate alınarak incelenmiş ve çalışmanın Etik Kurallara uygun olduğuna mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.		
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.		
 Prof.Dr.Mustafa GÜL Etik Kurul Başkanı		
<u>Eki :</u>		
1 Adet Etik Kurul Kararı		
<u>Sorumlu Araştırmacı:</u>		
1. Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA		
<u>Yardımcı Araştırmacılar:</u>		
1. Arş. Gör. Dt. Vildan UKA		

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU				
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Geç Adölesan Dönemdeki Bireylere Uygulanan Hibrit Hızlı Üst Çene Genişletme Aparentinin Posterior Dentoalveolar Yapılar ve Ark Perimetresine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi		
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		B.30.2.ATA.0.01.00/1		
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu		
	AÇIK ADRESİ:			
	TELEFON			
	FAKS			
	E-POSTA			
BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	B.30.2.ATA.0.01.00/1		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Nurhan BAYINDIR DURNA		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti Anabilim Dalı		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı		
	DESTEKLEYİCİ	VAR		
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	Kendisi		
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐	
		FAZ 2	☐	
		FAZ 3	☐	
		FAZ 4	☐	
Gözlemsel ilaç çalışması		☐		
İlaç dışı klinik araştırma		☐		
	Etkinlik			
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐	ULUSLARARASI ☐
Etik Kurul Başkanı Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mustafa GÜL İmza: <i>Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.</i>				

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Geç Adölesan Dönemdeki Bireylere Uygulanan Hibrit Hızlı Üst Çene Genişletme Aparentinin Posterior Dentoalveolar Yapılar ve Ark Perimetresine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi			
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU		B.30.2.ATA.0.01.00/1			
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili	
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ (İncelendi)	26.10.2023	1	Türkçe ☒	İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (İncelendi)	26.10.2023	1	Türkçe ☒	İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU (İncelendi)	26.10.2023	1	Türkçe ☒	İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐	İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama			
	SIĞORTA	☐			
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒ Kendisi tarafından karşılanacaktır.			
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐			
	İLAN	☐			
	YILLIK BİLDİRİM	☐			
	SONUÇ RAPORU	☐			
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐			
DİĞER:	☐				
KARAR BİLGİLERİ	Klinik Araştırma Toplantı No: 7 Karar No:13		Tarih: 26.10.2023		
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.				

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişki	Katılım *	İmza
Prof. Dr. Mustafa GÜL	Fizyoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Zekai HALICI	Farmakoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. M. Hamidullah UYANIK	Tıbbi Mikrobiyoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Yasemin ÇAYIR	Aile Hekimliği	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Atila ÇAYIR	Çocuk Sağlığı	Sağlık Bakanlığı	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Ayşenur AKSOY	Kadın Hastalıkları	Sağlık Bakanlığı	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	
Prof. Dr. Sera DERELİOĞLU	Pedodonti	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	
Doç. Dr. Zeynep KARAMAN ÖZLÜ	Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Ali AHISKALIOĞLU	Anesteziyoloji	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. İbrahim KARABULUT	Oroloji	Sağlık Bakanlığı	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Zafer BAYRAKTURAN	Tıbbi Biyokimya	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Esra LALOĞLU	Tıbbi Biyokimya	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Dr. Öğr. Üyesi Sinan YILMAZ	Halk Sağlığı	Atatürk Üniversitesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Dr. Öğr. Üy. Mehmet GÖDEKLI	Ceza ve Ceza Muhakemesi Hukuku	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Emrah MELETLİOĞLU	Teknik Öğretmen	Atatürk Üniversitesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurulu Başkanı

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mustafa GÜL

İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

EK-3. BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ ETİK KURULU

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

□

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sayın veli,
Dr. Öğretim Üyesi NURHAN BAYINDIR DURNA tarafından yürütülen “GEÇ ADÖLESAN DÖNEMDEKİ BİREYLERE UYGULANAN HİBRİT HIZLI MAKSİLLER EKSPANSİYON APAREYİNİN POSTERİOR DENTOALVEOLAR YAPILAR VE ARK PERİMETRESİNE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” amacı olan araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen formlardaki soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

Bu çalışmayı kabul etmeniz durumunda size sırasıyla şu işlemler uygulanacaktır:

Başlangıçta bilgileriniz alınıp rutin ağız içi muayeneleriniz yapılacaktır. Rutin tedavi planlamanızın bir parçası olan hızlı üst çene genişletmesi işleminin hemen öncesinde ya genişletmeyi takiben olmak üzere 2 kere dijital ağız içi tarama kayıtlarınız alınacaktır. Bu kayıtlar, ilgili programda değerlendirilecek ve hızlı üst çene genişletmesinin arka grup dişlerde ve üst çene kemiğinde olan değişikliklerle ilgili tespitler yapılacaktır. Sonrasında rutin tedavilerinize devam edilecektir.

Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:
İmzası:

Araştırmacının

Adı-Soyadı: Vildan Uka
İmzası: